

Einleitung und Ziel

Dieser Beitrag betrifft unsere (menschlichen) Möglichkeiten und unser Sein, insbesondere bezüglich der Welt und will dabei auch einen Beitrag zum Sinn des Lebens bieten. Für diese Ziele müsste eigentlich alles heutige Weltwissen weitgehend berücksichtigt werden, insbesondere jenes über die Welt und deren Entwicklung sowie unsere Fähigkeiten, bezüglich Wahrnehmung, Bewusstsein und Handlungen. Denn nach heutiger Auffassung war es bis zur Entstehung des Lebens und des Menschen mit seinem Bewusstsein ein sehr langer und komplexer Weg, der schrittweise entsprechend den physikalischen, dann chemischen, biologischen, genetischen und gesellschaftlichen Gesetzen erfolgte. Hier wird zur Vereinfachung eine Verallgemeinerung der Ideen von Darwins Evolutionstheorie angenommen: Dabei treten bei jedem Entwicklungsstand alle möglichen Neubildungen und Teilungen auf. Stark verbreiten sich aber jene, die gegenüber anderen besonders erfolgreich sind. Dennoch besitzt jede Variante für die Weiterentwicklung individuelle Vor- und Nachteile. Stark vereinfacht wird dafür u. a. die Entwicklung der acht Stufen einer verallgemeinerten Speicherung benutzt. Wie auch sonst bleibt dabei das Startproblem, also der Anfang der folgerichtigen Ableitungen, ungelöst. Er kann nämlich prinzipiell nicht voraussetzungsfrei gewonnen werden, denn schließlich entsteht immer ein *circulus fisiosus*, als ein in sich geschlossener Teufelskreis der Rückbezüglichkeit. Folglich kann es keine Letztbegründung geben. Bereits Platon fragte daher in seinem *Theaitetos* „Was ist Erkenntnis?“ und ließ Sokrates darauf antworten:

„Wir kommen an einen Punkt, wo wir nicht weiter machen können, also werde ich eine Geschichte erzählen“.

Doch jede Geschichte verlangt bereits –wie jede Schöpfungslegende und alle Mythen – einen Zeitverlauf. Doch was ist Zeit? Entgegen einigen Auffassungen sind jedoch Zeit und Raum keine in der Realität existierenden Größen. Vier Wochen vor seinem Tod (1955) schrieb hierzu z. B. Albert Einstein:

Für uns gläubige Physiker hat der Unterschied von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft nur den Charakter einer, wenngleich hartnäckigen Illusion ... Zeit ist nicht ein unabhängig Seiendes, sondern eine Ordnungsform der Materie.

Damit ist völlig unklar, von wo aus bei den Betrachtungen auszugehen ist. Rene Descartes führte dafür den Zweifel zentral ein. Lange zuvor hatte schon Sokrates mit fortlaufenden Fragen an die „Besserwisser“ Ähnliches versucht und erlitt dafür freiwillig den Tod. Descartes kam jedoch schließlich zum Ergebnis

„cognito ergo sum“: Ich denke (zweifle H.V.), also bin ich.

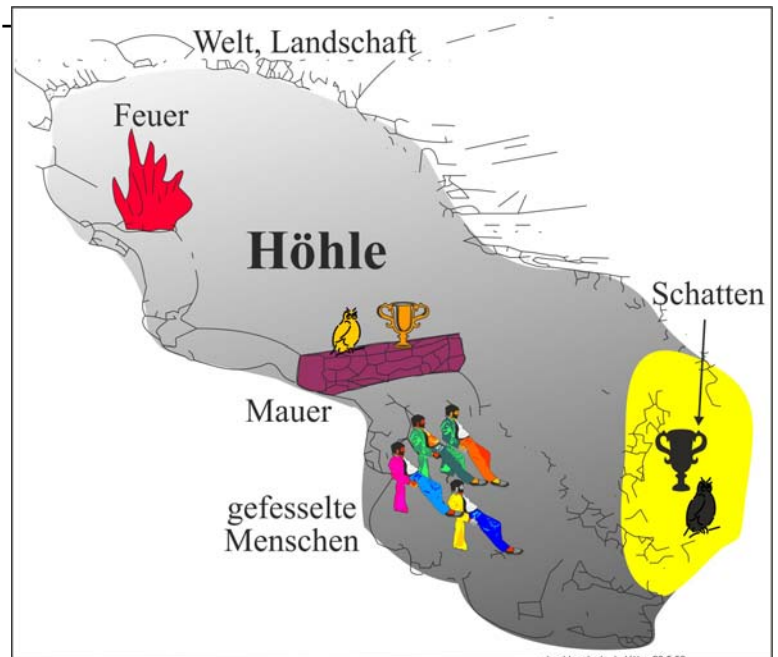
Was Denken ist, muss zunächst intuitiv erfasst bleiben. Genauer kann es erst im Abschnitt ### behandelt werden. Damit bleibt noch zu klären ob etwas und was außer mir noch existiert. Für Idealisten existieren nur noch Sinnesempfindungen. Materialisten gehen auf eine (materielle) Realität zurück, in der wir leben und die es zu ergründen gilt. Auch hier muss wieder der Zweifel einbezogen werden. Das belegte bereits Platon (um 428 bis ca. 347 v.Chr.) mit seinem Höhlen- gleichnis, das sich im siebenten Buch „Der Staat“ (*Politeia*) befindet. Es benutzt dabei einen virtuellen Dialog mit seinem Schüler und beginnt:

Stelle dir nämlich Menschen vor, in einer höhlenartigen Wohnung unter der Erde, die einen nach dem Lichte zu geöffneten und längs der ganzen Höhle hingehenden Eingang habe. Menschen, die von Jugend auf an Schenkeln und Hälsen in Fesseln eingeschnitten sind, so dass sie dort unbeweglich sitzen bleiben und nur vorwärts schauen, aber links und rechts die Köpfe wegen der Fesselung nicht umzudrehen vermögen. Das Licht für sie scheine von oben und von der Ferne von einem Feuer hinter ihnen; zwischen dem Feuer und den Gefesselten sei oben ein Querweg; längs

diesem denke dir eine kleine Mauer erbaut, wie sie die Gaukler vor dem Publikum haben, über die sie ihre Wunder zeigen.

Diese Menschen erleben nur die Schatten als Realität (**Bild 1**). Doch wenn dann einer frei wird und umhergehen kann, so erkennt er etwas ganz anderes. Doch davon wird er kaum die weiterhin Gefesselten überzeugen können. Noch extremer wird der Unterschied, wenn er der Höhle entkommt und ans Tageslicht gelangt.

Bild 1. Zum Höhlengleichnis.



Die maximal gewinnbaren Erkenntnisse hängen also wesentlich davon ab, wie wir in der Realität handeln und was wir von ihr wahrnehmen können. Bei der Evolution ist jedoch für die verschiedenen Lebewesen eine typische Ausstattung entstanden, die für ihr Überleben ausreicht. Für den Menschen ergeben sich so die Möglichkeiten gemäß **Bild 2**. Mit der Messtechnik usw. haben wir uns viele zusätzliche Möglichkeiten geschaffen. Heute dürfte uns dadurch eine fast vollständige Erkenntnis möglich sein.

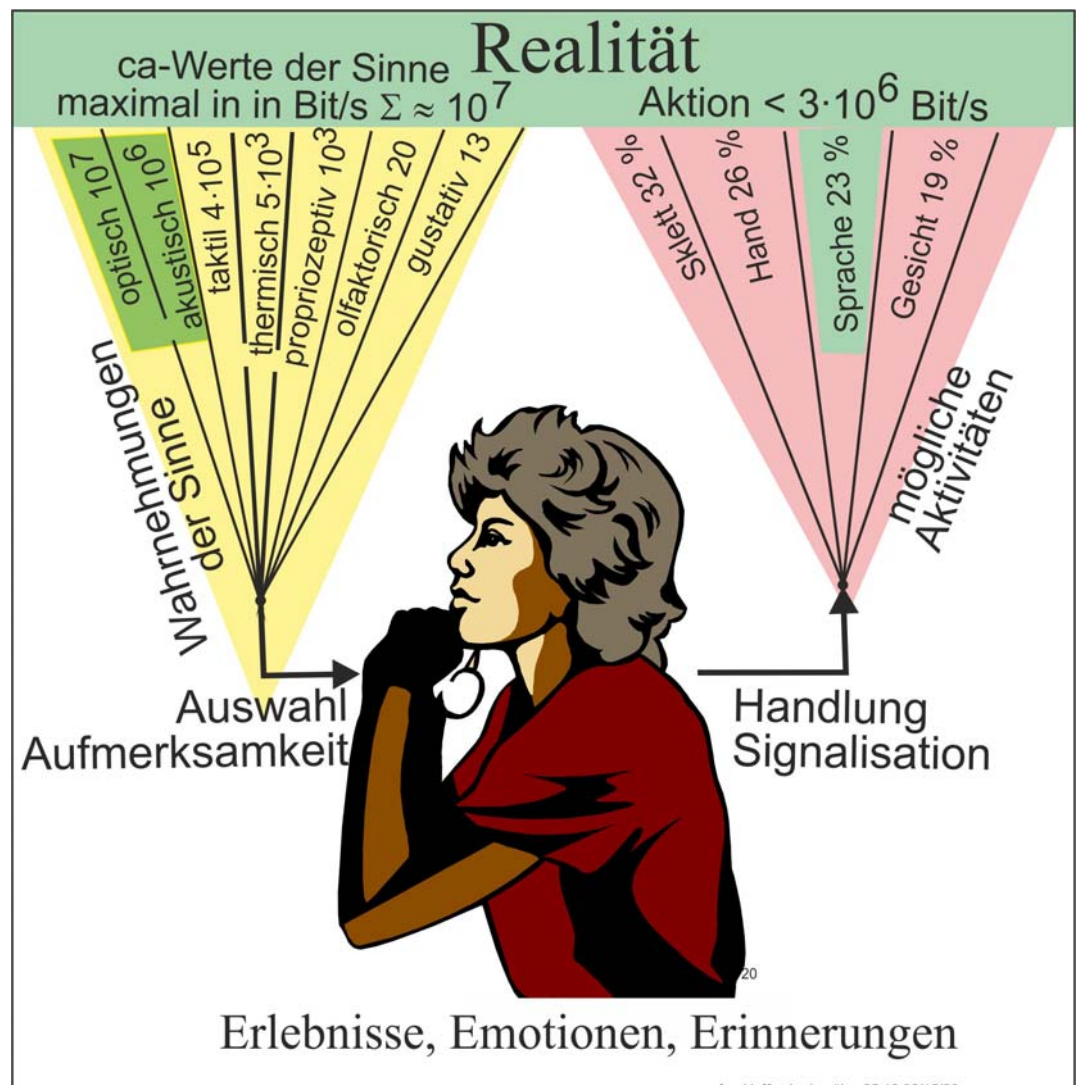


Bild 2. Grenzen für das Wahrnehmen und Handeln des Menschen, geändert nach [Fra69].

Andererseits ist hierzu die individuelle Entwicklung zu einzelnen Leistungen recht genau bei Kindern untersucht [Oer98]. Eine stark verdichtete Zusammenfassung zeigt **Bild 3**.

Sprache	Umgang mit abstrakten Begriffen															
	Sprachliche Symbole werden zum Ding an sich															
	Eigene Grammatik (Mehrwortsätze)															
	Wortbildung (Einwortsätze)															
	Lautbildung / gelallte Monologe															
Gedächtnis	Sinngedächtnis															
	Anschauungsgedächtnis															
	Vorstellungsgedächtnis															
	Kurzzeitgedächtnis (Erlernen der Sprache)															
	Wiedererkennen															
Wahrnehmungen	Erfahrungsgedächtnis															
	Dauer Handlungen einschätzbar															
	konstante Zeiteinheiten															
	Zeitempfinden															
	Raumempfinden															
Objekte	Konstanz von Größe, Helligkeit, Farbe															
	Beziehung zwischen Zahlen und Menge vorhanden															
	Dinge benutzungsunabhängig, Klassen von Kuscheltiere usw.															
	Objekt dasselbe, wenn am anderen Ort oder später wieder sichtbar															
Alter / Jahre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

PsychologieNeu.cdr h. völz 2.3.08/17

Bild 3. Die kindliche Entwicklung der Wahrnehmungen, des Gedächtnisses und der Sprache.

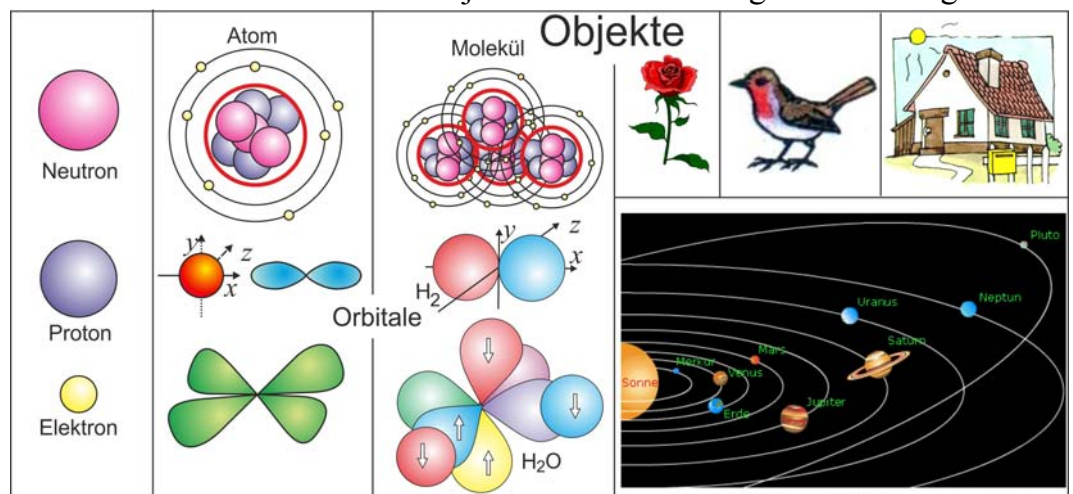
1. Objekte als Grundlage von Realität und Wahrnehmung

Gemäß dem Vorangegangenen ist die Realität materiell (stofflich) also fest, flüssig oder gasförmig und primär durch Objekte bestimmt. Typische Beispiele sind Steine, Kristalle, Gebäude, Berge, Flüsse, Seen, Pflanzen, Tiere, Menschen usw. Einige Beispiele zeigt **Bild 4**. Gegenüber ihrer Umgebung sind Objekte abgegrenzt und besitzen typische Eigenschaften, wie Form, Gestalt, Größe, Farbe, Volumen und Masse. Viele Objekte können wir durch sehen, fühlen, hören, schmecken und/oder riechen wahrnehmen und teilweise sogar erkennen sowie deren Eigenschaften messen. Sprachlich und auch gedanklich benutzen wir für die Objekte Wörter und Begriffe. Durch gedachte Zusammenfassungen

und Teilungen sind dann auch Abstrakta möglich (s. **Semiotik** Abschnitt ###).

Kinder erkennen vom zweiten Lebensjahr an einige Objekte (s. **Bild 3**).

Bild 4. Beispiele für Objekte der Realität.



Objekte.cdr h. völz 19.5.99/00/22.11.18

Weitgehend unklar ist es, wie Erkennen und Wiedererkennen erfolgt. Bei der Wahrnehmung ist es jedoch weitgehend einerlei, ob hierbei ein Objekt durch ein dafür stehendes, bzw. festgelegtes Zeichen ersetzt wird. Schematisch zeigt diesen Zusammenhang **Bild 5** für einen Apfel. Er kann u. a. durch ein Wort, Bild oder ein beliebiges anderes Zeichen ersetzt werden. Dieser Zusammenhang

entstand spätestens mit der Sprache. Daher benutzte den Zusammenhang bereits Platon benutzt hierfür ein dreiteiliges Schema, das von einem Ding (eigentlich das Objekt) ausgeht (**Bild 6a**). Er ist in uns von Geburt an durch eine zeitlose Idee – ein sinnlich nicht zugängliches Urbild der Seele – gegeben. Es wird also mittelbar durch einen Begriff erfasst. Erst für den Gebrauch wird er dann durch einen Namen, ein Zeichen bzw. Wort benannt. Die Bedeutung kommt nur mittelbar vor und zwar in Bezug auf die ideale, konstante Wahrheit, der Idee, die total selbständig besteht. Schriftliche Zeichen sind für Platon daher sekundär, denn sie verweisen nur auf die mündlichen Zeichen, die Wörter.

Aristoteles (b) vereinfachte das Schema in Richtung zur später üblichen Dreiteilung der Semiotik nach Peirce (c). An die Stelle des dortigen Interpretanten – dem Wahrnehmenden – benutzt er aber noch die Vorstellung, welche das Objekt abbildet und dabei den Gedanken hervorruft. Als Ergebnis wird dann das Objekt in uns mit einem Namen oder Zeichen verbunden.

Der übergeordnete Begriff **Semiotik** wird erstmals 1689 von Locke verwendet. Als Begründer (auch wenn er das Wort kaum verwendete) gilt aber Peirce [Pei31]. Von hier ab werden die drei Teilbegriffe – Syntaktik, Semantik und Pragmatik – deutlich unterschieden (d) [Mor72]. Lediglich erst 1963 fügte Klaus die Sigmatik (e) hinzu [Kla63]. Für weitere Details sehe [Völ83].

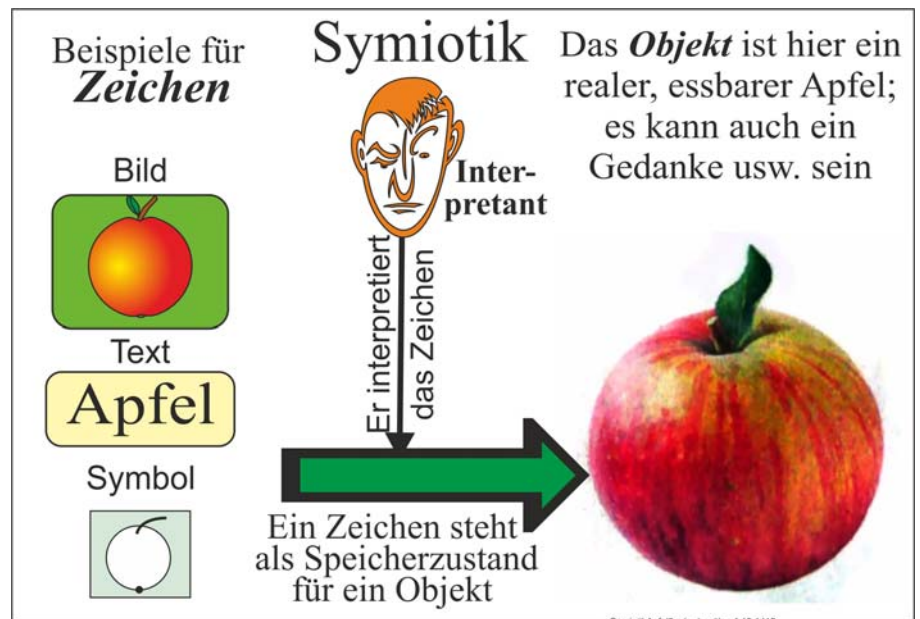


Bild 5. Ersetzung des Objektes Apfel, durch ein Wort, Bild oder allgemein Zeichen.

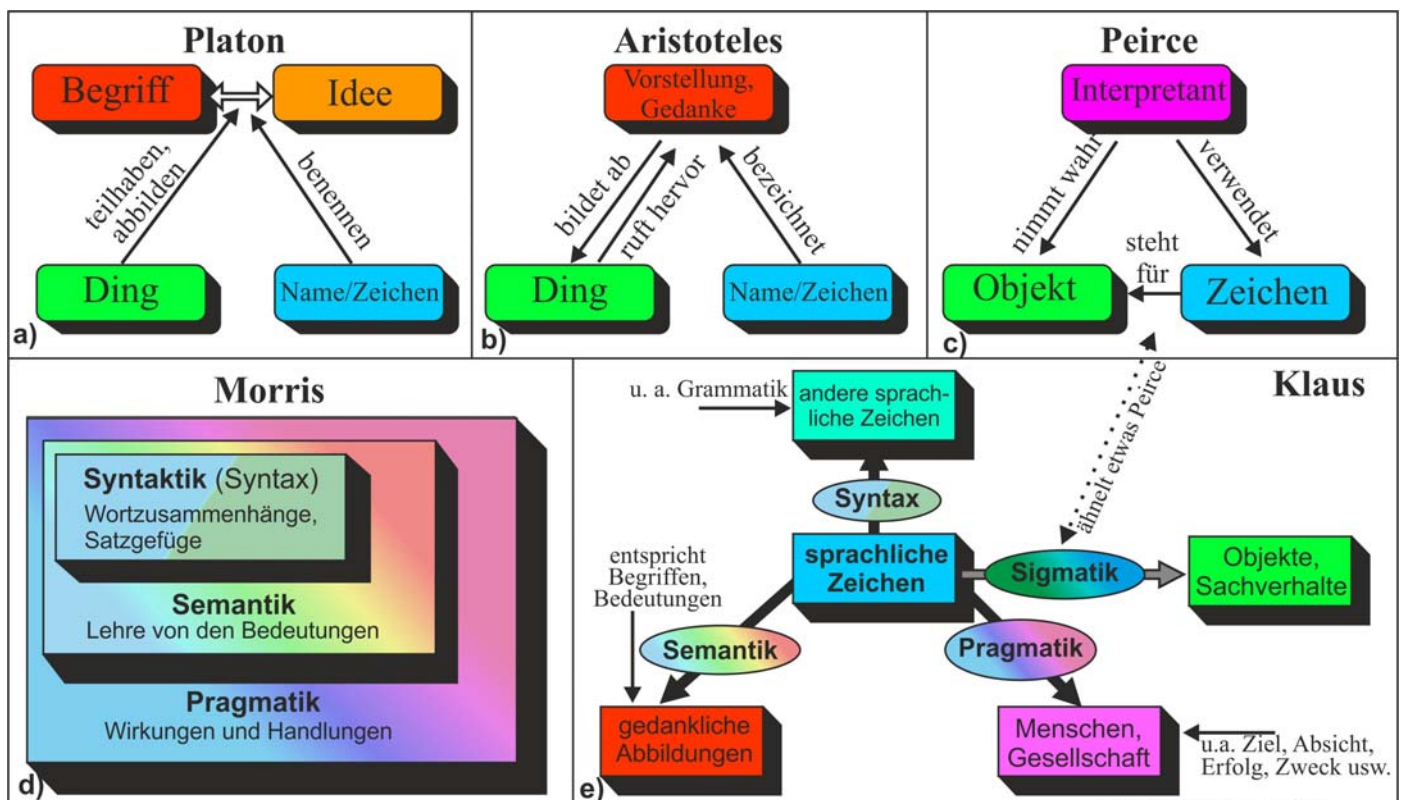


Bild 6. Vom dem Erkennen bei Platon und Aristoteles zur Semiotik.

Alle Varianten der Semantik verlangen, dass in unserem Gedächtnis (Bewusstsein) etwas Typisches vom Objekt gespeichert vorliegt. Dabei ist zunächst unwesentlich, wie es dorthin gelangt ist. Aber nur mittels dieses Typischen kann ein Objekt durch Vergleich erkannt oder gar wiedererkannt werden. Deshalb benötigen alle Lebewesen – und sogar deren Vorstufen – zum Erkennen und Nutzen von Objekten eine Speicherung ausgewählter Objekteigenschaften. Auf die verschiedenen Grundlagen der Speicherung wird noch genauer im nächsten Abschnitt eingegangen. Hier genügt es zunächst, das neuronale, menschliche Gedächtnis etwas ausführlicher zu betrachten [Völ03].

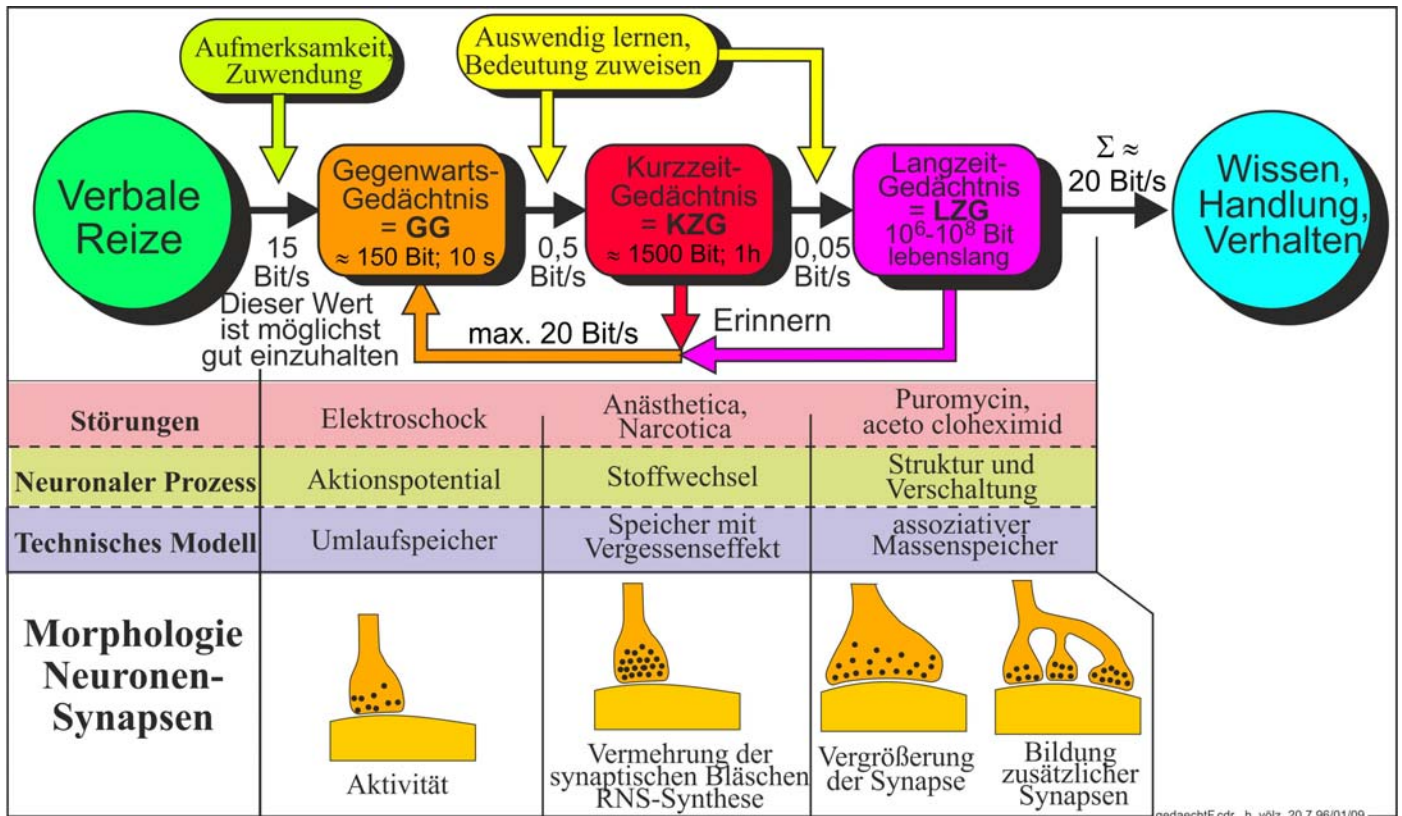


Bild 6. Strukturen, Aufbau und Details zu unserem Gedächtnis.

Gemäß **Bild 7** besteht es funktionell aus drei Stufen: Dem Gegenwartsgedächtnis GG – auch Arbeitsgedächtnis genannt – dem Kurzzeitgedächtnis KZG und dem Langzeitgedächtnis LZG – auch Dauergedächtnis genannt s. u. a. [Dri72]. Seit den Arbeiten von Ebbinghaus 1885 sind auch Kenndaten der Gedächtnisse bestimmt [Ebb85]. Zumindest für verbale und musikalische Inhalte ergeben sich etwa die eingetragenen Werte der Speicherkapazitäten und -zeiten sowie Datenraten. Alle drei Stufen beruhen auf unterschiedliche neuronale Effekte (gelb), die auf spezifische Weise gestört werden können (rot) und näherungsweise durch technische Modelle beschreibbar sind (blau). Bei der Speicherung ändern sich dabei vor allem die einbezogenen Synapsen zunächst funktionell im GG und KZG sowie strukturell im LZG (unten gelb). Im Gegensatz zu fast allen technischen Speichern – mit Ausnahme der Holografie – existieren jedoch für die gespeicherten Inhalte nirgends eigene Speicherorte. Denn bei Gehirnschädigungen sind nämlich nie einzelne Begriffe verloren gegangen. Daher ist wahrscheinlich, dass jeder einzelne Begriff (Inhalt) komplex über Millionen zufällig ausgewählter Neuronen verteilt abgelegt ist.

Für die weiteren Betrachtungen ist das GG mit seinen spezifischen Beziehungen zur Wahrnehmung, zum KZG und LZG sowie zum Bewusstsein und den Handlungen entscheidend. Von den meist sehr umfangreichen Wahrnehmungen (s. Bild 2 links) werden durch Aufmerksamkeit und Zuwendung für das GG jeweils nur 15 Bit/s ausgewählt, Umfangreiche Untersuchungen wiesen nach, dass immer möglichst genau die 15 Bit/s angestrebt werden. Dabei bleibt unser Interesse erhalten und teilweise empfinden wir Genuss. Bei geringerem Angebot langweilen wir uns und suchen aufwändig nach Neuem. Bei zu großer Menge sind wir überfordert (Verwirrung) und suchen

nach Details. Das ist z. B. genauer in [Völ75] mit der Komponistenklasse der Musikhochschule Berlin untersucht und erbrachte weitere interessante Ergebnisse (8).

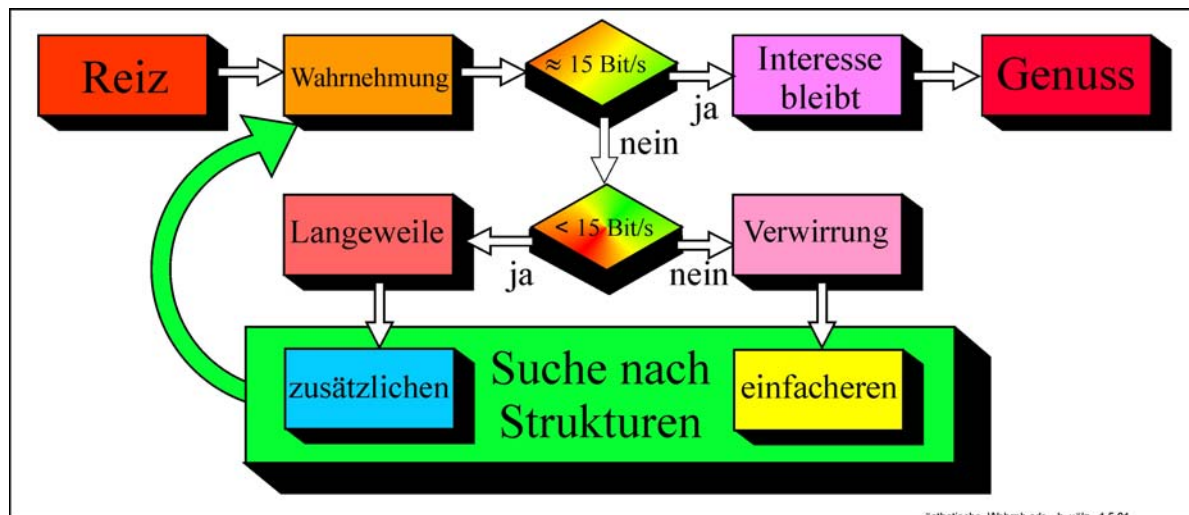


Bild 8. Zum optimalen Datenfluss beim Gegenwarts-gedächtnis.

Für dieses Geschehen gibt es viele Beispiele. Auch wenn die Musikrezeption nur mittelbar über die Schalleigenschaft zum Objekt verweist, sei hier betrachtet. Ein in Klassik geübter Hörer kann derartige Musikstücke problemlos mit Genuss hören. Er dürfte aber meist Probleme bei der Rezeption von Musik aus einem ihm unbekannten Kulturkreis, z. B. einer indischen Raga haben. Denn in ihr kann er zunächst keine bekannten Strukturen, wie Themen, Motive oder Rhythmen finden. Sie wird ihn daher überfordern oder gar langweilen, Ähnliche Situationen treten immer dann auf, wenn uns nahezu Unbekanntes oder völlig Neues entgegentritt. So gelingt keine „sinnvolle“ Auswahl und Interpretation. Der Datenfluss überfordert uns. Das ist die typische Ausgangs-Phase (der Verwirrung) beim Lernen von Neuartigem. Bei mehrfacher, aufmerksamer Wiederholung wird er jedoch bald Typisches erkennen und danach auch wiedererkennen. Das könnte bald zum Genuss führen und ist als Phase des Wiedererkennens bekannt. Nach weiterer Übung werden dann sogar Varianten und deren spezifische Eigenschaften deutlich. Das ist die dritte Phase des Lernens und entspricht den Fähigkeiten eines Musikkenners. Sie wurde von Adorno als analytische Phase bezeichnet. Zusammengefasst entsteht die folgende Tabelle.

Phase	Wirkung	Beispiel
Verwirrung	Informationsflut ist so groß, dass keine spürbare Rezeption erfolgt	Musik aus unbekannten Kulturkreis
Wiedererkennung	Einige Strukturen werden erkannt und mit Genuss wiedererkannt	Klassikgewohnter Hörer rezipiert total fremdes Werk
Strukturierung	Strukturen und Verknüpfungen sind erkannt, gespeichert. Neues und Ähnliches ist gut rezipierbar. Vergleich von aktuell Ablaufendem und Gespeichertem	Rezeption eines Musikkenners (analytisches Hören)!

Ergänzend hierzu erfolgten in der Komponistenklasse der Musikhochschule Hanns Eisler unter Leitung von Wolfram Heicking experimentelle Untersuchungen [Völ75]. Dazu wurden 35 Kompositionen von 24 Komponisten verschiedener Epochen ausgewählt (s. folgende Seite): Die Zeitmessungen realisierte dann Manfred Nitschke. Eine Auswahl der Ergebnisse zeigt **Bild 9**. In a) sind vier einzelne Beispiele und in b) die Mittelwerte über alle Werke dargestellt. Einmal wurden sie nur als Häufigkeiten gezählt und dann umgerechnet auf ihre Zeitdauern. Ziemlich überraschend war damals der mittlere Wert von 5 statt der erwarteten 10 Sekunden. Doch bald wurde deutlich, dass im GG immer fünf aktuell ablaufende Sekunden mit fünf bereits gespeicherten Sekunden zum Vergleich benötigt werden. Daher sind üblicherweise in den 10 Sekunden des GG etwa 7 Chunks (englisch Klotz, Stück ähnlich einem Begriff) unterscheidbar ($2^7 = 128$ Bit). Für ein Wieder-erkennen sind jedoch nur die Hälfte, also drei möglich ($2^3 = 8$ Bit). [Völ98].

J. S. Bach 1685 - 1750 D-Dur Suite, Air
 Ch. W. Gluck 1714 - 1787 Ballettmusik „Reigen seliger Geister“
 1. Thema Orpheus und Eurydike
 W. A. Mozart 1756 - 1791 Ouvertüre „Die Hochzeit des Figaro“
 Ouvertüre „Don Giovanni“
 Eine kleine Nachtmusik, 1. Satz
 Eine kleine Nachtmusik, 2. Satz
 L. v. Beethoven 1770 - 1827 Romanze F-Dur für Violine und Orchester
 Sinfonie Nr. 3, 1. Satz
 Sinfonie Nr. 3, 2. Satz
 C. v. Weber 1786 - 1826 Ouvertüre „Der Freischütz“
 F. Schubert 1797 - 1828 Musik aus Rosamunde
 Scherzo B-Dur
 H. Berlioz 1803 - 1869 Faust's Verdammung, Marsch
 R. Schumann 1810 - 1856 Aus den Kinderszenen die „Träumerei“
 R. Wagner 1813 - 1883 Vorspiel 3. Akt zur Oper „Lohengrin“
 Tannhäuser-Ouvertüre
 Die Meistersinger von Nürnberg, Vorspiel

A. Bruckner 1824 - 1896 Sinfonie Nr. 6, 1. Satz
 J. Strauss, Sohn 1825 - 1899 Kaiserwalzer
 Ouvertüre „Die Fledermaus“
 J. Brahms 1833 - 1897 Sinfonie Nr. 1, 4. Satz
 M. Mussorgski 1839 - 1881 Eine Nacht auf dem kahlen Berge
 P. I. Tschaikowski 1840 - 1893 Serenade für Streicher, Walzer
 Sinfonie Nr. 5, 1. Satz
 Sinfonie Nr. 6, 3. Satz
 R. Strauss 1864 - 1949 Till Eulenspiegels lustige Streiche
 A. Scriabin 1871 - 1915 Prelude Nr. 13a, Opus 11
 M. Ravel 1875 - 1937 Bolero
 B. Bartok 1881 - 1945 Klavierkonzert Nr. 3, 2. Satz
 I. Stravinski 1882 - 1971 Ballett-Suite „Petuschka“, 1. Satz
 P. Hindemith 1895 - 1963 „Nobilissima Visione“, Marsch u. Pastorale.
 Sinfonia Serena, 1. Satz
 D. Schostakowitsch 1906 - 1975 Sinfonie Nr. 7, 1. Satz
 R. Zechlin 1926 Violinkonzert, 1. Satz
 G. Kochan 1930 Klavierkonzert, 2. Satz

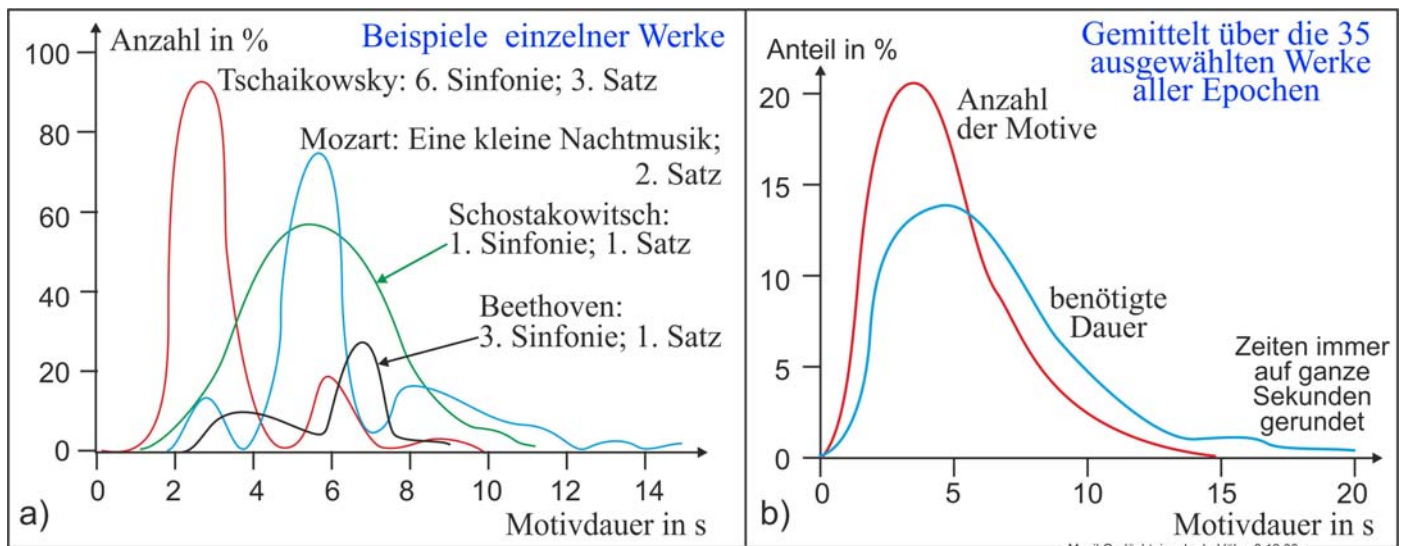
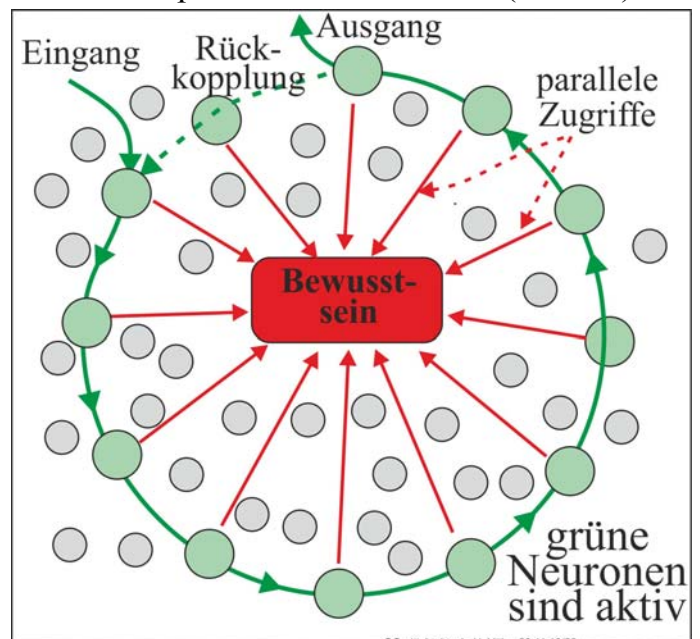


Bild 9. Die Zeitdauer musikalischer Motive.

Mehrere Erscheinungen können recht gut mit einem Umlaufspeicher erklärt werden (**Bild 10**). Der Eingang wird von der ausgewählten und damit wahrgenommenen Realität und/oder zusätzlich von Daten aus dem KZG bzw. LZG gespeist. Mittels Rückkopplung können auch die Eingangsdaten längere Zeit umlaufen. Von allen einbezogenen Neuronen (grün) gelangen alle Daten parallel ins Bewusstsein. So ist der Vergleich von den aktuellen, wahrgenommenen Eigenschaften eines Objektes mit den vorangegangenen oder früher gespeicherten möglich. Damit ist das GG mit seinen 10 Sekunden Dauer die generelle Voraussetzung für eine Erkennung und Wiedererkennung von Objekten und speziell auch für die 5 Sekunden Dauer von musikalischen Motiven.

Bild 10 Typische Struktur für das Gegenwarts-gedächtnis.



Das Modell des Umlaufspeichers ermöglicht auch ein Erkennen weiterer Erscheinungen, z. B. für die Änderung von Objekteigenschaften und die Zeit. Gemäß **Bild 11a** treten bei Start und Stop nacheinander zwei unterschiedliche Messwerte auf. Mittelbar ergibt sich dadurch der subjektive Eindruck von Zeit. Aus Geschwindigkeit der Änderung kann mittels einer zusätzlichen periodi-

schen Schwingung der Zeitabstand zwischen Start und Stop genau bestimmt werden. Auf diese Weise ist das typische GG die Grundlage für jede Zeitwahrnehmung. Dementsprechend ist die Zeitmessung auch im „System International“ (SI) über eine solche Zählung gesetzlich festgelegt [Völ96]:

Die Basiseinheit 1 Sekunde (1 s) ist die Dauer von 9 192 631 770 Perioden der Strahlung ($\approx 9,2$ GHz; H. V.), die dem Übergang zwischen den beiden Hyperfeinstrukturniveaus des Grundzustandes des Atoms Cäsium 133 entspricht“.

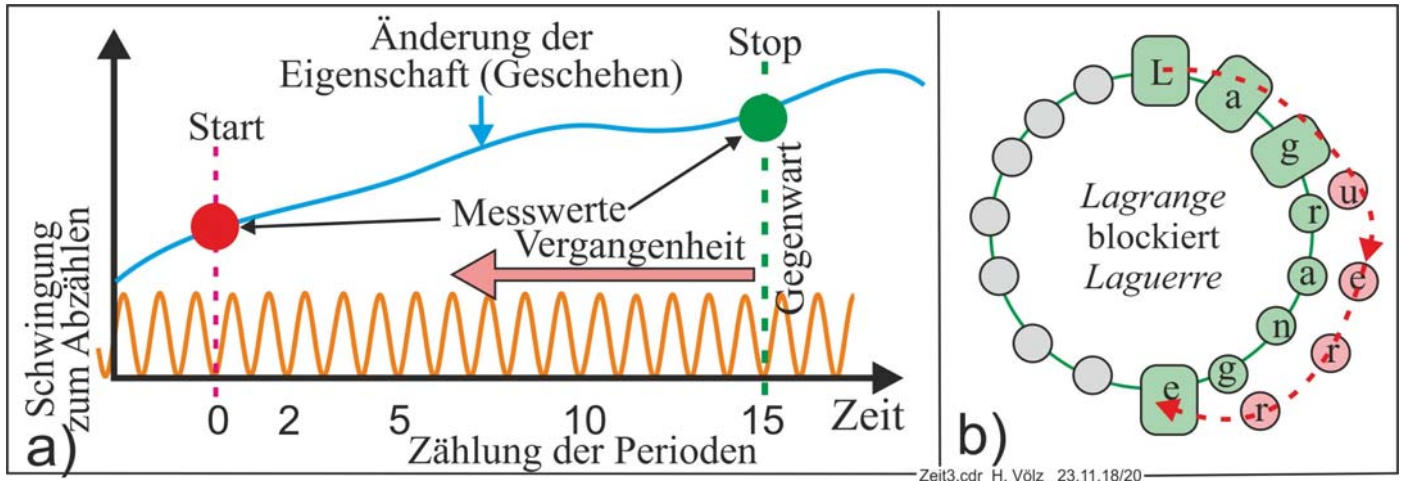


Bild 11. Zur Zeitmessung (a) und Blockierung von Begriffen (b)

Schließlich kann das Modell des Umlaufspeichers auch eine vorübergehende **Blockierung** von gespeichertem Wissen gut erklären. Dazu sei beispielsweise in Bild 12 der Name „Lagrange“ zyklisch in den grünen Neuronen gespeichert. Wenn wir nun „Laguerre“ benutzen wollen, so ist dieser Name für einen Rückruf aus dem LZG infolge der vergrößert gezeichneten Neuronen blockiert. Dennoch können wir aber all unser Wissen über Laguerre mühelos mitteilen. Wir können auch erwähnen, dass uns nur im Moment der Name leider nicht einfällt, dass er jedoch zweisilbig ist und seine erste Silbe „Lag“ lautet (das „e“ am Ende ist ja stumm!). Sind dann etwa zehn Sekunden vergangen, so ist inzwischen Lagrange gelöscht oder durch anderes ersetzt und unvermittelt, ja unerwartet gelangt dann Laguerre entsprechend den rot und eckig gezeichneten Neuronen aus dem LZG in unser Bewusstsein.

Bei der **Evolution** war das typische GG offensichtlich ein großer Vorteil und zwar ganz besonders für die Erkennung und Nutzung der Realität. Doch lange zuvor muss es auch deutlich einfachere Vorstufen gegeben haben. Bei ihnen fehlt dann aber fast jede Anpassung für beliebige Objekteigenschaften. Eine extrem frühe einfache Variante betrifft die Möglichkeiten, wie sich Atome zu Molekülen zusammenfügen. Für die Genetik entstand später das Schlüssel-Schloss-Prinzip. Fliegende Insekten, wie Schmetterlinge und Motten, nutzen sehr spezielle Sexualduftstoffe der Weibchen, welche dann die Männchen eindeutig erkennen. Später kamen bei höheren Lebewesen typische Reflexe hinzu. Jedoch in all diesen Fällen sind die Anwendungen immer nur auf zuvor festgelegte Eigenschaften begrenzt. Im gewissen Sinne entsprechen sie daher Platons Variante der Idee, für die bereits weit voraus, der jeweilige Inhalt genau festgelegt ist (s. oben und Bild 5a). Die wohl erste breitere Nutzung entstand mit den erlernbaren bedingten Reflexen, die Pawlow 1890 zuerst bei den Hunden entdeckte. Abschließend sei noch erwähnt, dass eine Universalität auch mit typischen Techniken erreichbar ist.

Vom Inhalt des GG übernimmt das KZG nur 1/30. Deshalb müssen wir zu Lernendes etwa 30-mal wiederholen. Das ist auch fast immer bei einem Sinfonie- und Sonatensatz erfüllt. Hier wird ein Thema meist etwa 30-mal in Variationen wiederholt. Bei Übertragung zum KZG wird in den entsprechenden Synapsen die Anzahl der Transmittervesikel vom Zellkern aus erhöht (vgl. Bild 7 unten Mitte). Mit nur 1500 Bit ist das KZG oft zu klein. Bei der Datenrate 0,5 Bit/s ist es daher bereits nach etwa einer Stunde gefüllt. Vieles spricht dafür, dass hier der ursprüngliche Grund zur

Festlegung der Stunde liegt. Denn in den frühen Klöstern Ägyptens war es (weit vor der Räderuhr) üblich, nach einer „Stunde“ Arbeit eine Pause für Gebete, zur Andacht usw. einzulegen. Ansonsten ist in der Menschheitsgeschichte keine 24er Teilung bekannt. Daher ist auch die Doppelstunde bei Vorlesungen usw. recht unglücklich. Nach etwa 50 Minuten ist es daher vorteilhaft zur Erholung eine kurze Anekdote oder einen passenden Witz einzufügen.

Die vorangegangenen Betrachtungen zu den Vorstufen des GG – ab Bild 6 – und zur frühkindlichen Entwicklung im Kontext von Bild 3, ermöglichen eine Verallgemeinerung der biologischen Grundregel von Haeckel nahe. Dafür hatte bereits 1926 Karl Ernst von Baer erkannt, dass frühe Entwicklungsstadien verwandter Organismen einander ähnlicher sind als die ausgewachsenen Individuen. Daher wird die biogenetische Grundregel heute oft als erhebliche Vereinfachung betrachtet. Im Kontext der Begriffe **Phylogenese**¹ als stammesgeschichtliche Entwicklung einer Art und **Ontogenese**² wurde sie 1866 von Haeckel als individuelle Entwicklung eines Lebewesens (Art) eingeführt. Für Letztere stehen z. B. die Entwicklungsstadien, beginnend mit der Keimesentwicklung bis zum voll entwickelten adulten Lebewesen. Dabei sind auch Rückbildungen eingeschlossen. Wiederholt werden nicht die Adultstadien, sondern die frühen Embryonalstadien der jeweiligen Vorformen einer Art. Das kann dadurch erklärt werden, dass evolutionäre Neuentwicklungen immer auf bestehende Arten und damit auf bestehende Organsysteme aufbauen. Daher schließt die Entwicklung (die Ontogenese) des Individuums einer Art auch die vorher jeweils bereits vorhandenen Schritte mit ein. Beispiele einer solchen Wiederholung sind das Auftreten eines Kiemendarms und von Kiemenspalten bei allen Wirbeltierembryonen. Das belegt, dass alle heutigen Wirbeltiere von Fischen abstammen. Bartenwalembryonen bilden Zahnanlagen, während die adulten Individuen keine Zähne mehr haben, was darauf hinweist, dass sich die Bartenwale aus Zahnwalen entwickelt haben. Haeckel war sogar davon überzeugt, dass sein Gesetz nicht nur auf Pflanzen und Tiere, sondern auch auf den Menschen und das menschliche Seelenleben übertragbar seien. Freud hat ähnlich für die individuelle Entwicklung jedes Menschen vier charakteristische Phasen herausgearbeitet. Allgemeiner leitet Darwin 1871 die Evolution des menschlichen Denkens und der Kognition von den Vorfahren der heutigen Menschenaffen über die Frühmenschen ab. Er betont dabei die graduellen, aber nicht prinzipiellen Unterschiede zwischen den intellektuellen Fähigkeiten von Mensch und Tier. Dazu ist heute u. a. nachgewiesen, dass nicht nur Menschenaffen, sondern auch viele Säugetiere, Rabenvögel, Oktopusse und sogar Bienen hoch komplex „denkend“ handeln können. Das gilt sogar trotz der sehr unterschiedlichen und meist viel kleineren Gehirne [Win89].

Somit gilt etwa: Entsprechend den Möglichkeiten ihrer Wahrnehmungen erkennen die einzelnen Arten die Realität zumindest teilweise auf andere Weise und auch nur bezüglich ausgewählter Eigenschaften der Objekte. Bei der Evolution erfolgte diese Auswahl vor allem infolge der Vorteilen für ihr Überleben und sich vermehren. Dementsprechend ist sie auch für den Menschen geschehen. So entsteht die Frage nach der Gültigkeit der jeweils gewonnenen Erkenntnisse über die Realität. Doch die Menschheit sich zusätzlich hochkomplex technische Messmethoden und Experimente erschaffen und dürfte daher allen Eigenschaften und Gesetzen der Realität sehr nahe gekommen sein. Zumindest teilweise können daher die entsprechenden Techniken auch als eine Fortsetzung der natürlichen Evolution angesehen werden. Die Summe der gewonnenen Fakten und Zusammenhänge ist dabei so umfangreich und komplex geworden, dass für ihre Darstellung besondere Methoden, wie z. B. mit der Mathematik, gefunden werden mussten. Im Folgenden wird jedoch vor allem eine weitgehend neuartige Ableitung vom Einfachen zum Komplexen versucht,

¹ **Phylogenese** altgriechisch φύλον phýlon Stamm und altgriechisch γένεσις génesis Ursprung. Hierzu gehört meist der Baum der Verwandtschaften in der biologischen Systematik.

² **Ontogenese** altgriechisch ὀντογένεσις; aus altgriechisch ὄν on das Seiende und altgriechisch γένεσις génesis Geburt, Entstehung.

2. Von der Änderung der Objekte zum Speicher

Auf Seite 1 befindet sich das Zitat von Albert Einstein, wonach es eigentlich nur die Gegenwart gibt. Wie dennoch unsere Empfindungen für eine Vergangenheit zustande kommen, ist dann im Zusammenhang mit den Bildern 10 und 11 aus den Eigenschaften unseres GG abgeleitet. Formal besitzen alle Objekte zunächst feststehende Eigenschaften. Das wird später noch genauer bezüglich der Ständigkeit der Naturgesetze behandelt (Kapitel 3). Objekte müssen irgendwie und irgendwann entstanden sein. Dafür kann es keine Letztbegründung geben (s. S. 1). Sie ändern sich durch Einflüsse. Daher enthalten sie – zumindest mittelbar – auch die Geschichte ihrer Entstehung und ihrer Veränderungen. Deshalb ist jedes Objekt auch ein Speicher für vergangenes Geschehen, und wird die Speicherung zu einem fundamentalen Prinzip von vielem Geschehen. In diesem Sinn soll sie hier nun eingeführt werden.

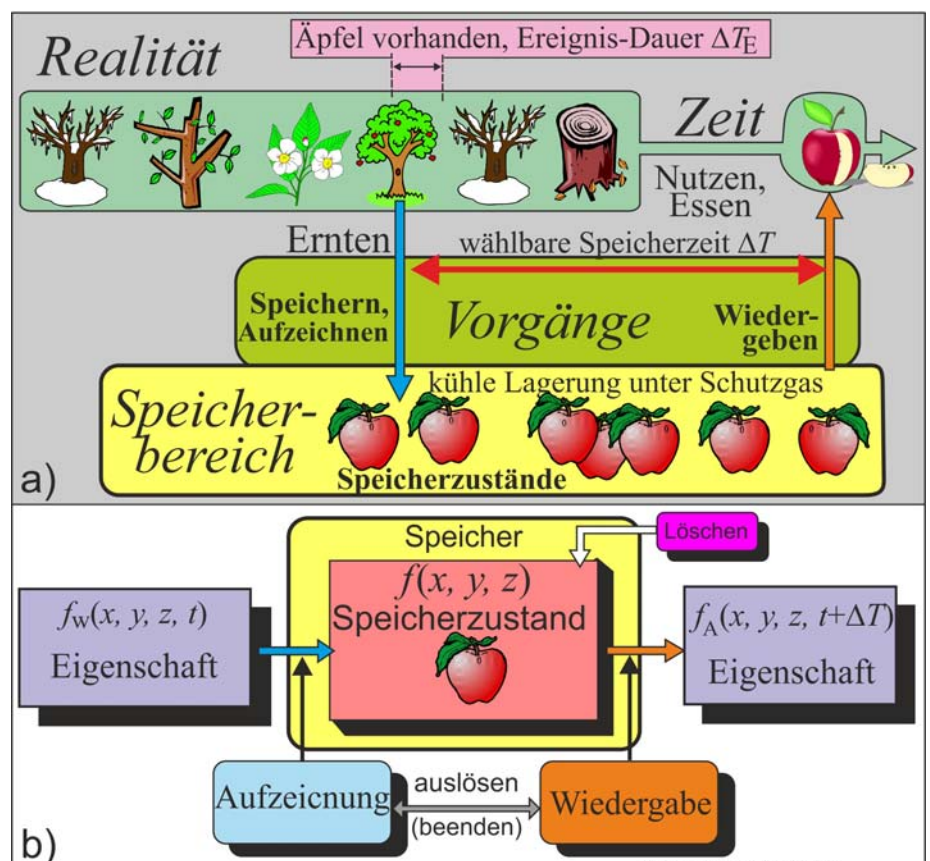
Im Deutschen wird der Begriff Speicher besonders vielfältig verwendet. So gibt es sie für Stoffe (Lebensmittel, Material, Geräte usw.), die zuweilen auch Lager heißen. Dann existieren Speicher für Energie, wie Batterien, Stauseen und Brennstoffe und schließlich auch für sehr verschiedene – oft elektronische – Daten zu Fakten. Geschehen, Wissen, Information, die vielfach in Büchern, Bildern, Filmen und Festplatten enthalten, gespeichert sind. Daher ist es sinnvoll, eine möglichst anschauliche Einführung mit **Bild 12a** zu geben. Im oberen Teil a) ist dazu gezeigt, wie bei einem Apfelbaum vom Winter an über das Blühen im Frühjahr die Äpfel entstehen und schließlich reifen. Dann sind sie nur während einer kurzen Zeitdauer ΔT_E optimal für den Genuss geeignet. Werden sie jedoch in dieser kurzen Zeit geerntet und in einem kühlen Raum unter einem Schutzgas gelagert (gespeichert), so verlangsamen sich die Alterungsprozesse erheblich. Dadurch sind Äpfel auch noch nach einer beträchtlich langen Lagerzeit ΔT gut erhalten und können fast so frisch wie direkt vom Baum genossen werden.

Ein weitgehend allgemeingültiges Schema der Speicherung zeigt Bild 12b. Im Speicher befindet sich der Speicherzustand. Er soll das zu Speichernde (zumindest als Datum) möglichst lange unveränderlich aufrechterhalten. Er ist also quasi ein Objekt im o. g. Sinne. Die Aufzeichnung erfolgt zu einer frei wählbaren Zeit t . Zu einer späteren Zeit $t + \Delta T$ erfolgt die Wiedergabe und erzeugt aus dem Speicherzustand einen Ausgang (Signal), der möglichst genau dem bereits vergangenen Zustand bei der Aufzeichnung, also der Vergangenheit entspricht. Meist ist die Wiedergabe mehrfach und zu verschiedenen Zeiten wiederholbar.

Neben diesem Schema gibt es mehr Spezialvarianten, u. a., mit mehreren Ein- und Ausgängen oder/und, mit besonderen Adressierungen im Speicherzustand usw.

Bei der Entwicklung der Realität sind acht unterschiedlichen Arten (Etappen) mit eigenen Vor- und Nachteilen gemäß den beiden folgenden Tabellen aufgetreten. Weitere Details enthalten [Völ19] und [Völ20a].

Bild 12. Beispiel (a) und Schema (b) für die Speicherung.



Art, Etappe	Wo fixiert	anthropomorpher ³ Zweck, Ziel	Alter/a
Ständigkeit	Realität.	Gültigkeit der Gesetze und Konstanten.	→∞?
physikalisch chemisch	Stoff (Welle und Felder), Kosmos, Erde, Objekte usw.	Sie geschehen einfach, Weltentwicklung, komplexe Systeme mit vielen Funktionen.	$1,5 \cdot 10^{10}$
egotrop	Unbekannt, später Immunsys- tem, Knochenmark.	Unterscheidung von Ich und Fremd, Nutzen und Schaden (Schutz).	$>3 \cdot 10^9$
genetisch	DNS, Chromosomen.	Erhaltung von Art, individuellem Leben.	$3 \cdot 10^9$
neuronal	Gedächtnis (Neuronen)	anpassendes Verhalten, Lernen.	$5 \cdot 10^8$
gesell- schaftlich	Verteilt über viele Individuen (Meme?).	Gemeinsame Arbeit, Kultur, Zivilisation.	$5 \cdot 10^7$
technisch	Speichermaterial, Werkzeug.	Langer, Erhalt außerhalb des Menschen.	$5 \cdot 10^4$
vernetzt	Internet, Expertensystem, KI	Sofort alles Wissen verfügbar.	ab 1960

Art, Etappe	Vorteile	Mögliche Probleme, Nachteile
physikalisch- chemisch	Veränderungen, Entstehung physikalisch-chemischer Teilchen	Unsicherheiten und Vernichtung
egotrop	Unterschied: innen ↔ außen, nützlich ↔ schädlich; (Viren?)	Verbrauch (Zerstörung) von Objekten
genetisch	Entstehung von Leben	Tod: Alles Leben lebt vom Lebendigen
neuronal	Wahrnehmung, Gedächtnis, Sprache	Planmäßig: Lügen und Betrug
gesellschaftlich	Kultur, Zivilisation, Nation, Bildung	Zerstörungen und Kriege
technisch	Verbesserung des Lebens (Technik)	Massenvernichtungen, z. B. Atombombe
vernetzt	Fast sofortiger Zugriff auf alle Daten	Individueller Vergleich mit allem bereits Vorhandenen

Aus menschlicher Sicht (anthropomorph) schuf die Evolution also immer sowohl Gutes als auch Böses, sowohl Nützliches als auch Schädliches. Im Mittel stieg dabei die Komplexität der Objekte fortlaufend an. In Bezug auf Dawkins blinden Uhrmacher gilt daher, dass ein hoch komplexes Objekt, wie etwa eine Uhr, nicht notwendig auf menschliche Tätigkeit hinweisen muss, sondern auch zufällig in der Evolution entstanden sein kann [Daw87]. In diesem Sinne ist auch möglich, die Aussage „Alles Lebende lebt vom Lebendigen“ zu verallgemeinern, etwa so: „Alles Komplexe benötigt für sein Entstehen Komplexität“, „Der Mensch lebt auch von anderen Menschen“ und „Neues Wissen leitet sich von vorangegangenen Wissen ab“. Folglich gilt auch die Frage: Was geschieht Negatives, wenn – wie in der achten Etappe – alles Wissen sofort verfügbar sein wird? dabei treten zumindest Nachteile für die menschliche Intelligenz, Kreativität und „Güte“ aber auch durch Machtmissbrauch und Krieg ein [Völ20]. Vielleicht wird es daher keine neunte geben. Denn für die Menschheit dürften (sollten) letztlich nur die Nützlichkeit der Objekte und nicht ihre schädliche oder gar zerstörende Wirkung wesentlich sein.

Kenntnisse über die Vergangenheit sind also nur aus Speicherungen zu erlangen. Doch sie sind fast immer unvollständig sein, das ist genauer u. a. im Zusammenhang mit den Medien untersucht [Völ19] und [Völ20a]. Speziell für die Geschichtsschreibung geht Jacques Le Goff (1924 – 1996) davon aus, dass die vorhandenen, gespeicherten Dokumente fast ausschließlich von der herrschende Macht (Klasse) verfasst wurden und auch noch heute werden und zusätzlich immer wieder neu interpretiert werden müssen. So kommt er zu den folgenden drei Zitaten [Gof99], S.142, 145,160:

Geschichte will objektiv sein und kann es nicht. Sie will wieder zum Leben erwecken und kann nur rekonstruieren. Sie will Dinge gegenwärtig machen, doch muss zugleich ihre Distanz und die Größe der historischen Entfernung wieder herstellen.

³ Anthropomorph von griechisch anthropos Mensch und morphein bilden, formen: etwa aus betont menschlicher Sicht, Vorstellung, die aber nicht der Realität entsprechen muss.

Die Vergangenheit ist ein Konstrukt und wird fortwährend neu interpretiert, dabei bildet die Zukunft einen integralen und Bedeutung stiftenden Bestandteil von Geschichte.

Geschichte ähnelt einem Roman. Sie besteht aus Intrigen.

3. Voraussetzungen für Erkenntnisse über die Realität

Es gibt vielfältige Betrachtungen und Annahmen zur Entstehung und (Weiter-) Entwicklung der Realität. Sie reichen von uralten Mythen über Religionen und Science Fiction bis zur Urknalltheorie. Hier wird eine einfache, in sich geschlossene und möglichst gut verständliche, weitgehend naturwissenschaftliche Ableitung nur mit den folgenden vier Grundlagen versucht. Auf ihre Grenzen und Unsicherheiten wird später im Kapitel ### eingegangen.

- A) Die erkennbare Realität ist durch die **Stoff-Energie-Grundlage** aus Masse m , Energie E und Lichtgeschwindigkeit c gemäß $E = m \cdot c^2$ bestimmt. Über die Größe der gesamten Energie ist kaum etwas bekannt. Nur in der Urknalltheorie werden für den Beginn Quantenfluktuationen angenommen.
- B) Es gibt eine **Ständigkeit**, durch die alle grundlegende Daten und Gesetze überall (an jedem Ort) und immer (zu jeder Zeit) gültig sind.
- C) Die Entwicklung der Realität erfolgt immer gemäß dem **Ursache-Wirkungs-Prinzip**. Ausnahmen betreffen nur Zweige der Quantentheorie mit dem dazugehörigen absoluten Zufall.
- D) Bei Aussagen werden nur **Ja/Nein-Entscheidungen** mit ausgeschlossenen Dritten zugelassen. Für die Ableitungen und Zusammenhänge (Gesetze) beim Geschehen werden vorwiegend **mathematische Zusammenhänge** (Formeln) benutzt.

Die wichtigsten Zusammenhänge für die Welterkenntnis zeigen das Schema von **Bild 14**.

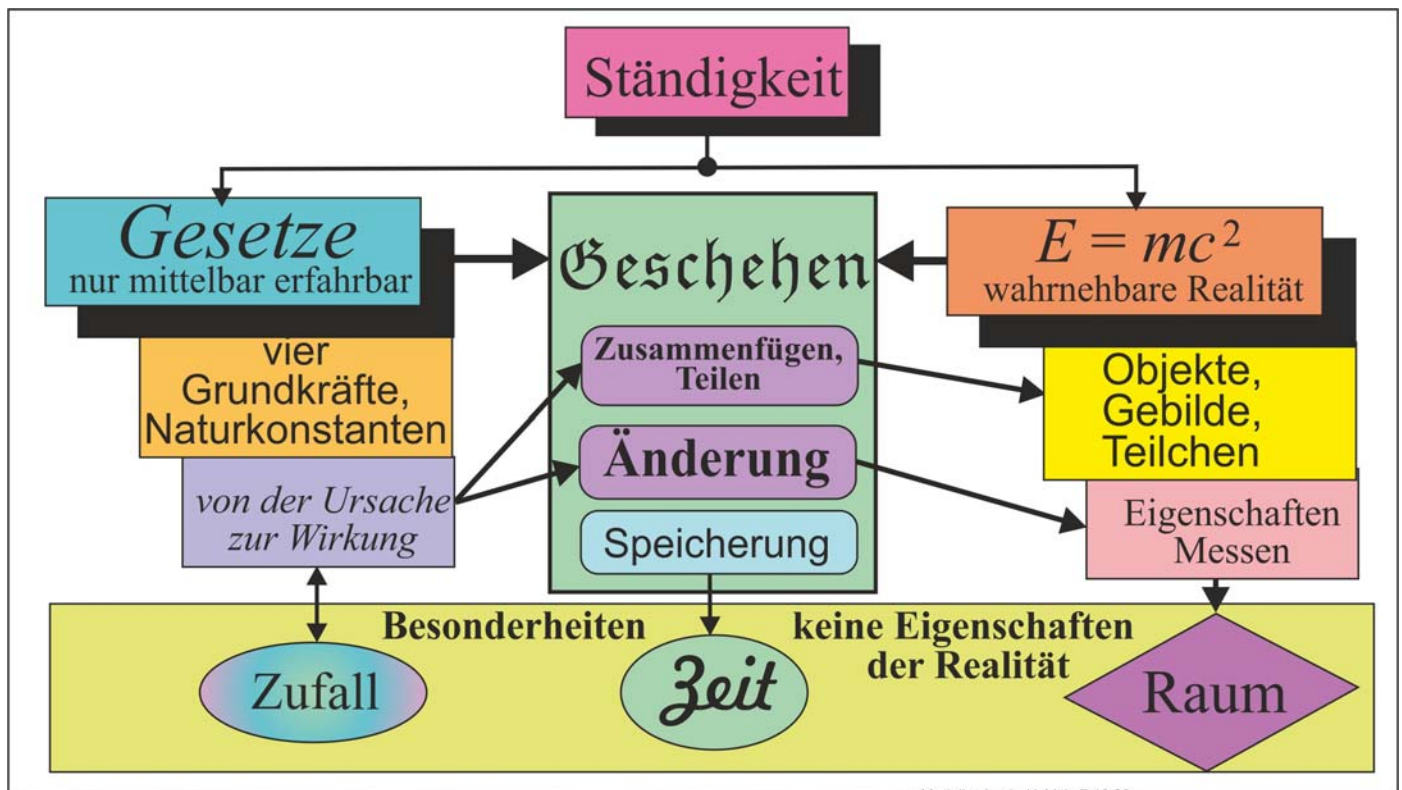


Bild 14. Schema des Zusammenhanges bei der Welterkenntnis.

Die Realität wird somit teilweise unmittelbar über unsere Wahrnehmungen und Handlungen erkundet und kann dann durch Messungen und Experimente vertieft werden (s. nächster Abschnitt). Mittelbar leiten sich daraus die *Naturgesetze* ab, was z. T. jedoch einen hohen Aufwand erfordert. Die primäre Ursache allen Geschehens sind jedoch die **vier Grundkräfte** (Bild 15 und die Naturkonstanten (folgende Tabelle) . Davon erleben wir unmittelbar nur die Gravitation als Schwerkraft.

Teilweise spüren wir auch elektromagnetische Kräfte. Die anderen beiden Kräfte sind dagegen nur mit sehr großem aktiven Aufwand und über komplexe aktive Analysen nachzuweisen (s. Abschnitt ###). Erst bei sehr hoher Energie gehen die vier Grundkräfte in eine zusammengefasste einheitliche Kraft über (15b). Obwohl die Naturkonstanten extrem genau feststehen, sind sie noch schwieriger zu gewinnen und das sogar ganz im Gegensatz zu den mathematischen Konstanten.

Naturkonstanten		Konstanten der Mathematik	
Plancksches Wirkungsquantum	$h = 6,62607554 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$	Exponentialwert	$e = \lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = 2,718\ 28\dots$
Boltzmann-Konst.	$k_B = 1,380\ 658\ 12 \cdot 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$	Euler-Konstante	$C = 0,577\ 216\dots$
Gas-Konstante	$R_0 = 8,314\ 510 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$	Kreisquadratur	$\pi = 3,141\ 592\ 6\dots$
Gravitationskonstante	$G = 6,672\ 598\ 5 \cdot 10^{-5} \text{ Nm}^2 \text{ g}^{-2}$	Diagonale des Quadrats	$\sqrt[2]{2} = 1,414\ 213\ 56\dots$
Lichtgeschwindigkeit	$c_0 = 2,997\ 924\ 57 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$	Goldener Schnitt, Fünfeck	$\frac{1}{2}(\sqrt{5} - 3) = 0,618\ 03\dots$
Abs. Nullpunkt	$T_0 = -273,15 \text{ °C}$	Periodenverdopplung	$F = 4,6692016090\dots$

Besonders auffällige Auswirkungen der Krafteinwirkungen sind das Zusammenfügen und Zerlegen Objekten sowie Änderungen ihrer Eigenschaften, wie Form, Größe, Temperatur, Farbe oder Masse. Dabei kann auch eine Speicherung auftreten, wobei auch das subjektive Erlebnis von **Zeit** hervorgerufen wird (vgl. Bild 11a). Aus den Abständen und dazugehörigen Richtungen von vielen Objekten lässt sich auch ein (geometrischer oder anderer) **Raum** konstruieren. Nur in wenigen Ausnahmefällen wird der Ursache-Wirkungs-Zusammenhang durch Zufall beeinflusst (Abschnitt ###).

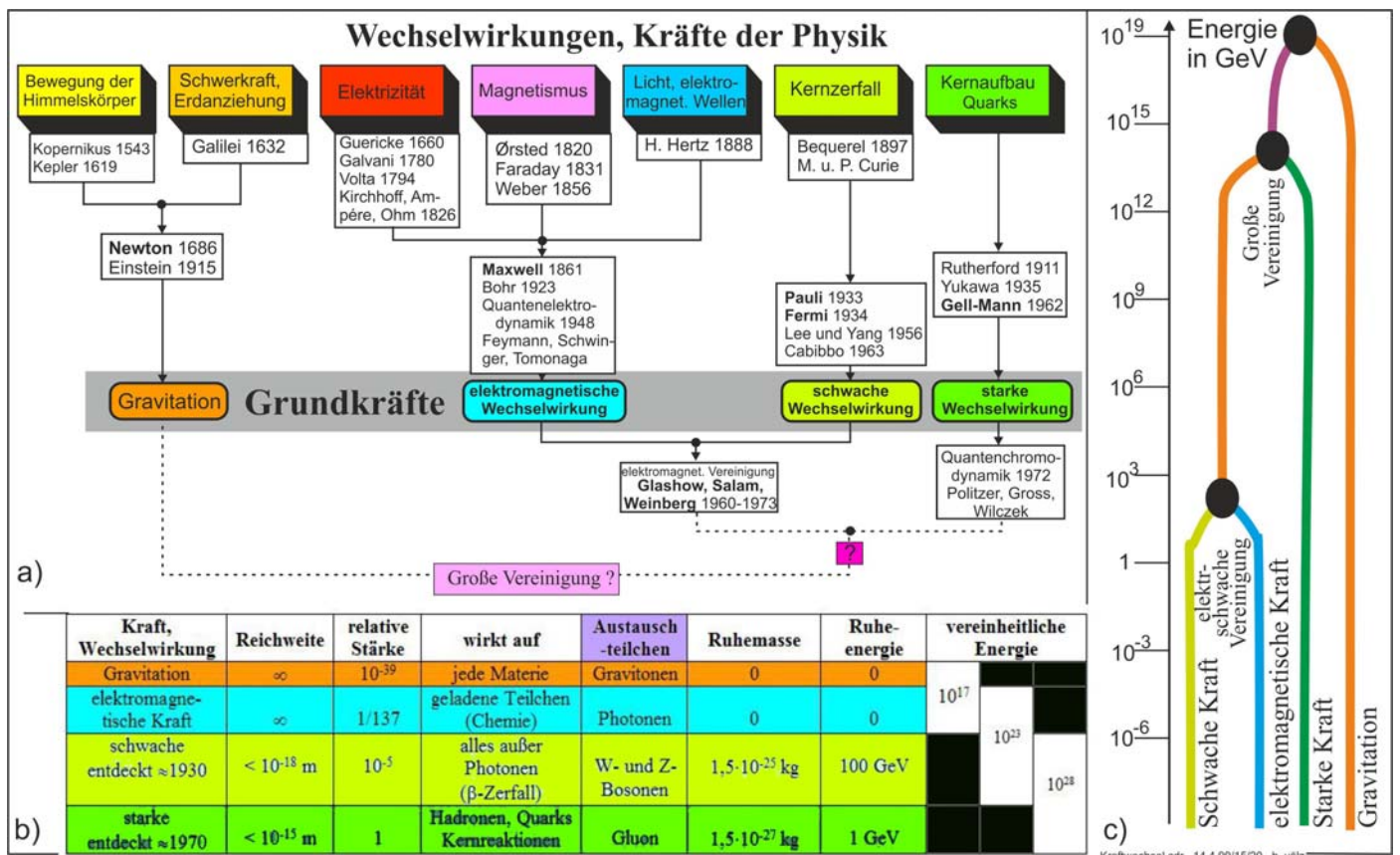


Bild 15. Die vier verschiedenen Kräfte: a) ihre geschichtliche Entwicklung, b) ihre Daten und c) die Zusammenhänge bezüglich der einwirkenden Energie.

4. Gewinnung und Wahrheit der Erkenntnisse

Als Folge der Ständigkeit usw. sind die Möglichkeiten des Geschehens in der Realität an feste Abläufe gebunden. Sie bestimmen u. a. das Geschehen bei der Evolution. Durch sie entstanden die einzelnen Lebewesen. Sie nutzten diese auch bei ihrer Entwicklung. Für den Menschen ermöglichen sie ein optimales Verhalten. Genau deshalb war und ist eine möglichst genaue Ergründung so wichtig. So schuf die Menschheit im Laufe der Entwicklung auch verschiedene Methoden dafür. Vereinfacht, aber dennoch weitgehend vollständig sind sie im **Bild 16** zusammengefasst. Links oben ist die Realität (grün) mit einer komplexer Grenze so dargestellt. Dadurch soll jede bildliche Assoziation vermieden werden. Entsprechend dem jeweils erreichten Kenntnisstand sind rechts unten einige ausgewählte Teilerkenntnisse farblich hervorgehoben. Methodisch lassen sich drei Hauptvarianten mit jeweils zunehmender Leistung und zwei spezielle Nebenvarianten unterscheiden:

1) Beim **unmittelbaren Weg** (rot) können wir primär nur die Sinnesorgane, also sehen, hören, fühlen, riechen und schmecken, nutzen. Außerdem können wir uns im Raum bewegen sowie handeln. So werden fast nur einfache Zusammenhänge gewonnen, die in etwa auch dem „gesunden“ Menschenverstand (etwa der Erfahrung) entsprechen. In einer späteren Phase ermöglichen Messungen Präzisierungen und Vertiefungen. Dann werden Eigenschaften der Objekte als Maßeinheiten, wie m, m³, kg oder A, erkannt und durch die **Messung** mit Maßzahlen ergänzt [Völ96]

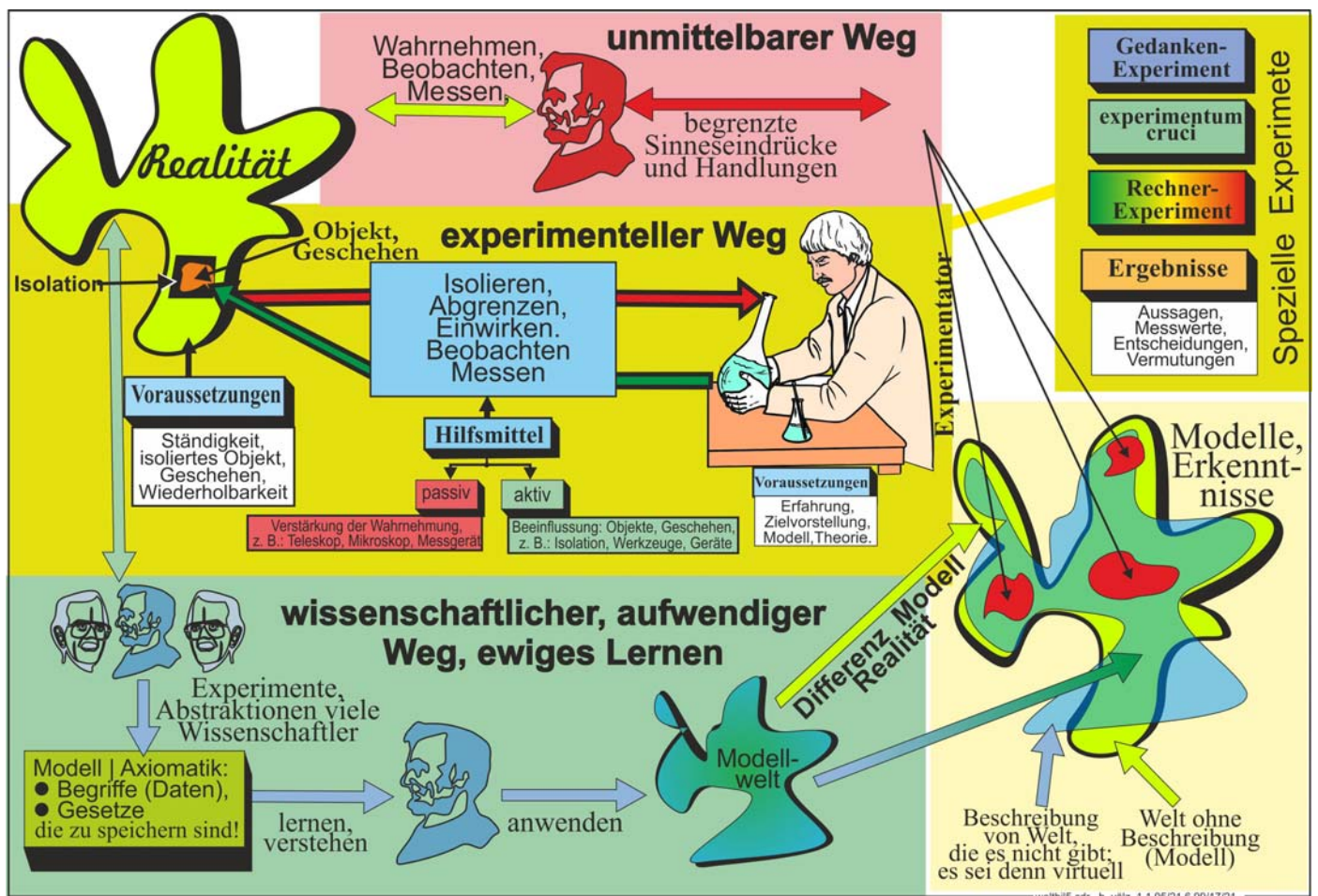


Bild 16. Möglichkeiten für das Erkennen der Realität.

2) Der **experimentelle⁴ Weg** (gelb) ermöglicht eine vorwiegend aktive und genau ausgewählte Erkundung. Dabei werden meist umfangreiche technische Mittel komplex eingesetzt. Vielfach wird ein Teil der Realität durch Isolierung gegenüber seiner Umgebung abgeschirmt und dann

⁴ Lateinisch *experimentum* Probe, Versuch, Test, Voruntersuchung

ausschließlich untersucht. So sind spezielle Einwirkungen sowie recht spezielle und sehr genaue Erkundigungen möglich. Vielfach sind dabei auch Wiederholungen (Reproduzierungen) des Versuchs möglich, wodurch die Zuverlässigkeit der Ergebnisse deutlich erhöht werden kann.

- 3) Der **wissenschaftliche Weg** (grün, unten) ist meist sehr aufwändig und verlangt häufig gemeinsames Handeln mehrerer Forscher. Deshalb sind umfangreiche Vorbereitungen und spezielle technische Einrichtungen notwendig. Dabei werden auch viele vorhandene Teilergebnisse einbezogen. Deutlich sind die experimentellen und theoretischen Methoden zu unterscheiden (vgl. Kapitel 5) Die Untersuchungen und Ergebnisse sind vorwiegend so komplex, dass sie von den Teilnehmern ständiges Lernen und Verstehen neu entstandener Grundlagen verlangt. Sogar für die Nutzer der endgültigen Ergebnisse ist ähnliches notwendig.
- 4) Es gibt auch **spezielle „Experimente“** (gelb, rechts oben) die mit besonderen Methoden betrieben oder für besondere Erkenntnisse geeignet sind. Das ***experimentum crucis*** geht auf Francis Bacon (1561-1626) zurück und wird so angelegt, dass die Realität bezüglich einer Theorie oder Vermutung nur entsprechend einer Entscheidung mit „Ja“ oder „Nein“ antworten kann. Es setzt daher bereits viel Wissen über das Problem voraus. Daher sind nur wenige Beispiele bekannt. Im Gegensatz zu James Clerk Maxwell (1831 - 1879) wusste Heinrich Hertz (1857 - 1894) von der Strahlung der elektromagnetischen Wellen und konnte sie so durch besondere Versuche nachweisen und nutzbar machen. Noch mehr bekannt ist der Michelson-Morley-Versuch von 1887. Es bewies, dass die elektromagnetischen Wellen keinen materiellen „Äther“ als Träger benötigen. Beim ***Gedanken-Experiment*** wird etwas ohne direkten Kontakt zur Wirklichkeit rein geistig abgeleitet. Das Musterbeispiel hierfür ist Einsteins Fahrstuhlexperiment bezüglich des Zusammenhangs von schwerer und träger Masse. Zumindest teilweise kann hier auch der ***Analogschluss*** eingeordnet werden (s. Kapitel 5). Mit der breiten Anwendung der Rechentechnik hat sich auch der Begriff ***Computer-Experiment*** durchgesetzt. Hier werden jedoch keine Fragen an die Natur gestellt, sondern auf Grundlage von Modellen und Theorien (vorwiegend in Form von Formeln) erfolgen sehr schnelle und/oder hochkomplexe Rechnungen. Daher können sie auch als „erweiterte“ Gedankenexperimente betrachtet werden. Es gibt sogar ***überflüssige Experimente***. Sie meist schwierig zu erkennen. So hatten die Chemiker recht früh die Atomtheorie akzeptiert und wandten daher große Mühe zur Bestimmung der Molekulargewichte auf. Hätten sie aber damals um die Existenz von Isotopen gewusst, wären viele Experimente nicht notwendig gewesen. Mit der einfachen Atomtheorie konnten sie aber nur Mittelwerte bestimmen.
- 5) Die ***Wahrheit*** (Gültigkeit) von Theorien und Ergebnisse ist äußerst wichtig, dennoch fehlt sie im Bild 16, denn dort kann ihr kein spezifischer Platz zugewiesen werden. Generell ist aber einerseits eine Theorie Grundlage für Planung und Auswertung des Experimentes und andererseits sollen mit dem Experiment Theorien überprüft werden. So ergibt sich leicht ein Zirkelschluss (circulus fitiosus s. S. 1). Bereits Aristoteles (384 - 322 v. Chr.) entwickelte eine ***Korrespondenztheorie***, welche die Relation zwischen der Wahrnehmung und den Ideen betrifft. Er trennte deutlich zwischen Bezeichnungen, Begriffen und Gegenständen. Wahr können nur Aussagen sein, die sprachlich in Form von Sätzen auftreten. Einzelne Ausdrücke können weder wahr noch falsch sein. Eine wichtige Weiterentwicklung entstand von Francis Bacon (1561 - 1626). Er schuf die Methode des Empirismus in Richtung der ***Verifikation***⁵, die von Hypothesen ausgeht, die anschließend durch gewonnene Erkenntnisse bestätigt werden. Wenn das immer wieder erfolgt, dann wird aus den Annahmen, Folgerungen und Begründungen schließlich eine verbindliche Theorie als hypothetisch-deduktive Methode. Doch recht bald zeichnete es sich aber ab, dass eine wissenschaftliche Theorie weder aus der Erfahrung logisch ableitbar noch durch Erfahrung verifizierbar ist. 1934 zeigte dann Sir Karl Raimund Popper (1902 - 1994), dass unser gesamtes Wissen aus Hypothesen besteht, deren Wahrheit nie sicher ist [Pop34], Wissen besteht nämlich vorwiegend aus All-Sätzen, die immer und überall gelten sollen. Das ist aber mit dem stets nur endlich vielen Beobachtungen nicht zu gewährleisten. Deshalb führt er neben der Bewährung und

⁵ Lateinisch *veritas* Wahrheit.

strengen Prüfung die **Falsifikation**⁶ ein. Gemäß dieser Methode genügt ein Gegenbeispiel, um die entsprechenden Inhalte für ungültig zu erklären. Die übliche Praxis zeigt jedoch, dass zuweilen Hypothesen dennoch weiter benutzt werden. Einstein behauptete sogar, dass es immer Experimente geben wird, die auch von der Theorie Abweichendes aussagen und trotzdem der Theorie nicht zu widersprechen brauchen. 1962 führte dann Thomas Samuel Kuhn (1922 - 1996) den Begriff des **Paradigmas**⁷ ein [Kuh67]. Hierunter fasste er die in der aktuellen Wissenschaft vorherrschenden Hypothesen und Theorien zusammen. Denen von Außenseitern abgesehen Wissenschaftsgemeinde so lange folgt, bis sich die widersprechenden Aussagen so stark ansammeln, dass eine Änderung erzwungen wird. Der Umbruch erfolgt meist „gewaltsam“ und ist folgeschwer. Deshalb nannte ihn Kuhn wissenschaftliche Revolution. Derartige Probleme trieben Boltzmann für seine statistische Thermodynamik schließlich in den Freitod, und Planck stellte hierzu später fest, dass sich eine neue wissenschaftliche Wahrheit normalerweise „*nicht in der Weise durchzusetzen pflegt, daß ihre Gegner überzeugt werden und sich, als belehrt erklären, sondern vielmehr dadurch, daß die Gegner allmählich aussterben und daß die heranwachsende Generation von vornherein mit der Wahrheit vertraut gemacht wird*“. Zuweilen wird dieser Umbruch gemäß Darwins Evolutionstheorie als Überleben der „tüchtigsten“ Hypothese, Theorie aufgefasst. Bei einigen Außenseitern existierte nämlich das „neue“ Paradigma bereits vor dem Umbruch, sozusagen in einer Nische. Auch beim Paradigmenwechsel hat die Entwicklung einen Ausgangspunkt, aber kein Ziel. Sie erfolgt nicht zum neuen Paradigma, sondern vom alten weg. Eine Ausnahme von dieser Entwicklung ist das experimentum crucis (s. o.). Letztlich gehen in alle Experimente auch gesellschaftliche Interessen ein. Das betrifft sowohl die anerkannten Theorien als auch das, was gerade gefördert, finanziert wird.

5. Vielfalt der Ergebnisse und Methoden

Mit den Verfahren des vorigen Kapitels werden viele unterschiedliche Aussagen als Erkenntnisse über die Realität gewonnen. Dabei ist immer eine möglichst hohe Übereinstimmung mit der Realität gefordert. Sie dürfen dabei auch nicht durch Religionszugehörigkeit, Kulturkreis, Geschlecht, Temperament, Laune usw. der Bearbeiter beeinflusst sein. Die **Aussagen** (statements) betreffen vor allem Objekte, Individuen oder Geschehnisse. Als **Fakten**⁸ erfassen sie Tatsachen, Ereignisse und Änderungen die durch Prädikate (z. B. grammatikalisch verbal, adjektivisch oder substantivisch) deren Eigenschaften, Zustände usw. ausdrücken. Folglich bestimmen weniger die Objekte als die Fakten, ob die Aussagen, Behauptungen wahr oder falsch sind. **Gesetze** sind sprachliche oder mathematische Formulierungen für Zusammenhänge beim Geschehen. Logische Denkgesetze beschreiben allgemeine Verfahrensweisen des Denkens bei der Bildung von Begriffen, Urteilen und Schlüssen oder drücken Folgerungen aus. Dabei wird zwischen empirischen und theoretischen sowie beschreibenden und begründenden Gesetzen unterschieden. Beispiele sind das experimentelle Fallgesetz und das theoretische newtonsche Gravitationsgesetz. Anderer Art sind statistische Gesetze mit Wahrscheinlichkeitsaussagen. Eine **Theorie**⁹ ist eine ordnende Verknüpfung von (Einzel-) Beobachtungen über Objekte, Sachverhalte und Vorgänge und/oder Zusammenschau sowohl empirischer als auch logischer Daten. Vielfach enthält sie ein bis mehrere mathematische Gleichungen oder Formeln¹⁰. Umgangssprachlich wird der Begriff leider auch für nicht anwendungsbezogene oder unerwünschte Betrachtungen abwertend benutzt.

Die Realität enthält sehr viele Objekte, von denen nur ein kleiner Teil einfach zugänglich ist. Über unser Denken kommen dann auch noch abstrakte Quasiobjekte, wie Ideen, Klassenbildungen

⁶ Lateinisch *falsus* unbegründet, grundlos, irrig, falsch zurück.

⁷ Griechisch *paradigma* Beispiel, Vorbild, Verweis, Beweis, Urbild, Modell, Muster oder mustergültiges Beispiel.

⁸ Lateinisch *faktum* das Getane, Geschehene.

⁹ Griechisch *theoria* Betrachtung, Anschauung,

¹⁰ Lateinisch *formula*, Darstellung einer mathematischen Gleichung mit Buchstaben und Symbolen als Formelzeichen.

usw. hinzu. Insgesamt ist so die Menge der Objekte, Begriffe, Zeichen usw. nicht einmal näherungsweise durch Beschreibungen zu erfassen oder in unserem Gedächtnis zu bewältigen. Es muss also ausgewählt, weggelassen, getrennt, isoliert und/oder zusammengefasst werden. Dafür sind mehrere einfache Methoden der Vereinfachung, Verdichtung und Komprimierung entstanden. Oft werden dafür **Zusammenfassungen**, wie Obst benutzt und zwar aus Birnen, Kirschen, Äpfeln usw. bestehend. Genauso entstehen die Klassen: Gemüse, Gesang, Musik, Lebewesen, Gewässer usw. Dabei ist jedoch immer die Rückkehr zu einem Einzelstück recht schwierig. In anderen Fällen genügt es den **Artikel wegzulassen**. So entspricht „Haus“ ohne Artikel etwa der Klasse (aller) „Häuser“ und zwar ganz im Gegensatz zu „ein oder das Haus“. Teilweise ist auch hier die wissenschaftliche **Klassifikation**¹¹ einzuordnen. Sie ist eine geordnete Einteilung und Gliederung eines größeren Gebietes in genau gegeneinander abgegrenzte Teilgebiete. Auch so entstehen übersichtliche Zusammenfassungen von mehreren Objekten. In einigen Fällen werden für sie besondere Begriffe verwendet, wie Thesaurus, Ontologie, Verzeichnis, Systematik, Taxonomie oder Typologie. Eine **Reduktion**¹² senkt die Komplexität durch Weglassen von Unwesentlichem. Die Auswahl ist allerdings schwierig und fast nur im Zusammenhang festzulegen. Bereits im Mittelalter hat hierfür Ockham sein **ockham'schen Rasiermesser** eingeführt. Dabei wird das „Unwesentliche“ quasi abgeschnitten. Dabei besteht eine gewisse Ähnlichkeit zur verlustbehafteten technischen Komprimierung. Deutlich umfangreicher wirkt sich eine **Abstraktion**¹³ aus, die zwar auch Unwesentliches weglässt, jedoch zugleich Typisches hervorhebt und so Übergeordnetes bildet. Beim Stuhl ist es z. B. unwesentlich, wie viele Beine er besitzt und ob er aus Holz oder Metall besteht. Wesentlich ist, dass er zum Sitzen geeignet ist. Sehr Verschiedenes kann ein **Analogschluss**¹⁴ zusammenfassen. Dabei genügt es, wenn zwei oder alle Vorgänge einen formal ähnlichen Verlauf aufweisen, sich z. B. sich im Kreise bewegen. Ein weitaus stärkere Spezialisierung sind die **Axiome**¹⁵ bzw. die **Axiomatik**. Sie gehen von zwei Grundannahmen aus Mit Ihnen können dann meist viele Möglichkeiten und Aussagen abgeleitet werden (**Bild 17a**). Dabei sind folgenden Bedingungen einzuhalten:

1. Die Axiome „□“ sind statischn Festlegungen und müssen unmittelbar einleuchtend sein, sodass kein Hinterfragen oder gar Beweisen erforderlich erscheint. Außerdem müssen sie logisch unabhängig sein. Sie entsprechen,
2. Die Regeln „→“ sind dagegen dynamisch, sollen möglichst einfach sein und dürfen zu keinen Widerspruch führen.
3. Gewünscht ist **Minimalität**: Es sollen möglichst wenige Ausgangsdaten genügen und eine geringe Komplexität existieren. Ferner soll sich eine **Vollständigkeit** für alle bekannten, zusätzlich wahrscheinlich auch gültigen, wahren Folgerungen ergeben. Das Axiom-System muss insgesamt **widerspruchsfrei** und **unabhängig** sein.

Infolge der oft sehr hohen Verdichtung und der komplexen Ableitungen wird mit der Axiomatik sehr viel erfasst und beschrieben Daher kann ein Mensch das Axiom-System „☉“ oft nicht vollständig erkennen. Es muss alles erst „ausgewickelt“ werden. Dennoch ist die Anwendung der Axiomatik meist noch relativ einfach. Dagegen ist es jedoch sehr schwierig neue Axiome und Regeln zu finden und gilt dann als große wissenschaftliche Leistung. Als Beispiele hierfür seien nur die **Euklidische Geometrie** und Einsteins **Relativitätstheorie** genannt. Mit der Tabelle auf der folgenden Seite sei zusätzlich die beachtliche Universalität der Axiomatik gezeigt:

¹¹ Lateinisch *classis* Klasse und *facere* machen. Sie wurde um 500 v. Chr. Tullies eingeführt. Entsprechend ihrem Besitz teilte er die römischen Bürger in sechs Klassen ein. Von Marx wurde der Begriff wesentlich vertieft.

¹² Lateinisch *reductio* Zurückführung.

¹³ Lateinisch *abstractus* abgezogen.

¹⁴ Griechisch *logos* Vernunft, Lateinische Vorsilbe *ana* wieder, aufwärts, nach oben: Lateinisch *analogia* mit der Vernunft übereinstimmend, Gleichmäßigkeit. Heute auch angeglichen, angepasst, vergleichbar, bei Signale oft falsch statt kontinuierlich.

¹⁵ Griechisch *axioma*; zu *axioun* für recht halten, Forderung. Nach Archimedes (um 285–212 v. Chr.) Lateinisch *axioma* Wertschätzung Würdigung; Würde, Ansehen, Forderung.

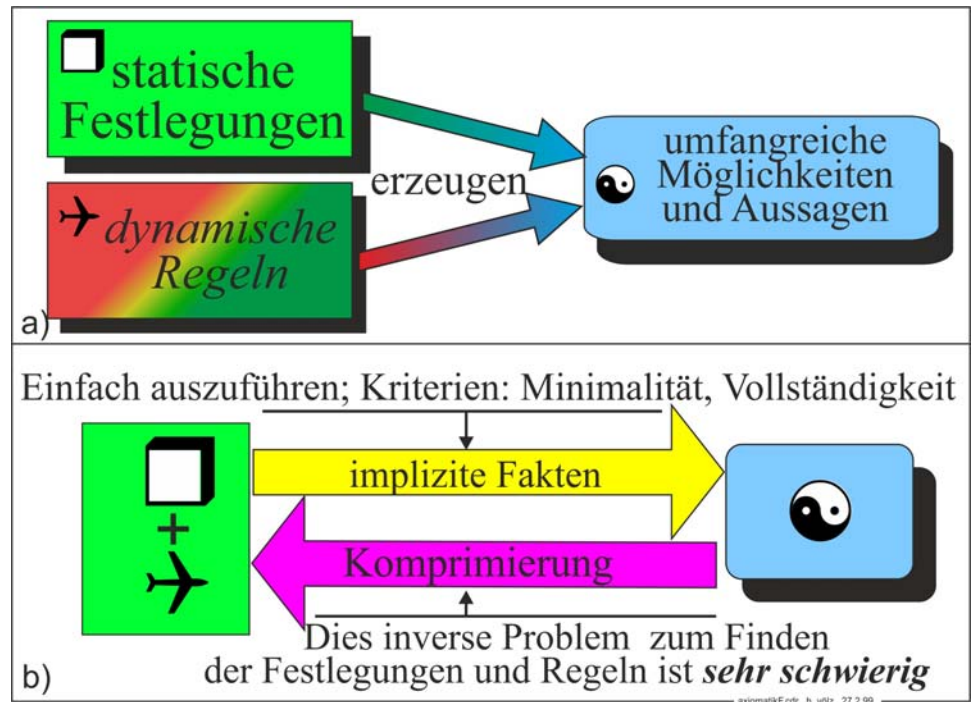


Bild 17. Prinzip der Axiomatik.

Statische Festlegung □	Dynamische Festlegung →	Gefolgertes ☯
Axiome Personen, Wesen Schachfiguren Urgründe Alphabet Daten Eingaben	Gesetze, Regeln zulässige Handlungen Schachregeln zulässiges Geschehen Regeln, Syntax Methoden Algorithmen	Theorie, Fachgebiet Geschichten, Erzählungen Partien Ablauf, Entwicklung Sprache Wissen, Modell Ergebnisse

6. Beenden und Aussicht

Das Jahresende zeigt mir, dass ich hier nicht weiter machen kann. Es wäre ein totaler unbruch notwendig. Denn einzuordnen wären u. a. Fragestrategien, z.B. etwa so:

	Entscheidungsfragen	Ergänzungsfragen	Begründungsfragen
Frage- wörter	Ist es wahr, richtig?	Was, wann, wer, wo, welche, wie viele	Warum, weshalb, wieso, wofür
Beispiel fragen	Ist $2 \cdot 2 = 4$ richtig? Ist Schnee weiß? Viren Lebewesen? Gibt überabzählbar?	Welche Farbe hat die Tulpe? Wer hat das getan? Wo liegt Dresden? Wann erfolgte der Urknall?	Warum ist Schnee weiß? Weshalb lebt der Mensch? Wieso gibt es ein Sein? Wozu nutzt es?
Proble- me	Entscheidbarkeit	Vollständigkeit der Tabelle	Keine allgemeine Methode bekannt
Ergeb- nisse	Beschreibung, das ist so, Widerspruch. Ergänzung	Einordnung, aufzählbar, Anzahl, gehört zu, ist Teil von	Erklärung, Nutzen, Schaden, Ursache-Wirkung, Verlauf
Antwor- ten	Ja/Nein, gültig, Weder-noch, sowohl- als auch?	Ja/Nein bzgl. einer Tabelle Klassifikation.	Indirekt, erklärend, Axiomatik, Ursache→Wirkung,

Dann Messen; Quantität - Qualität Eigenschaften, Skalen, Maßeinheit, Maßzahl, unscharf-Denken, Sinn, Urteil, Information, Zukunft, Rückrechnen, Zufall, Unsicherheit, Klicken. Technik, Speicherstufen, mehr zur Zeit und vieles andere mehr. Ich habe daher beschlossen, ganz neu zu beginnen, Dabei wird aber alles Vorhandne ähnlich wiederverwendet.

Literatur

- [Daw87] Dawkins, R.: Der blinde Uhrmacher. Kindler, München 1987
- [Dri72] Drischel, H.: Das neuronale Gedächtnis. Nova acta Leopoldina Band 37/1, Nr. 206. S. 325 - 353. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1972
- [Ebb85] Ebbinghaus, H.: Über das Gedächtnis. Dunker, Leipzig 1885
- [Fra69] Frank, H.: Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. 2. Aufl. Bd. 1 + 2. Agis - Verlag Baden-Baden 1969
- [Gof99] Goff, J. L.: Geschichte und Gedächtnis. Ullstein, Berlin, 1999
- [Hen97] Hennig, A.: Die andere Wirklichkeit - Virtual Reality - Konzepte - Standard - Lösungen. Addison-Wesley. Bonn u. a. 1997
- [Kap72] Kaplan, R. W.: Der Ursprung des Lebens, Georg Thieme, Stuttgart 1972
- [KLa63] Klaus, G.: Die Macht des Wortes. 5. Aufl. Deutscher Verlag der Wissenschaften. Berlin 1969 (1. Aufl. 1963)
- [Kuh67] Kuhn, Th.: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Suhrkamp-Verlag, Frankfurt/M. 1967. Original: The Structure of Scientific Revolutions 1962
- [Mor72] Morris, C.: Grundlagen der Zeichentheorie. Hanser-Verlag, München 1972
- [Oer98] Oerter, R., Montada, L. (Hergb.): Entwicklungspsychologie. 4. Aufl. Psychologie Verlags Union, Weinheim 1998
- [Pei31] Peirce, C. S.: Collected Papers, Herausgeber: Charles Hartshorne / Paul Weiss, Harvard UP 1931, 2.243. dt.: Vorlesungen über Pragmatismus. Felix Meiner Verlag, Hamburg 1973
- [Pop34] Popper, K., R.: Logik der Forschung (1.Aufl. 1934), 10. Aufl.; Mohr, Tübingen 1994
- [Völ01] Völz, H.: Wissen - Erkennen - Information. Allgemeine Grundlagen für Naturwissenschaft, Technik und Medizin. Shaker Verlag, Aachen 2001.
- [Völ03] Völz, H.: Handbuch der Speicherung von Information Bd. 1 Grundlagen und Anwendung in Natur, Leben und Gesellschaft. Shaker Verlag, Aachen 2003.
- [Völ05] Völz, H.: Handbuch der Speicherung von Information Bd. 2 Technik und Geschichte vorelektronischer Medien. Shaker Verlag, Aachen 2005.
- [Völ07] Völz, H.: Handbuch der Speicherung von Information Bd. 3 Geschichte und Zukunft elektronischer Medien. Shaker Verlag, Aachen 2007.
- [Völ07a] Völz, H.: Wissen - Erkennen - Information. Datenspeicher von der Steinzeit bis ins 21. Jahrhundert. Digitale Bibliothek Bd. 159, Berlin 2007. *Dies ist die digitalisierte und verlinkte Zusammenfassung der vier voranstehenden Bücher.*
- [Völ16] Völz, H.: Das ist Zeit. Shaker Verlag, Aachen 2016
- [Völ19] Völz, H.: Speicher für Alles. Shaker Verlag, Düren 2019.
- [Völ20] Völz, H.: Von Information bis Kreativität. Shaker-Verlag Düren 2020
- [Völ20a] Völz, H.: Information und Medienwissenschaft. Shaker-Verlag Düren 2020
- [Völ75] Völz, H.: Beitrag zur formalen Musikanalyse und -synthese. Beiträge zur Musikwissenschaft 17 (1975) 2/3, 127 - 154
- [Völ83] Völz, H.: Information II, Theorie und Anwendung vor allem in der Biologie, Medizin und Semiotik. Akademie - Verlag Berlin 1983.
- [Völ87] Völz, H.: Computer und Kunst. Reihe akzent 87. Urania - Verlag Leipzig Jena - Berlin 1998. 2. Aufl. 1990
- [Völ96] Völz, H., Ackermann, P.: Die Welt in Zahlen und Skalen, mit, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg - Berlin - Oxford, 1996
- [Win89] Winograd, T. u. Flores, F.: Erkenntnis - Maschinen - Verstehen; Rotbuch - Verlag; Berlin 1989

Inhalt

Einleitung und Ziel	1
1. Objekte als Grundlage von Realität und Wahrnehmung.....	3
2. Von der Änderung der Objekte zum Speicher	10
3. Voraussetzungen für Erkenntnisse über die Realität.....	12
4. Gewinnung und Wahrheit der Erkenntnisse.....	14
5. Vielfalt der Ergebnisse und Methoden.....	16
6. Beenden und Aussicht	18
Literatur	19