

Vortragsmaterial
Prof. Dr. Horst Völz

Ursache, Wirkung und Zufall Zeitpfeil und Irreversibilität

Dieses Material enthält viele neue Details und beruht u. a. auf die Bücher

Völz, H.: Wissen - Erkennen - Information. Shaker Verlag, Aachen 2001

Völz, H.: Handbuch der Speicherung von Information Bd. 1 - 3. Shaker Verlag Aachen 2003, 2005, 2007

Sie sind vollständig auf der CD enthalten:

Völz, H.: Wissen - Erkennen - Information. Digitale Bibliothek Bd. 159, Berlin 2007

Weitere Details u. a. in:

Völz, H.: Computer und Kunst. Reihe akzent 87. 2. Aufl. Urania - Verlag Leipzig Jena - Berlin 1990

Dieses Material befindet sich: aes.cs.tu-berlin.de/voelz/PDF bzw. r-h-voelz.de

Bei privatem Gebrauch ist es voll nutzbar, bei Publikationen, Vorträgen usw. ist die Angabe der Quelle notwendig

Bei kommerzieller Nutzung usw. ist eine Abstimmung mit mir notwendig

Bilder sind in höherer Qualität ca. 2000×3000 Pixel oder *.cdr Version 12 verfügbar

Email: [horst.voelz\(at\)campus.tu-berlin.de](mailto:horst.voelz(at)campus.tu-berlin.de) bzw. [h.voelz\(at\)online.de](mailto:h.voelz(at)online.de)

Prof. Dr. Horst Völz, Koppenstr. 59, 10243 Berlin, Tel./Fax 030 288 617 08

Zusammenfassung

Subjektiv sind wir fest von der Kausalität gemäß Ursache $\Rightarrow$ Wirkung überzeugt.

Das folgt u. a. aus unserem täglichem Erleben sowie der sequentiellen Sprache und dem damit verbundenem Denken.

Doch zeitliche Abfolge ist nicht immer gleich Ursache und Wirkung. Hierzu gibt es viele Fälle der Synchronität.

Die naturwissenschaftlichen Grundgesetze verlangen dagegen Reversibilität als Gegenteil von Ursache $\Rightarrow$ Wirkung.

Außerdem kennen wir auch den Zufall, den die Quantenphysik sogar verlangt.

Dieser Widerspruch bedarf einer Erklärung, die hier auf mehrfache, möglichst anschauliche Weise versucht wird.

U. a. wird gezeigt, wie ein Zusammenwirken von reversiblen Teilen zur Irreversibilität führen kann.

Ein weiteres Ergebnis könnte sein, dass Ständigkeit und binäre Logik nicht allgemein gültig sind.

Gliederung

- I Einführung
- II Erklärung der Widersprüche
- III Vertiefung der Probleme
- IV Voraussetzungen für Wissenschaft

Die alltägliche Kausalität

Die *alltägliche Erfahrung* lehrt uns: *Alles Geschehen wird durch Ursachen hervorgerufen.*

Weiter haben wir die Möglichkeit, durch (absichtliches) *aktives Handeln* gewollte Wirkungen zu erreichen.

Manchmal können wir jedoch die Ursache einer Erscheinung *nicht erkennen*.

Dann fragen wir einen *Experten* und sind uns sicher, dass er uns den Zusammenhang erklärt.

Wenn es dennoch manchmal keine einleuchtende Erklärung gibt,
wird einfach *Zufall, Fügung, Schicksal* usw. angenommen.

Doch eigentlich ist damit nur gemeint, dass die Ursachen so vielfältig oder *verborgen* sind,
dass wir sie (noch) nicht kennen.

So glauben wir letztendlich fest an die zeitliche Abfolge von Ursache(n) und Wirkung(en)
und bezeichnen sie als *Kausalität*

lateinisch causa Veranlassung, Ursache, Angelegenheit, Rechtssache, den Grund, der Ursache folgend, ursächlich.

Auch falsche Kausalität ist möglich

Der Physiker und Meteorologe HEINRICH WILHELM DOVE hielt auch öffentliche Vorträge.

Anschließend fragte ihn einmal ein Zuhörer:

Woher kommt es, dass wir in den Straßen von Berlin im Winter immer fünf Grad Kälte mehr haben als auf dem Felde. DOVE wollte sich jedoch nicht mit dem Unwissenden streiten und ihn mühevoll vom Richtigen überzeugen, dass es nämlich eigentlich umgekehrt im Freien kälter sei.

Ferner war er überzeugt, dass der Mann nur eine Erklärung haben wollte.

Deshalb erklärte er:

Durch das Heizen der Räume werde die Kälte aus den Häusern nach Draußen vertrieben.

Der Mann war zufrieden und erzählte es unter Berufung auf eine Autorität weiter.

Hierzu sagte später DOVE zu einem Kollegen: „Meinetwegen. Ich war ihn wenigstens los.“

Ähnlich:

Kälte zieht alles zusammen, Wärme dehnt es aus. Deswegen sind die Tage im Winter kurz und im Sommer lang.

Schwarze Schuhe drücken immer: Schwarz absorbiert viel Licht und wandelt es in Strahlungsdruck um.

Doch wer oder was **garantiert uns**, dass wir nicht zuweilen ähnliche, jedoch weniger übersichtliche **Schlüsse ziehen?**

Zum Widerspruch bei der Zeit

Kausalität setzt die zeitliche Abfolge *Ursache* $\Rightarrow$ *Wirkung* voraus.

Sie bestimmt die Richtung des Zeit-Ablaufs; der auch *Zeitpfeil* genannt wird.

Ihn erleben wir auch *subjektiv*, u. a. Geburt, Kind, Erwachsener, Tod; also entstehen, wachsen und vergehen.

Bei einem *Film* erkennen wird meist sofort, wenn er *rückwärts abgespielt* wird.

Viel Geschehen verläuft daher *irreversibel* = unumkehrbar, u. a. Reibungs-Erscheinungen.

Lateinisch vers-, vert-, Verb *vetere* werden, drehen, verändern; *re-versibel* umkehrbar, rückgängig machen.

In diesen Fällen gibt es keinen Weg zurück in die Vergangenheit, zur Ursache.

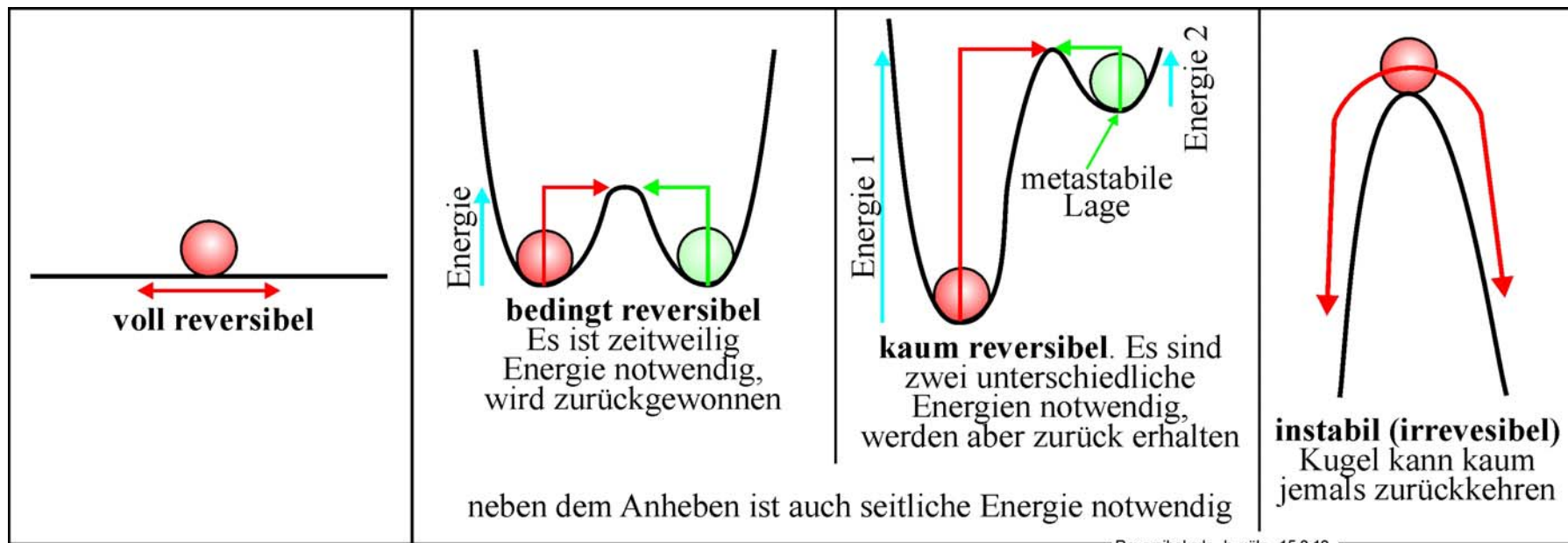
Reversibilität in der Physik

In allen physikalischen **Gesetzen** kommt **kein Zeitpfeil** vor, sie bleiben beim Ersetzen von $t \Rightarrow -t$ voll gültig.

Nach ihnen müsste alles Geschehen **reversibel** = umkehrbar ablaufen.

Berühmt ist hierfür der CARNOT-Prozess der Thermodynamik (NICOLAS LÉONHARD SADI CARNOT; 1796 - 1832).

Doch zwischen reversibel und irreversibel gibt es Übergänge.



Zeitablauf $\neq$ Ursache $\Rightarrow$ Wirkung

Wir erleben aber fast alles als Abfolge in der Zeit,
das hängt weitgehend mit unserer sequentiellen Sprache und dem meisten Denken zusammen.

Achtung! Es gibt auch Denken in flächigen und räumlichen Bildern und Anordnungen. Davon sei hier abgesehen.

Eine zeitliche Abfolge ist aber nicht immer mit Ursache $\Rightarrow$ Wirkung gleichzusetzen.

Dafür gibt es viele Beispiele, typisch sind Synchronität, Gleichzeitigkeit und Déjàvu (französisch schon gesehen)

Z. B.: Ich denke an jemand und schon ruft er an. (Gedankenübertragung)

Entscheidend für Ursache $\Rightarrow$ Wirkung ist die Wiederholbarkeit

Doch dazu müssen gleiche Bedingungen (s. u.) vorliegen.

Zur Irreversibilität

Sie gibt es auch auf mehreren Gebieten außerhalb der Physik:

- **Chemie:** Reaktionen, die isoliert nicht umkehrbar sind, z. B. verbinden sich Kohlenstoff und Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid.
- **Biologische Entwicklung,** hauptsächlich vom Ei/Samen zum Lebewesen.
- **Medizin:** nicht wieder heilbare Schäden durch Krankheit, Vergiftung oder Verletzungen.
- **Landwirtschaft:** nicht wieder heilbare Schäden am fruchtbarem Ackerboden sowie nicht heilbare Krankheiten und Schädigungen an Nutzpflanzen und Nutztieren.
- **Justiz:** Die Todesstrafe ist unumkehrbar. Daher ist sie fast überall verboten. um möglichen Justizirrtümer vorzubeugen.
- **Kryptologie:** Ihre Verfahren zielen auf praktische Unumkehrbarkeit.

Meist wird Irreversibilität nur bezüglich der **Zeit** betrachtet.

Offensichtlich gibt es sie aber auch noch **bezüglich** Energie, Objekte, Raum usw. (s. Elektronik).

Vielleicht hebt sogar Löschen und Vergessen von **Information** die Irreversibilität von Speichern auf (s. u.).

Etwas „**nicht vergessen können**“ wäre dann irreversibles Speichern.

LAPLACE-Dämon

Insbesondere durch die Arbeiten von

JOHANNES KEPLER (1571 – 1630), RENÉ DESCARTES (1596 – 1650) und GALILEO GALILEI (1564 – 1642)

gelang es, das astronomische Geschehen mathematisch zu erfassen
und exakt für Vergangenheit und Zukunft zu berechnen.

Eine gedankliche Weiterentwicklung erdachte 1766 PIERRE SIMON LAPLACE (1749 – 1827):
Einen äußerst intelligenter und leistungsfähiger Dämon.

Er kennt **alle** Naturgesetze und
bestimmt nur **einmal** zu irgendeinem Zeitpunkt die Orte x und Geschwindigkeiten v aller Teilchen.

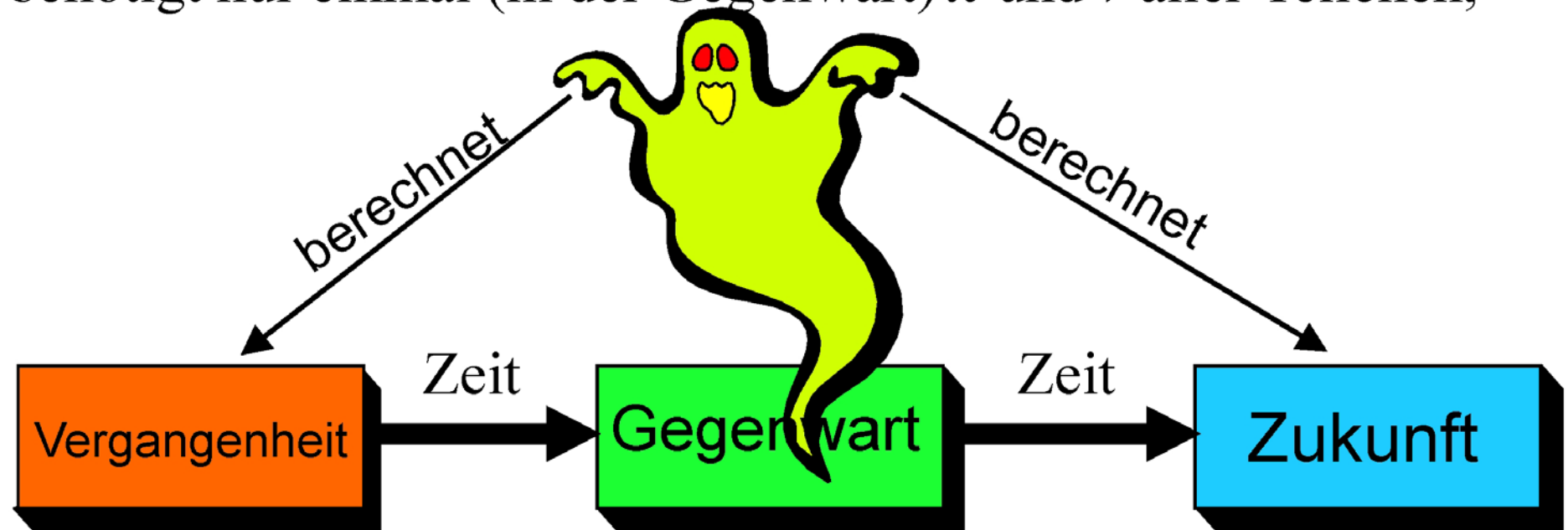
Dann kennt er das gesamte Weltgeschehen. Ihm ist nichts in der Welt verborgen.

Alles geschah, geschieht und wird geschehen streng deterministisch (s. u.) gemäß Ursache und Wirkung.

LAPLACE-Dämon

1766

Er kennt alle Naturgesetze und benötigt nur einmal (in der Gegenwart) x und v aller Teilchen,



dann ist im das gesamte Weltgeschehen für alle Zeiten bekannt!

LaplaceDämon.cdr h. völz 2.1.12

Warum es keinen LAPLACE-Dämon geben kann

Die **subjektiven** Grenzen für einen solchen Dämon erkannte bereits LAPLACE:

- Für den Menschen gäbe es keine **Handlungs-** und **Willensfreiheit**.
- Daher könnte er auch keine **Versantwortung** für irgendetwas tragen.

Heute kennen wir zusätzlich viele **objektive** Gründe:

- Infolge der **Quantentheorie** ist die Welt nicht deterministisch, z. B. Unschärferelation, Atomzerfall.
- Es ist nicht sicher, dass wir **alle Kraftgesetze** kennen.
- Es gibt auch **Teilchen ohne Masse**, z. B. Photonen.
- Die Welt besteht nicht nur aus Teilchen. Es sind auch **Energie und Felder** vorhanden.
- Jede **Messung** erfordert Energie und ändert daher den Zustand des Systems.
- **Chaotische System** zeigen, dass nicht einmal die schwache Kausalität (s. u.) erfüllt ist.

Wollen wir den Dämon **rechentechnisch** realisieren, so folgt weiter einschränkend:

- Für eine **absolute Genauigkeit** wären unendlich viele Stellen erforderlich.
- Die **umfassende Datenspeicherung** erfordert selbst bei starker Komprimierung und komplexen Algorithmen einen Speicher, der fast so groß wie die Welt ist.
- Die notwendige **Rechengeschwindigkeit** müsste die Änderung der Welt deutlich übertreffen.

Widersprüche, Grenzen und gültige Aussagen

Die **Erfahrung** und der **LAPLCE-Dämon** stehen für Kausalität und Determiniertheit.

Dagegen sprechen **falsche Kausalität**, die praktische **Unmöglichkeit** des LAPLACE-Dämons sowie Quantentheorie usw.

Die **Grenze** kausal $\Leftrightarrow$ nicht kausal ist schwer zu bestimmen, hängt auch von Bedingungen (Raum, Zeit, Energie usw.) ab.

Wissenschaftlich gültige Aussagen müssen an der Wirklichkeit experimentell **überprüfbar** sein.

Das setzt **Wiederholbarkeit** und somit zumindest schwache Kausalität voraus.

Auf Wiederholbarkeit beruht auch unsere umfangreiche, funktionierende **Technik** und **Zivilisation**.

Auch durch sie sind die Naturgesetze umfangreich in der **Wirklichkeit erfolgreich getestet**.

Sie sind daher ein hervorragender **Hinweis** oder gar **Beweis** auf gültige Kausalität, Determiniertheit und Gesetzlichkeit.

Jedoch **Mängel, Fehler, Katastrophen** und **Ähnliches** verweisen auf die Grenzen der wissenschaftlichen Annahmen.

Dabei sind aber all jene Mängel usw. **auszuschließen**, die durch nicht eingehaltene Bedingungen entstanden.

Doch genau genommen sind kaum exakt gleiche Bedingungen für eine Wiederholung herzustellen.

Was sind Bedingungen?

Bindungen sind das *Umfeld*, u. a. *Parameter*, die während der Ursache erfüllt sein müssen.

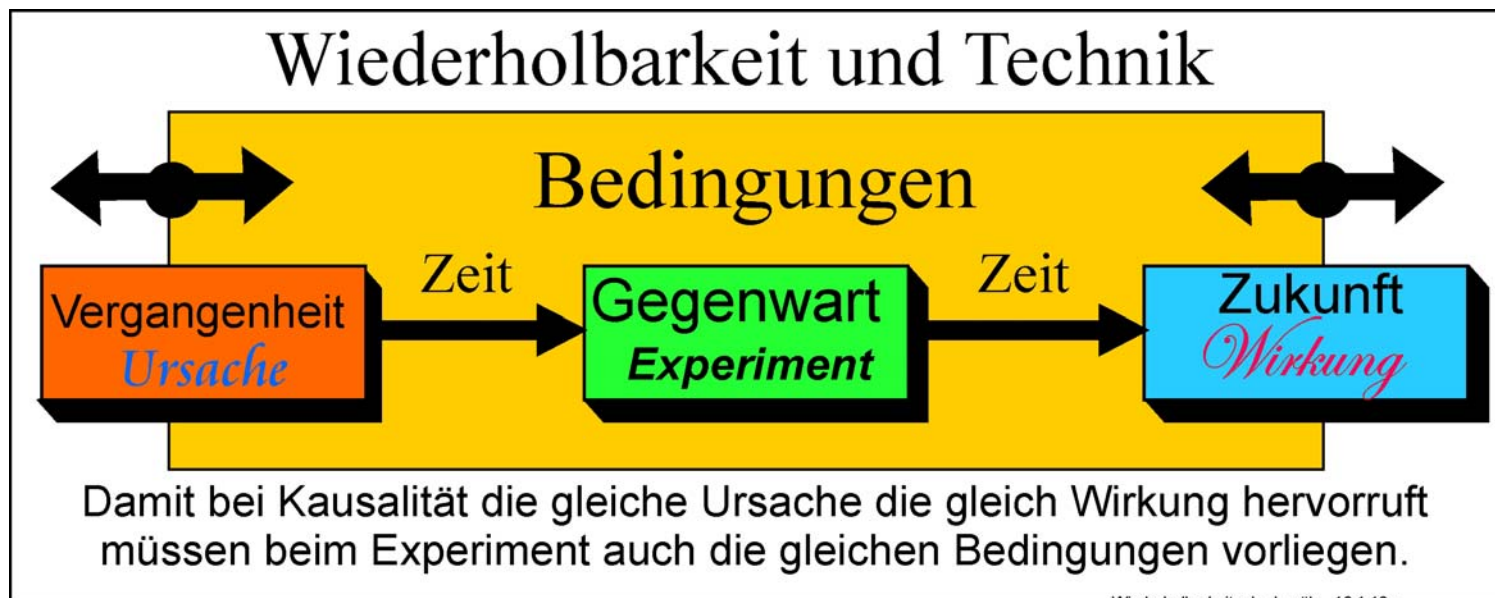
Sie **müssen vorliegen** damit die Ursachen die jeweilige Wirkung hervorrufen kann.

Dabei können sie **bereits lange Zeit** vor der Ursache vorhanden sein.

Sie können aber auch erst während der Ursache eintreten, z. B. ein *Katalysator*, der eine chemische Reaktion verstärkt.

Nach der eingetretenen Wirkung haben sie meist keinen weiteren Einfluss auf die Wirkung.

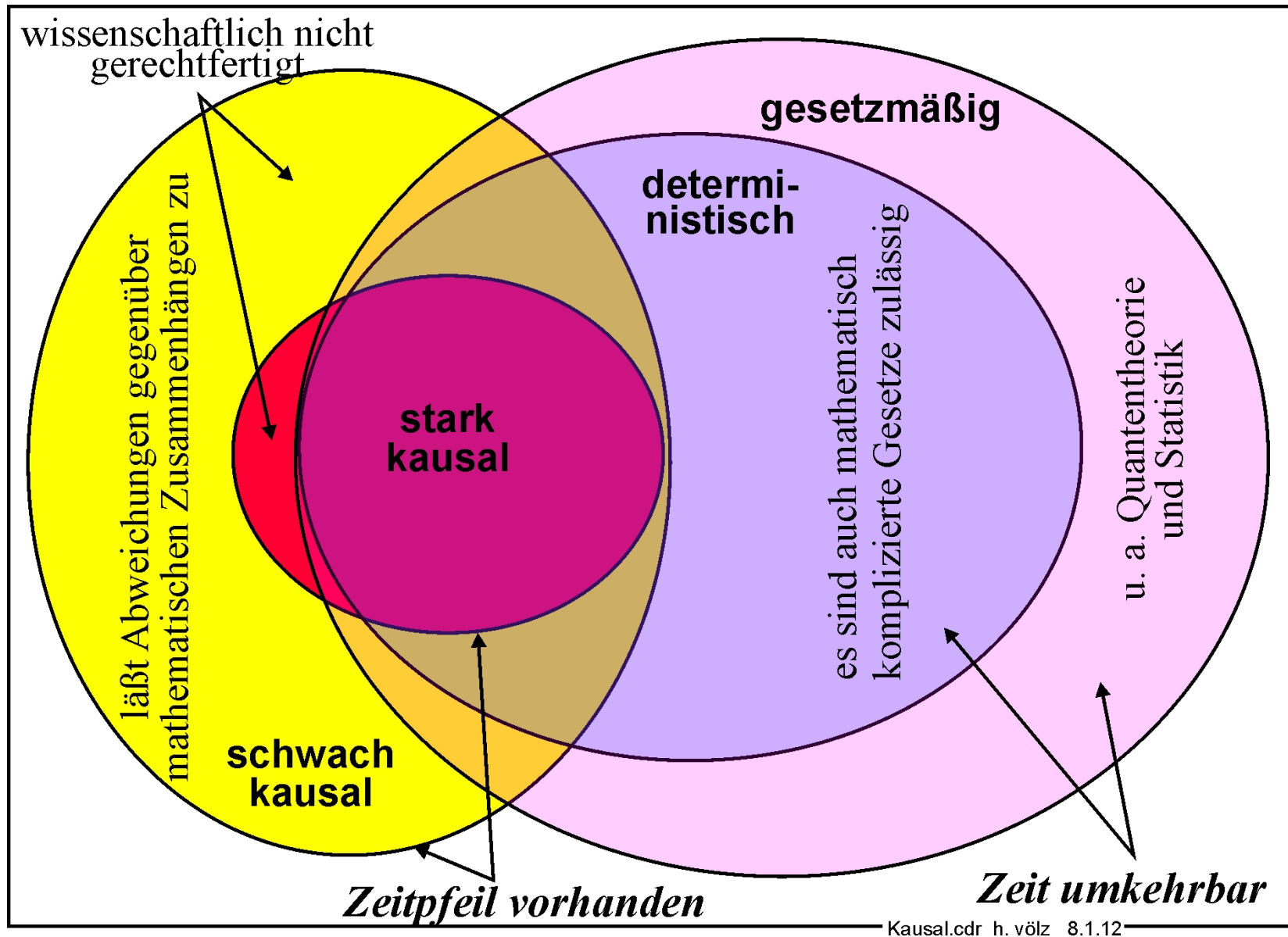
Bedingungen können sich auch ändern. Zuweilen ist es dann schwierig, **Ursachen und Bedingungen zu trennen**.



Einige Erklärungen

Zur Vertiefung ist es nützlich, die folgenden Begriffe festzulegen und abzugrenzen:

- **Stark kausal:** gleiche Ursachen haben gleiche Wirkungen.
- **Schwach kausal:** Ähnliche Ursachen haben ähnliche Wirkungen.
- Der **Zeitpfeil** tritt generell bei kausalen Ereignissen auf, er betrifft die Richtung Ursache $\Rightarrow$ Wirkung, er lässt meist keine Zeit-Umkehr zu.
- **Deterministisch:** (*lateinisch **determinare*** bestimmen, begrenzen) ist bzgl. kausal eingeschränkt und erweitert. Gleiche Ursache bewirken unter gleichen *Bedingungen* immer gleiche Wirkungen; ist betont mathematisch, lässt auch für die Anschauung zu komplexe Zusammenhänge Ursachen $\Rightarrow$ Wirkungen zu. Alle Naturgesetze lassen jedoch gegenüber kausal die Zeitumkehr zu.
- **Gesetzmäßig** ist umfassender als deterministisch
es gilt auch für nichtdeterministisches Geschehen, wie Quantentheorie, Statistik, Zufall usw.



Gliederung

- I Einführung
- II Erklärung der Widersprüche**
- III Vertiefung der Probleme
- IV Voraussetzungen für Wissenschaft

Erklärung der Widersprüche

Viele Widersprüche hängen eng mit dem ***Zeitpfeil*** zusammen. Z. T. gehen sie sogar auf ihn zurück.
Daher sei zunächst nach seiner Erklärung gesucht. Dafür sind drei Gebiete wichtig:

1. ***Quantentheorie***
2. ***Entropie der Thermodynamik***
3. ***Elektronik $\Rightarrow$ Speicherung***
4. ***Erste Schlussfolgerungen***

1. Zur Quantentheorie

Geschehen besitzt fast immer einen gerichteten Zeitablauf.

Quantentheoretisch lässt sich aber die jeweils aktuelle Wirkung **nicht auf Ursachen** der Vergangenheit zurückführen.

Vielmehr wird immer zu jedem Zeitpunkt eine von den vielen **Möglichkeiten per absoluten Zufall** ausgewählt.

Es ist keine Varianten bekannt, welche die jeweilige Zufallsauswahl erklären oder gar begründen könnte.

Auch die von EINSTEIN vorgeschlagenen **verdeckten Parameter** haben sich experimentell als falsch erwiesen.

Zusätzlich bleiben sogar alle Quantengleichungen beim **Ersetzen von $t \Rightarrow -t$** voll gültig.

Trotzdem sind **keine eindeutigen Vorhersagen** oder Rückrechnungen möglich.

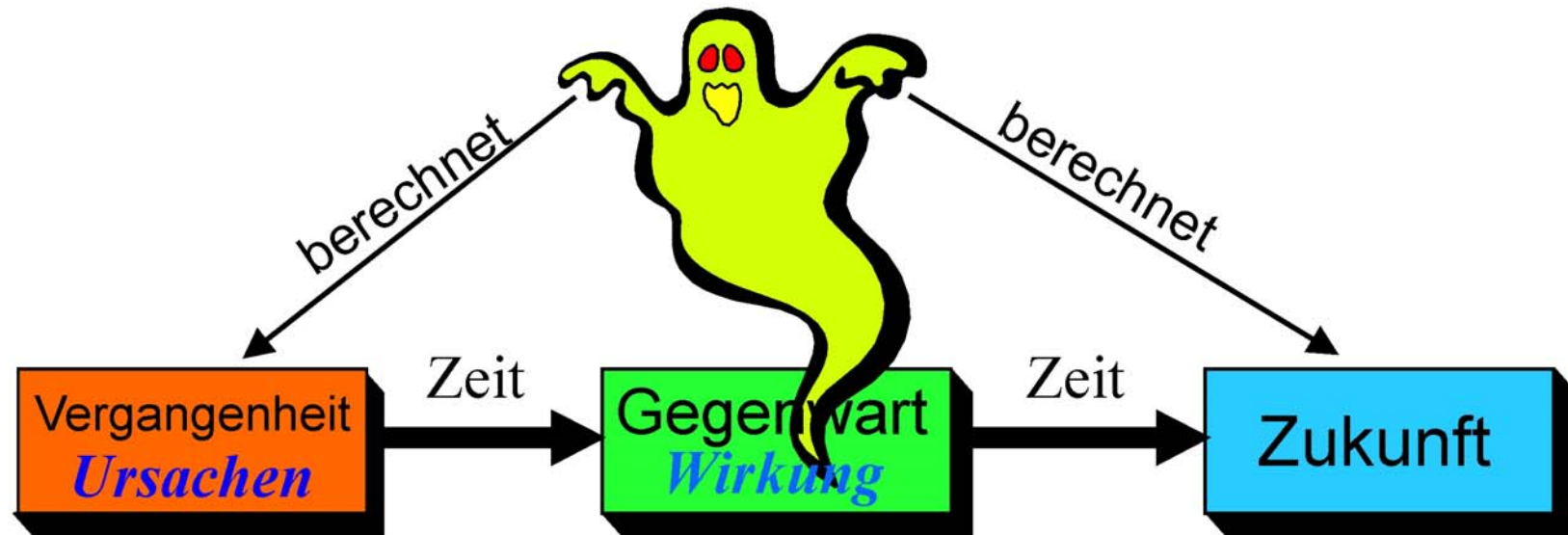
Folglich sind mittels der Quantentheorie die obigen Widersprüche nicht auflösbar.

Vielleicht könnte es „sinnvoll“ sein, die gesamte Welt als einen uns **unzugänglichen Dämon** zu betrachten.

Wir leben mit dem Zufall bewusst durch **Versicherungen** jeglicher Art und Angabe vom möglichen **Risiko**

LAPLACE-Dämon

1766



Welt als Dämon? Quantentheorie

1925



LaplaceDämon2.cdr h. vözl 2.1.12

2. Zur thermodynamischen Entropie

Mit der Wahrscheinlichkeit W eines Zustandes erfolgt die Berechnung der Entropie

$$S = k \cdot \ln(W)$$

k = BOLTZMANN-Konstante.

Gemäß dem 2. Hauptsatz strebt ein abgeschlossenes System zur größtmöglichen Entropie.

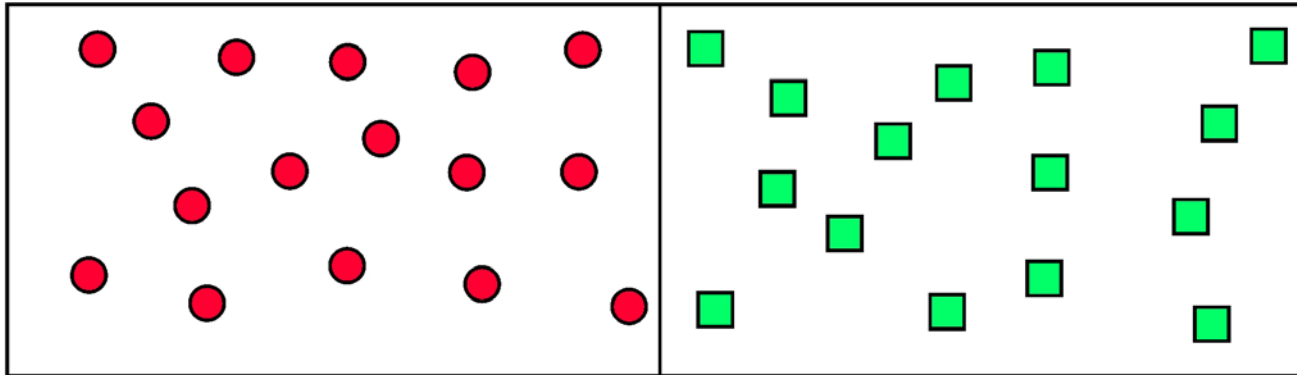
Dadurch müssten in Richtung Wärmetod schließlich alle Strukturen verschwinden (3. Hauptsatz).

Hiermit ist der Zeitpfeil statistisch erklärt: eine Umkehr ist zwar möglich, aber meist sehr unwahrscheinlich.

Die **uns bekannte Welt** zeigt aber vielfältig, dass dennoch ständig neue und sogar hoch komplizierte Objekte entstehen.

Eine mögliche Erklärung ist: unsere Welt ist nicht abgeschlossen, sie erhält ständig von der Sonne neue Energie.

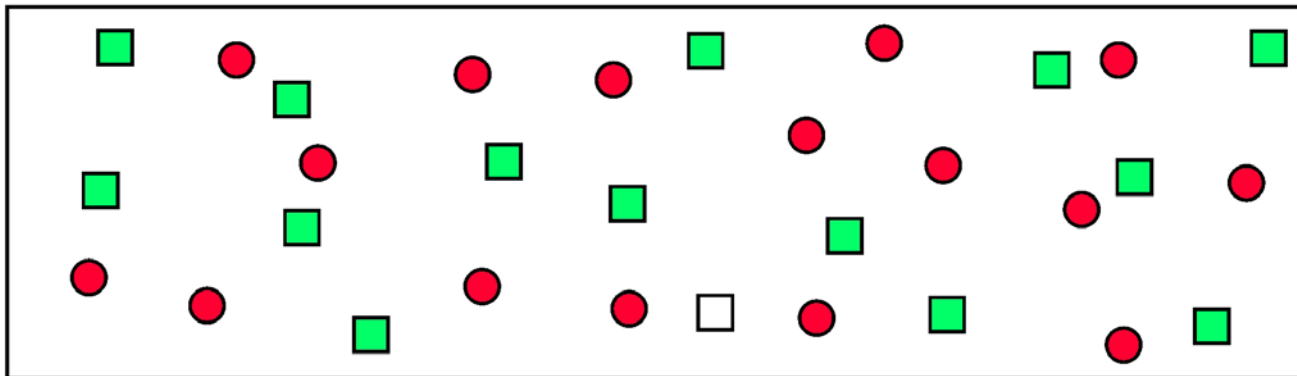
2 Molekülsorten in getrennten Räumen



üblich und schnell



Und hier nach der Entfernung der Trennwand

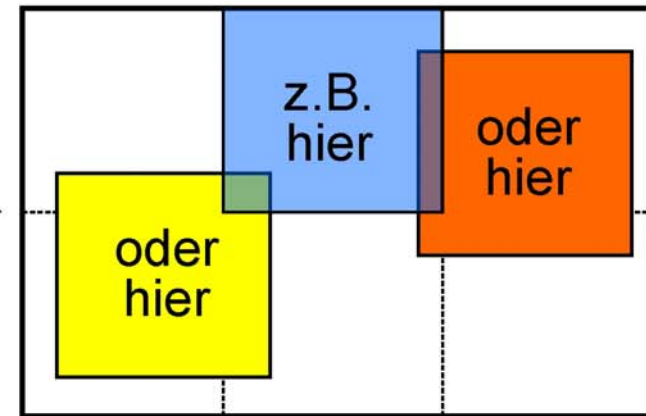
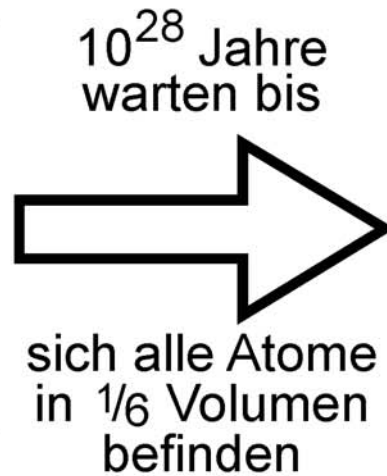


sehr unwahrscheinlich



mischenN.cdr h. vözl 27.6.00/09

50 Atome



Bezüglich der Welt gilt

Urknall vor 1,5·10 ¹⁰ Jahren	heute	totale Gleichverteilung irgendwann sehr viel später
relative Entropie = 1	10 ⁸⁸ -Fach	10 ⁸⁸ ·10 ¹²³ = 10 ²⁰³ -Fach

$$S = k \cdot \ln(W) \quad \text{Wartezeit proportional} \Rightarrow W = e^{S/k}$$

Das EHRENFEST-Modell

1907 schufen PAUL (1880 - 1933) und TATIANA EHRENFEST das als Vulgärversion bekannte ***Hund-Flöhe-Spiel***.

Es besteht aus zwei Hunden, n nummerierte Flöhen und einem Zufallsgenerator für die n Zahlen.

Der Algorithmus lautet:

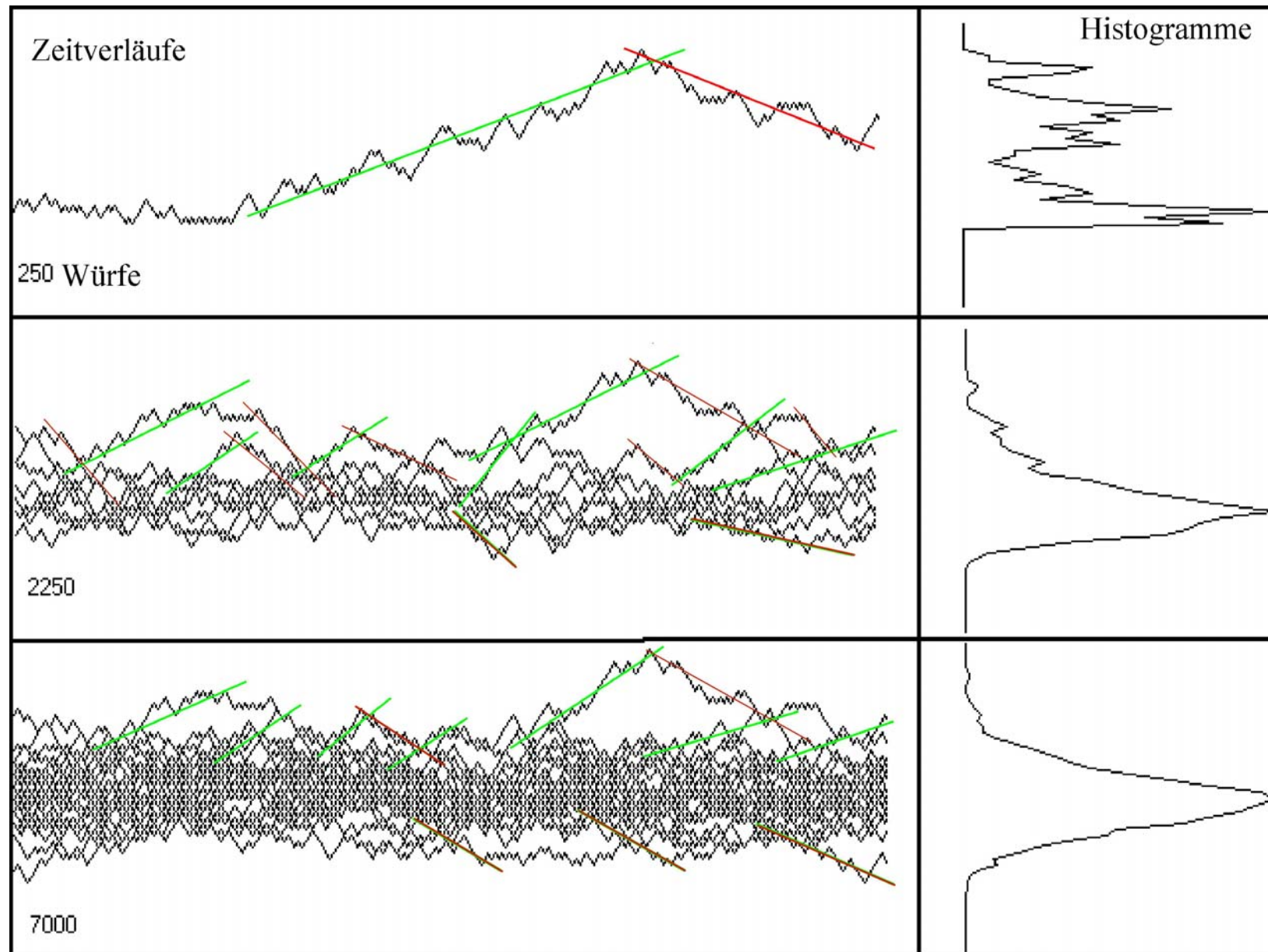
wird die Zahl x gewürfelt, so muss der Floh mit der Nummer x den Hund wechseln.

Statistisch gemittelt ist dabei zu erwarten, dass sich ***auf jedem Hund die Hälfte der Flöhe*** befindet.

Doch im Verlauf des Spiels treten immer wieder ***Zeiten*** auf, in denen die Anzahl der Flöhe auf einem Hund ***zunimmt***.

Hieraus ließe sich folgern, dass wir z. Z. auf der Erde in eine ***Raum-Zeit-Oase*** leben, welche so die Evolution zulässt.

Der Zufall ermöglicht so auch ohne Kausalität an einem Ort für eine gewisse Dauer einen ***Zeitpfeil***.



Der MAXWELL-Dämon

1871 schuf JAMES CLERK MAXWELL (1831 - 1879) einen Dämon, der gegen die wachsende Entropie wirkt.

Er soll also fähig sein, thermodynamische Effekte reversibel zu machen

In einem zweigeteilten Gefäß befindet sich eine Tür, die öffnen und schließen kann.

Ferner beobachtet er die Bewegung der Moleküle in beiden Teilräumen.

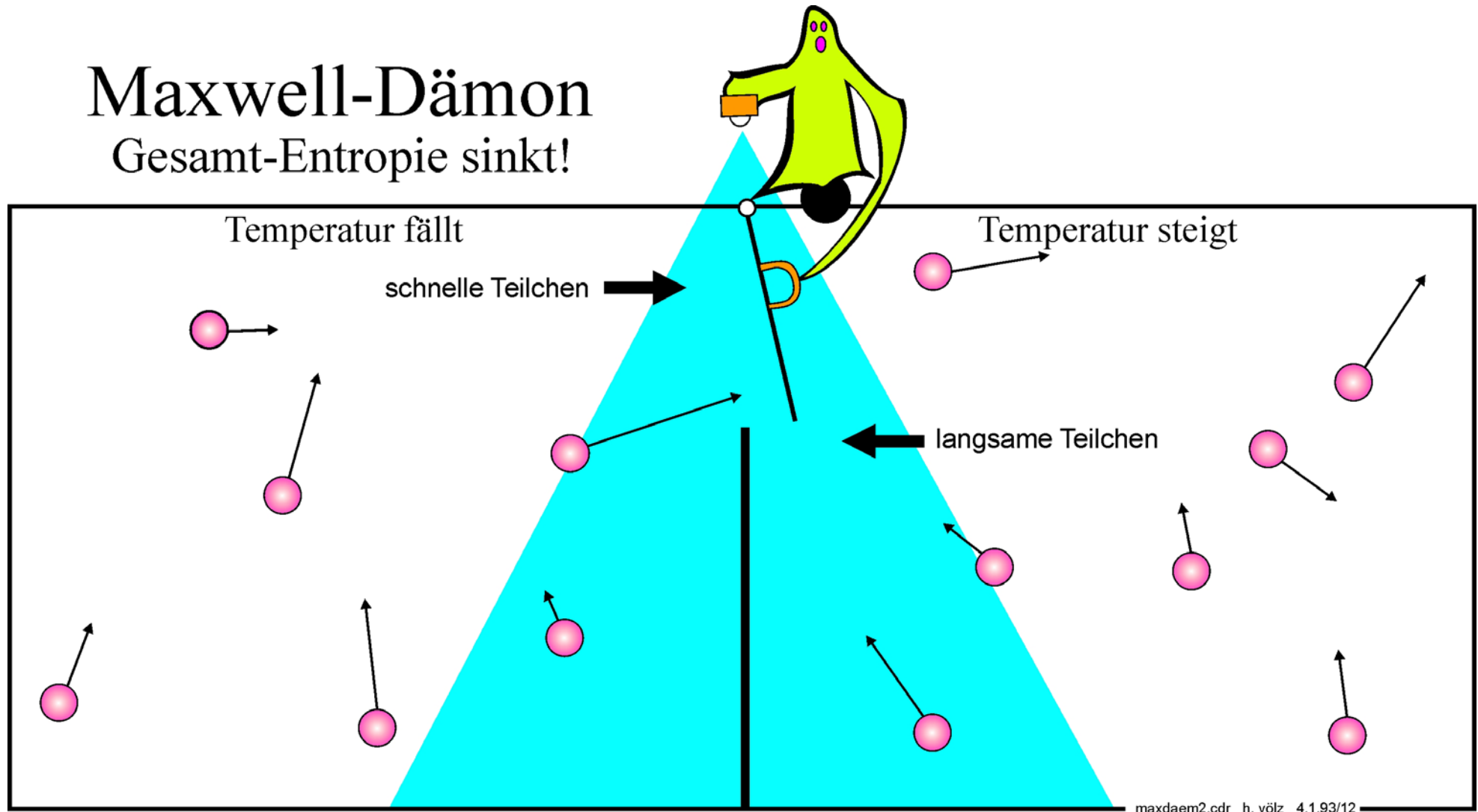
Durch Bewegen der Tür lässt er die schnellen Moleküle nach rechts, die langsamen nach links passieren.

Beobachten und Tür bewegen erfordert aber Energie und außerdem gilt die Heisenberg-Unschärfe.

Daher kann der MAXWELL-Dämon nicht effektiv arbeiten.

Maxwell-Dämon

Gesamt-Entropie sinkt!



3a. Zur Elektronik

Einfache binäre Schaltungen sind **YES** (= on) und **NOT** (= off).

Hierbei bewirkt z. B. das Drücken einer Taste das Ein- bzw. Ausschalten einer Lampe.

Dieses Verhalten ist voll reversibel und deterministisches.

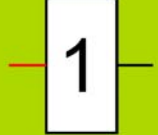
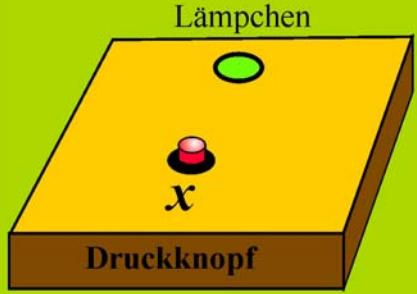
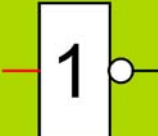
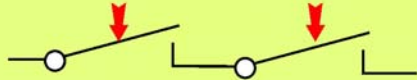
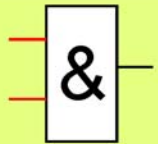
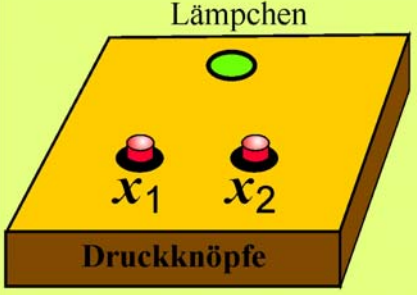
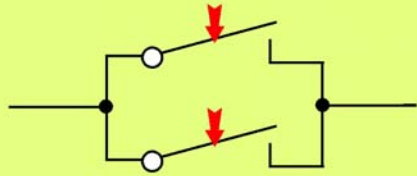
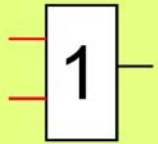
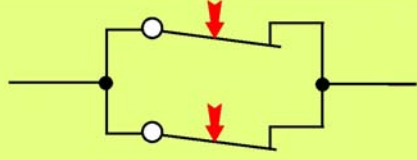
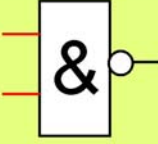
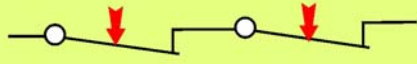
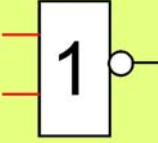
Bei Loslassen der Taste liegt wieder der Ausgangszustand vor.

Bei der binären Logik bewirkt die Kombination mehrerer Eingangssignale das Ein-Ausschalten.

Die Schaltungen heißen **kombinatorische** oder **binäre Schaltungen** bzw. Zuordner, Codierer oder Schaltwerke.

Auch bezüglich aller Eingangssignale ist das Ausgangssignal voll **reversibel** bzw. **deterministisch**.

Von den 16 möglichen Schaltungen mit 2 Eingängen sind im folgenden Bild nur die vier wichtigsten dargestellt.

kombinatorische Schaltungen voll reversibel				
YES (on)			leuchtet = ein	
NOT (off)			geht aus	
AND			bei beiden ein	
OR			bei einer oder beiden ein	
NAND			bei beiden aus	
NOR			bei einer oder beiden aus	

Kombination.odr h. völz 16.8.05/2012

3b. Rückkopplung führt zu Irreversibilität

Eine OR-Schaltung mit Rückkopplung verhält sich völlig anders.

Liegt an dem freien Eingang x eine **0**, so entsteht sie auch am Ausgang und die Lampe leuchtet nicht.

Tritt jedoch am Eingang eine **1** auf, so leuchtet die Lampe.

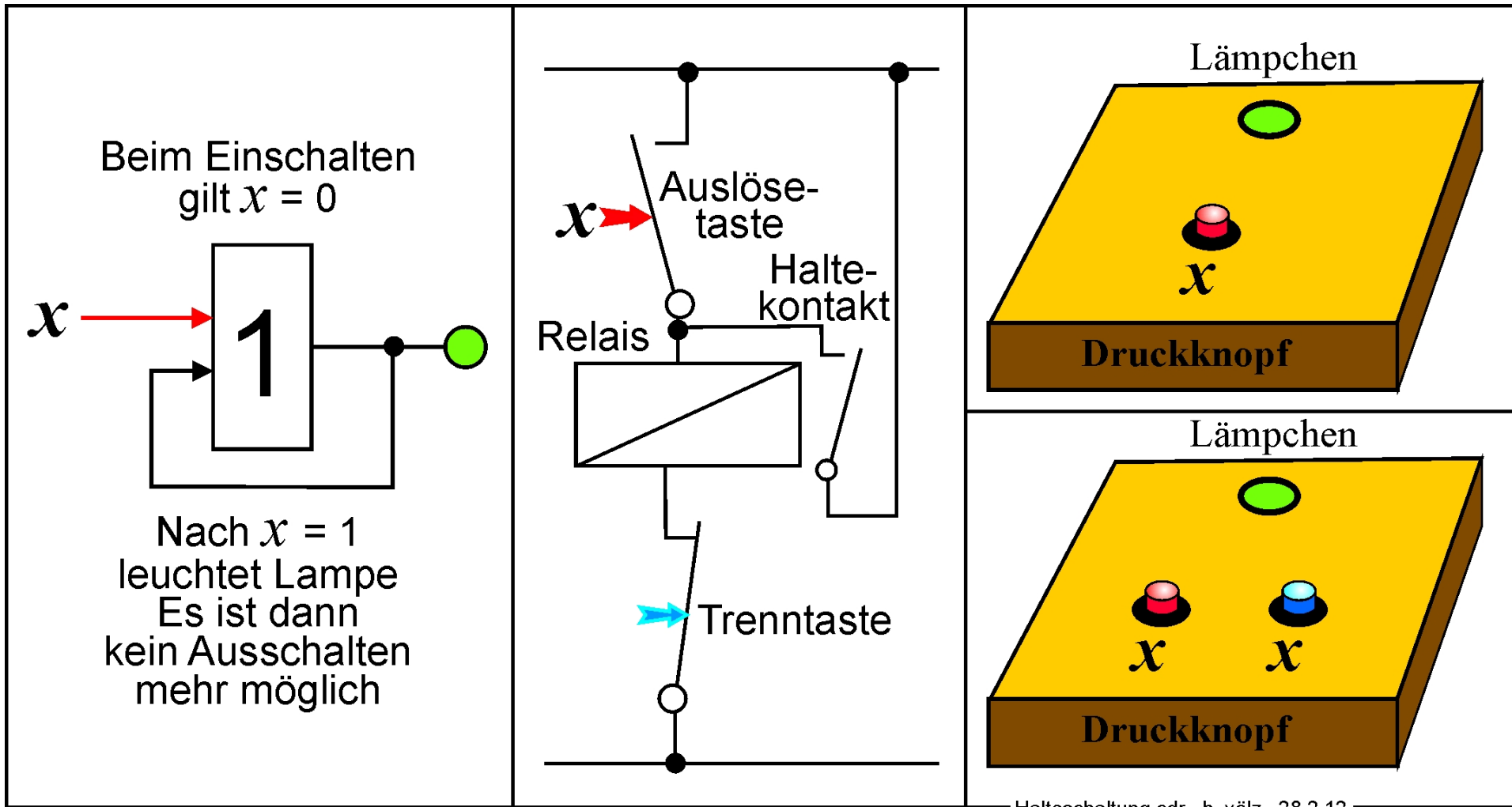
Dann tritt aber auch am Ausgang die **1** auf. Dadurch ist dieser Zustand nicht mehr von x her zu verändern.

Der Zustand **1** ist **durch die Rückkopplung irreversibel** geworden.

Die Schaltung verhält sich bezüglich des Eingangs x **nicht mehr deterministisch**.

Auch die **Halteschaltung** bei einem Relais verhält sich genauso.

Hier ist dann aber oft, eine zusätzliche **Trenntaste** zum Unterbrechen und Rücksetzen vorhanden



Halteschaltung.cdr h. völz 28.2.12.

3c. Übergang zum Flip-Flop = Speicher

Eine Zusammenschaltung von zwei NOR- oder NAND-Elementen führt zum Flip-Flop.

Die Rückkopplung ist hier doppelt vorhanden.

Mit zwei Eingängen $S = x_1$ und $R = x_2$ ergeben sich mehr Möglichkeiten (Set, Reset).

Das Flip-Flop wird mit jedem **Eingangssignal** (deterministisch) in einen **definierten Zustand** geführt.

Der ist **unabhängig davon**, welcher Zustand vorher vorhanden war. Die (Vor-) Vergangenheit ist unbestimmt.

Nach dem Betätigen von x_1 leuchtet immer das grüne und nach x_2 immer das rote Lämpchen.

Damit entspricht das Flip-Flop einer **1-Bit-Speicherzelle**: Nur der letzte Tastendruck bleibt gespeichert.

Bezüglich der Eingangssignale ist das Flip-Flop aber **nicht mehr reversibel**:

Das Loslassen der Taste hat keine Auswirkung!

Damit ein Flip-Flop **fehlerfrei** arbeitet, benötigen seine (aktiven) Bauelemente eine **Verstärkung ≥ 1** .

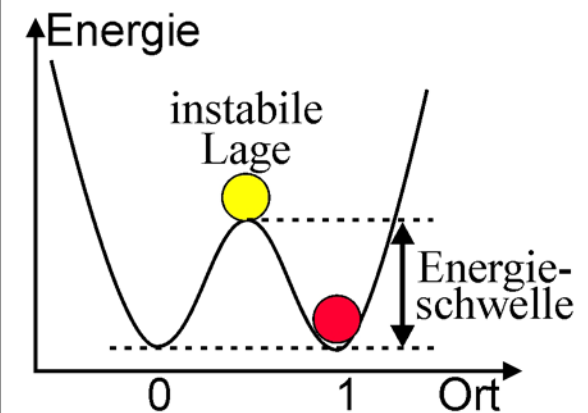
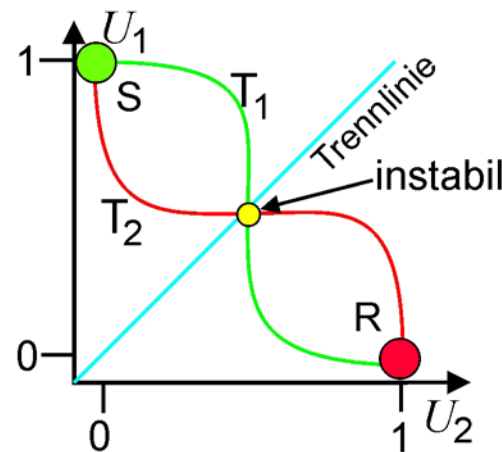
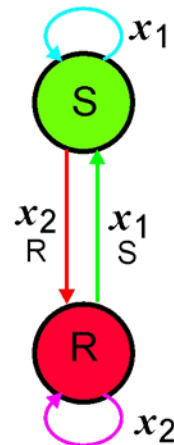
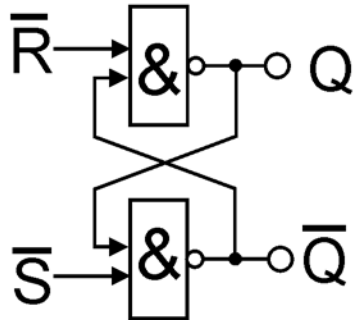
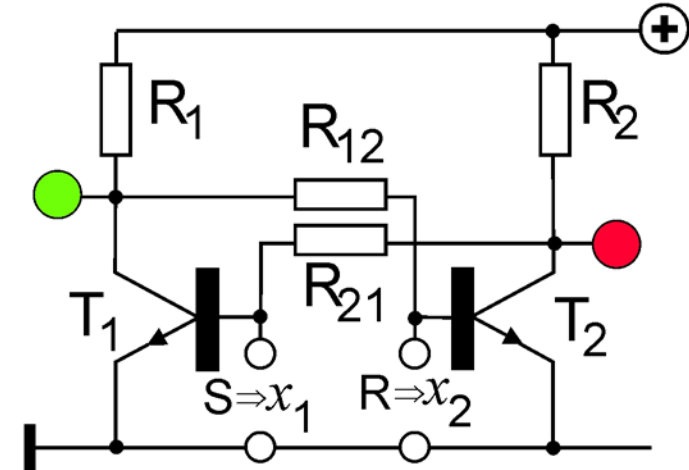
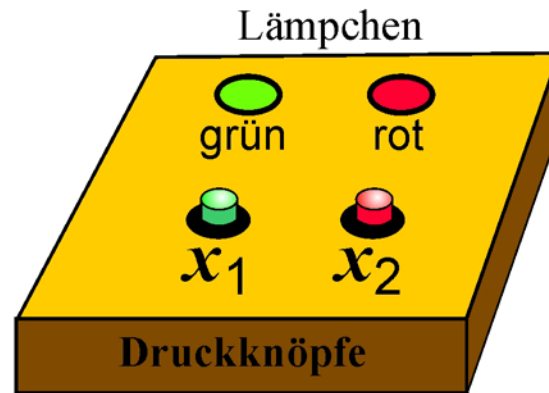
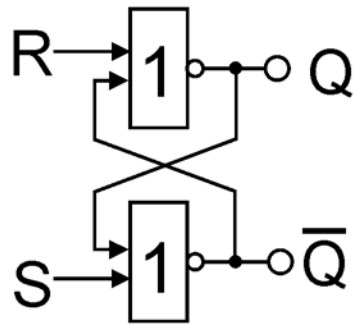
Das zeigt noch deutlicher der Aufbau mit (analogen) Transistoren und Widerständen.

Das Verhalten des Flip-Flop beim **Anlegen der** Betriebsspannung ist beim voll symmetrischen Aufbau rein zufällig.

Durch **unsymmetrische** Ausführung – Transistoren oder Widerstände – kann eine Vorzugstellung erreicht werden.

Flip-Flop

(bedingt) irreversibel



Automat3.cdr H. Völz 1.1.12

3d. Zur Speicherung

Allgemein wird mittels Speichern *Etwas* von der *Gegenwart für die Zukunft* aufgehoben.

Damit ist es später möglich, das Damalige, das dann bereits Vergangene wahrzunehmen und eventuell zu nutzen.

Bezüglich der *Zukunft* ist so etwas *nicht möglich*. Wir können uns der Zukunft eben nicht erinnern.

So beweist die Speicherung den *Zeitpfeil*; doch sie kann *auch reversibel* sein:

Ein *Flip-Flop* kann nämlich jederzeit in den jeweils anderen Zustand umgeschaltet werden.

Dabei geht aber das zuvor gespeicherte verloren.

Nach jeder Betätigung von x_1 leuchtet die grüne, nach jeder von x_2 die rote Lampe.

So gilt zwar der *Zusammenhang* gleiche *Ursache* (Aufzeichnung) $\Rightarrow$ gleiche *Wirkung* (Gespeichertes).

Dennoch ist trotz der starken Kausalität *kein eindeutiger Zeitpfeil* vorhanden!

Denn nach dem Betätigen einer Taste ist nicht mehr festzustellen, welcher Zustand vorher existierte.

Derartig *reversibele* Schreib-Lesespeicher verhalten sich also *stark kausal* und *deterministisch*.

Das ist wieder der eingangs betonte *Widerspruch*.

3e. Ein MEALY-Automat

Logische Bau-Elemente, wie AND und OR arbeiten streng deterministisch und ohne Zeitabhängigkeit.

Eine Zusammenschaltung mit einem Flip-Flop kann zu deutlich irreversiblen Eigenschaften führen.

Ein Beispiel hierfür ist der dargestellte **MEALY-Automat**.

Er besitzt drei Tasten (**Eingangsgrößen**) x_1 , x_2 und x_3 sowie drei **Anzeigen** grün, rot und blau.

Nur solange wie eine Taste gedrückt wird, leuchtet eine Anzeige auf.

Doch der **Zusammenhang** zwischen einem Tastendruck der leuchtenden Lampe ist **kompliziert**:

- Bei x_1 leuchtet immer grün.
- Bei x_2 leuchtet je nach Vorgeschichte grün oder rot.
- Bei x_3 leuchtet je nach Vorgeschichte rot oder blau.

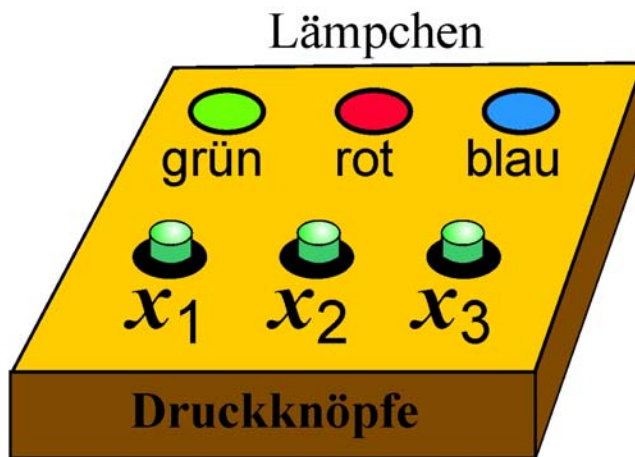
Gleiche Eingaben können also unterschiedliche Wirkungen bewirken. Die **Kausalität** ist **verloren** gegangen.

Dies ergibt sich, weil nur die Tastenbetätigungen x_2 und x_3 den Flip-Flop-Zustand verändern.

Die **irreversiblen** Eigenschaften ergeben sich offensichtlich durch die **Zusammenschaltung reversibler** Bauelemente.

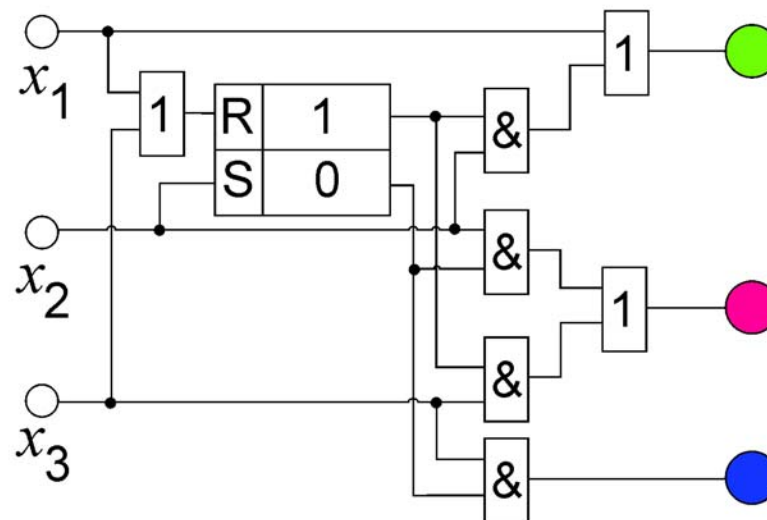
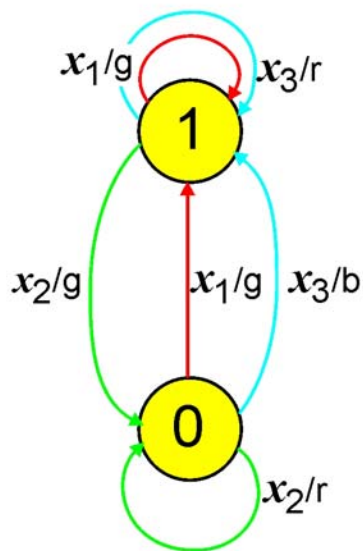
Übersichtlicher kann das Geschehen durch einen **Graph** oder eine **Wertetabelle** dargestellt werden.

Mealy-Automat



		Eingabe		
		x_1	x_2	x_3
Zustand	1	1/g	0/g	1/r
	0	1/g	0/r	1/b
		neuer Zustand /Farbe		

Ausgabe beim Übergang



Automat1F.cdr H. Völz 3.10.99/2012

3f. Ein MOORE-Automat

Gegenüber dem MEALY-Automat brennt bei ihm immer eine der Lampen

Durch die Tasten können sie aber umgeschaltet werden.

Im Beispiel werden zwei Flip-Flops benutzt. Das ermöglicht die vier Zustände Z_1 bis Z_4 .

Die Beispiel-Schaltung ist so konstruiert, dass Zustand Z_4 (oben 1, unten 0) im normalen Betrieb nicht auftritt.

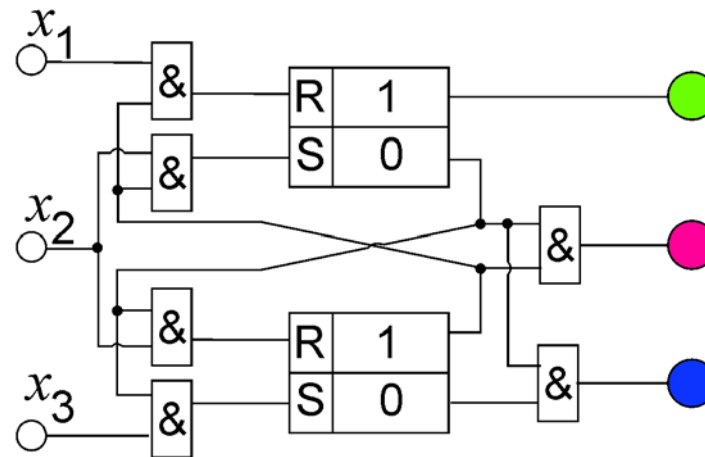
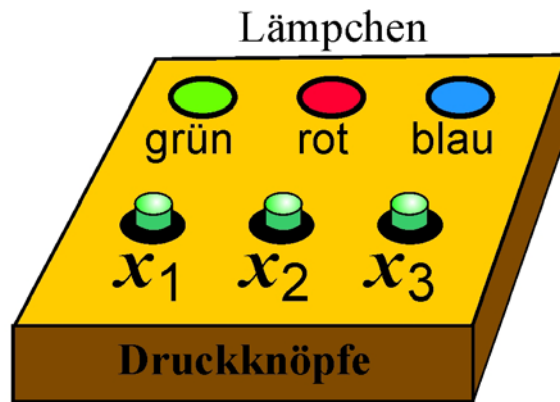
- Nach Betätigung von x_2 tritt immer $Z_2 = \text{rot}$ auf.
- Nach Betätigung von x_1 oder x_3 kann $Z_1 = \text{grün}$ oder $Z_3 = \text{blau}$ auftreten.

Werden jedoch bei $Z_2 = \text{rot}$ (zufällig) x_1 und x_2 **gleichzeitig gedrückt**, so tritt der Zustand $Z_4 = \text{grün}$ auf.

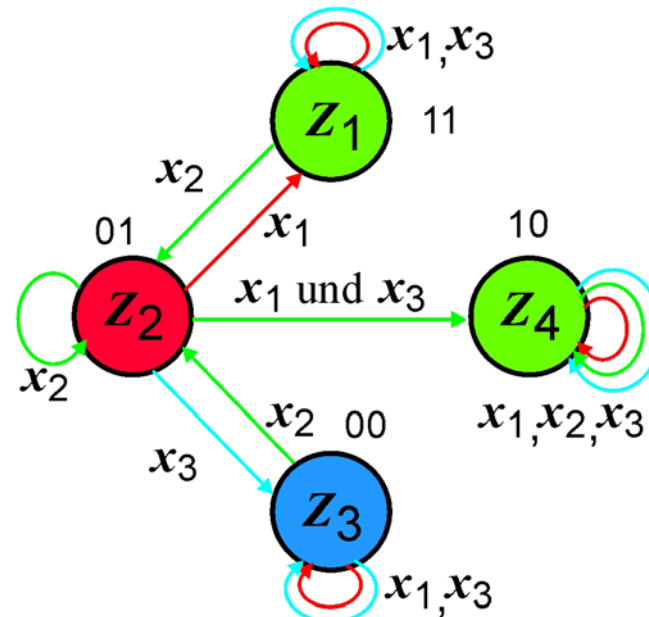
Er kann durch keine Tastebetätigung verlassen werden, er ist total **irreversibel**.

Die **Zusammenschaltung** von reversiblen Elementen ermöglicht also völlige Irreversibilität.

Moore-Automat



		Eingabe		
		x_1	x_2	x_3
Zustand/ Ausgabe	Z_1/g	Z_1	Z_2	Z_1
	Z_2/r	Z_1	Z_2	Z_3
	Z_3/b	Z_3	Z_2	Z_3
	Z_4/g	Z_4	Z_4	Z_4
		neuer Zustand		



Andere Irreversibilitäten

In der Natur treten Irreversibilitäten u. a. auf, wenn eine **gerichtete Energie** in viele Richtungen **zerstreut** wird.

Die folgenden Beispiele sind fast alle ungenügend theoretisch geklärt:

1. **Reibung:** Eine gerichtete mechanische Bewegung verliert durch sie fortlaufend an Energie. Der Verlust wird unumkehrbar in Wärme als ungerichtete Bewegung umgewandelt.
2. **Elektrische Verluste,** Sie entstehen u. a. bei Stromleitung durch Widerstände und beruhen dann auf vielen ungerichteten Stößen zwischen Elektronen. Wenn diese Wechselwirkung entfällt – z. B. bei Nanoröhrchen und Supraleitung – treten auch keine Verluste auf.
3. **Wärmeleitung und -Strahlung.**
4. **Lichtstreuung.**

Alle diese Prozesse **sind makroskopisch** und ziehen daher viele Teilchen ein.

Sie sind folglich deutlich **komplexer** als die obigen Beispiele per Rückkopplung und einfacher Wechselwirkung.

Weniger verständlich sind die Irreversibilitäten bei **Quantenprozessen**.

Eventuelle hängen sie mit den vielen Möglichkeiten Folgezuständen zusammen, von denen nur einer makroskopisch völlig zufällig ausgewählt wird.

4. Erste Schlussfolgerungen

Bei der **Zusammenschaltung** von **reversiblen** Bauelementen können **irreversible** Bausteine entstehen.

So entstandene Speicher können etwas von der **Gegenwart** für die **Zukunft** aufheben.

Es gibt aber auch **reversible Speicher**, die nur unsicher etwas von der Vergangenheit wissen.

Weitere Zusammenschaltungen unterlaufen sogar die Kausalität und damit **Zeitpfeil**.

Rein theoretisch könnten solche Zusammenschaltungen auch **Quanten-** und **thermodynamische Prozesse** bewirken.

So könnten vielleicht auch aus Quarks zunächst Elementarteilchen, dann Atome, Moleküle usw. entstehen

Wegen immer vorhandener Verluste müsste für die jeweiligen Grundelemente immer eine **Verstärkung** ≥ 1 existieren.

Der Zufall allein ist jedoch als Erklärung wenig einleuchtend, es würde viel zu selten so etwas geschehen.

Im Sinne der Evolution wäre zusätzlich ein **Vorteil des „Fittesten“** erforderlich!

Insgesamt ist so also nur die **Möglichkeit** aber nicht **Notwendigkeit** vom Reversiblen zum Irreversiblen aufgezeigt.

Gliederung

- I Einführung
- II Erklärung der Widersprüche
- III Vertiefung der Probleme**
- IV Voraussetzungen für Wissenschaft

Vertiefung der Probleme

Hierzu werden Beispiele aus folgenden Gebieten behandelt:

1. Vorausschau und Rückrechnung.
2. Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge.
3. Lernen und Kreativität.

1a. Vorausschau

In der aktuellen Gegenwart erleben wir Wirkungen und können aktiv Handeln.

Bei den Wirkungen bemühen wir uns zuweilen die Ursachen zu ergründen.

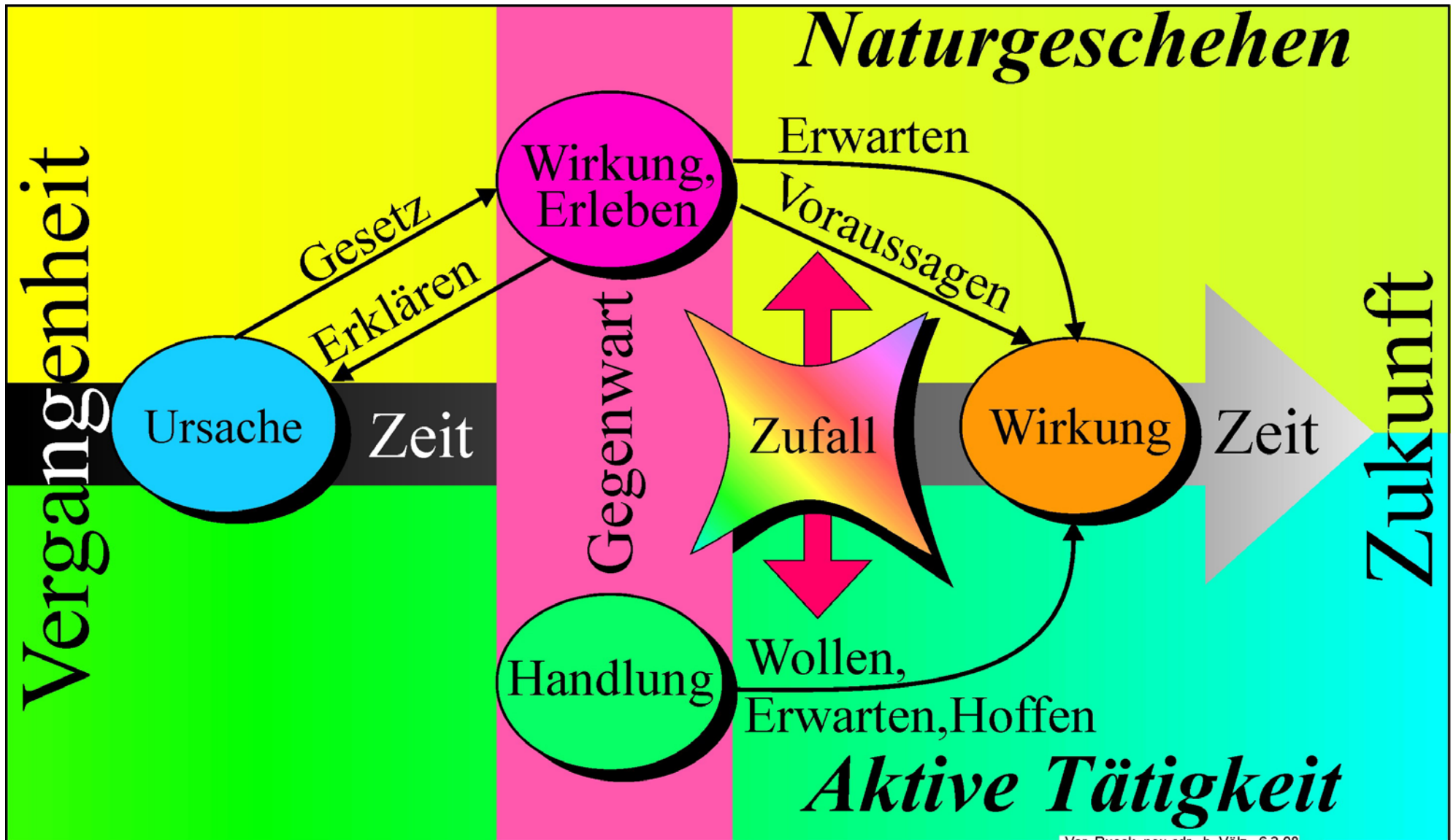
Zum Handeln gehören auch geplante Versuch und das Experiment.

So gewinnen wir Erkenntnisse, die es uns ermöglichen, eine größere Sicherheit für die Zukunft zu erreichen.

Außerdem nutzen wir die Erkenntnisse, um zu Schaffendes voraus denken, zu konstruieren.

Diese Antizipation ist eine ***Vorwegnahme der Zukunft*** (lateinisch ***anticipatio*** Vorwegnahme, Vorgriff).

Sie kann als eine Teilleistung des LAPLACE-Dämons angesehen werden.



Vor_Rueck_neu.cdr h. Völz 6.3.08

1b. Rückrechnung

Im Gegensatz zum LAPLACE-Dämon können wir jedoch *nicht in die Vergangenheit* schauen, zurückrechnen.

Über die Vergangenheit wissen wir nur dann etwas, wenn damals etwas gespeichert wurde.

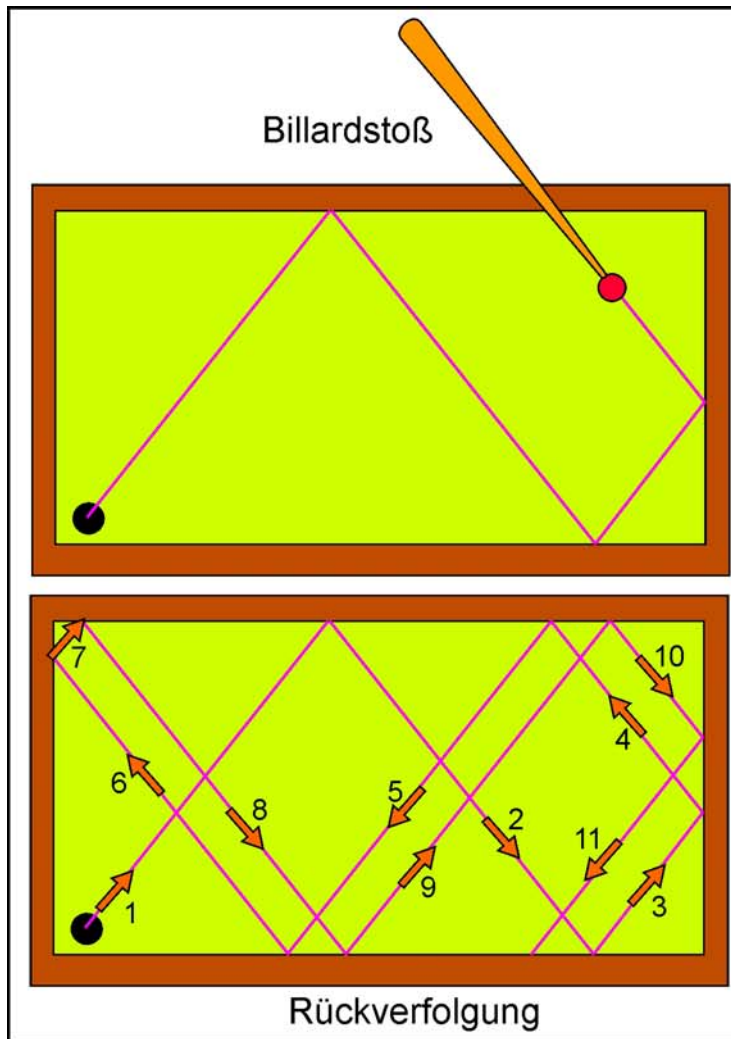
Ohne gespeicherte Vergangenheit würden wir *nur in der Gegenwart leben*.

Wir würden nichts von der Vergangenheit wissen kennen und auch keine Zukunft erwarten.

Erst über die Speicherung wird uns der *Zeitpfeil* bewusst.

Da die Vergangenheit unabänderlich feststeht, hat die Menschheit wahrscheinlich keine Rückrechnung entwickelt.

Nur die Zukunft können wir beeinflussen! Für sie sind Methoden nützlich und daher gefragt.



2. Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge

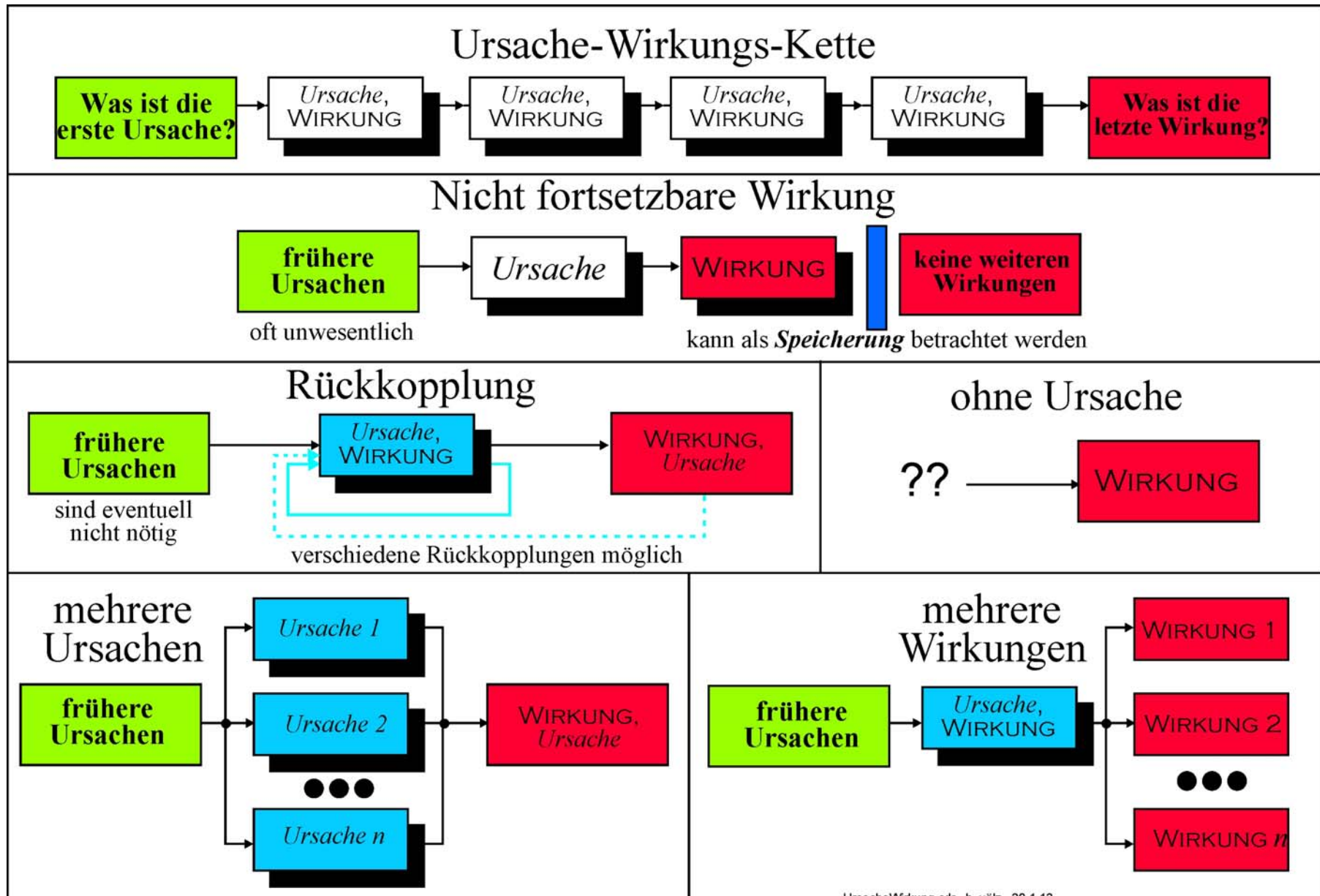
Ursache und Wirkung werden meist nur für *ein Geschehen*, als *Einzelfall* für betrachtet.

Die Welt besteht jedoch aus sehr vielen, komplex vernetzten Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen.

Selbst gut abgegrenzte, isoliert gedachte Bereiche sind so komplex, dass sie kaum vollständig zu behandeln sind.

Daher ist es nützlich, einige Sonderfälle zu betrachten:

- a. Einfach lineare *Ursache-Wirkungs-Kette*.
- b. *Nicht fortsetzbare Wirkung* $\Rightarrow$ Speicherung.
- c. *Rückkopplung*, feed back, Rückführung, Rekursion, Zirkularität (HEINZ VON FÖRSTER).
- d. *Verzweigung*: mehrere Ursachen rufen eine Wirkung hervor, bzw. eine Ursache erzeugt mehrere Wirkungen.
- e. *Wirkung ohne* (erkennbare) *Ursache*, z. B. Kreativität, s. d.



UrsacheWirkung.cdr h. vözl 20.1.12

2a. Einfach lineare Ursache-Wirkungs-Kette

Recht übersichtlich ist der Ursache-Wirkungs-Zusammenhang dann, wenn immer eine Ursache nur eine Wirkung auslöst. Jede Ursache und Wirkung bezieht sich dabei nicht auf einzelne Objekte, Teilchen usw., sondern kann durchaus ein komplexes Geschehen sein.

Die lineare Wirkungskette ohne Rückwirkung tritt z. B. bei einigen **Kettenreaktionen**, chemischen Reaktionen usw. auf. Unser Denken erfolgt fast ausschließlich in linearen Wirkungsketten. Das entspricht unserer sequentiellen Sprache! Generell ergeben sich dabei zwei schwierig zu beantwortende **Fragen**: Womit beginnt bzw. endet sie?

Bezüglich der Thermodynamik ist relativ leicht **das Ende** anzugeben: der thermodynamische Wärmetod. Hier ist alles zufällig und damit ununterscheidbar, es kann keine (sichtbare) Weiterentwicklung geben. Die Zeit, genauer ihr Pfeil, hat aufgehört zu existieren, und alle Vergangenheit ist vergessen. Eine andere Variante wird unter 2b als Speicherung behandelt.

Der **Anfang**, das heißt die erste Ursache ohne Vorgänger, ist schwieriger festzustellen bzw. zu beantworten. Viele Religionen „benennen“ (erfinden) dazu den **ewigen Schöpfer**, z. B. Gott. Die Physik definiert einen **Urknall**, der eine grundsätzliche Singularität darstellt, vor der Nichts bekannt sein kann.

2b. Nicht fortsetzbare Wirkung = Speicherung

Das Beispiel des MOORE-Automaten zeigte:

Es gibt Ursachen, die eine Wirkung, genauer einen Zustand auslösen, für den es keine Fortsetzung gibt.

Generell können einige Ursachen Wirkungen hervorrufen, die **nicht mehr veränderbare** Zustände erzeugen.

Das sind dann Zustände im Sinne **irreversibler Speicher**.

Vor allem sie vermitteln uns langfristig Erkenntnisse über die Vergangenheit.

Sie sind teilweise auch Basis unseres Gedächtnisses.

Ohne sie würde der gesamten Informationsverarbeitung eine (die) wesentliche Grundlage fehlen.

2c. Rückkopplung

In einigen Systemen kann die Wirkung auch wieder zur Ursache für das System werden.

Wegen des Zeitpeils kann die Wirkung aber ***nur zeitlich verzögert*** wieder zur Ursache werden.

Daher ist sie dann bezüglich der ursprünglichen Ursache ***phasenverschoben***.

Je nach der Phase kann sie daher die Wirkung

verstärken, schwächen, sogar ***aufheben, umkehren*** oder ***zeitlich verlagern***.

Darunter befinden sich zwei wichtige **Spezialfälle**. Die weiteren Möglichkeiten sind weniger übersichtlich.

1. Beim Aufheben der ursprünglichen Ursache ergibt sich wieder eine ***nicht fortsetzbare Wirkung*** gemäß 2b.
2. Beim Verstärken entstehen oft Schwingungen im Sinne eines ***Oszillators***.

In vielen Fällen wird das Auftreten einer Rückkopplung nicht bemerkt.

Elektronische Geschichte

Elektronisch wurde die Rückkopplung schon recht früh benutzt:

1913 entdeckt **Edwin Howard Armstrong** (1890 - 1954) bei der Triode die Rückkopplung, das führte zum Audion als Empfänger- und den Oszillator als Senderschaltung.

1919 entwickeln **William Henry Eccles** (1903 - 1997) und F. W. JORDAN die bistabile Kippschaltung, das Flipflop.

In der **Rechentechnik** ist der Begriff **Rekursivität** üblich und eine fundamentale Aussage lautet:

Alle berechenbaren Funktionen sind rekursiv.

1936 Alan MATHISON TURING (1912 - 1954) definiert TURING-Automat (Rekursivität). Es folgt von ALONZO CHURCH (1903 - 1995) die These der Berechenbarkeit.

Systematisch wurde die Rückkopplung 1948 durch die **Kybernetik**, u. a. als feed back, Rückführung und Zirkularität eingeführt.

Ein Sonderfall ist dabei die **Regelungs-Steuerungs-Technik**.

2d. Verzweigungen

Alles hängt von allem ab. Diese oft zitierte Allgemeinheit ist wissenschaftlich nicht zu behandeln. Immer werden vereinfachte Modelle benötigt, die jedoch das jeweils Wesentliche berücksichtigen. Gegenüber dem linearen Ursache-Wirkungs-Zusammenhang sind zwei relativ einfache Erweiterungen wichtig: Überzeugende Beispiele sind hierfür leider relativ selten zu finden.

1. Eine Ursache erzeugt ***mehrere Wirkungen.***

Typische Beispiele sind die Atomspaltung und der Zerfall chemischer Verbindungen. Hiefür könnte auch aus dem „tapferen Schneiderlein“ das „Sieben auf einen Streich“ stehen. Und vielleicht wurden bei dem Schlag einer Fliege die Beine zerstört, und zwei andere konnten unbeschädigt davonfliegen.

2. Für eine Wirkung sind ***mehrere Ursachen*** (z. T. auch Bedingungen) notwendig.

Typische Beispiele sind die Entstehung chemischer Verbindungen und der Stammbaum. Beim obigen MOORE-Automat müssen um den isolierten Zustand Z_4 zu erreichen, die beiden Tasten x_1 und x_3 gedrückt werden. Um Großbuchstaben zu Schreiben muss zusätzlich die Taste Shift gedrückt werden. Hier wird erneut deutlich, dass zu mehreren Ursachen auch Bedingungen gehören können.

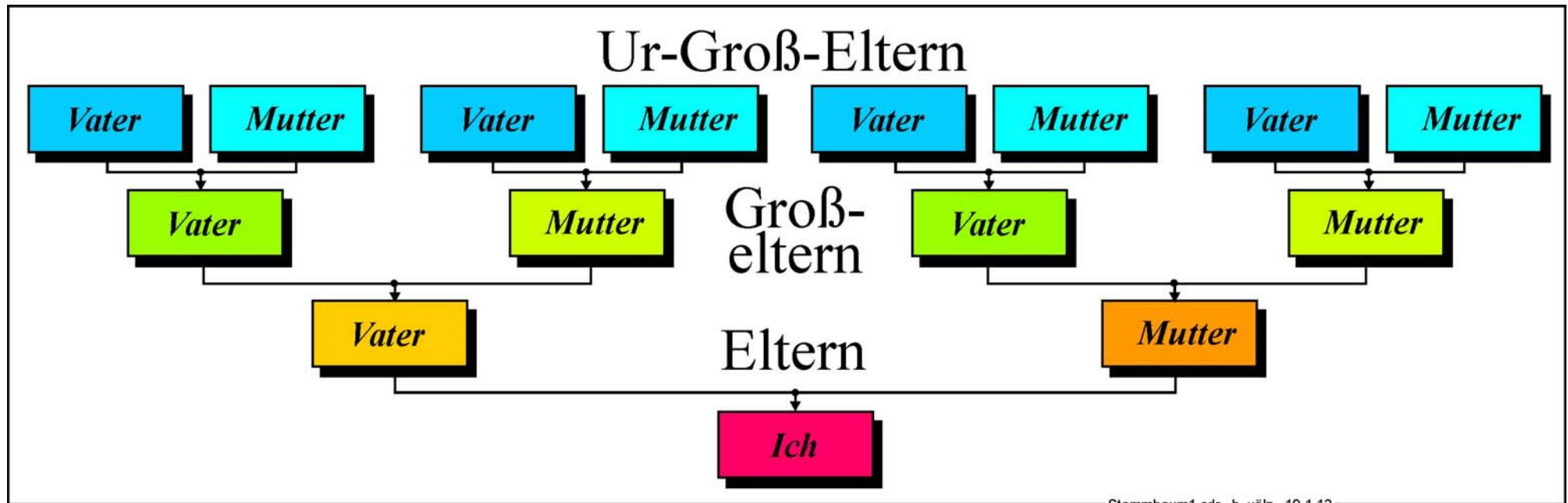
Unser Stammbaum

Viele Ursache-Wirkungs-Beziehungen können aus unterschiedlicher Sicht recht interpretiert werden.

Dabei können sich andere Zusammenhänge ergeben.

Wir stammen von unseren beiden Eltern ab, sie von unseren 4 Großeltern usw. sie von 8 Urgroßeltern usw.

Rückwärts betrachtet nehmen die „Ursachen“ für unser Sein also exponentiell mit 2^n zu.



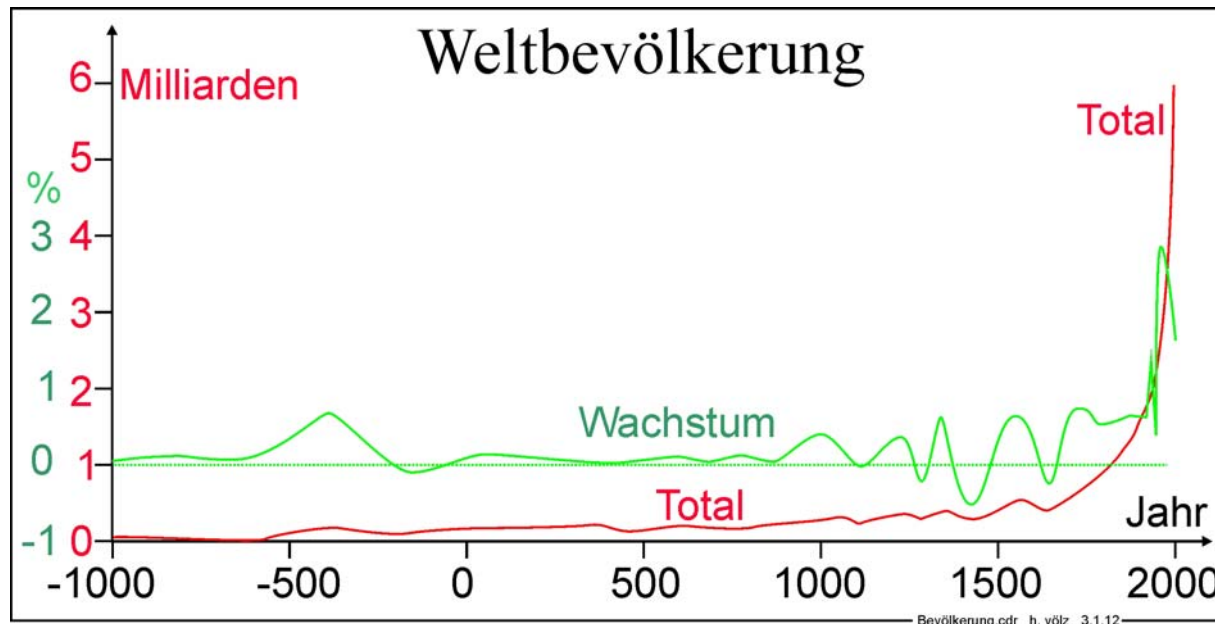
Wachstum der Menschheit

In der Stammbaum-Betrachtung müssen Fehler enthalten sein. Viele Menschen haben gemeinsame Vorfahren.

Denn: Früher gab es nicht mehr, sondern sogar weniger Menschen

Bis um 1000 n. Chr. war die Wachstumsrate nur wenig größer als Null; stark nahm sie ab etwa 1800 zu.

Jahr	-10 000	-1000	-500	0	1000	1600	1800	1930	1987	2012
Mill.	4	50	100	170	300	500	1000	2000	5000	7000



Stammbaum beim Adel

Jedes Adelgeschlecht leitet sich von einem männlichen Urahn her.

Von ihm aus zählen nur die erstgeborenen Söhne. Alle weiteren Kinder sind „nur“ Nebenzweige.

Die Ehefrauen treten nebenbei in Erscheinung,
zum Erhalt der „Elite“ müssen sie jedoch von einem anderen Adel stammen.

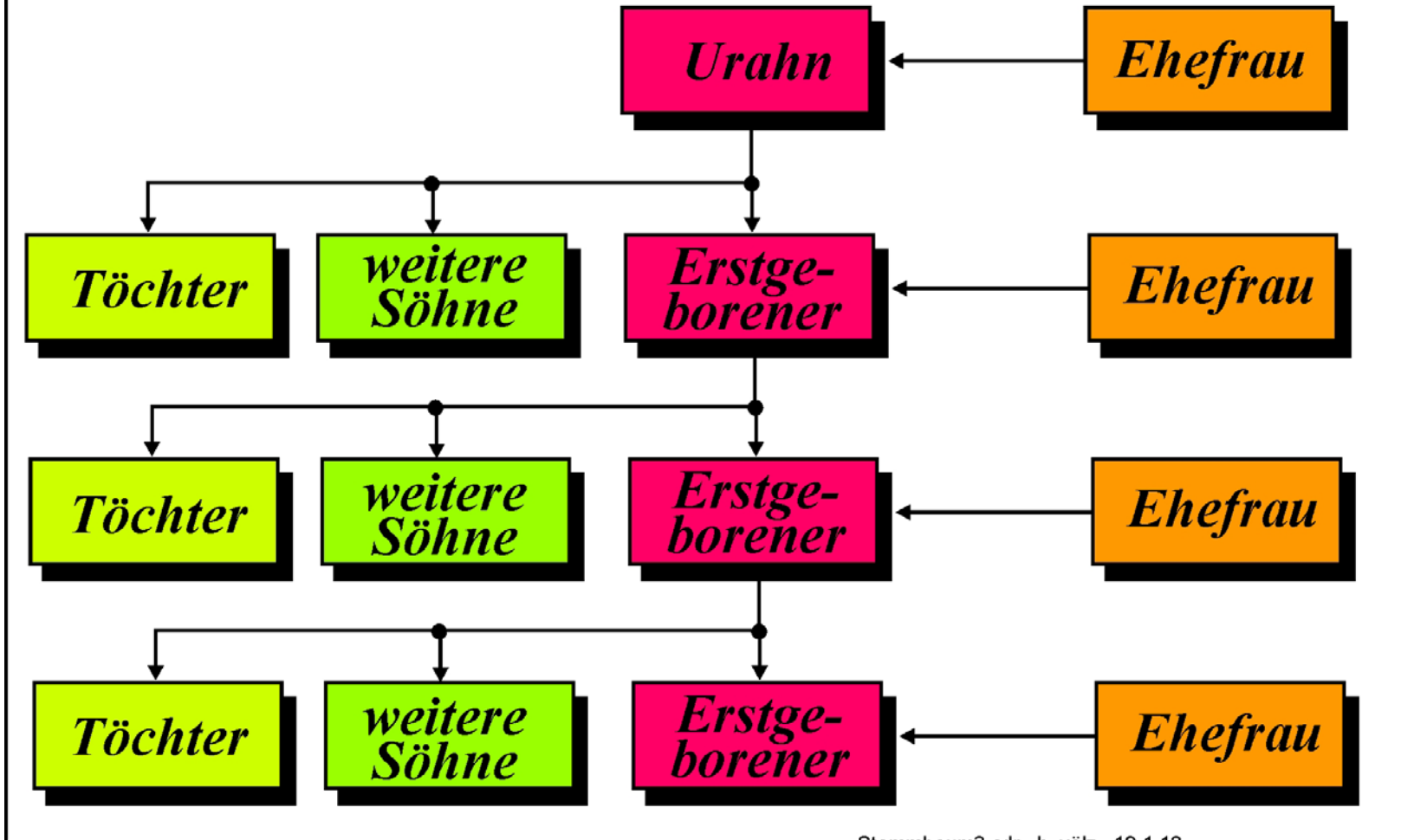
Vielleicht leitet sich das Vorrecht des Mannes sogar daraus ab, dass er nie ganz sicher weiß, ob er der leibliche Vater ist.

Beim ersten Sohn ist er sich da etwas sicherer.

Heute ist alles genetisch entscheidbar. Vielleicht erlangen daher die Frauen auch wieder mehr Macht.

Doch entscheidend ist das Vorrecht des Erstgeborenen für den Zusammenhalt der Güter.

Adels-Geschlechter



Stammbaum3.cdr h. vözl 19.1.12

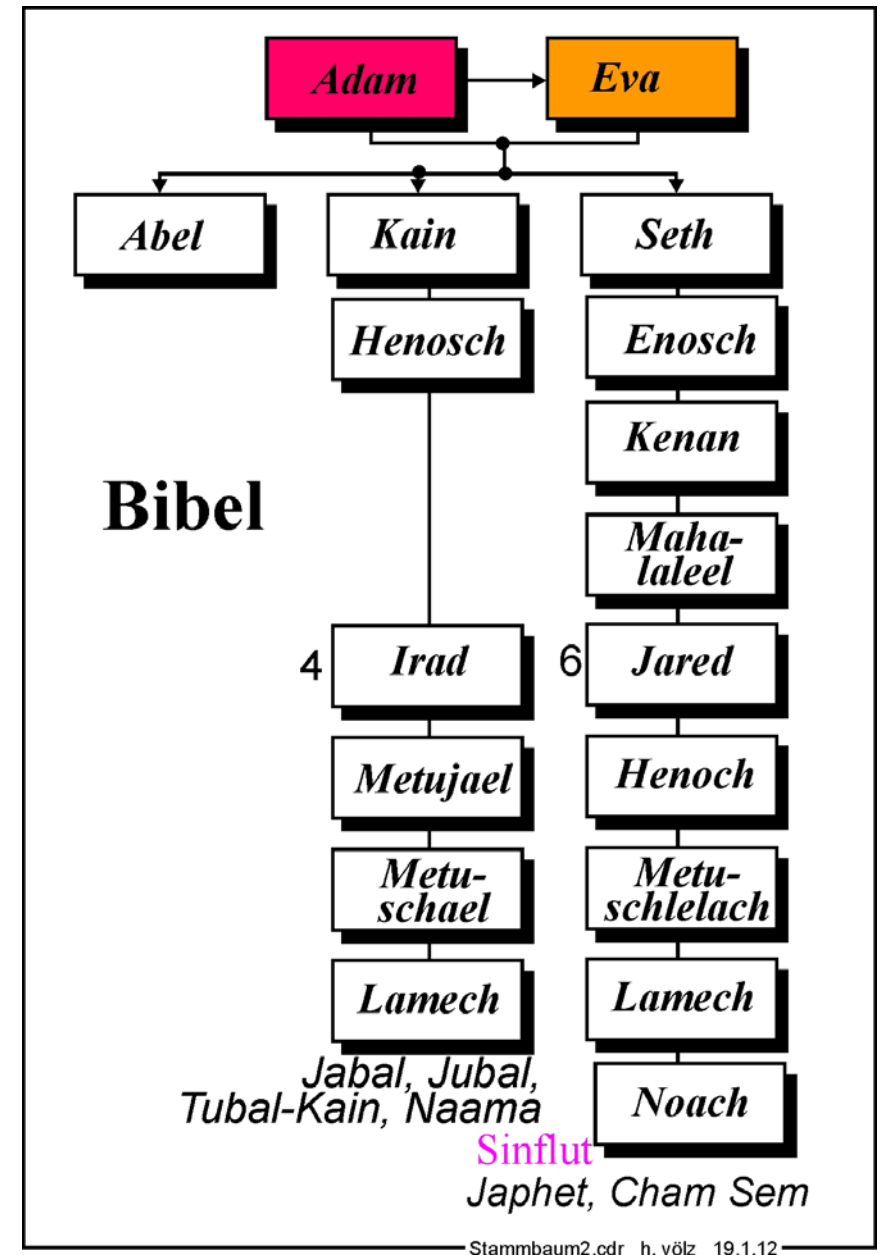
Gemäß der Bibel

Nach der Bibel sollten wir alle sogar nur auf Adam und Eva zurückgehen.

Doch hierzu gibt es sogar bis zur Sintflut Widersprüche.

Und genetisch ist diese Variante auch nicht zu halten.

Für die Mitochondrien, die nur durch die Mutter vererbt werden, gibt es 7 Varianten.



3. Von Lernen bis Kreativität

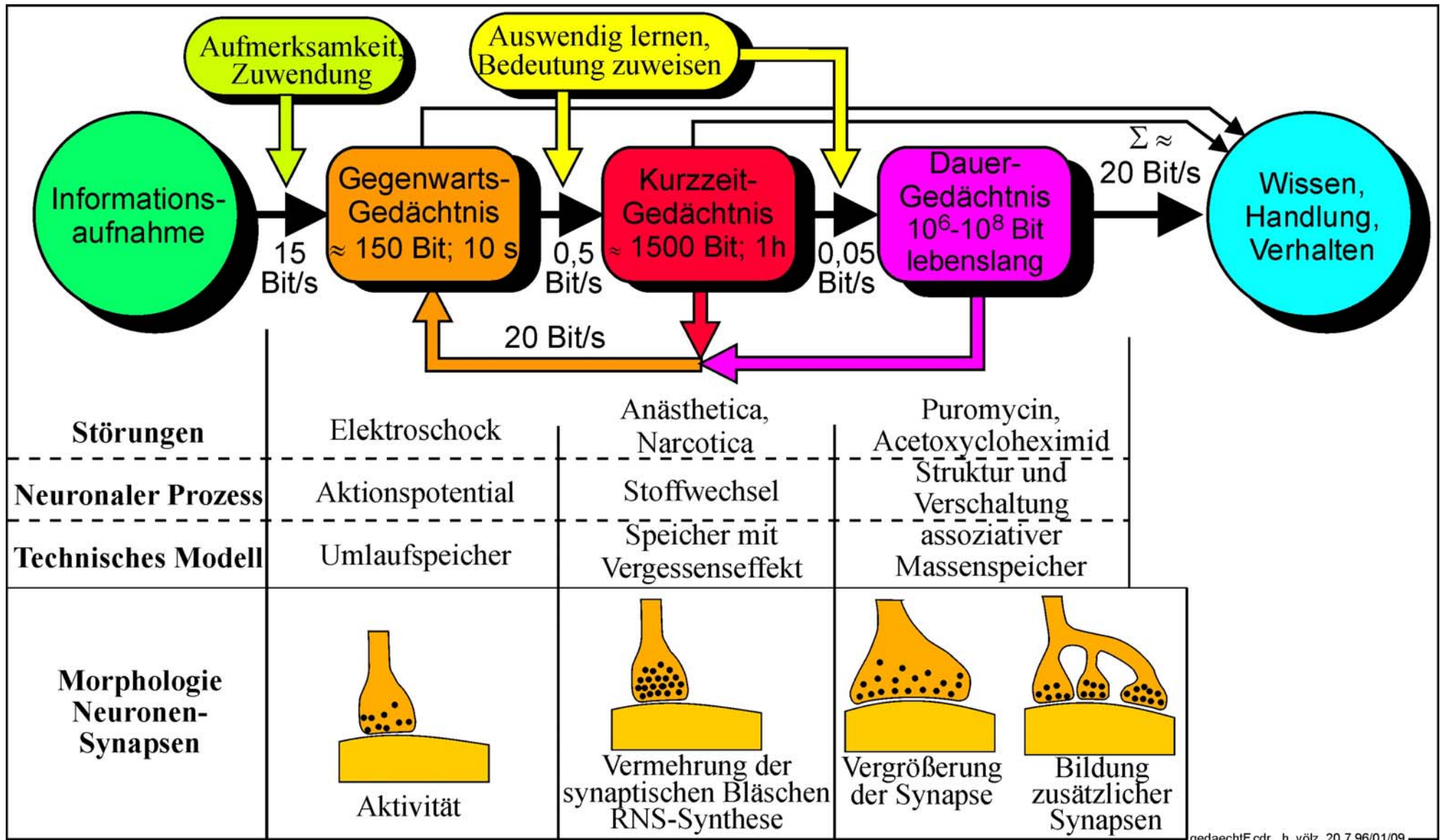
Deutlich andere Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge treten bei unserem Lernen und der Kreativität auf.

Hierzu gibt es viele Untersuchungen und theoretische Ansätze.

Hier wird nur vom typisch 3-stufigem Gedächtnismodell ausgegangen.

Es ist zusätzlich durch genetische und neurologische Effekte sowie Störungen usw. bestätigt.

Die entsprechenden Zahlenwerte gelten vor allem für inhaltlich nicht zusammenhängende Reize.



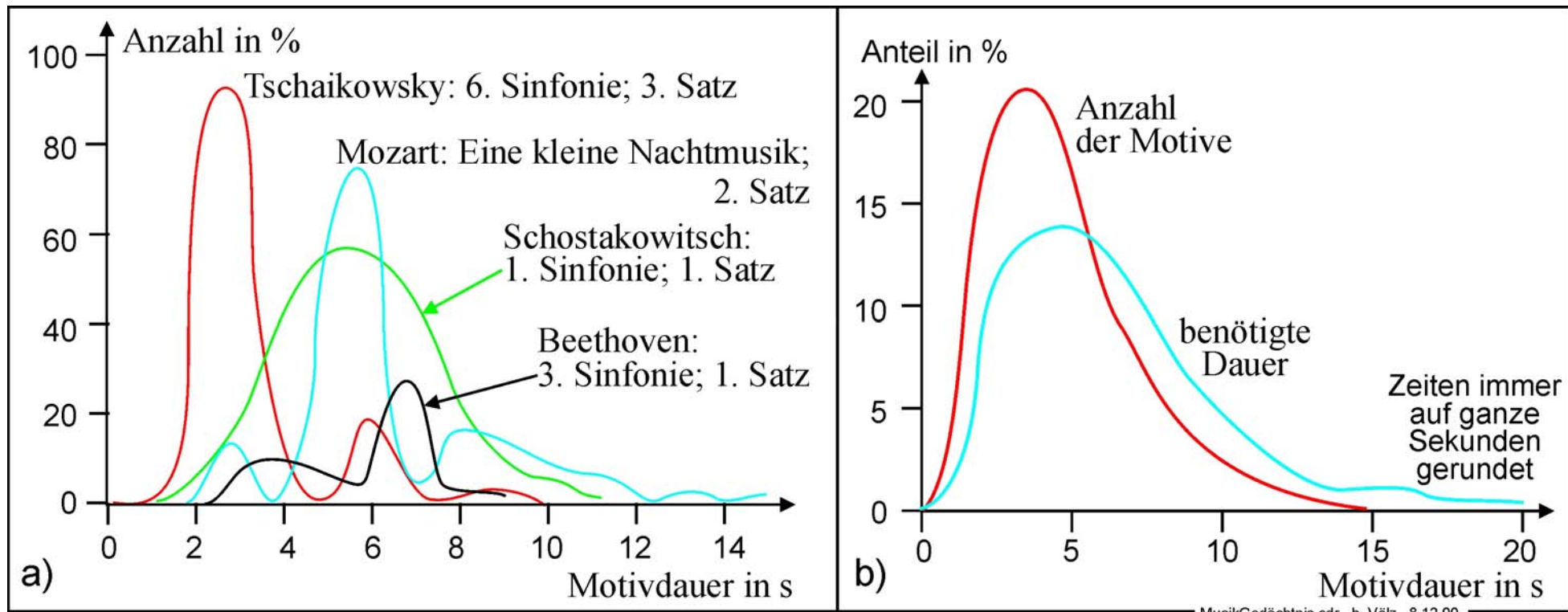
Lernen von Musik

Untersuchungen mit Musik zeigen, dass die entsprechenden Werte auch auf sie übertragbar sein dürften.

Dies folgt u. a. aus Untersuchungen an Motiven der 24 Werken der klassischen Musik aus 5 Jahrhunderten.

Im Mittel über liegt deren Länge bei 5 s und steht im Zusammenhang mit dem Gegenwartsgedächtnis von 10 s.

Damit Musikstücke wiedererkannt werden, müssen die Motive bereits zusätzlich im Gedächtnis vorhanden sein.



Die Lernphasen

Meist ist zu Lernendes an bereits Bekanntes anzukoppeln.

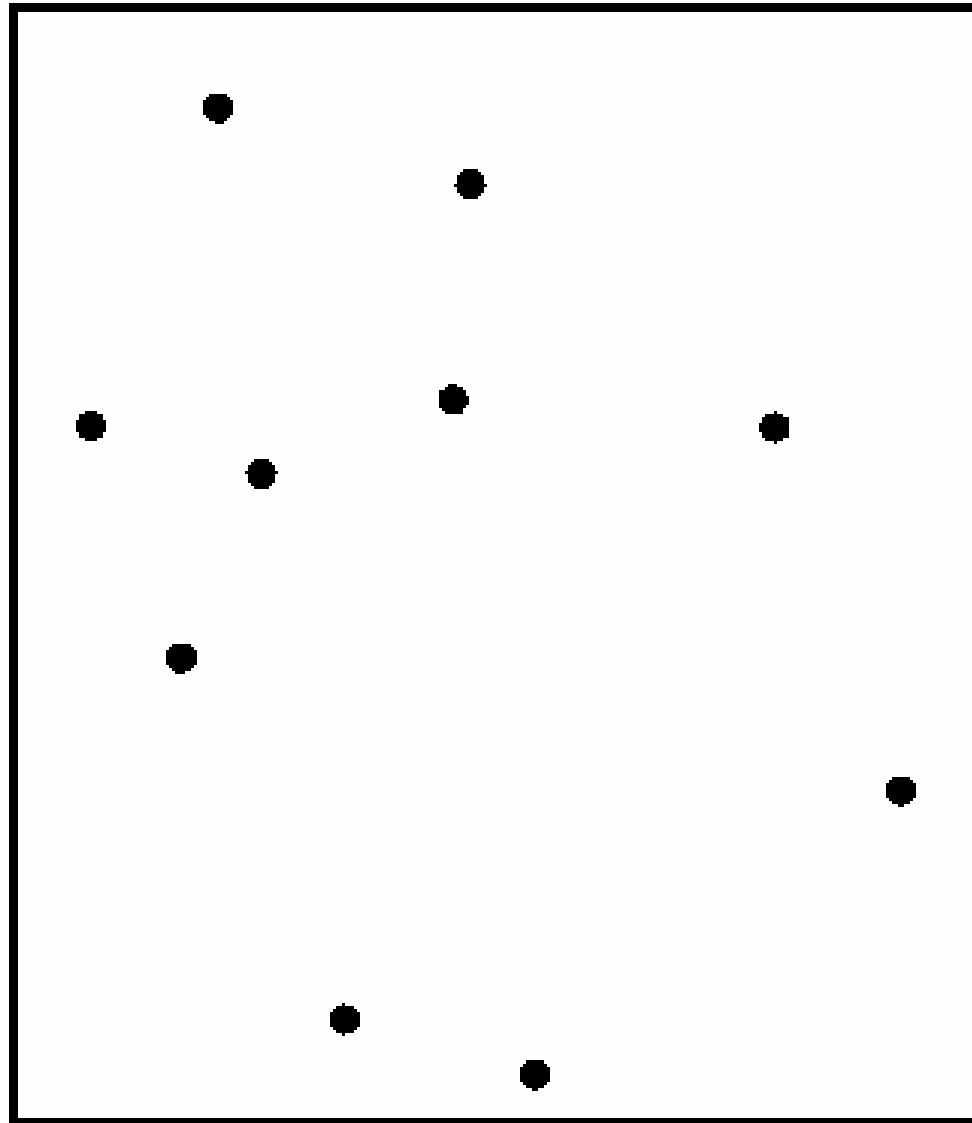
Je nach der aktuellen Vorkenntnis treten dadurch vier Stufen des Lernens auf.

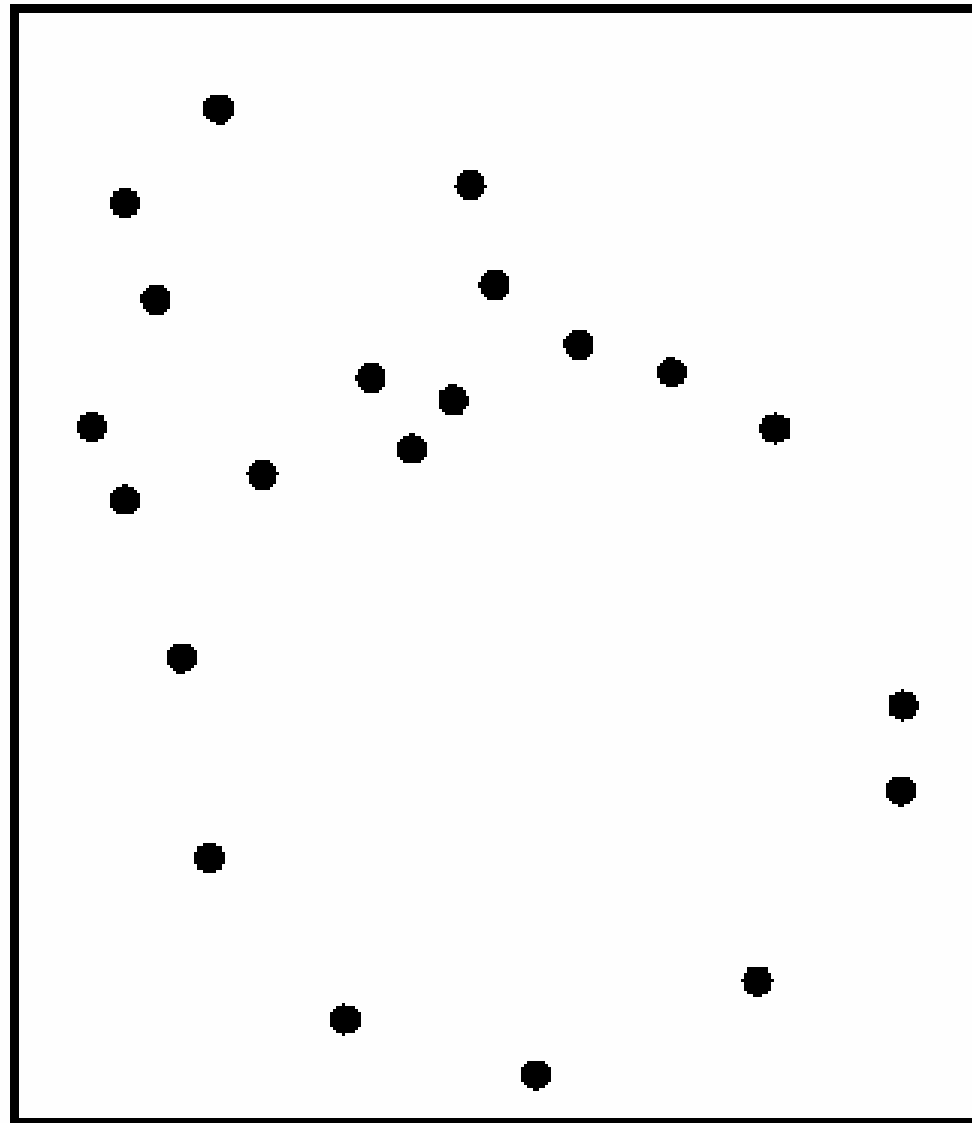
Sie wurden für Musikhören genauer untersucht, gelten aber offensichtlich ganz allgemein.

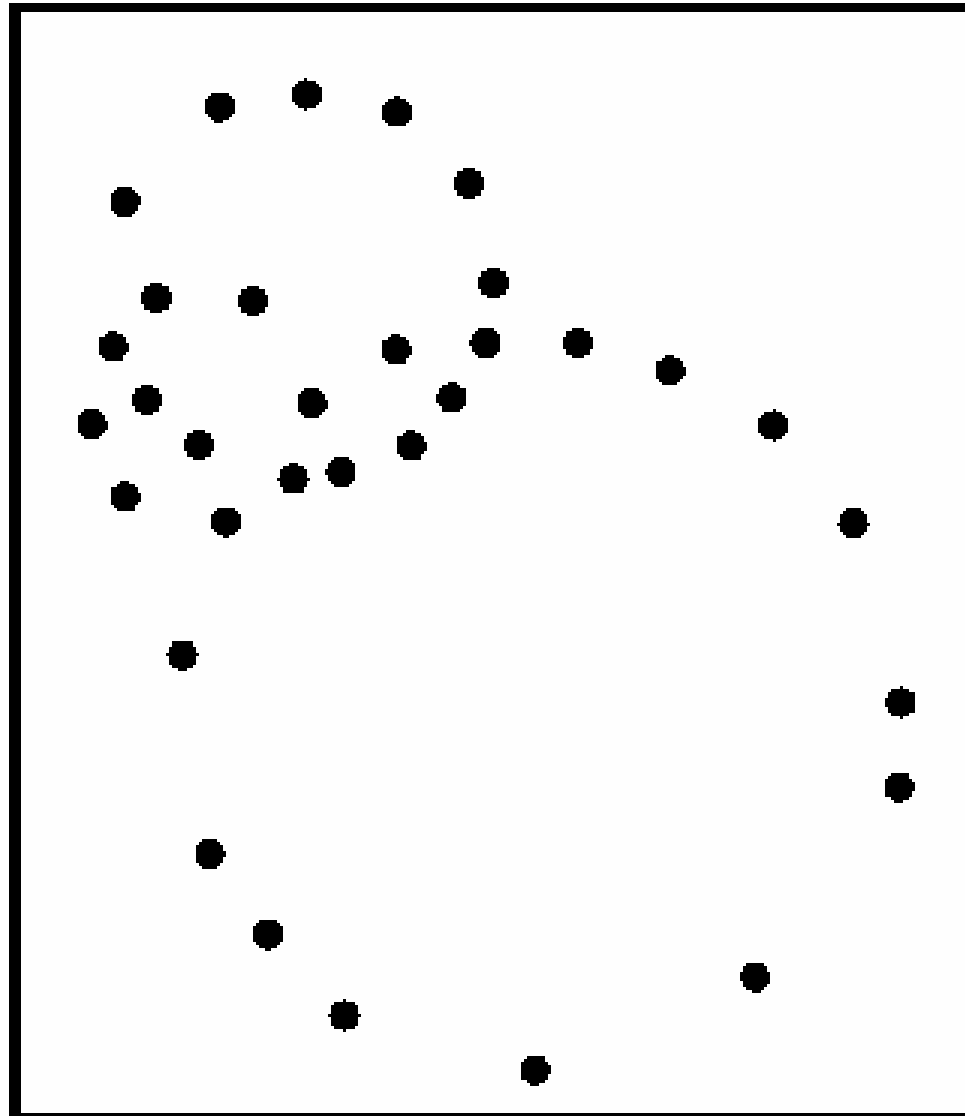
Die vierte Stufe gehört eigentlich nicht mehr zum Lernen

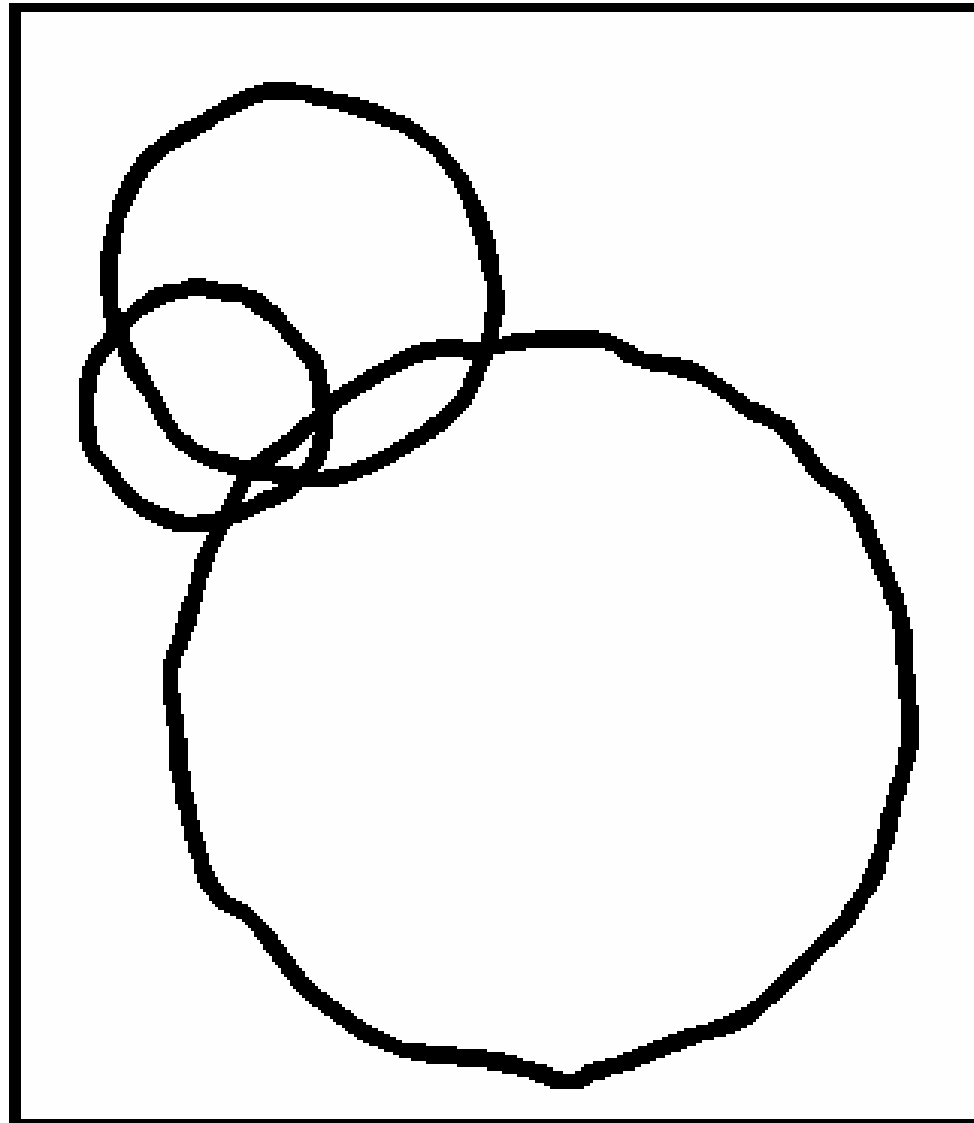
Sie ist hier erstmalig zur Vervollständigung von Ursache und Wirkung hinzugefügt.

Phase der	Wirkung	Beispiele
Verwirrung	Die Informationsflut ist so groß, dass keine spürbare Rezeption auftritt.	Erleben von völlig Neuem. Musik aus unbekanntem Kulturkreis.
Wieder- erkennung	Einige wenige Strukturen sind erkannt. Auch in Variationen werden sie wiedererkannt. Der Erkenntnisgewinn bereitet Genuss.	Klassen und Begriffsinhalte werden gebildet. Klassikgewohnter Hörer rezipiert unbekanntes Werk der Klassik.
Analyse	Strukturen und Verknüpfungen sind gespeichert. Ähnliches wird mit dem Bekannten verglichen. Die Erkenntnisse werden so vertieft.	Inhalte werden durch Eigenschaften beschrieben. Rezeption eines Musikkenners, analytisches Hören nach ADORNO.
Belästigung	Das Dargebotene ist in alles Detail bekannt. Es kann nichts Ergänzendes gefunden werden. Daher stört, belästigt das Dargebotene.	Übersättigung von Bekannten durch Werbung. Trivialwerke ohne Tiefe. Oft wiederholter Witz. scheinbare Zeitverkürzung im Alter.









Schlussfolgerungen

Auch beim Lernen kann die gleiche Ursache, das Lernangebot recht unterschiedliche Wirkungen hervorrufen.

Das Lernen besteht aus irreversiblen Speichern und beruht auf daran angeknüpftem Wiederekennen.

Lernen bereitet oft Freude und Vergnügen.

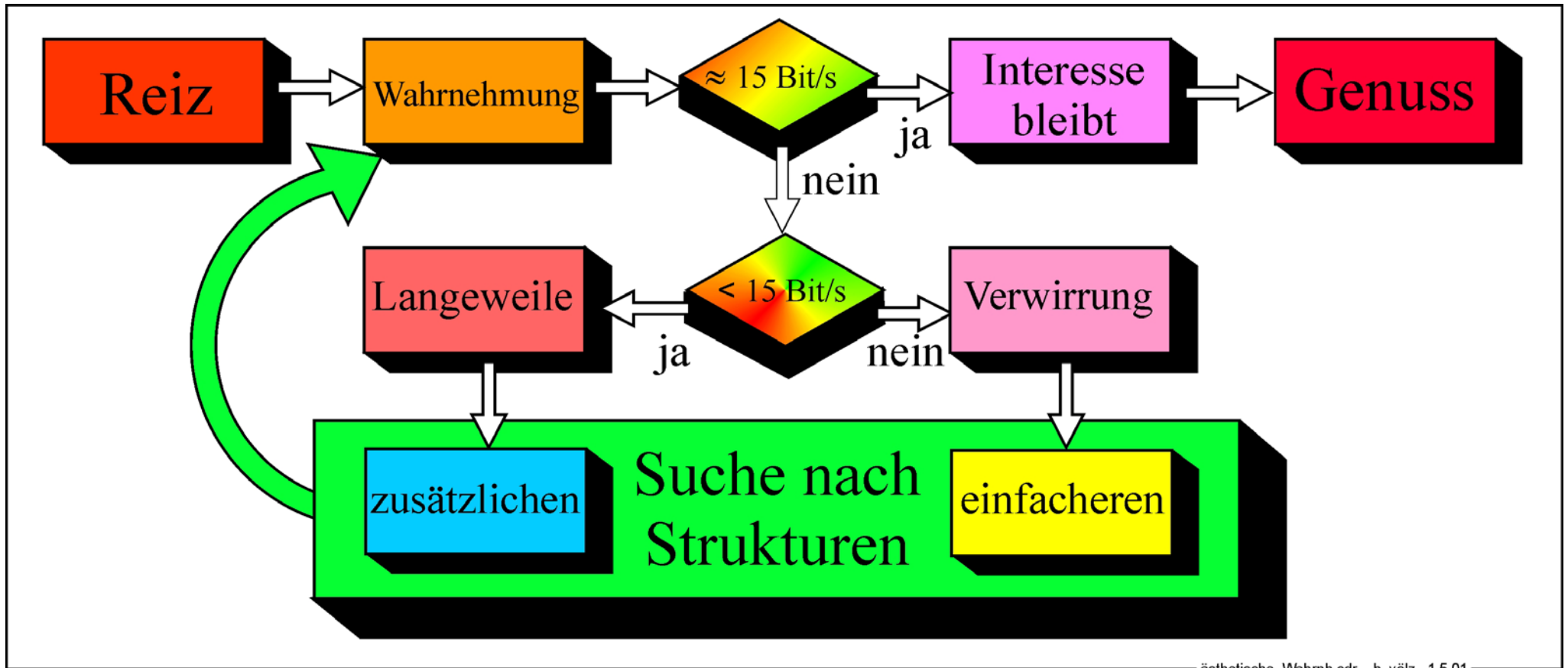
Etwa 30-mal muss ähnliche bis gleiche Information für das Erlernen angeboten werden.

Zu häufig angebotene Information kann aber auch als Belästigung wirken.

Wissen ist in diesem Sinne auch Erinnerung an damals, als es gelernt wurde.

Jedes System mit Speicher (Irreversibilität) widerspricht dem Zusammenhang: Gleiche Ursache $\Rightarrow$ gleiche Wirkung.

Hiefür sind also nicht einmal die Quantenphysik und der Zufall der Thermodynamik notwendig.



Zur Kreativität (2e)

Lateinisch *creare* (er-) schaffen, *creatura* Schöpfung, Geschöpf.

Ein kreativer Mensch besitzt die Fähigkeit, Neues zuschaffen.

Doch die **Ursache** hierfür und für das Schaffen selbst ist weitgehend unbekannt.

Es entsteht quasi eine **Wirkung** ohne eigentliche Ursache.

Denn Neues ist praktisch nicht per Wollen möglich, meist entsteht es im Unterbewusstsein, Schlaf, Tagtraum oder Traum.

Dennoch lässt sich eine Kreativitätsrate ganz grob abschätzen:

Auf einer Druckseite gibt es etwa 2000 Buchstaben; bei 1,5 Bit/Buchstabe folgen 3 kBit/Seite

Die Kreativität wissenschaftlicher Arbeit hängt dabei auch vom „wissenschaftlichen Niveau“ ab

Für die heutige Darstellung des **Lebenswerks von EINSTEIN** können ≈ 1000 Druckseiten ausreichen. Daraus folgen grob

25 Seiten je Jahr ≈ 15 Tage/Seite ≈ 200 Bit/Tag $\approx 0,003$ Bit/s

Für eine naturwissenschaftliche **Doktorarbeit** (≈ 100 Seiten) werden ≥ 3 Jahre benötigt ≈ 10 Tage/Seite $\approx 0,002$ Bit/s

Bei **meinen Buchproduktionen** erreichte etwa 500 Seiten im Jahr, $\approx 0,8$ Tage/Seite $\approx 0,05$ Bit/s

Für eine **Hausarbeit** von etwa 20 Seiten benötigen Studenten meist einem Monat $\approx 0,8$ Tage/Seite

Tabelle Kreativität

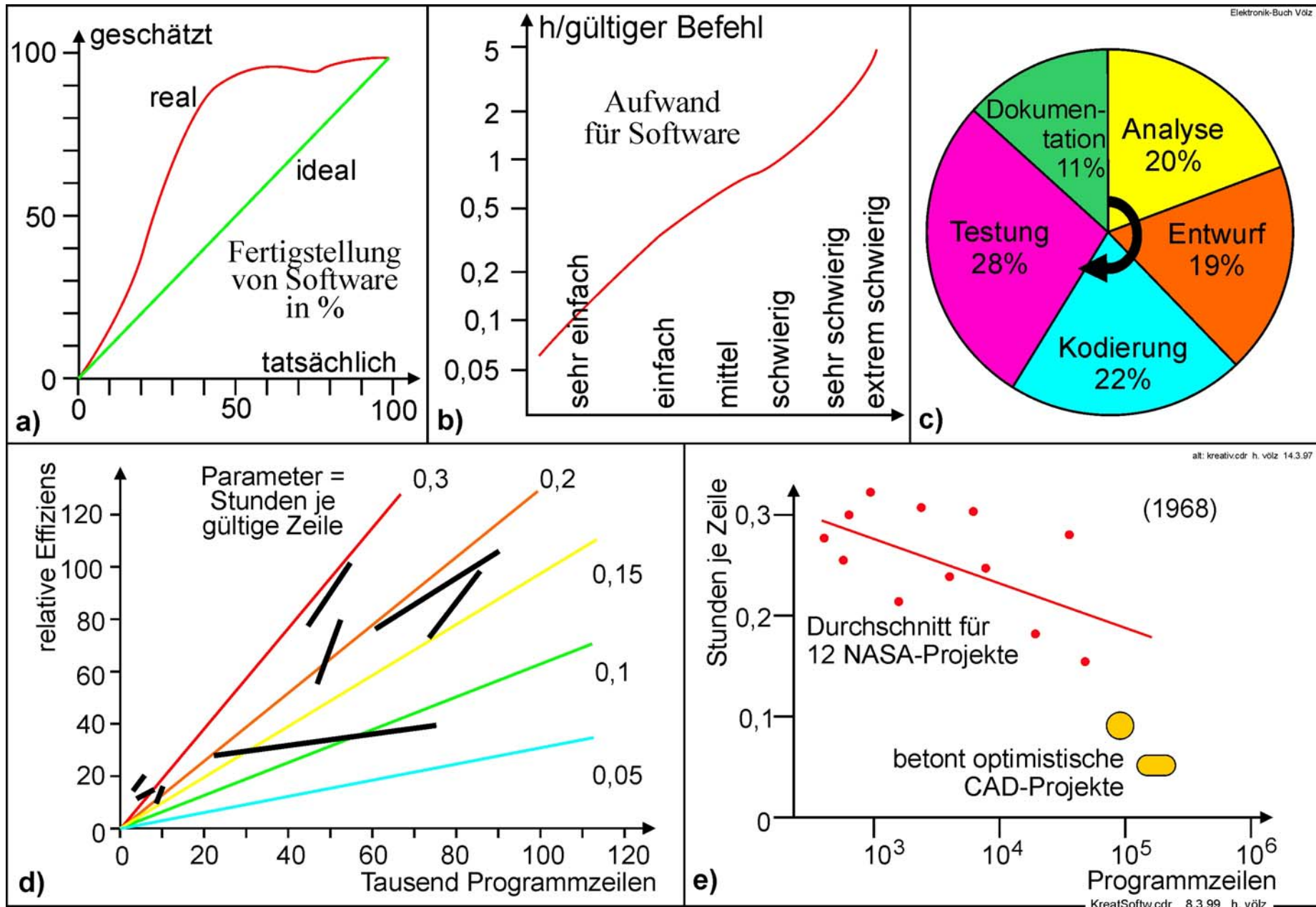
Umfangreiche Abschätzungen erfordern **3 Stufen** der Kreativität:

- **Subjektiv:** Ich habe für mich neues gefunden.
- **Objektiviert.** Meine Idee wird im Kollektiv, Team akzeptiert.
- **Absolut:** Es ist von Niemand auf der Welt jemals gefunden worden (Patent)

Ferner gibt es zwei Bezugspunkte:

- Hoch kreative Menschen
- Mittelwert für alles von der Menschheit Geschaffenes, gemittelt über alle Menschen, die gelebt haben.

	subjektiv	objektiviert	absolut
maximal, hochkreativ	$10^{-6} - 10^{-2}$ Bit/s 1 Bit/Stunde	$10^{-7} - 10^{-3}$ Bit/s 1 Bit/Tag	$10^{-8} - 10^{-7}$ Bit/s 1 Bit/Jahr
gemittelt	$10^{-4} - 10^{-3}$ Bit/s 1 Bit/Tag	$10^{-6} - 10^{-5}$ Bit/s 1 Bit/Woche	$10^{-9} - 10^{-8}$ Bit/s 1 Bit/Leben
Rechentechnik	20 gültige Programmzeilen/Tag $\approx 5 \cdot 10^{-3}$ Bit/s ≈ 20 Bit/h		
Menschheit	total 30 Bit/s $\approx 10^9$ Bit/Jahr		
Biologische Evolution	etwa $3 \cdot 10^{-9}$ Bit/s $\approx 0,1$ Bit/Jahr		



Gliederung

- I Einführung
- II Erklärung der Widersprüche
- III Vertiefung der Probleme
- IV Voraussetzungen für Wissenschaft**

Voraussetzungen für Wissenschaft

Für wissenschaftliches Arbeiten gibt es zwei *fundamentale Grundlagen, Voraussetzungen*:

1. Ständigkeit und 2. binäre Entscheidung.

Sie sind unbedingt notwendig um Sicherheit und Gewißheit zu erlangen.

Sie sind aber in vielen Fällen nicht erfüllt und führen dann zu Widersprüchen

Dennoch benötigen wir sie, um überhaupt *solide* Wissenschaft zu betreiben.

Es ist also wichtig die Grenzen und Gefahren dieser beiden Grundlagen zu kennen.

Ohne diese Grenzen wäre alles möglich, selbst Wunder!

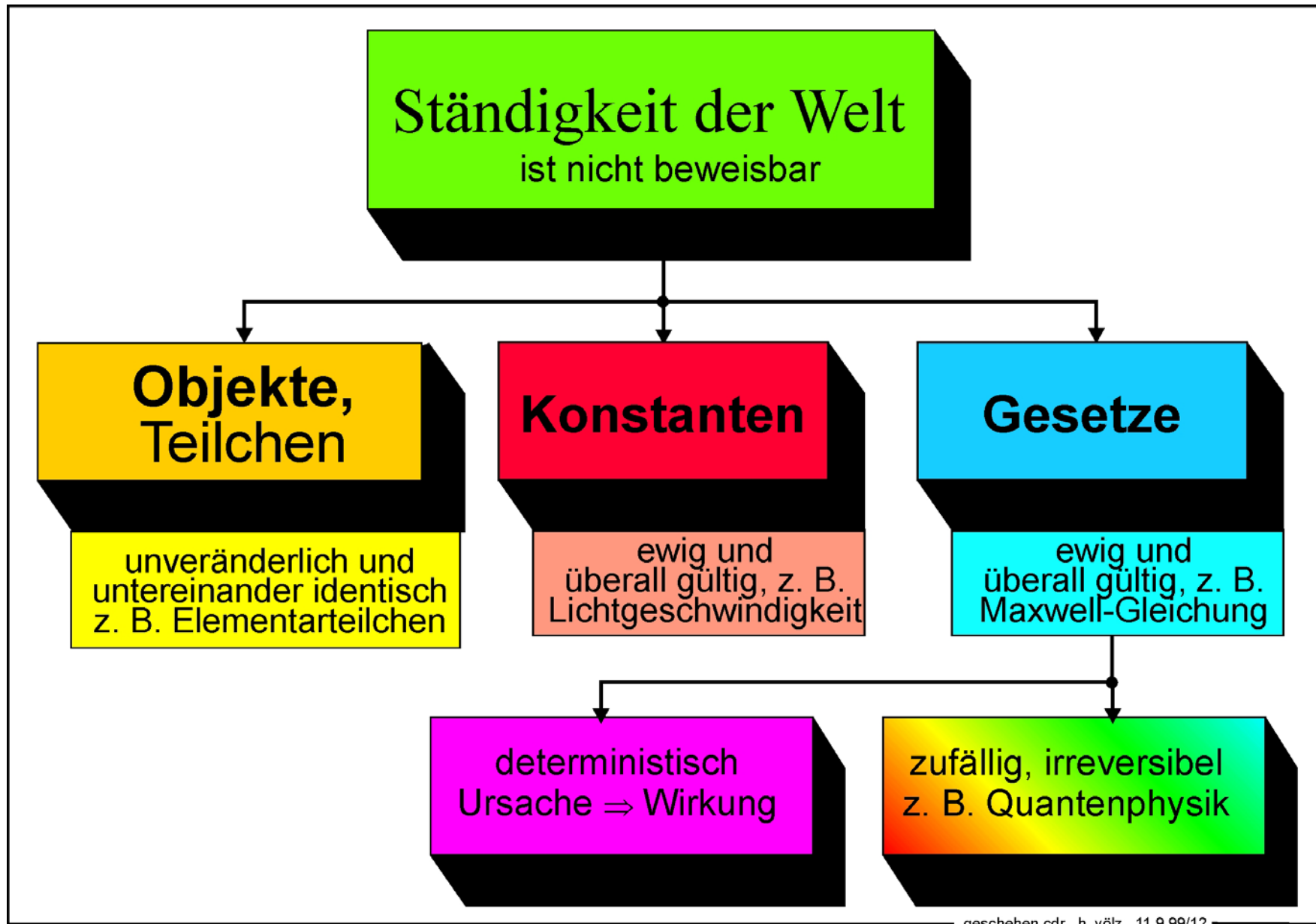
Auf drei besonders wichtige *Methoden* der Wissenschaft wird anschließend eingegangen:

3. Axiomatik, 4. Algorithmen und 5. mathematische Formeln.

1. Ständigkeit

sie bedeutet, dass etwas für längere Zeit, am besten für immer unabänderlich existiert und feststeht. Ferner wird meist festgelegt, dass sie überall in der Welt, also an jedem Ort gleichartig vorhanden ist. Sie bedarf keiner Begründung und daher auch keiner Ursache, sie steht einfach fest. Somit steht sie eindeutig im Widerspruch zum Ursache-Wirkungs-Zusammenhang. Es gibt folglich für sie keine Kausalität oder Gesetzmäßigkeit. Sie betrifft hauptsächlich:

- **Gesetze**, die ewig und überall gültigen sein sollen.
- unveränderliche **Konstanten**, wie Lichtgeschwindigkeit, BOLTZMAN-, PLANK-Konstante usw.
- **Teilchen**, wie Quarks, Elektronen, Protonen usw.



geschehen.cdr h. völz 11.9.99/12

2. Binäre Entscheidung

Offensichtlich gilt nicht: Die *Welt* ist reversibel *oder* irreversibel, *sondern sowohl als auch*.

Ähnliches gilt in der *Quantentheorie*: Nicht Welle *oder* Partikel, sondern sowohl als auch.

Ähnlich ist es auch mit der *Wahrheit* von Aussagen. Für sie gibt es *Widersprüche*:

Der eingerahmte Satz auf dieser Seite ist falsch!

Ein Kreter sagt: „Alle Kreter lügen“.

Solche Aussagen führen zu verschiedenen Antinomien bis zum GOEDEL-Theorem.

Ähnliches gilt auch für *Fragen*, die nicht mit Ja *oder* Nein zu beantworten sind:

Ein Richter ärgert sich über die langen und umständlichen Antworten des Angeklagten und sagt: „Fassen Sie sich bitte kurz, jede Frage kann mit Ja oder Nein beantwortet werden.“

„Herr Richter, darf ich eine Frage stellen?“

„Ja, natürlich!“

„Herr Richter, haben sie aufgehört, Ihre Frau zu schlagen?“

Wenn die binäre Entscheidung bzw. der *Satz vom ausgeschlossenen Dritten*
in Frage gestellt wird, fehlt eine wesentliche Grundvoraussetzung der Wissenschaft

3. Axiomatik

Die Welt ist äußerst komplex und vielfältig.

Jedes einzelne Geschehen zu beschreiben ist daher (für uns) viel zu umfangreich.

So erfanden bereits die alten Griechen eine wichtige Methode zur Verdichtung, Komprimierung.

Statische Fakten werden mittels **dynamischer Regeln** kombiniert.

Durch ihre Kombination lassen sich viele Aussagen herleiten.

Wenn davon viele oder gar alle mit der Wirklichkeit übereinstimmen,
müssen auch die Fakten und Regeln so etwas wie **Wahrheit** enthalten.

Im Prinzip ist es dabei unwichtig, ob sie auch selbst **in der Welt wirklich vorhanden** sind.

Das wird meist jedoch ohne Beweis oder Experiment einfach angenommen.

Immer stellen die Fakten und Regeln jedoch komprimiertes Wissen dar.

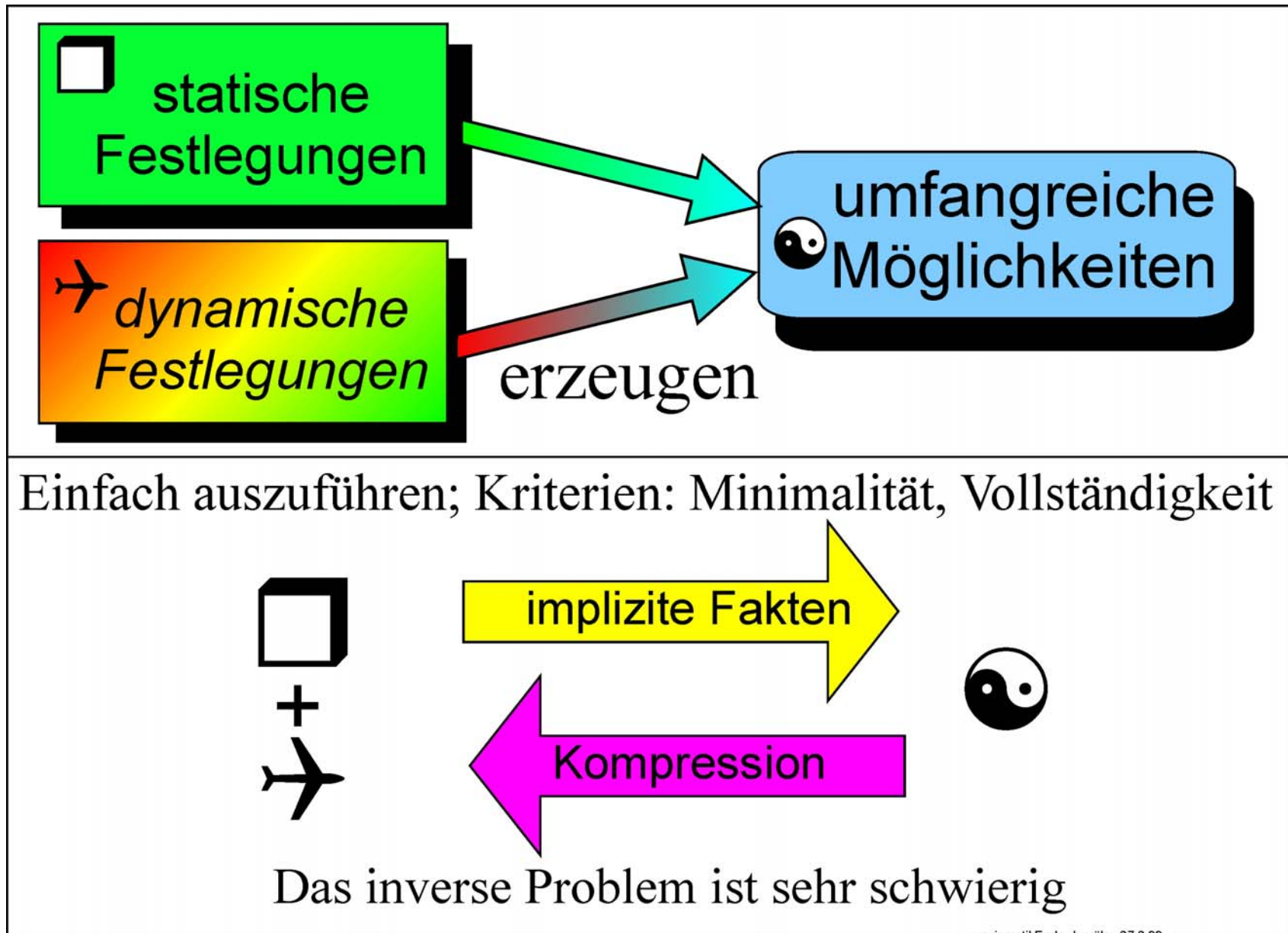
Die vielen Möglichkeiten sind dabei meist unmittelbar für uns **nicht sichtbar**.

Sie müssen erst individuell abgeleitet werden.

Die Methode der Axiomatik ist sehr effektiv, wenn die Fakten und Regeln vorliegen.

Leider ist es aber meist sehr schwierig sie zu finden. Das verlangt meist hohe Kreativität.

Doch die Geschichte zeigt, dass ständig bessere und leistungsfähigere Axiomatiken gefunden werden.



4. Algorithmus

Das Wort geht auf MUHAMMAD IBN MUSA AL-CHWARIZMI (≈ 783 bis ≈ 850) zurück.

Es ist abgewandelt abgeleitet, sowohl von seinem Namen als auch von seinem Buches zum Rechnen:
das mit dem lateinischen „Dixit Algoritmi...“ (Algorithmus sprach...), beginnt, womit er sich selbst meinte.

Heute sind Algorithmen vor allem **Regeln** für Rechnerprogramme, die auf **Daten** angewendet werden.

Ein Algorithmus entspricht daher einer „mechanisierten“, auf Computer übertragenen **Axiomatik**.

Auf diese Weise berücksichtigen sie Zusammenhänge für eine Vielzahl von Daten.

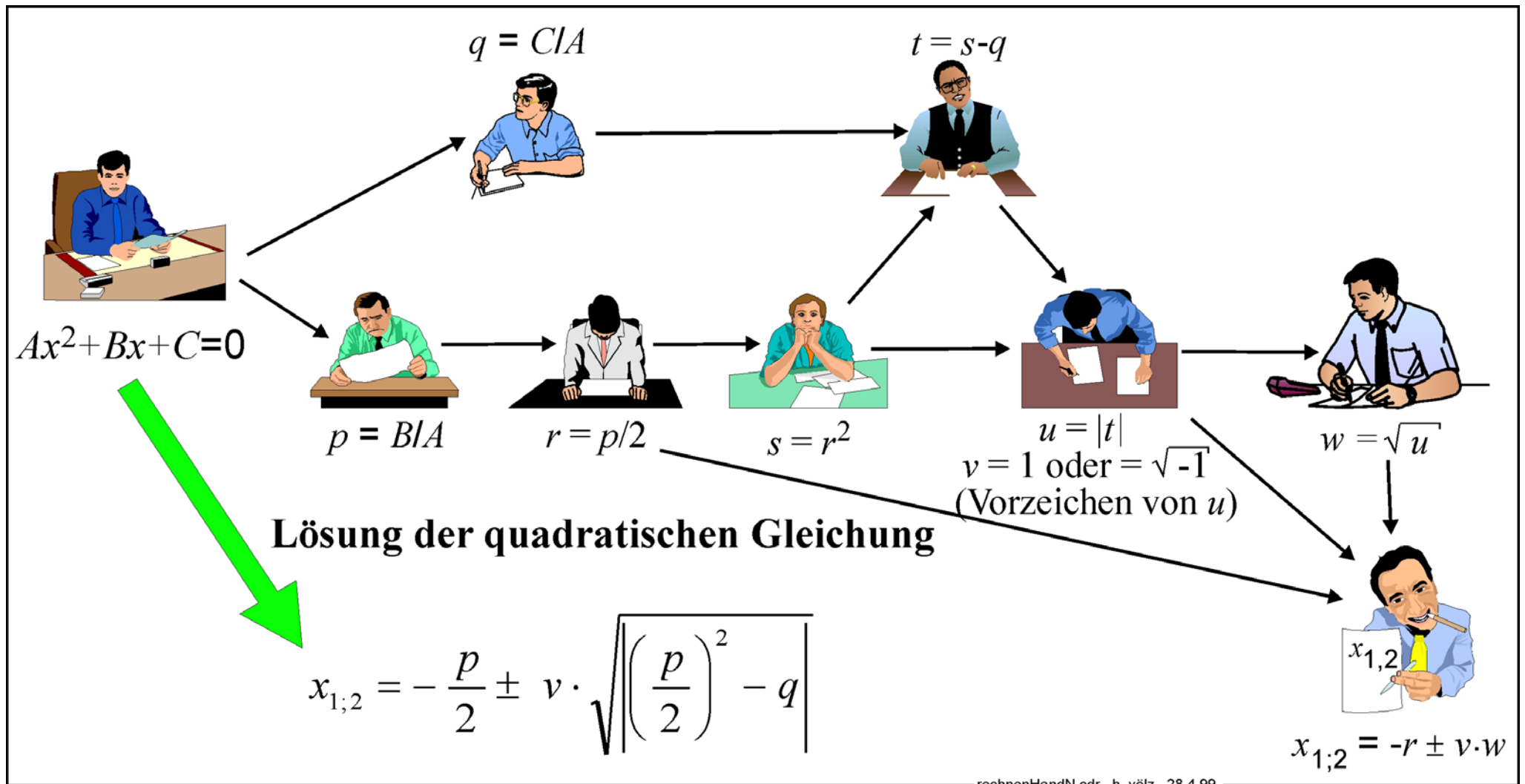
Umgekehrt können so auch sonst nicht erkennbare statistische Zusammenhänge ermittelt werden.

In diesem Sinne werden durch sie wissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen und zusammengefasst

Seit reichlichen zehn Jahren werden mit ihnen sogar Beweise geführt.

Die Ablaufpläne der Algorithmen benutzen alle o. g. **Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge**.

Neben dem rein sequentiellen Ablauf gibt es auch Vor- und Rücksprünge und sogar parallele Programme.



5. Mathematische Formeln

Sie ermöglichen besonders leistungsfähige Verdichtungen für umfangreiches Geschehen sowie Fakten.

So werden die unendlichen vielen Punkte einer Gerade durch die Geradengleichung und zwei Punkte vollständig erfasst.

Für alle Punkte aller Kreise genügt die Kreisgleichung, mit drei Punkten werden alle Punkte eines Kreises erfasst.

Die meisten Gleichungen sind aber deutlich komplizierter.

Hier ist den **meisten Menschen nicht mehr möglich**, die große Vielfalt der dazu passenden Zusammenhänge zu erkennen.

Deshalb sind umfangreiche **Interpretationen notwendig**, die dann aber nur für Spezialfälle gültig sind.

Für gleiches Geschehen lassen sich oft unterschiedliche Formeln finden.

Die Entscheidung zwischen ihnen wird nach **Einfachheit, Eleganz und Schönheit** getroffen.

Es ist nicht gesichert, dass die **Parameter** in den Formeln in der **Natur ein Äquivalent** besitzen.

Extrem ausgedrückt ein „Teilchen“ in einer Formel muss nicht existieren (häufig für String angenommen)

Die mögliche **Komplexität** von Gleichungen kann sehr hoch sein.

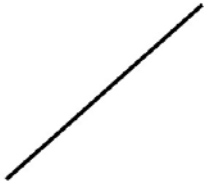
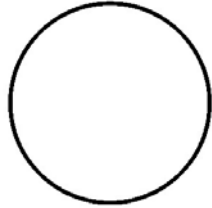
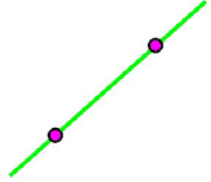
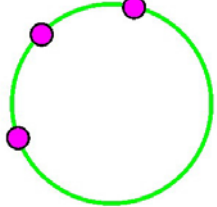
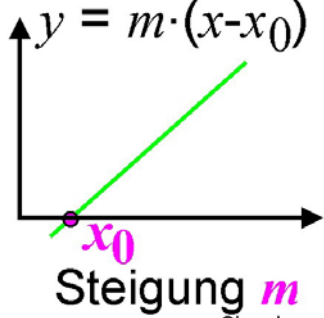
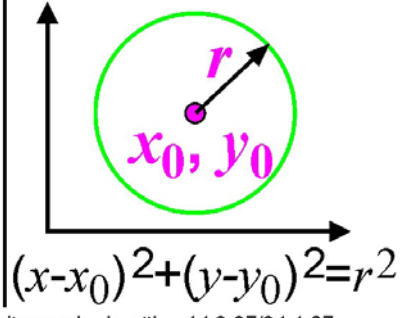
Dadurch lassen sich auch viele und hoch komplexe Zusammenhänge erfassen.

Hierauf beruht die Hoffnung vieler Physiker eine **Weltformel** für alles zu finden.

Die meisten Gleichungen berücksichtigen deterministische Zusammenhänge gemäß **Ursache $\Rightarrow$ Wirkung**.

Für zufällige Ereignisse stehen statischen Formeln zur Verfügung, aber auch

Sie ermöglichen den Übergang vom Zufall zum Determinismus $\Rightarrow$ **vom Mikro- zum Makrokosmos**.

kontinuierlich und diskret		
Beispiele	Gerade	Kreis
Unendlich viele Werte sind notwendig		
Es genügen wenige Werte, die aber nicht unmittelbar das Objekt bestimmen	 zwei Punkte genügen	 drei Punkte genügen
Zusätzlich ist eine kontinuierliche Funktion erforderlich	 Steigung m	 $(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 = r^2$

Signalverarbeitung.cdr h. vözl 14.3.97/24.1.07

MAXWELL-Gleichungen		
Formeln	Es bedeuten	
$\nabla E = 4 \cdot \pi \cdot \rho$ $\nabla B = 0$ $\nabla \times E + \frac{1}{c} \frac{\partial B}{\partial t} = 0$ $\nabla \times B - \frac{1}{c} \frac{\partial E}{\partial t} = \frac{4 \cdot \pi}{c} \cdot j$	$\nabla V = \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{\partial V_z}{\partial z}$ ∇ spricht Nabla $\times$ = Vektorprodukt	E = elektrische Feldstärke B = magnetische Induktion c = Lichtgeschwindigkeit ρ = Ladungsdichte j = Stromdichte

Die MAXWELL-Gleichungen gelten universell. Enthalten sie auch das OHM- und COULOMB-Gesetz?

COULOMB-Gesetz	Gesetz nach OHM
$F = \frac{k \cdot Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$ F = Kraft, r = Abstand, k = Konstante Q_1, Q_2 = die beiden Ladungen	$U = I \cdot R$ U = Spannung I = Strom R = Widerstand

Zur Mathematik

Mathematik untersucht **nicht Objekte, sondern Beziehungen** zwischen ihnen.

Aus eingeführten **Axiomen** werden weitere **Aussagen, Regeln und Gesetze** der Theorie abgeleitet (s. Komprimierung!).

Oft wird angenommen, dass die mathematischen **Strukturen nicht erfunden**, sondern entdeckt werden.

Gegensatz: Ein Muster mag **sich selbst enthalten**, aber ein Ding kann nicht in sich selbst existieren.

ALBERT EINSTEIN: „Die Mathematik genießt vor allen anderen Wissenschaften ein besonderes Ansehen, ihre Sätze sind absolut sicher und unbestreitbar, während die anderen Wissenschaften bis zu einem gewissen Grad umstritten und stets in Gefahr sind, durch neu entdeckte Tatsachen umgestoßen zu werden.“

TOBIAS DANZIG: „Man könnte den Mathematiker mit einem Modeschöpfer vergleichen, der überhaupt nicht an Geschöpfe denkt, dem seine Kleider passen sollen. Sicher, seine Kunst begann mit der Notwendigkeit, solche Geschöpfe zu bekleiden, aber das ist lange her; bis heute kommt gelegentlich eine Figur vor, die zum Kleidungsstück passt, als ob es für sie gemacht sei. Dann sind Überraschung und Freude endlos!“¹⁾

Beispiel: Die Bezeichnung „Matrix“ wurde 1850 von JAMES JOSEPH SYLVESTER eingeführt. 1925 benutzt sie WERNER HEISENBERG für die Matrizenmechanik (obwohl er sie nicht kannte).

¹⁾ Barrow, J. D.: Ein Himmel voller Zahlen. Spektrum-Verlag. Heidelberg - Berlin - Oxford, 1994, S. 418