

# KOMMUNIKATIONS- UND WISSENSTECHNOLOGIEN UND IHRE FOLGEN FÜR DIE WISSENSCHAFT

Marcus Kracht

[wwwhomes.uni-bielefeld.de/mkracht](http://wwwhomes.uni-bielefeld.de/mkracht)

[www.domokos-kracht.eu/marcus/wissen.pdf](http://www.domokos-kracht.eu/marcus/wissen.pdf)

## Wissen

**Wissen** ist die Einstellung, einen wahren Sachverhalt auch für wahr zu halten. (Williamson)

Heuristik: **Wissen** ist wahrer, begründeter Glaube. (Ich verwende Wissen und Information synonym.)

**Ich weiß, dass P** heißt:

- ☞  $P$  ist wahr;
- ☞ ich glaube  $P$ ;
- ☞ ich habe gute Gründe,  $P$  zu glauben.

## Inhalte

Wissen zB über ...

- ☞ den eigenen Körper, den Raum, die Zeit und unsere Existenz;
- ☞ die Natur;
- ☞ andere Menschen;
- ☞ Sprache(n);
- ☞ Kultur und Geschichte;
- ☞ allgemeine Sachverhalte (Wissenschaft);
- ☞ Verwaltung und Organisation.

## Woher kommt Wissen?

Vier Quellen:

- ① Erfahrung
- ② Kommunikation (→ Kultur)
- ③ Experiment (→ Wissenschaft)
- ④ Nachdenken

Mittelfristig bedroht von der gegenwärtigen Kultur sind: ① und ④.

### ③: Die wissenschaftliche Methode

Zum Erwerb neuen empirischen Wissens mittels *Experimenten*.

- ① Dokumentation (Aufbau, Durchführung und Ergebnisse);
- ② nachvollziehbarer Aufbau;
- ③ wiederholbar.

#### ④: Die deduktive Methode

Mathematik und Logik als Wissenschaften des reinen Denkens. Neues Wissen wird durch Deduktion geschaffen.

# Kulturgeschichte der Kommunikations- und Wissenstechnologien

## Antike

- ☞ *Institutionen*: Privatlehrer, Universitäten, Bibliotheken.
- ☞ *Speichermedien*: Kopf, Pergament, Stein- oder Tontafeln.
- ☞ *Speichertechnik*: Auswendig lernen, Schreiben/Kopieren.
- ☞ *Kommunikationswege*: Gespräch, Versenden von Manuskripten, Reisen.

## 19. Jahrhundert

- ☞ *Institutionen*: Schulen, Universitäten, Bibliotheken.
- ☞ *Speichermedien*: Kopf, Papier.
- ☞ *Speichertechnik*: Auswendig lernen, Schreiben, Drucken.
- ☞ *Kommunikationswege*: Gespräch, Reisen, Senden: Briefe, Manuskripte, Bücher.

## ab 1950

- ☞ *Institutionen*: Schulen, Hochschulen, Forschungsinstitute, Bibliotheken, Archive (elektronisch und andere).
- ☞ *Speichermedien*: Magnetische Medien, Papier, Kopf.
- ☞ *Speichertechnik*: Drucken (Fotosatz), elektronisches Kopieren, (auswendig Lernen).
- ☞ *Kommunikationswege*: Telefon, Fernseher, Radio, Bücher, Internet.

Unverkennbar der Trend zu elektronischen Medien.

## Entwicklung des individuellen Wissensmanagements

- ① Bis ca 1960: Wissen, *was ist und wie es ist*.
- ② Bis ca 2000: Wissen, *wo es steht*.
- ③ Ab 2000: Wissen, *wie man es sucht*.

## Technologien

Wissenstechnologien sind zugleich die Antwort auf die Probleme der Wissensentwicklung wie auch ihr Motor.

Sie erzeugen damit neue Probleme. Können sie durch neue Technologien gelöst werden?

# 1. Problemfeld: Rechtfertigung

## Der Computer als Rechenknecht

Möglichkeiten, geschaffen durch den Einsatz von Computern:

- ☞ Statistische Auswertung
- ☞ Numerische Simulation von hochkomplexen Systemen (Klima, Sterne, Volkswirtschaften)
- ☞ “Experimentelle Mathematik”
- ☞ Computerbeweise

## Zwei Beispiele

Vierfarbensatz (1976): Beweis mit Computer durch Kenneth Appel und Wolfgang Haken. (Bis heute: zu viele generische Fälle müssen durchgeprüft werden.)

Kontrapunkt: Klassifikation endlicher einfacher Gruppen (1983). Ursprünglich mehrere Zehntausend Seiten. Geplant auf 10 Bände, hat der gegenwärtige Beweis 5000 Seiten.

## Folgen

- ① Die Ergebnisse sind nicht mehr unbedingt nachvollziehbar.
- ② Anstelle der Ergebnisverifikation tritt die Methodenverifikation (= Softwareverifikation).
- ③ Auch die Wirkungsweise der Programme entzieht sich mehr und mehr der Prüfung.

Ist das, was wir so bekommen, Wissen im Sinne von begründetem wahren Glauben?

## 2. Problemfeld: Bewahrung

## Kollektives Wissensmanagement

- ① Verstärkter Aufbau von Archiven, erst in Papierform, jetzt elektronisch.
- ② Vernetzung aller mit allen.
- ③ Verfügbarkeit von Wissen zu jedem Moment und in jeder Menge.
- ④ Fertigkeiten werden routinisiert und in Computerprogrammen festgeschrieben.
- ⑤ Komplexe Abläufe werden zunehmend standardisiert und verabsolutiert.

## Wissensspeicherung

Das verfügbare Wissen übersteigt um einige Zehnerpotenzen die Fähigkeit des Einzelnen, es

- ① zu erwerben,
- ② zu behalten,
- ③ und zu verstehen.

Das gilt *auch* und besonders für das gesellschaftlich relevante Wissen (Wissenschaften, Gesetzestexte, Verwaltungsdokumente usf.)

### 3. Problemfeld: Ephemeralität (Flüchtigkeit)

## Spuren

Wissen ist material verankert: es existiert als der Materie eingeprägte Form (→ Etymologie von “Information”):

- ☞ als eingeprägte Symbole (Steinstelen);
- ☞ als aufgebraute farbige Markierungen (zB auf Papier);
- ☞ als Konfigurationen magnetischer Partikel (Tonbänder);
- ☞ als Verschaltung von Neuronen.

Ich nenne das *Spuren* (in Anlehnung an C.F. von Weizsäcker).

## Wissen unterliegt den elementaren physikalischen Gesetzen

Das wichtigste: die Thermodynamik!

Wissen erodiert, und zwar weil

- ☞ Menschen sterben und mit ihnen ihr Wissen;
- ☞ die Zeichen nicht immer dekodiert werden können; und
- ☞ die Spuren verletzlich sind: ihnen setzt die Umwelt zu, sie zerfallen.

## Archive

Speicherungsformen und ihre Haltbarkeit:

- ☞ Steinstelen (> 1000 Jahre);
- ☞ Pergament (1000 Jahre);
- ☞ Papier (150 Jahre);
- ☞ **Mensch** (60 Jahre);
- ☞ Magnetbänder (30 Jahre);
- ☞ CDs (12 - 15 Jahre);
- ☞ Festplatten (5 Jahre).

Wir nähern uns dem “*Erinnerungshorizont*”.

## Das Wissen wird “umgewälzt”

Die Erosion der Spuren bedeutet, dass das Wissen auf immer neue Träger gesetzt werden muss.

- ☞ Pergamente wurden im Mittelalter mit der Hand kopiert;
- ☞ Bücher werden neu gedruckt bzw photokopiert;
- ☞ Festplatten werden ausgetauscht (bei Google Tausende jeden Tag!).

## 4. Problemfeld: Energieverbrauch

## Energie

Cloud Computing: 623 TWh (Greenpeace 2012)

Mit Herstellung: 1500 - 2700 TWh (Raghawan & Ma, 2011)

(Elektrizitätsverbrauch Deutschland: 547 TWh, Welt ca 20 000 TWh)

Gehirn: 15 - 20 Watt Leistungsaufnahme (= 20 % des Grundumsatzes).

Gesellschaft (Ausgaben vom BSP in D):

*Bildung*: 5,8 %

*Forschung*: 3 % (Eurostat)

*Verwaltung*: ??

## Energie im Überfluss

Energie im Überfluss ist der Schlüssel. Sie erlaubt:

- ① Menschen in großer Zahl zur Schaffung von Wissen freizustellen (“Big Science”);
- ② in großer Zahl Bildungsinstitutionen zu finanzieren (“Big Education”); und
- ③ die Massenspeicherung zu organisieren (“Big Data”).

## Wissen als Massenware

Wissen ist auch zur Massenware geworden.

- ☞ Datenflut (Messstationen, Satelliten, computerinduzierte Daten);
- ☞ Vervielfältigungstechniken (Buchdruck, Kopiergeräte, elektronische Kopien);
- ☞ Gesetzes- und Verwaltungsflut;
- ☞ Ausdifferenzierung der Gesellschaft;
- ☞ Speicherung sämtlicher Kulturgüter.

Wenn die Energie knapp wird ...

ist die Wissensgesellschaft bedroht, denn ...

## 1. die Umwälzgeschwindigkeit sinkt

- ① Daten gehen schneller verloren, als sie kopiert werden; einerseits wegen der Kurzlebigkeit und der schieren Masse, möglicherweise auch, weil der Computer den Rückzug antreten wird.
- ② Menschen verlieren ihr Wissen schneller, als sie es weitergeben können.

## 2. Bildung und Wissenschaft schrumpfen

- ☞ Der Druck auf die Universitäten setzt schon ein: die Akademisierung wird infrage gestellt.
- ☞ Schulen, Forschungseinrichtungen, Bibliotheken und Universitäten kosten immer mehr Geld, das zunehmend knapp wird.
- ☞ Lehrstühle werden geschlossen, Wissen wird zT für immer verloren gehen.

### 3. die Verwaltung wird handlungsunfähig

Auf allen Ebenen ist die Verwaltung nur auf Grundlage von verlässlichem Wissen möglich. Gefahr droht hier aus mehreren Richtungen:

- ☞ Probleme, diese Daten zu erheben;
- ☞ Probleme, die Daten zu sichern;
- ☞ zunehmende Feinsteuerung, ermöglicht durch Computerisierung, die ihrerseits mehr Datenerfassung bedingt;
- ☞ zunehmende Geschwindigkeit bei den Änderungen im Regelwerk;
- ☞ mit dem Weggang der Funktionsinhaber wird wertvolles Organisationswissen verloren gehen.

## Ausblick

- ① viel Wissen wird über kurz oder lang verloren gehen;
- ② der Verlust erscheint ex ante tragisch, aber man wird vieles danach nicht wirklich vermissen;
- ③ die Wertschätzung der Wissenszweige wird sich verschieben.

Die Dringlichkeit der Lage wird unterschätzt. Die Gesellschaft traut sich die Wissenssammelei ohne Weiteres zu.

### **These**

Die Wissensgesellschaft ist bedroht. Die wirkliche Gefahr dabei ist, dasjenige Wissen zu vernachlässigen, das uns später helfen wird.

Danke für die Aufmerksamkeit!

## Menge

- ☞ Das Gehirn hat nach von Neumann  $2.8 \cdot 10^{20}$  bit, nach anderen Schätzungen zwischen 3 und 1000 Terrabyte (=  $10^{15}$  byte).
- ☞ Das Internet wird 2013 auf 3700 Exabyte geschätzt ( $3,7 \cdot 10^{21}$  byte). Das ist pro Kopf 500 Gigabyte. (Die *Gesamtmenge* an digitaler Information ist (geschätzt) das 50 - 100 fache davon.)
- ☞ Der Informationsinhalt des gesamten Universums beträgt ungefähr  $10^{120}$  bits, das ist das  $10^{80}$ -fache.

Das Internet speichert allerdings nicht alles, was wir im Gehirn verankert haben.

## Jährliches Wachstum

(Hilbert & Lopez 2007)

- ☞ Rechenkapazität 58 % pro Jahr. ( $6,4 \times 10^{18}$  Operationen pro Sekunde). Achtung: die Prozessorgeschwindigkeit wächst seit ungefähr 8 Jahren nicht mehr (Martin Grötschel, pc).
- ☞ bidirektionale Kommunikationskapazität 28%.
- ☞ gespeicherte Informationsmenge 23 %.

Verdopplungszeiten: Faustregel 70/Prozentzahl. Also 1 - 3 Jahre!

Datenaufkommen der NSA: 1,8 Exabyte. GCHQ: siebt 20 Petabyte Daten pro Tag, also 7,3 Exabyte im Jahr.

Nichtdigitale Daten: 1 Promill.