

FHNW Brugg-Windisch  
Herbst 2018

# Informatik – – die Entwicklung einer jungen Wissenschaft seit ihrer "Geburt"

## 1. Teil: Technische Entwicklungen

Carl August Zehnder  
em. Professor für Informatik ETH Zürich

© C.A. Zehnder, ETH Zürich 2018

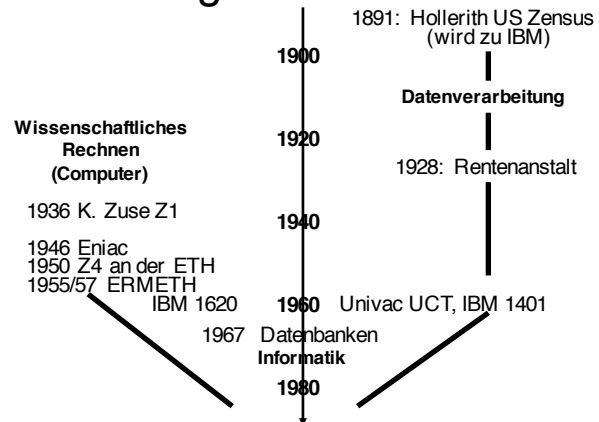
1

## Inhalt 1. Teil

- Zeittafeln 1, 2, 3
- Geräte
- Computer (Geräte + Programme)
- Daten
- Datenbanken
- Datennetze
- 
- Beispiel: Wikipedia

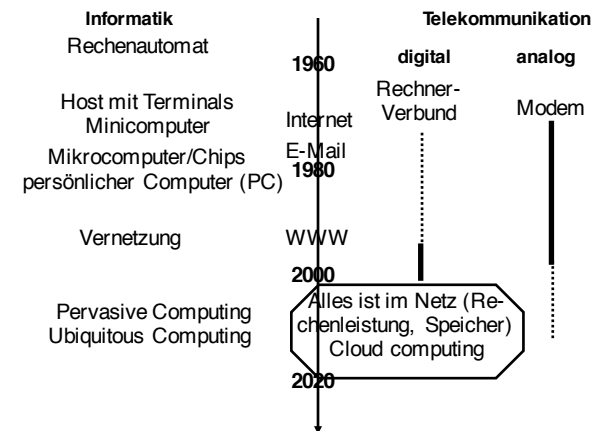
2

### Zeittafel 1: Zwei getrennte Welten



3

### Zeittafel 2: Informatik + Telekom = ICT



4

#### Zeittafel 3:

### Begriff "Informatik" / "IT"

- USA kennt zwei Begriffe: Computer Science und Data Processing
- Frankreich (de Gaulle) will 1962 auch französische Begriffe: "informatique" (für Theorie + Nutzung), "matériel" und "logiciel"
- Auf dem europäischen Kontinent setzt sich "Informatik" durch (informatica usw.)
- England nähert sich Europa, liebt aber "Informatics" nicht: → Information Technology = IT
- Kontinent übernimmt die neue Abkürzung: IT

5

#### Geräte 1:

### Frühe Datenverarbeitung

- Lochkartengeräte:  
Locher/Prüfer, Sortierer, Mischer, Rechenlocher, Tabulator
- Datenverarbeitungsaufgaben:  
Lochkarten sortieren, mischen  
einzelne Rechenoperationen (+ - \* /)  
Auflisten/Drucken
- damalige Programmiertechnik:  
verdrahtet und/oder gesteckt

6

#### Geräte 2:

### Rechner, Speicher + von-Neumann-Prinzip

- Die Informatik basiert auf Elektrotechnik und Mathematik:  
Prozessoren, Speicher und Programme.
- Das von-Neumann-Prinzip nutzt den gleichen Speicher für Programme und Daten (1945).
- Damit werden programmierte Programmveränderungen möglich, damit auch Compiler, aber auch – bössartig – Viren.

7

#### Geräte 3:

### ERMETH

(Elektronische Rechenmaschine der ETH, 1952-1956-1963)



#### Geräte 4:

### Rechner + Speicher an der ETH

Jahr:    Prozessor:    Arbeits-    Sekundär-  
                                  speicher:    speicher:

• Z4	1944/50	el.magn.	mechanisch	–	
• ERMETH	1955/57	elo.Röhren	Magnettrom.	Lochk.	x 100
• CDC-1604A	1964	Transistor	M-Kernsp.	M-Bänder	x 400
• CDC-6000	1970	Transistor	M-Kernsp.	M-Platten	
• Computer	ab 1975	Transistor	Transistor	M-Platten	

Leistungserhöhung: ↑

9

#### Geräte 5:

### Moore'sches Gesetz

Moore'sches Gesetz der Mikroelektronik:

**Alle 18 Monate Verdoppelung der Anzahl Transistoren/Chipfläche.**

Das bewirkt indirekt → Leistung x 2

Die Leistungssteigerung basiert somit nicht auf einer Geschwindigkeitssteigerung der Elektronik, sondern auf mehr Speicherplatz und auf Parallelisierung.

Das sog. Moore'sche Gesetz ist rein empirisch begründet, funktioniert aber seit ca. 1960; ein Ende dieser Entwicklung wird erst diskutiert.

10

#### Computer 1:

### Frühe Rechenautomaten (1945 – 1965)

- Die ersten Rechenautomaten (Bsp. Z4, ENIAC, ERMETH) dienten ausschliesslich dem Rechnen, sie arbeiteten nur mit Ziffern und Zahlen (Fest- und Gleitkommazahlen), nicht mit Buchstaben. Rechenautomat = Computer.
- Revolution der angewandten Mathematik von analog zu digital:
  - Rechenschieber → Rechner
  - analytische Lösg. → numerische Lösung

11

#### Computer 2:

### Altbekannte Probleme werden erstmals lösbar

Beispiel lineare Algebra:

- Auflösung linearer Gleichungssysteme: Gauss'sche Elimination (um 1800)
- Auflösung linearer Ungleichungssysteme: Simplex-Algorithmus von Dantzig (1950)

Heute stehen ganze Programm-bibliotheken zur Verfügung: Mathematica, Maple usw.

12

### Computer 3:

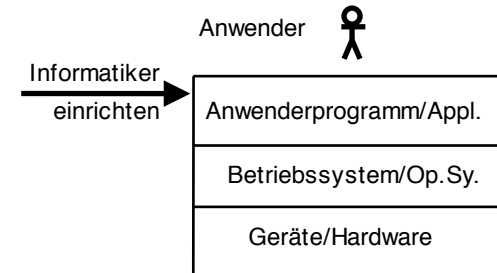
## Entwicklung der Programmiersprachen

- 1. Generation: Maschinensprachen
- 2. Generation: Assemblersprachen
- 3. Generation: höhere (d.h. computer-unabhängige) Programmiersprachen.  
Bsp. Fortran, Cobol, Algol, ....  
Pascal – Modula-2 – Oberon (Wirth)
- (4. Gen.: Mengenmanipulation: SQL, ...)
- ((5. Gen.: Wissensbasierte Systeme))

13

### Computer 4:

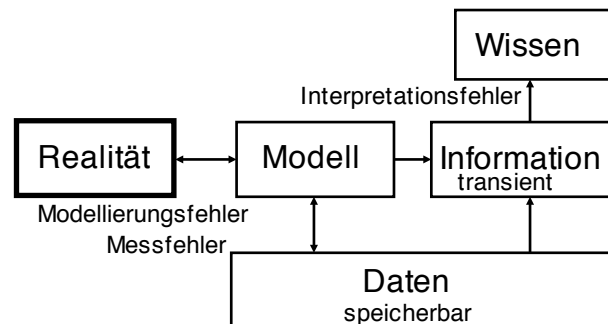
## Vom Programmieren zum Einrichten



14

### Daten 1:

## Daten – Information – Wissen



(Anmerkung: Diese Verwendung von "Information" entspricht Shannons Definition. Der Begriff "Information" wird aber umgangssprachlich oft auch anders gebraucht.) 15

### Daten 2:

## Richtige Daten

Daten sind *richtig*, wenn sie *ihrem Zweck* entsprechend angemessen


- genau,
- vollständig und
- nachgeführt sind.

Eine umfassende digitale Welt Darstellung ist unmöglich. (Digitalisierungsfehler.)

16

Daten 3:

## Beispiel "Personendaten"

	Merkmal:	Merkmalswert:
	• Name	• Alex
	• Jahrgang	• 2004
	• Geschlecht	• männlich
	• Zivilstand	• ledig
	• Vermögen	• Fr. 493.85
	• Rasse	• kaukasisch

Probleme: Kategorienbildung, Digitalisierung  
Rassismus – Privatsphäre

17

Daten 4:

## Bibliotheken: klassische Datenspeicher

- Ambros Speiser (1962):  
Eine grosse Bibliothek speichert  $10^{14}$  bit.

1 bit Informationseinheit, Binärstelle, ja/nein  
1 Byte Schriftzeichen, meist 8 bit

1 Buch Roman: ca. 1 Mio Zeichen = 1 MByte  
Telefonbuch ca. 10 MByte

grosse Bibliothek: 10'000'000 Bücher, ca. 10 TByte

18

Daten 5:

## Entwicklung der Datenmengen

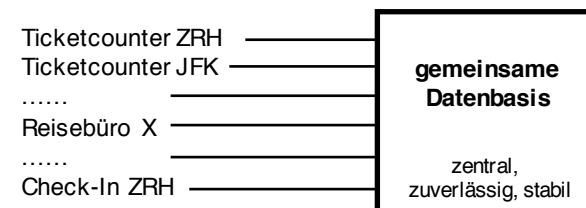
Beispiele:

- Textproduktion:  
"Die Hälfte aller Autoren lebt noch!"  
(und zwar seit Erfindung der Schrift! H.P.Frei 1980)
- Messdatenproduktion (2003):  
Wettersatelliten liefern pro Tag 36 GByte  
Daten, pro Jahr über 10 TByte
- Eine Grossbank *sichert* pro Tag viele TByte

19

Datenbanken 1:

## Frühe Datenbanken: Flugreservationssysteme



Lösung *vor* Informatik: "Turnhalle" mit Feldstecher

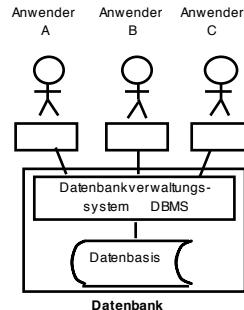
Lösung *mit* Informatik: Datenbank  
1967: American Airlines → IMS, 1969 Swissair

20

#### Datenbanken 2:

### 1967: Erste Datenbanken entstehen

- Grosse Datensammlungen lassen sich in Computern speichern, durchsuchen und ändern.
- Erstmals können mehrere Anwender über Terminals gleichzeitig und geschützt auf die gleichen Daten (Datenbasis) zugreifen.



21

#### Datenbanken 3:

### Codd's Revolution (1969/70)

- Mathematische Strukturen (Mengen, Mengenalgebra) in der "Datenverarbeitung":  
→ "Tabellen"
- Mathematisch beschreibbare Redundanzminimierung ("Normalisierung")
- Konzentration auf "minimale, aber saubere Datenbestände" (Datenbasis)
- Inkaufnahme von ineffizienten Zugriffsstrukturen (und dies in einer Zeit teurer Speicher und langsamer Rechner).

→>>> Erstmals Daten akademisch "anerkannt"!

22

#### Datenbanken 4:

### Ungelöst: Langzeit-Archiv

Das grösste ungelöste Problem der Informatik ist das *Archivproblem*, die sichere Langzeitspeicherung.

Vorläufig zwei *Notlösungen*:

- Alle gespeicherten Daten bei jedem Systemwechsel **digital** auf neues System kopieren.
- Daten auf Papier oder Mikrofilm **analog** archivieren.

23

#### Datennetze 1:

### analog und digital

Nachrichten über elektrische Leitungen:

- ein/aus-Schalter: Telegraf (Morsealphabet)
- **analog** (seit der Erfindung des Telefons):  
Ton-Schwingungen vom Mikrofon direkt zur Lautsprechermembran.
- **digital** (mit Computertechnik, Modem):  
analog – digital (für die Übertragung) – analog  
(Modulation) (Demodulation)

24

#### Datennetze 2:

## Alles lässt sich digital darstellen

Unterschiedlichste Signale, also

- Stimme, Musik (Mikrofon)
- Texte (Telegraf, Fernschreiber)
- Bilder, Video (Kamera)
- Daten (Messgeräte, Sensoren)

werden in gleichartige Signalförm (Bit-Folgen) umgesetzt und gleichartig übertragen.

25

#### Datennetze 3:

## Hauptvorteile der Digitaltechnik

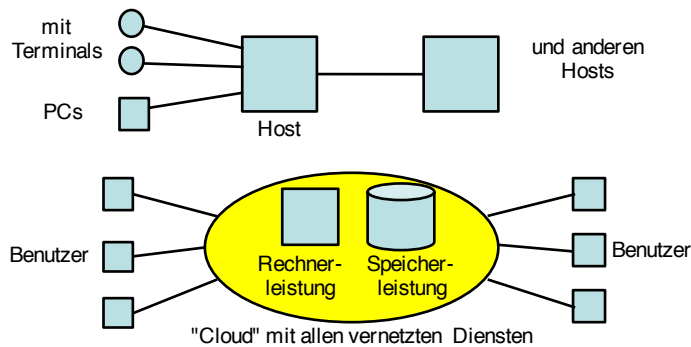
- Exakt: Digitale Daten lassen sich verlustfrei übermitteln und kopieren.
- Einheitlichkeit: Gleiche Technik für alle Datentypen (Text, Bild, Audio, Daten usw.)
- Leistungszunahme noch immer ungebremst (Moore'sches Gesetz, Lichtleiter usw.)

26

#### Datennetze 4:

## Vom "Host" zur "Cloud"

Seit 1966 ("interrupt") sind lassen sich Programmläufe von aussen (Terminals, andere Computer) unterbrechen: Parallelarbeit wird möglich.



27

#### Beispiel Wikipedia 1:

## Wissen frei teilen

Eine **freie Enzyklopädie** schaffen:

Das Wissen von vielen für alle nutzbar machen.

Dazu alle ab 2001 verfügbaren Mittel und Menschen optimal einsetzen und nutzen:

- World Wide Web (auf Basis Internet)
- Datenbanksystem (MySQL)
- Redaktionsprogramm (Nupedia)
- Autoren und Redaktoren

28

#### Beispiel Wikipedia 2:

### Vorläufer

- Grosse Bibliotheken gab es schon im klassischen Altertum im Mittelmeerraum (Pergamon, Alexandria), aber auch in China.
- Seit dem 18. Jhd. entstanden grosse Wörterbücher, sog. Enzyklopädien, in Frankreich, England, Deutschland.
- Neue technische Möglichkeiten wurden jeweils rasch für Auskunftsdienste benützt (Bsp. Telefonauskunft, Datenbanken).

29

#### Beispiel Wikipedia 3:

### Konzept von Wikipedia

- Inhalte 1: Die einzelnen Sachartikel werden von interessierten Menschen (**Autoren**) *gratis* geschrieben und auch nachgeführt.
- Inhalte 2: Originaleinträge und Korrekturen werden von freiwilligen **Redaktoren** überprüft, dann akzeptiert oder zurückgewiesen.
- Ein ausgeklügeltes Programmsystem unterstützt diese Arbeiten und dokumentiert sämtliche Eingriffe offen (Transparenz).
- Sponsoren finanzieren die Infrastruktur.

30

#### Beispiel Wikipedia 4:

### Korrektur "Bergünerstein"

Mich interessiert der Albulapass und seine Geschichte. Offenbar war dieser lange eine sehr mühsame Route über die Alpen, weil der "Bergünerstein" im Weg stand. Erst 1696 konnte in die fast senkrechten Felswände ein erster Durchgang gesprengt werden.

Also **Klick** auf "Bergünerstein".



31

#### Beispiel Wikipedia 5:

### Korrektur "Bergünerstein"

Dort stand über die Zeit *vor* 1696:

- Die an dieser Stelle fast senkrecht abfallenden Felswände zwangen Mensch, Vieh und Güter ***hier fast wieder bis zum Talboden der Albula hinunter und dann wieder aufwärts nach Bergün und später höher*** zum [[Albulapass]].

Das kann nicht stimmen. Alte Wege führen nie durch die Schlucht, sondern oben über das Hindernis hinweg.

Ich suche in Bündner Büchern und korrigiere Wikipedia:

- Die an dieser Stelle fast senkrecht abfallenden Felswände zwangen Mensch, Vieh und Güter ***zu einer mühsamen Umgehung oberhalb des Bergünersteins über Pentsch mit 130 m Gegensteigung auf dem Weg*** zum [[Albulapass]].

Sosteht es seither im Web. Später hat noch jemand meine Zeichnung durch eine schöne Foto ersetzt.

32



#### Beispiel Wikipedia 6:

### Wikipedia hatte Erfolg

- Wikipedia traf ein Bedürfnis der Zeit.
- Wikipedia ist gerade genügend offen und einfach, so dass sich weltweit Freiwillige als Autoren fanden und finden.
- Missbräuche sind möglich, aber transparent.
- Wikipedia ist zwar nicht vollständig zuverlässig, aber sehr viel umfangreicher und aktueller als alle gedruckten Lexika.
- Bsp. Brockhaus: letzte, 21. Auflage 2005/06; Online-Idee 2013; definitives Ende 2014.

33

### Links

- Informatikbegriffe: Wikipedia  
(<http://de.wikipedia.org/wiki/Portal:Informatik>)
- Museum von Robert Weiss, Stäfa  
(<http://www.robertweiss.ch/erlebniswelt.html>)
- Museum "Enter", Solothurn  
(<http://www.enter-online.ch/index.php?id=taetigkeit>)
- C.A. Zehnder: Der Weg zum eigenen Studiengang Informatik an der ETH Zürich  
aus Franz Betschon et al. (Hrsg.): "Ingenieure bauen die Schweiz – Technikgeschichte aus erster Hand", Bd.1, Verlag NZZ, 2013.  
(<http://www.inf.ethz.ch/personal/zehnder/informatiker/Ing-III-C-SeparatumCAZ-2013.pdf>)

© C.A. Zehnder, ETH Zürich 2018

34