

Langfristige Aspekte der Informationstechnologien

- Trends und Implikationen -

25. DECUS-Symposium, Bonn

17. April 2002

Uwe Wiemken

uwe.wiemken@int.fhg.de



Inhalt

Einleitung

Entwicklung der Basistechnologien

- Mikroelektronik
- Computertechnologie
- Kommunikationstechnologie
- Komponenten der Mensch-Computer-Schnittstelle
- Informationsverarbeitung/Software

Anwendungen und Implikationen

Zusammenfassung



Einleitung

„Es wird in wenigen Jahrzehnten kaum mehr Industrieprodukte geben, in welche die Computer nicht hinein gewoben sind, etwa so, wie das Nervensystem in Organismen hineingewoben ist. In wenigen Jahrzehnten wird es weder Werkzeugmaschinen noch Fahrzeuge, noch Belehrung, noch Bürotechnik, noch wissenschaftliche Forschung, noch technische Entwicklung, noch irgendeinen Bereich produktiver Tätigkeit geben, dessen Konkurrenzfähigkeit nicht von der originellen und virtuosen Beherrschung der Computertechnik abhängt.“

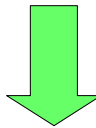
Karl Steinbuch, 1966

Einleitung

(Übergang in die Informationsgesellschaft wird sichtbar)

Einige Indikatoren

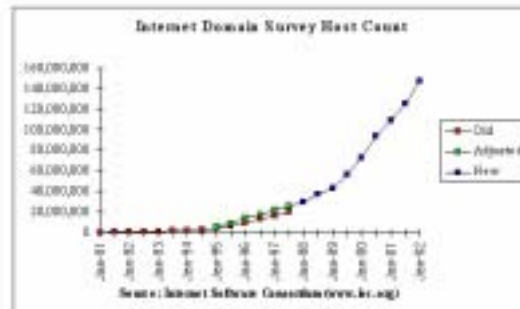
- Ausstattung mit Computern (Arbeitsplatz, private Haushalte - Massenmarkt)
- Entwicklung der Kommunikationsmärkte
- Digitalisierung von Rundfunk und Fernsehen
- Ablösung von Hardware durch Software



Internet

Einleitung

Internet-Dynamik



Source: Internet Software Consortium (www.isc.org)

Web-Seiten der US-Regierung

Juli 1996:	120.000
Juli 1997:	350.000
Oktober 1998 :	842.588
Oktober 2000:	1.594.012

(Quelle wird nicht fortgesetzt)

Entwicklung der Basistechnologien

Mikroelektronik (Motor der IT-Entwicklung)

Halbleitermaterialien:

- Silizium: dominiert den Halbleitermarkt (Potential größer als früher angenommen)
- Galliumarsenid: optoelektronische Anwendungen, höchste Schaltgeschwindigkeiten
- einkristallines Siliziumkarbid, Diamant (600°, rotglühend)

Fertigung- und Integrationstechnologien:

- Einkristalle: Silizium \varnothing 300 mm, 50 kg; Galliumarsenid 150 mm
- Chip-Design: CAD, Hierarchie von Werkzeugen, Simulation, automatisierter Schaltungsentwurf
- Lithographie: Licht, Röntgen- und Teilchenstrahlen; signifikante Fortschritte der optischen Lithographie, Übergang zur Röntgenstrahlithographie verzögert
- Ätz- und Abscheidetechnik: Trockenätztechnik unter Strukturgrößen von 2 - 3 μm ; Strukturen mit Breite/Tiefe-Verhältnissen bis zu 1:20; Herstellung komplexer Strukturen bis in molekulare und sogar atomare Bereiche



Mikromechanik/Mikrosystemtechnik Nanotechnologie

Entwicklung der Basistechnologien

Mikroelektronik

Integrierte Bauelemente

- 256-Mbit-DRAM (Produktion)
- 4-Gbit-DRAM (Prototyp)
- 2010: 64-Gbit-DRAM
- Transistorstrukturen bis zu kritischen Lateraldimensionen von ca. $0,05 \mu\text{m}$ sind wahrscheinlich (d.h. 10^{10} Transistoren pro cm^2)

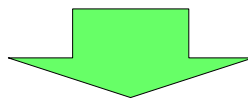
Moore's Law
(Verdoppelung der Prozessorleistung alle 18 Monate)
noch 10 - 15 Jahre?

Entwicklung der Basistechnologien

Mikroelektronik

Zukünftige Entwicklungen

- Nanoelektronik, Molekulare Elektronik
- Dimensionen im Bereich von Nanometern (Moleküle oder Atome - quantenmechanische Domäne, Speicherdichten bis zu sechs Größenordnungen über den heutigen)
- Photonik, optische Prozessoren
-(DNA-Computer)
- (Neuronale Netze)

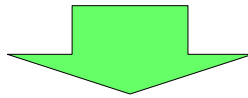


**Keine merkliche Reduktion der
Entwicklungsdynamik in der Mikroelektronik
für die nächsten zehn (bis dreißig?) Jahre**

Entwicklung der Basistechnologien

Computertechnologie (Kampf um Märkte)

- Großrechnersysteme (Überschreitung der TeraFLOPS-Grenze)
- PCs oder Mikrocomputer (Schwelle zum Massenmarkt überschritten)
- Notebookcomputer, Palmtop
- Chipkarte
- Netzcomputer
- Metacomputing
- Speicherentwicklung

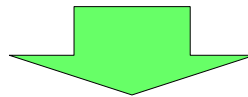


**Weitere Sprünge um Größenordnungen bei der
Computerentwicklung, neue Konzepte**

Entwicklung der Basistechnologien

Kommunikationstechnologie (Investitionsstrategien)

- Weltweite digitale Informationsinfrastruktur (Internet/Intranet, stationär und mobil, multimediafähig, hardwareunabhängig)
- Glasfaser, wireless LAN
- Übergang der Dynamik von den Technikern zu den Bedarfsträgern



**Die Kommunikationstechnologien werden alle derzeit
diskutierten IT-Anwendungen ermöglichen**

Entwicklung der Basistechnologien

Komponenten der Mensch-Computer-Schnittstelle (Neue Anwendungen)

Displays/Bildschirme

- Große Flachbildschirme
- Projektionsbildschirme
- Interaktive Bildschirme
- Buchbildschirme (mit drahtloser Schnittstelle)
- Elektronisches Papier
- Immersive Displays (Cave, VR-Helm)

Eingabesysteme

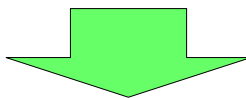
- Tastatur/Maus/Joystick/„Spiele-Konsole“
- Data-Glove
- Druck-Feedback (Typ „Exo-Skelett“)
- Touchscreen
- „Schreibstift“ (Schrifterkennung)
- **Mikrofon (Spracherkennung)**
- **Kamera/Scanner (OCR, motion capture, virtuelle Person, Avatar, modellgestützte Mustererkennung)**

Entwicklung der Basistechnologien

Komponenten der Mensch-Computer-Schnittstelle

Neue Systemoptionen

- „Virtuelle Realität“
- „Telepräsenz“/Avatare



Die Komponenten für die Mensch-Computer-Schnittstelle werden aus technologischer Sicht alle derzeit diskutierten Systemkonfigurationen ermöglichen

Entwicklung der Basistechnologien

Informationsverarbeitung/Software (Kritisches Problemfeld – Scheidung von Form und Inhalt)

Eigentliche Problemstellung aus Sicht des Anwenders („Welche inhaltliche Leistung wird geboten“, Erkenntnisgewinn erforderlich!)

Beispiel: Kognitive Prozesse

- Erkennen, Identifizieren und Modellieren eines Objektes (Schrifterkennen, Spracherkennen, Mustererkennung)
- Erkennen und Analysieren eines Dokumentes

Ungelöst: Automatische Analyse von Korrektheit, Seriosität oder Wichtigkeit von Information (Computerlinguistik!)

Herausforderung: Verhinderung von Reiz- und Informationsüberflutung

- Künstliche Intelligenz
- Computerlinguistik
- Komplexität/Vernetzung
- Hypertext-Struktur der Information
- Virtuelle Realität/Simulation

Entwicklung der Basistechnologien

Informationsverarbeitung/Software

Genau genommen sind die meisten nichttrivialen Probleme im Bereich der Informationsverarbeitung nicht grundsätzlich gelöst und für lange Zeit nicht lösbar (KI-Krisen, „die Hummel kann nicht fliegen“)

aber:

Anwender-/Marktorientierte „triviale“ Softwarepakete („die Hummel weiß ja nicht, dass sie nicht fliegen kann“)

- Anwenderprogramme (Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Datenbanken etc.)
- Betriebssysteme (Windows, Unix, Linux etc.)
- Werkzeuge und Entwicklungshilfen
- Suchmaschinen
- Assistenz-/Agentenfunktionen

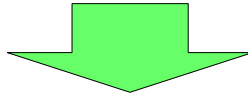
Entwicklung der Basistechnologien

Informationsverarbeitung/Software

Starker Einfluss der Marktentwicklung

(Prognoseunsicherheit durch höchst komplexe Marktprozesse, nichttechnologische Dynamiken)


- Käuferverhalten, Vorlieben, Generationenproblem
- Ergonomie
- Vereinbarungen
- nationale und internationale Standardisierungen



Die Informationsverarbeitung stellt die kritische Technologie dar. Der Markt wird mittelfristig von pragmatischen (zunehmend erfolgreichen) „Zwischenlösungen“ dominiert.

Zusammenfassung Basistechnologien

Das technologische Potential der

- ✓ Mikroelektronik ( Nanoelektronik)
- ✓ Computertechnologie
- ✓ Kommunikationstechnologien
- ✓ Komponenten für die Mensch-Computer-Schnittstelle
- ✓ (Informationsverarbeitung/Software)

lässt keine merkliche Reduktion der Entwicklungsdynamik für die nächsten zehn (bis zwanzig) Jahre erwarten.

Anwendungen und Implikationen

Zunehmende Durchdringung der Gesellschaft mit Informationstechnologien (Zitat Steinbuch)

- Forschung
- Produktion (CAD/CAM/CIM etc.)
- Verkehr/Transport (Verkehrsleitsysteme, Navigationssysteme, Logistiksysteme)
- Büro (Informationsmanagement, „work flow“-Systeme, Videokonferenzen, vernetzte Arbeit)
- Verwaltung (Öffentliche Dienste, Banken)
- Sicherheit (Wehrtechnik, innere Sicherheit, Simulation)
- Ausbildung (Simulation, Lernen im Internet)
- Energie (Einsparpotential)
- Umwelt/Gesundheitswesen (Medizintechnik)
- Haus/Haushalt (Vernetzung; Haustechnik Sicherheitssysteme, Planungshilfen)
- Konsum/e-Commerce (Einkaufen, Versandhandel, Broker)
- Unterhaltung/Kultur (Büchereien, Museen, HDTV, interaktives Fernsehen, Videospiele, virtuelle Realität)
- Internet
-

Exemplarische Auflistung!

Anwendungen und Implikationen

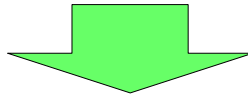
Einige Thesen zu Berufswelt/Arbeitsplatz/Forschung (Rationalisierung - Rationalisierung - Rationalisierung)

- Weitere Zunahme der Forschungskapazität und –effizienz
- Forschungskapazität zunehmend Basis globaler Konkurrenzfähigkeit
- Beschleunigte Erschließung der Bio-/Gentechnik
- Zunehmende „Ausplanung“ und Rationalisierung aller standardisierbaren Abläufe
- Einbeziehung auch mittlerer Ebenen (!)
- Zunahme der Virtualität/Virtuelle Realität am Arbeitsplatz

Anwendungen und Implikationen

Einige Thesen zu Berufswelt/Arbeitsplatz/Forschung

- Erfolg erzeugt Nachfrage („have got a solution – let’s look for the problem“)
- Bei IT kann sich Deutschland die Rolle als „fast follower“ auf dem Markt nicht leisten
- Die Mitspieler ziehen davon, wer zurückbleibt, wird fremdbestimmt
- Integrale Einbeziehung des Simulations- und des Ausbildungsaspektes
- Dienstliche/geschäftliche Kommunikation/Kooperation über Netze
- Steigerung der Produktivität bei Erhöhung des Anspruchs am Arbeitsplatz
- (Papierloses Büro)



Weiterhin hohes Rationalisierungspotential in allen Bereichen mit „klassischen“ Wirtschaftsprozessen. Ohne Wachstum und/oder Strukturanpassung Verlust von Arbeitsplätzen

Anwendungen und Implikationen

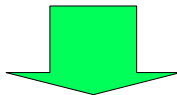
Einige Thesen zum gesellschaftlichen Wandel (Kulturgeschichte, Alltag, neue Selbstverständlichkeiten, Erwartungshaltung)

- Unmittelbare Verfügbarkeit von Information wird Erwartungshaltung
- Weltweite Kommunikation und Positionsinformation (Erreichbarkeit, Hilfe, Solidarität)
- Explosionsartige Vermehrung der reinen Informationsmenge
- Immer mehr relevante Information für tatsächliches Handeln
- Überforderung des Handelnden
- Informationsauswahl und –Bewertung wird zentral
- Zunehmender Anspruch an das abstrakte (vernetzte) Denken

Anwendungen und Implikationen

Einige Thesen zum gesellschaftlichen Wandel

- Neues Sozialverhalten, Virtualität, Avatare, Modellbasiertheit, „Selbstwahrnehmung“
- Verändertes „Bild“ der Realität
- Neue Solidaritäten, neue „Cluster“ (übernational, NGO, Gesundheitswesen)
- „Der gläserne Mensch“, Datenschutz, neues Paradigma des Bürgers
- Zuverlässigkeit von Information als „neues“ Problem
- Information als Instrument für Konflikte (Informationskrieg)



Übergang in die Informationsgesellschaft

Zusammenfassung

Die Gesamtmenge der Information mit ihrer technischen Vernetzung bildet einen globalen (übernationalen) virtuellen privaten und geschäftlichen Interaktionsraum (Cyberspace oder Cyberworld) mit neuen Solidaritäten und neuen Rahmenbedingungen für die Politik.

Informationstechnologien führen im Bereich eindeutiger Funktionsabläufe zu einer signifikanten Steigerung der Produktivität und damit zu einer Gefährdung von Arbeitsplätzen. Das bedeutet Zwang zu Wachstum und/oder Strukturveränderung und/oder Neubestimmung der gesellschaftlichen Bewertungsstandards.

Die vermehrte Nutzung der Informationstechnologien führt zu einer Erhöhung des Anspruchs an das formal abstrakte Denken an allen Arbeitsplätzen, die in das internationale Wirtschaftsgeschehen eingebunden sind. Die gesellschaftliche Bewertung der verbleibenden Funktionen wird zum Problem.

Die Herausbildung von neuen nationalen und übernationalen „Klassen“, Solidaritäten und Gruppierungen wird zu einer neuen Herausforderung für die Politik.

Resümee

Weiterhin und auf absehbare Zeit starker Veränderungsdruck auf die Gesellschaft
(Wer zu spät kommt, den bestraft das Leben)