

Der Trend zur Informatisierung und Vernetzung aller Dinge

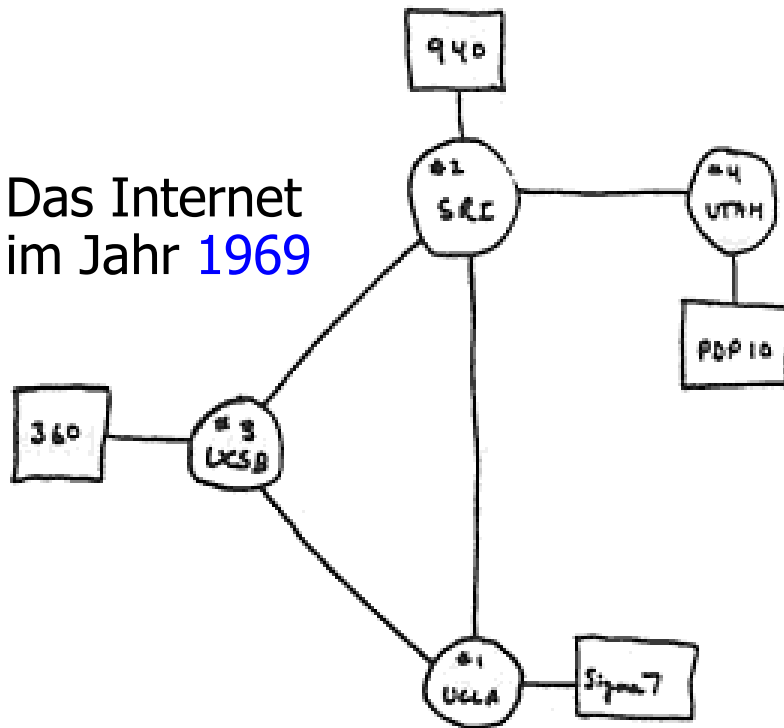


Friedemann Mattern

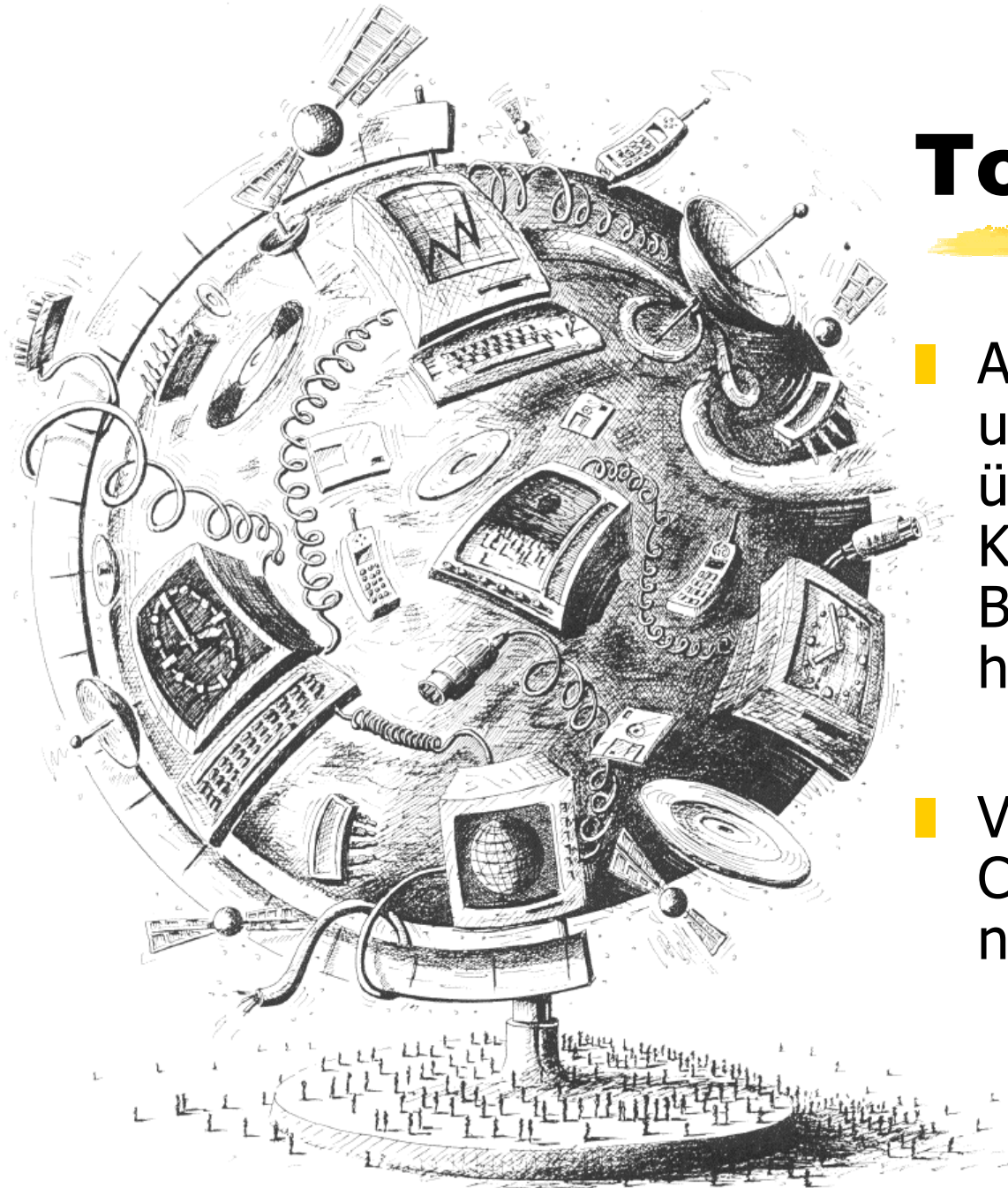
*As we approach 2001, we are in the
Information Age, not in the Space Age!*
Randy Katz, UC Berkeley

Das Internet

Das Internet
im Jahr 1969



- Eine Erfindung der US-amerikanischen Informatik-Wissenschaft
 - 1969: UCSB, SRI, Utah, UCLA
- 70er-Jahre: Pionierzeit
- 80er-Jahre: Wissenschaftsnetz
 - Informatik --> Naturwissenschaften --> ...
- 90er-Jahre: Kommerzialisierung und Popularisierung
 - rasante Verbreitung

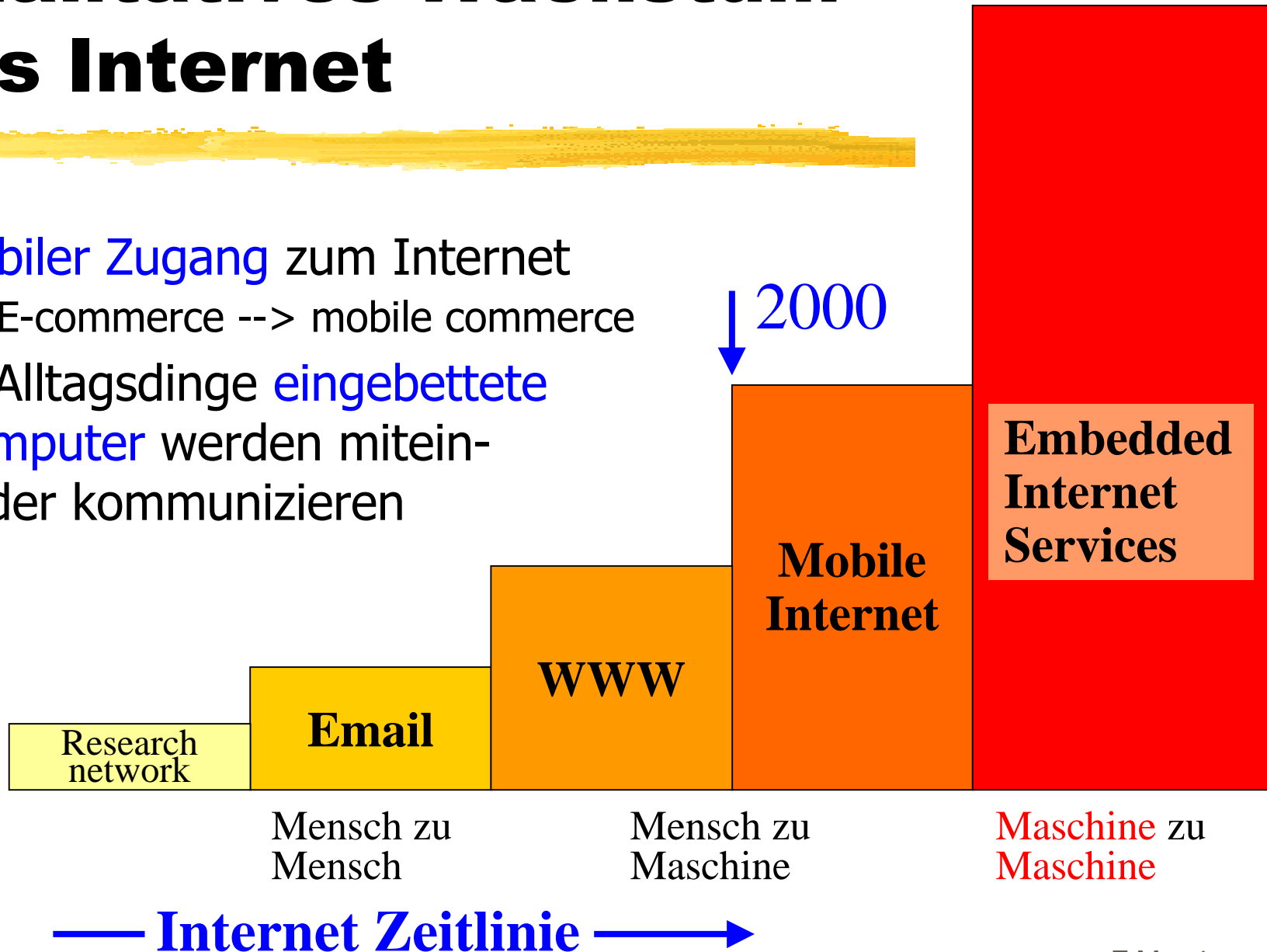


Total vernetzt?

- Allerdings noch ziemlich ungleichmässig verteilt über die Nationen, Kontinente und Bevölkerungsschichten hinweg...
- Vernetzung aller Computer - aber noch nicht aller „Dinge“

Qualitatives Wachstum des Internet

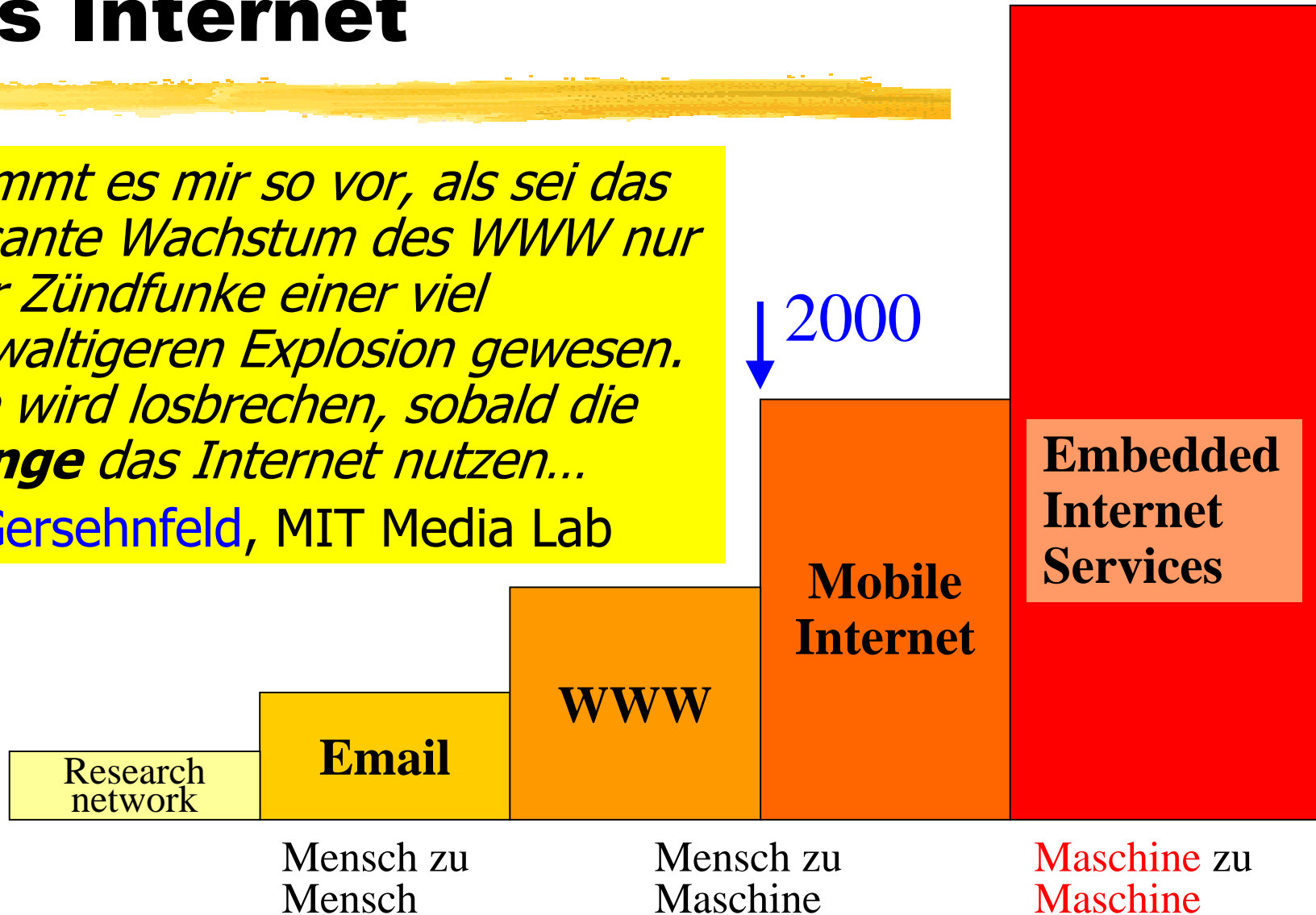
- **Mobiler Zugang** zum Internet
 - E-commerce --> mobile commerce
- In Alltagsdinge **eingebettete Computer** werden miteinander kommunizieren



Qualitatives Wachstum des Internet

*...kommt es mir so vor, als sei das rasante Wachstum des WWW nur der Zündfunke einer viel gewaltigeren Explosion gewesen. Sie wird losbrechen, sobald die **Dinge** das Internet nutzen...*

Neil Gershenfeld, MIT Media Lab



Vernetzungstrends

Vernetzung **gestern**:



Vernetzung **heute**:



- z.B. Getränkeautomat, der die Wettervorhersage aus dem Internet holt und Preise *heute* erhöht, wenn es *morgen* heiss wird...

Vernetzung **morgen**?

Total vernetzt?



- Muss das so inhuman, aufdringlich und **laut** sein?

Calm Technology!



Andrew Locke / MSNBC

- **Mark Weiser**
 - 1952 - 1999
 - XEROX PARC

- The **Coming Age of Calm Technology**
 - Geräte arbeiten *ruhig, unaufdringlich* und *autonom* im Hintergrund
- The **Disappearing Computer**
 - „*The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it.*“
- 1988 Begriff „**Ubiquitous Computing**“

Ubiquitous Computing

■ Klarer Trend:

- 1 Computer (Mainframe) für viele -->
- 1 Computer (PC) für jeden -->
- viele Computer für jeden ←

was ist damit dann
sinnvolles möglich?

■ Unsichtbare Prozessoren

- in fast allen Alltagsgegenständen
- eingebettet in das Umfeld
- vernetzt mit dem Rest der Welt

klein, leicht,
billig, mobil

■ „Allgegenwärtigkeit“

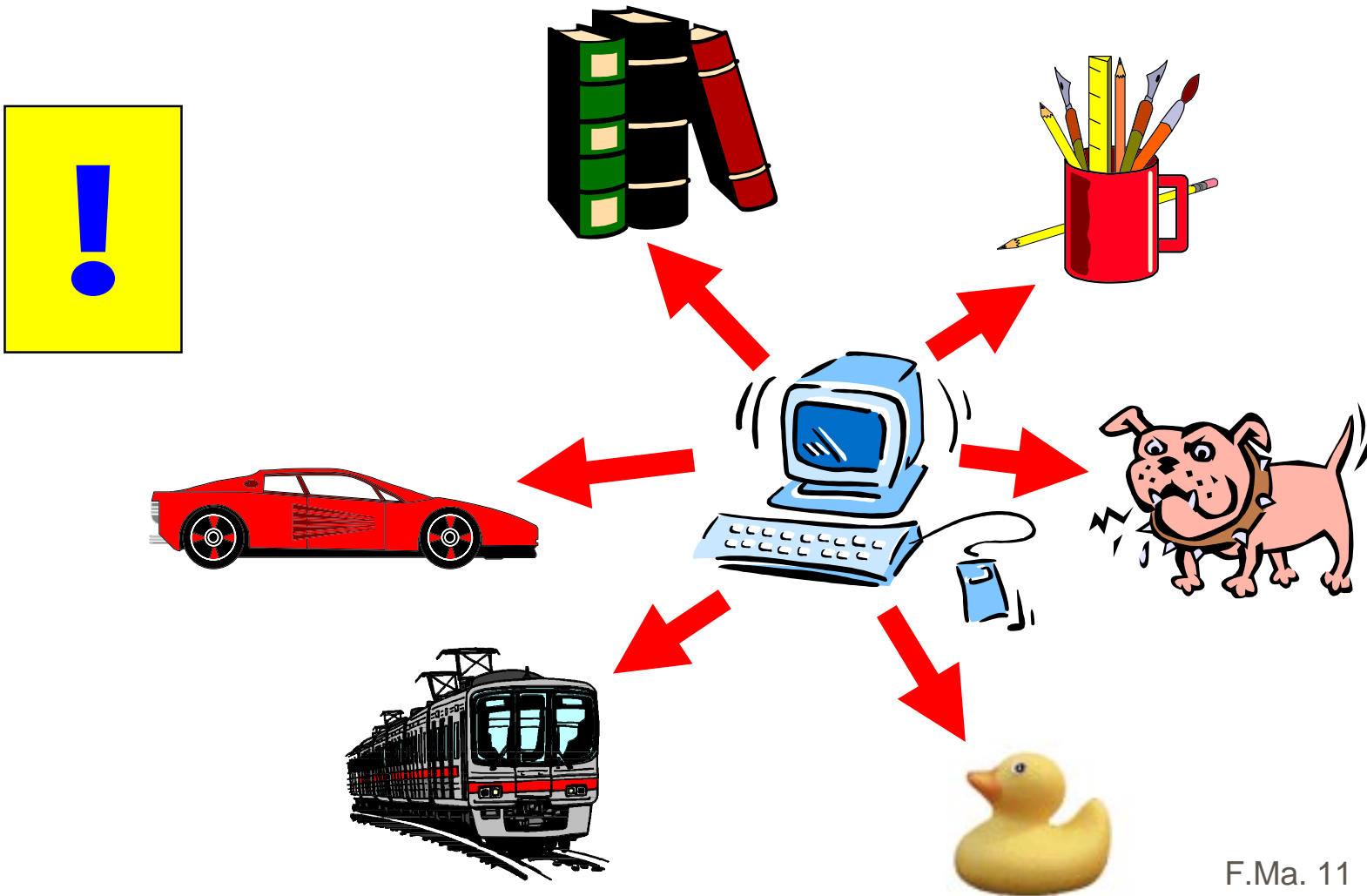
„Computer in der Welt“ statt „Welt im Computer“

So **nicht!**

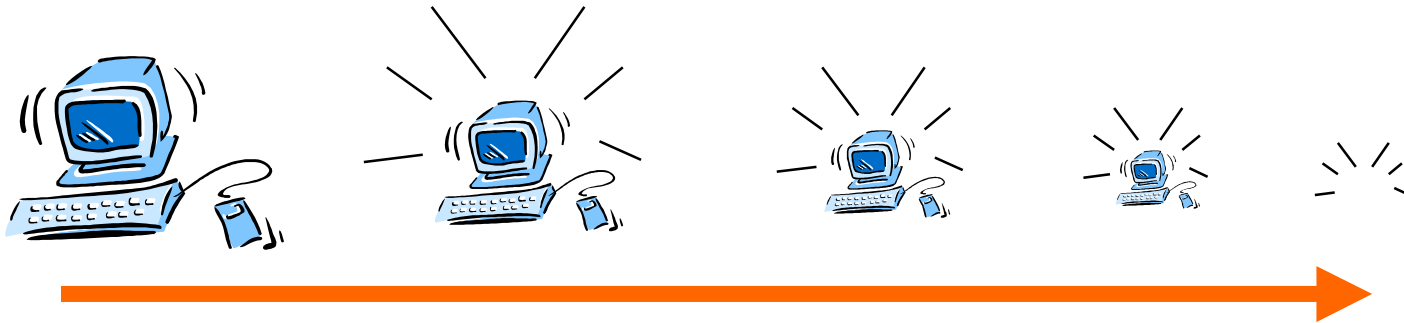
„Welt im Computer“ ist
die **Virtual-Reality-Sicht**



„Computer in der Welt“ statt „Welt im Computer“



Der verschwindende Computer



- Computer geht in den Dingen auf
 - optimal an die **Umgebung angepasste** Computer möglich aufgrund wirtschaftlicher / technischer Faktoren
- **Physische Welt** hat Priorität über synthetische Welt
- Mensch wird im Umgang mit dem **Ding an sich** und der zu erledigenden Aufgabe unterstützt
 - Konzentration auf die **Sache**, nicht das **Werkzeug**

Das neue Bild vom Computer

- Informationsverarbeitung tritt in den Hintergrund
 - „Werkzeug Computer“ schwindet aus dem Bewusstsein des Anwenders, tut seine Arbeit im Verborgenen
- Computer mutieren zu einer unsichtbaren, **allgegenwärtigen Hintergrundassistenten**
 - spezialisierte, unsichtbare Computer werden integrativer Teil der natürlichen Umgebung des Menschen
- **Erweiterte Realität**: Gegenstände der realen Welt mit Zusatzinformation und „Intelligenz“ **anreichern**
- **Humanzentriert**: Unterstützung des Menschen in seiner „natürlichen“ Umgebung

Verwirklichung von Visionen

■ Visionen

- „alles, immer, überall“
- jedes Ding hat seine Homepage (bzw. seinen „Datenschatten“)
- alle Gegenstände hängen am Internet

■ werden Wirklichkeit, dank

- billiger Hardware (--> viel, überall)
- kleiner Hardware (--> mobil, überall)
- kosten- und drahtloser Kommunikation

alles kann mit allem kommunizieren, Sensordaten mitteilen...

Fortschritt: Quantensprung oder Evolution?

- These: **weitere Fortschritte** in
 - Rechengeschwindigkeit
 - Energieverbrauch
 - Batterietechnik
 - Kommunikationsgeschwindigkeit
 - Miniaturisierung
 - Display-Technik
 - Sensortechnik
 - Preis
 - Informatikkonzepten
 - ...

ermöglichen bald
(wiedereinmal)
gänzlich neue
Anwendungen

--> „Post-PC-
Zeitalter“

1. „Ursache“ für UbiComp: Moore's Law



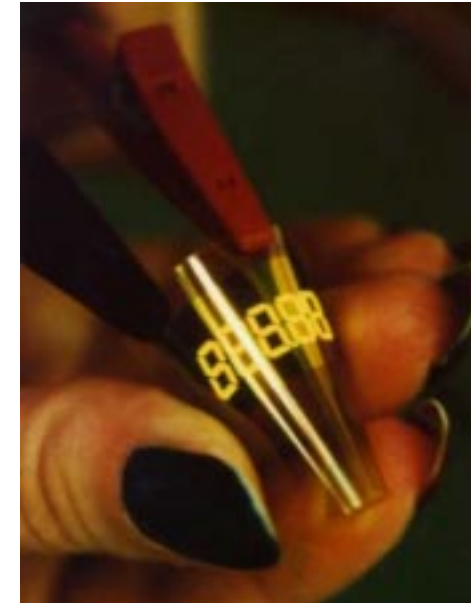
- Gordon Moore, Intel (1965)
- Prozessorgeschwindigkeit und Speicherkapazität **verdoppeln sich** alle **18 Monate** (bei gleichem Preis)
 - hält vermutlich noch mindestens 10 Jahre an mit gegenwärtiger Technik
 - ca. weitere 10 Jahre mit ggf. spekulativer Technik ?
 - Bandbreite von **Kommunikationsnetzen** und **Festplatten-**kapazität verdoppelt sich z.Z. sogar alle 9 - 12 Monate

2. Ursache: Neue Materialien

- **Werkstoffe** sind bedeutsam
 - ganze Zeitalter wurden dadurch geprägt („Eisenzeit“)
 - Informationszeitalter: **Halbleiter, Glasfaser**
- Neue Materialien ermöglichen u.a.:
 - bessere **Energiespeicherung** / -gewinnung
 - höhere Speicherdichte von **Information**
 - schnellere **Datenübertragung**
 - neue **Gestaltungsmöglichkeiten** (z.B. flexible Displays)

Beispiel: „Leuchtendes Plastik“

- LEP („Light Emitting Polymer“)
 - Elektrolumineszenz
 - organische Leuchtdioden
- Derzeit Laborprototypen, Anwendungen demnächst
 - z.B. 2 mm dicke Bildschirme



Geldkarte mit Plastikdisplay

3. Ursache: Fortschritte in der Kommunikationstechnik



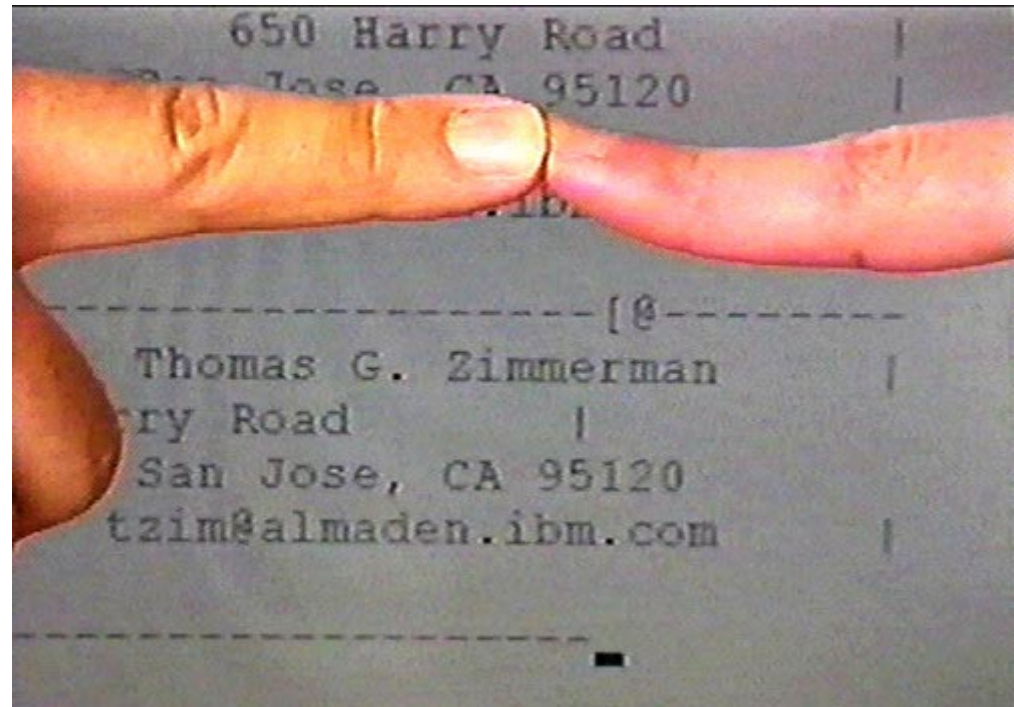
- **Bandbreite** bei Glasfasern z.Z. ca. **10 Gb/s**
 - 2002: ca. **20 Tb/s** mit Wellenlängenmultiplex
- **Powerline-Technik**
 - Kaffeemaschine „automatisch“ am Internet
- **Drahtlos**
 - Mobiltelefon: GSM, UMTS (bis 2 Mb/s)
 - Wireless LAN (bis ca. 10 Mb/s)

Beispiel: Body Area Networks

- Sehr geringe Ströme (nA), einige 100 b/s Übertragungsrate



- Anwendungsbeispiele:
 - Auto erkennt Fahrer
 - Telefon konfiguriert sich beim Anfassen
 - Mikropayment: Bezahlen durch Anfassen der Bustür
 - Toaster und TV identifizieren Nutzer



Ubiquitäre Vernetzung

alles,
immer,
überall

- Standard: drahtloser, kostenloser **Internetzugang**
 - ohne manuelle Konfiguration
- **Drahtlose Raumnetze**
 - z.B. Bluetooth: 10 m, 2.45 GHz, 720 kb/s, **lizenzfrei**
 - alle Geräte eines Raumes miteinander / mit dem Internet
- „Alles“ wird potentiell miteinander verbunden sein
 - sogar **stromlose Alltagsdinge** (wie das?)

-
- Notwendig: **Informatik-Konzepte** zur **Strukturierung** und **Beherrschung** dieser Vielfalt
 - „spontane Vernetzung“, Sicherheit,...

4. Ursache: bessere Sensoren

- Kameras, Mikrophone (miniaturisiert)
 - **Mustererkennung**, z.T. heuristisch
(„Benutzer ist alleine, in einer Besprechung...“)
 - Sprechererkennung, **Sprachsteuerung**
- **Fingerabdruck**sensor an mobilen Gegenständen
 - („den kennen wir doch schon“)
- Selbständiges **Erfassen der Benutzerumgebung**
 - Herstellen von **Kontextbezogenheit**
 - ggf. Identifikation von Objekten und Gegenständen

Beispiel: Ortslokalisierung von mobilen Geräte

- Ca. **50 cm** Genauigkeit mit dem satelittenbasierten differentiellen **GPS-System**
 - Steigerung der Genauigkeit technisch möglich
 - GPS-Empfänger werden immer kleiner und billiger
- Andere Methoden innerhalb **abgeschotteter Räume**

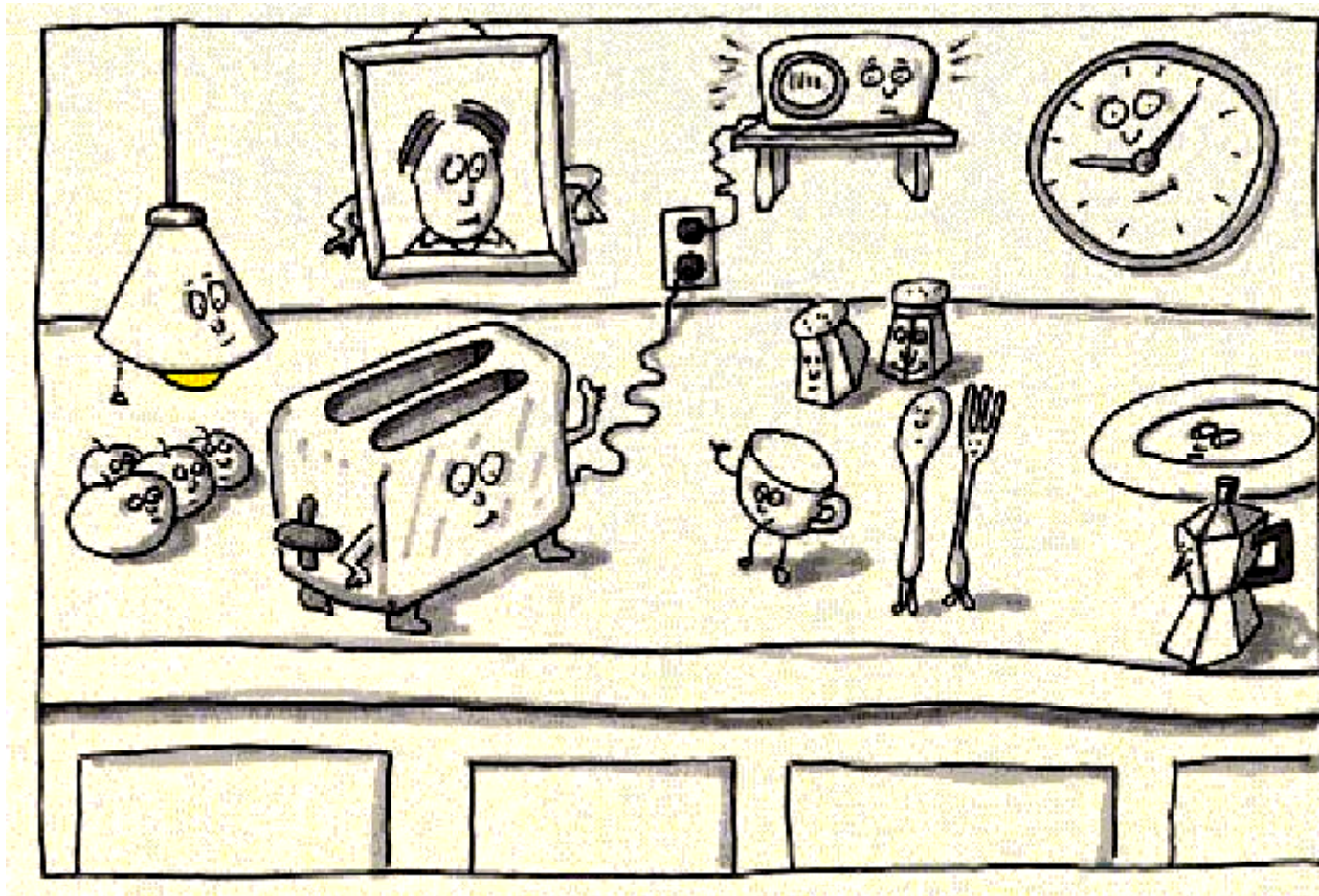


"Pathfinder" von Casio

POSITION	- GPS
N 39°	- ca. 30m genau
43'17"	- 140g
W 105°	- ca. 750 Fr.
01'26"	

Smart Devices

- Alltagsgeräte (Haushalt, Büro, Freizeit) mit eingebautem **Prozessor** und ggf. Sensoren
 - dadurch: **Verhalten + Gedächtnis**
 - „Smart“: Zusatzfunktionen zur normalen Funktion
- **Kommunizieren** mit der Umgebung
 - Interface für Nutzer (z.B. Sprachsteuerung oder Sprachsynthese)
 - vernetzt (z.B. drahtlos oder via Powerline) mit einer Homepage oder anderen Geräten



A Dancing Toaster (Rich Gold, XEROX PARC)

"A reflection on the artistic possibilities of a world where computers have disappeared into the stuff around us, and they can talk with each other too."

Information Appliances

- Mobile, drahtlos vernetzte **spezielle Geräte**
 - z.B. Kamera, Spielzeug, Info-Displays,... mit Anpassung an nutzerindividuelle Gegebenheiten
 - für Arbeit, Haushalt, Freizeit...
- **Emanzipation vom PC** für einige Anwendungen
 - **Instant-on**-Geräte für Kalender, Wettervorhersage...
 - Pulsfrequenz, Körpertemperatur... mit selbsthaftender „Plastikfolie“
- Laptop, PDA, **mobile phone** sind nur Vorläufer einer neuen Geräteklasse



Smartphones: Designstudien



Smartphones



Information Appliances



Information Appliances



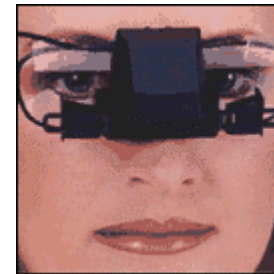
Information Appliances



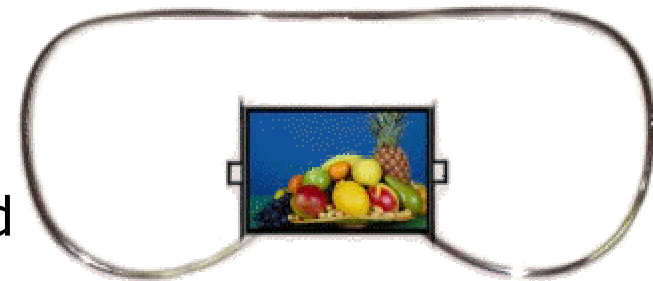
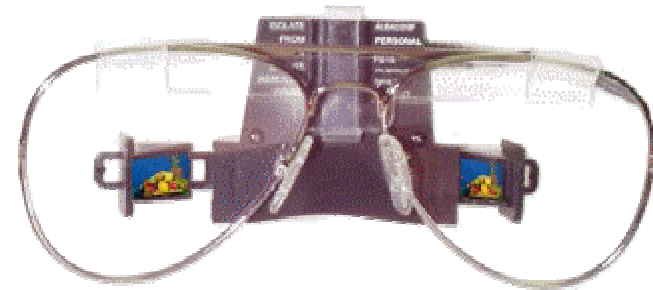
Retina Clip-on Laser als „Display“



Brillen als Ausgabegeräte



Aussenansicht

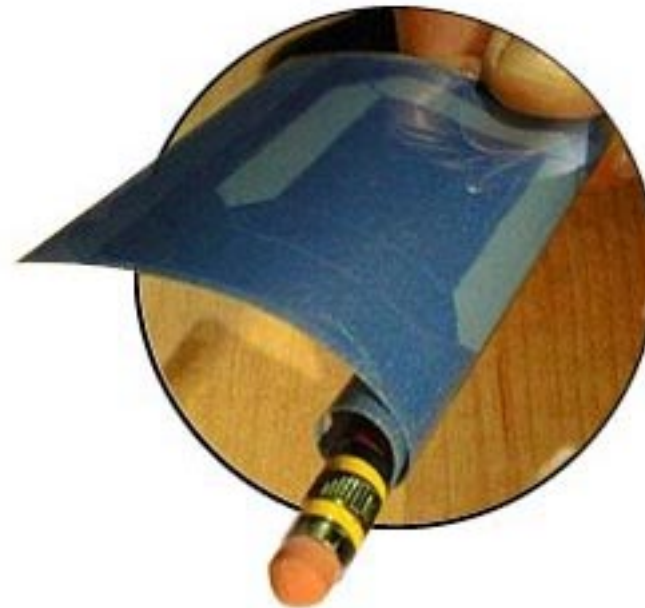
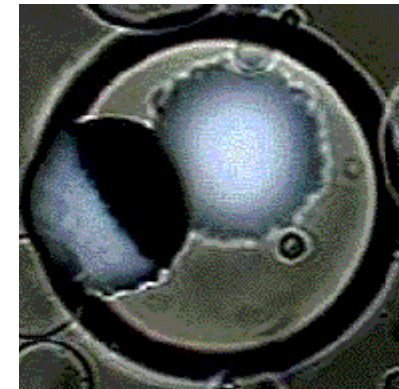


virtuelles Bild
des Trägers

Smart Paper

■ Elektronische Tinte

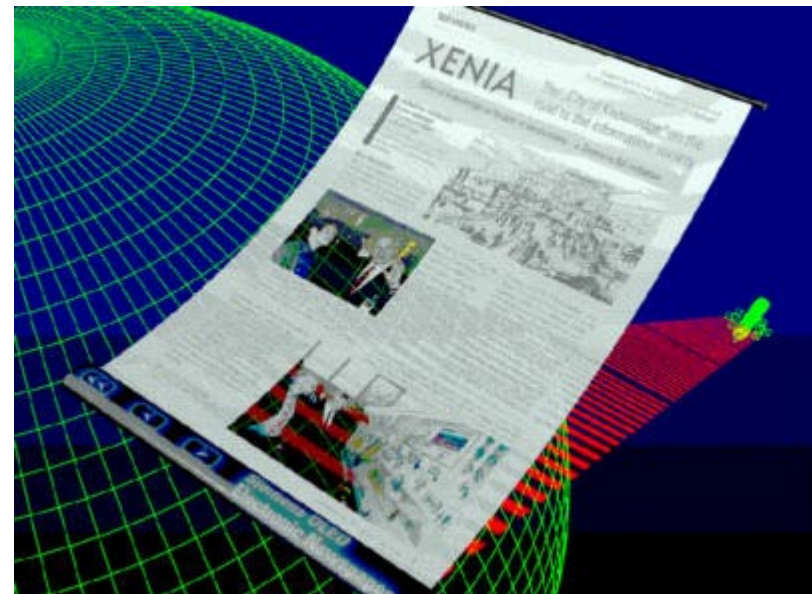
- Mikrokapseln, die zur Hälfte *weiss* und *schwarz* sind
 - Orientierung durch elektrisches Feld
 - Substrat z.B. Array aus Plastik-Transistoren
- Prinzipiell hoher Kontrast, energiearm, **biegsam**
- **Interaktiv**: beschreibbar mit magnetischem Stift





Smart Paper: Forschungsbedarf

- Stabiler, billiger, **besser**
 - z.B. Kontrast, Auflösung
- **Farbe**
 - z.B. würfelförmige Pixel
- **Animation**smöglichkeit
- **Radiopapier**
 - Antenne aus unsichtbarer, leitfähiger Tinte
 - integrierter HF-Empfänger
 - Anwendung: automatisch bedruckte Zeitung etc.



Smart Paper: Anwendungen

- **Faltbare** oder **aufrollbare** Displays
- Elektronische Notizzettel
- Elektronisches Buch
- ... ?



Die **ausrollbare Wanderkarte** (*"Sie befinden sich jetzt hier"*) ist noch Science-Fiction; das **Werbeposter** existiert bereits

Zukunftsmusik: Aufrollbare PCs



...natürlich mit
drahtlosem
Internet Zugang!

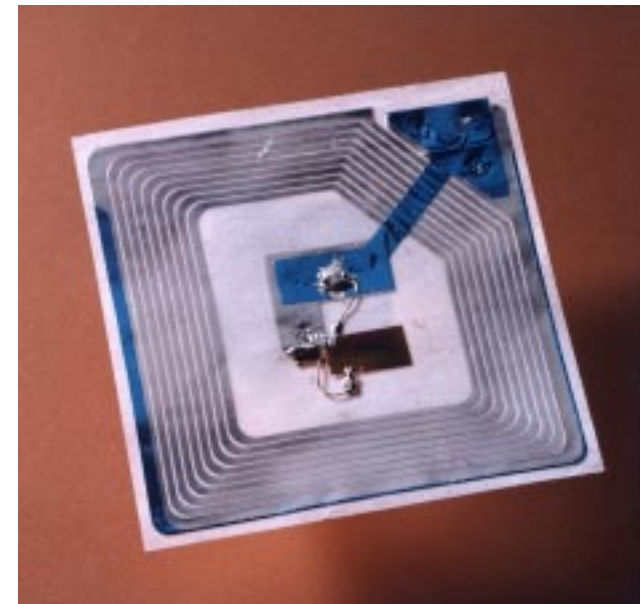
Generelles Problem:
Energieversorgung

Demo



Smart Labels (RFIDs)

- Vgl. Diebstahlsicherung in Warenhäusern
- IC mit **HF-Transponder**
 - ca. 2 mm x 2 mm x 10 μm (passt in 80 μm -**Papier!**)

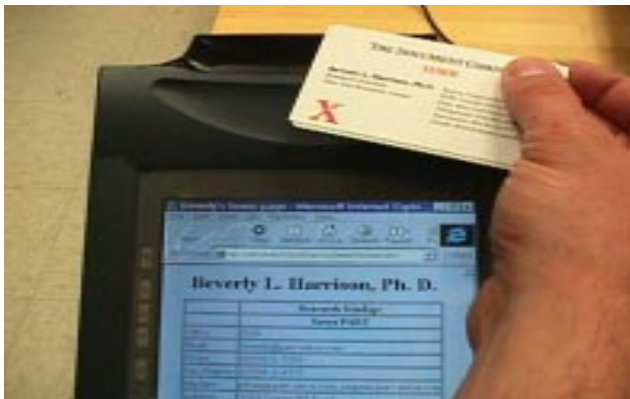


Smart Labels

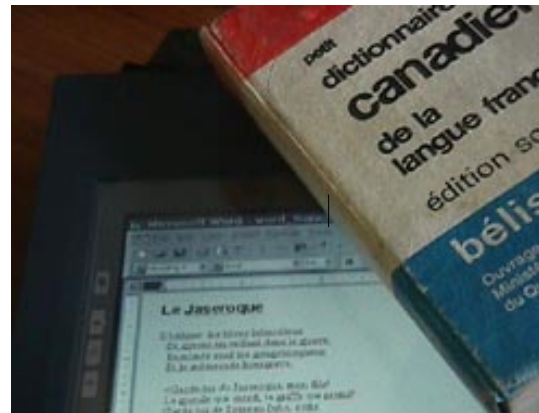
- **Energieversorgung drahtlos**
 - ca. 1 m mit Induktion
- **Ca. 512 Byte Speicher**
 - **aus der Ferne** lesbar und beschreibbar
- **Preis ca. 1 \$**
 - passive Technik ca. **0.1 \$**
- Antenne ggf. auch mit leitfähiger Tinte gedruckt
- Neuerdings auch **Antikollisions-Protokolle**
- Klassische Anwendungsbereiche:
Warenwirtschaft, Bibliotheken, Videotheken



Smart Labels an Alltagsgegenständen



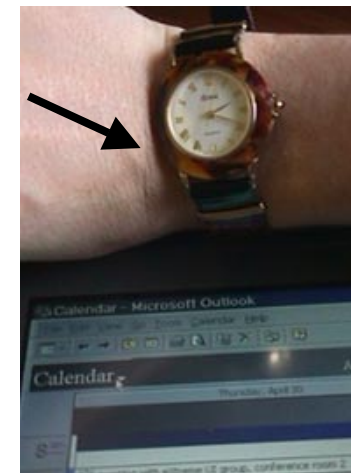
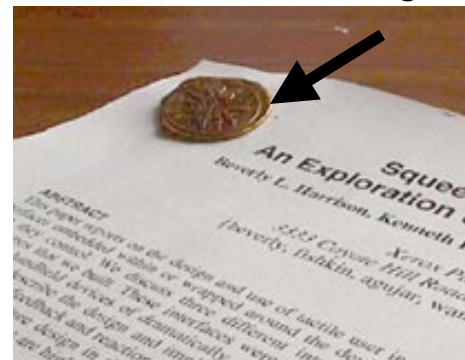
Visitenkarten liefern Homepages



Wörterbuch als Hinweis, die WWW-Seite in die Sprache zu übersetzen

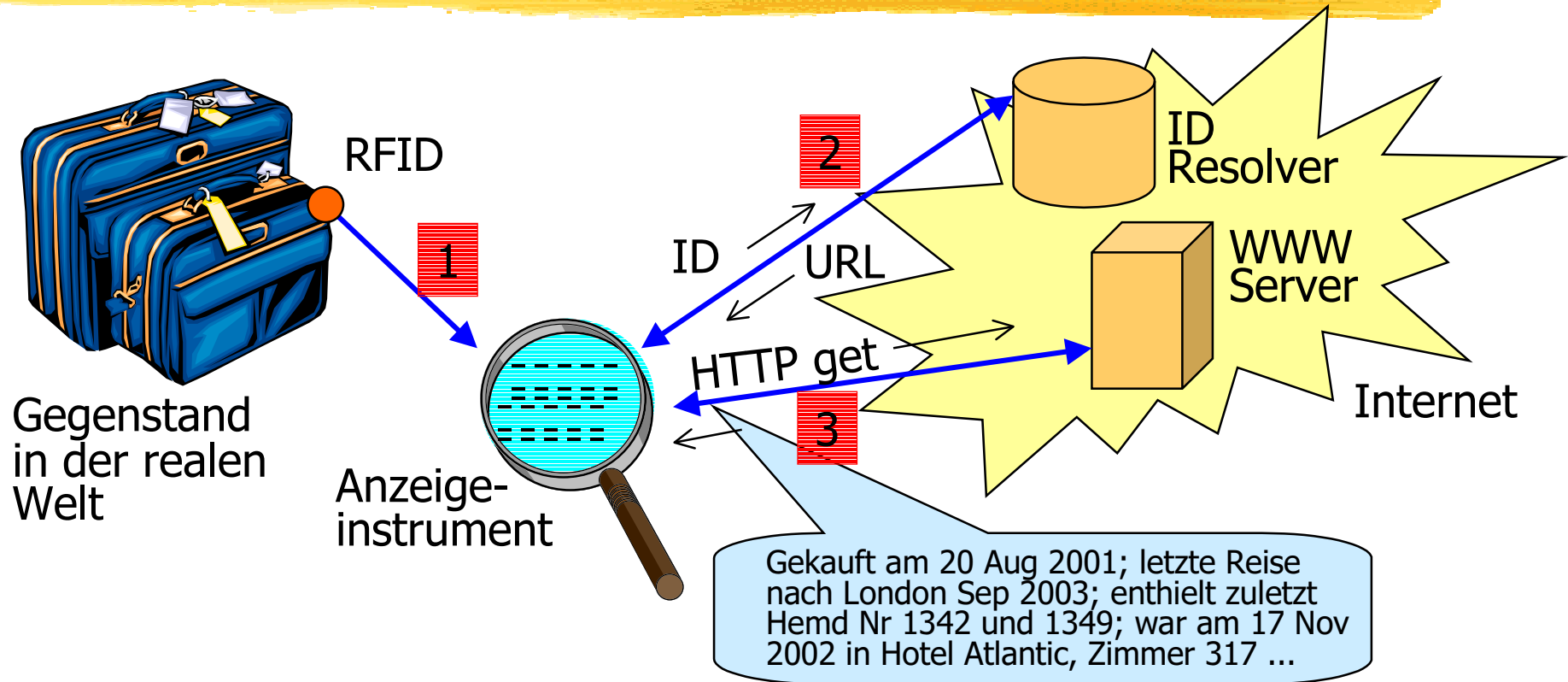


RFIDs in Buchrücken und Siegel



Armbanduhr zur Identifikation und Aufruf der Agenda

Datenschatten von Objekten



- „ID“ = Index für Internet-URL („Datenschatten“)
 - z.B. Rezept „am“ Fertiggericht für die Mikrowelle
 - „copy by reference“ statt „by value“

Virtuelle Proxy-Objekte

Virtuelle Welt

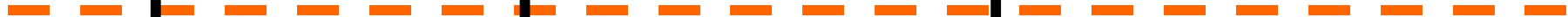
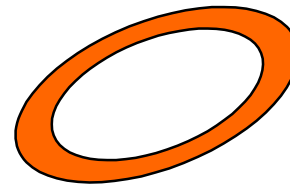
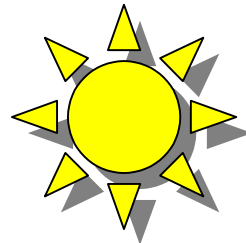
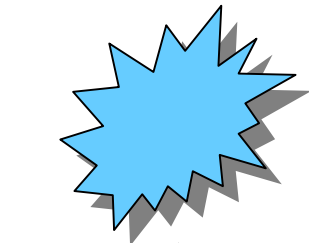
(Internet, Cyberspace)

Virtuelle "Proxy-Objekte"

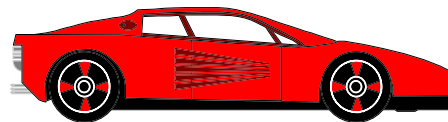
- passiv: Datenschatten
- aktiv: "Schutzengel"



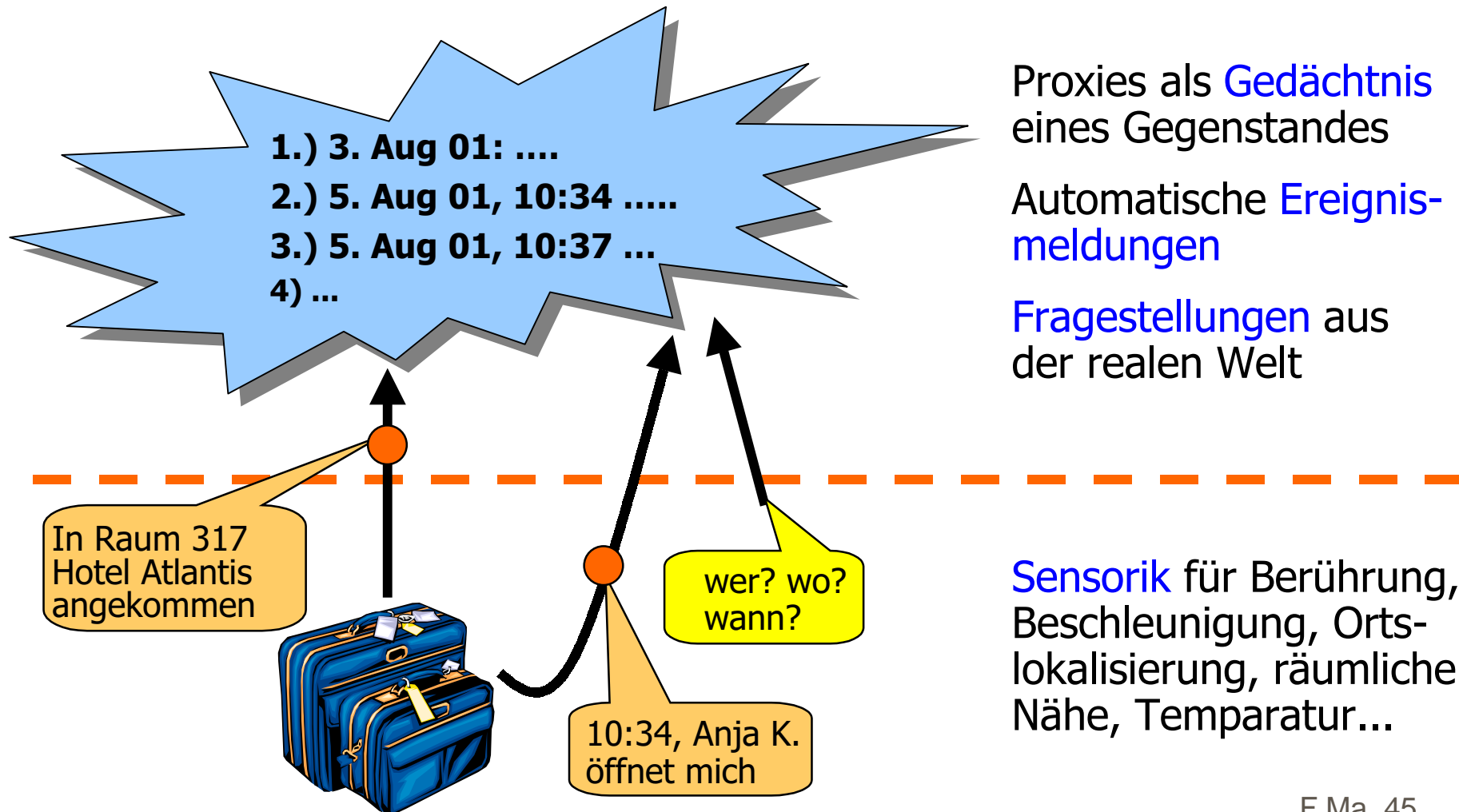
Rein virt. Objekt
(z.B. E-mail)



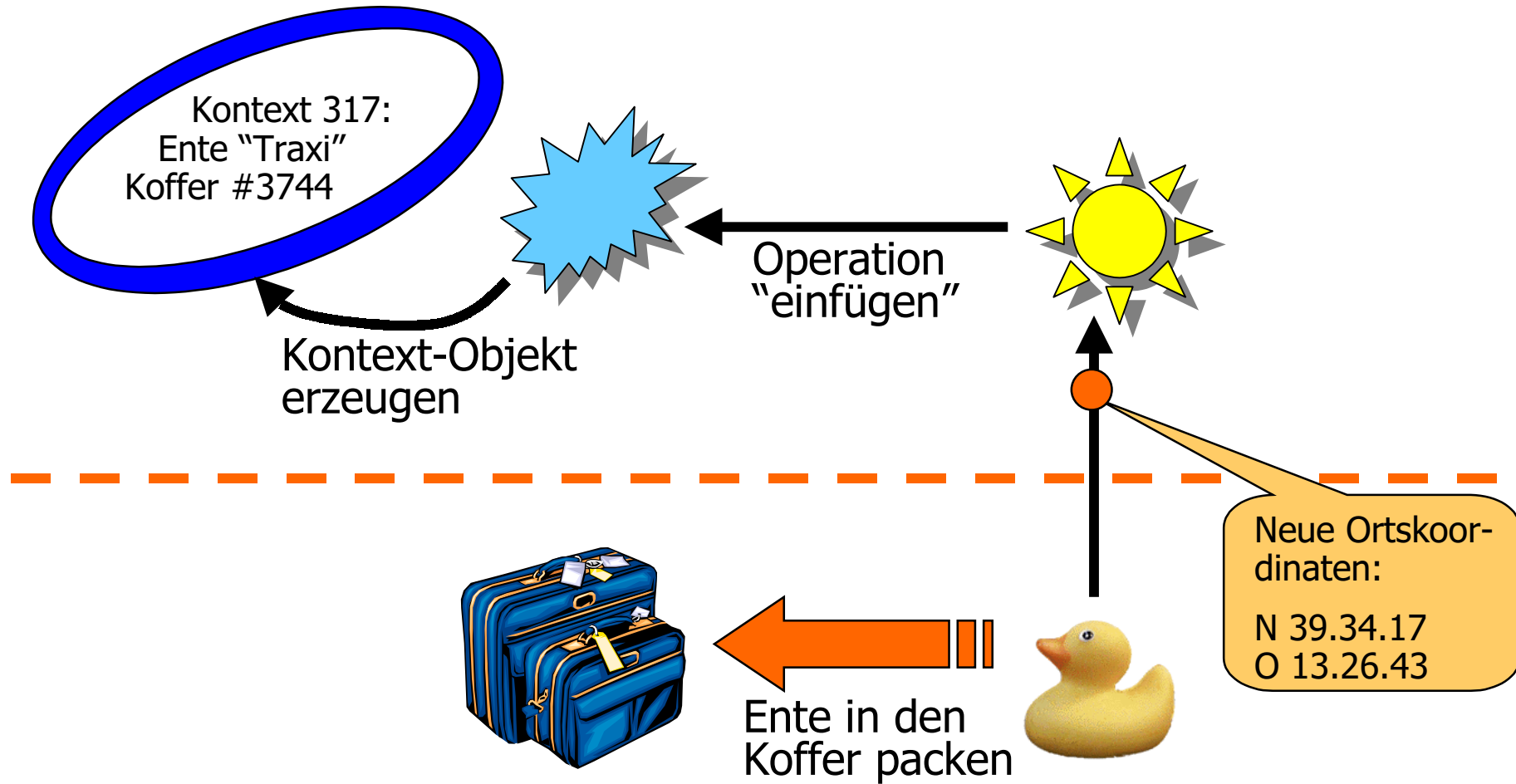
Reale Welt



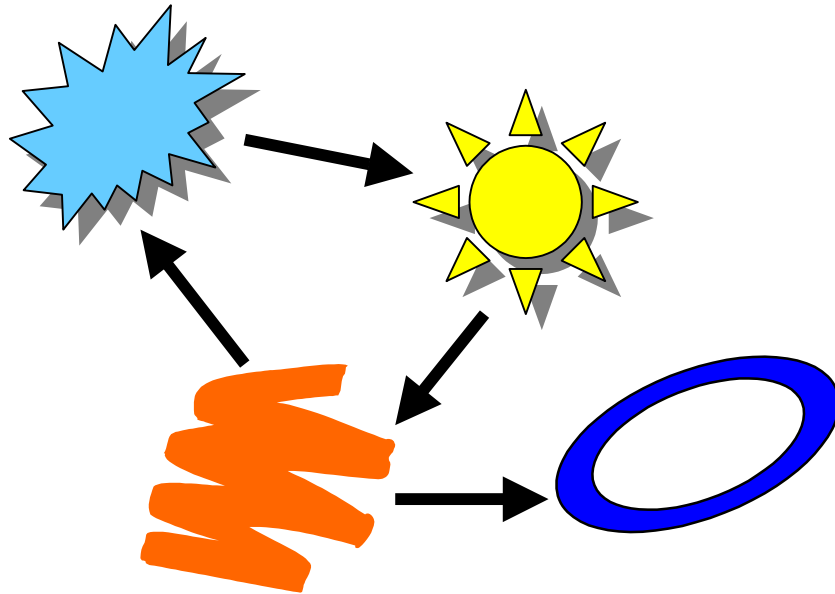
Proxy als passives Gedächtnis



Manipulation der virtuellen Welt durch **aktive Proxies**



Beitrag der Informatik: Architekturkonzepte des Virtuellen



- Datenstrukturen
- Informationssysteme
- Objektorientierung
- Softwarearchitekturen
- Regelkalküle
- Wissensrepräsentation
- Semantik

- Infrastrukturen, Middleware
- Eingebettete Systeme, Netze
- Sicherheitskonzepte
- ... und vieles mehr!

Die Informatik hat Konzepte entwickelt, um grosse „virtuelle Systeme“ verlässlich zu entwerfen und zu realisieren

Sicherheit und Datenschutz

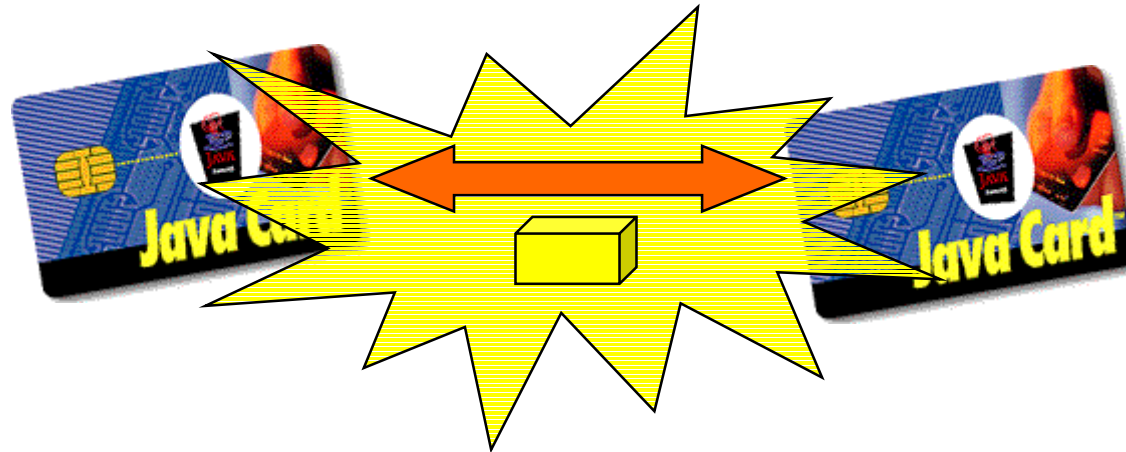
- Schon jetzt im **WWW** ein Problem
 - was geschieht mit den von mir eingegebenen **Daten**?
 - werden meine „**Mausklicks**“ auf WWW-Seiten verraten?
- Viel dramatischer in der **UbiComp-Welt**
 - viele **Ereignisse** banalster Aktionen werden gespeichert
 - könnten zu perfekten **Profilen** zusammengestellt werden

Gekauft am **20 Aug 2001**; letzte Reise nach **London** Sep 2003; enthielt zuletzt Hemd Nr 1342 und 1349; war am 17 Nov 2002 in **Hotel Atlantic, Zimmer 317** ...

- Information fusion
- Data mining
- Suchmaschinen

- Wie begegnet man diesem **Privacy-Problem**?
 - technisch, rechtlich, organisatorisch, gesellschaftlich...

Besser als RFIDs: Kontaktlose Chipkarten



- **Prozessor**, Speicher, Java-VM auf einem Chip
- Energiezuführung von aussen analog zu RFIDs
- Daten + **mobiler Code**
- **Sicherheit und Privacy**
 - kryptographische Protokolle mit dem Prozessor?
 - ...nur meiner Waschmaschine erzählt mein Hemd etwas!

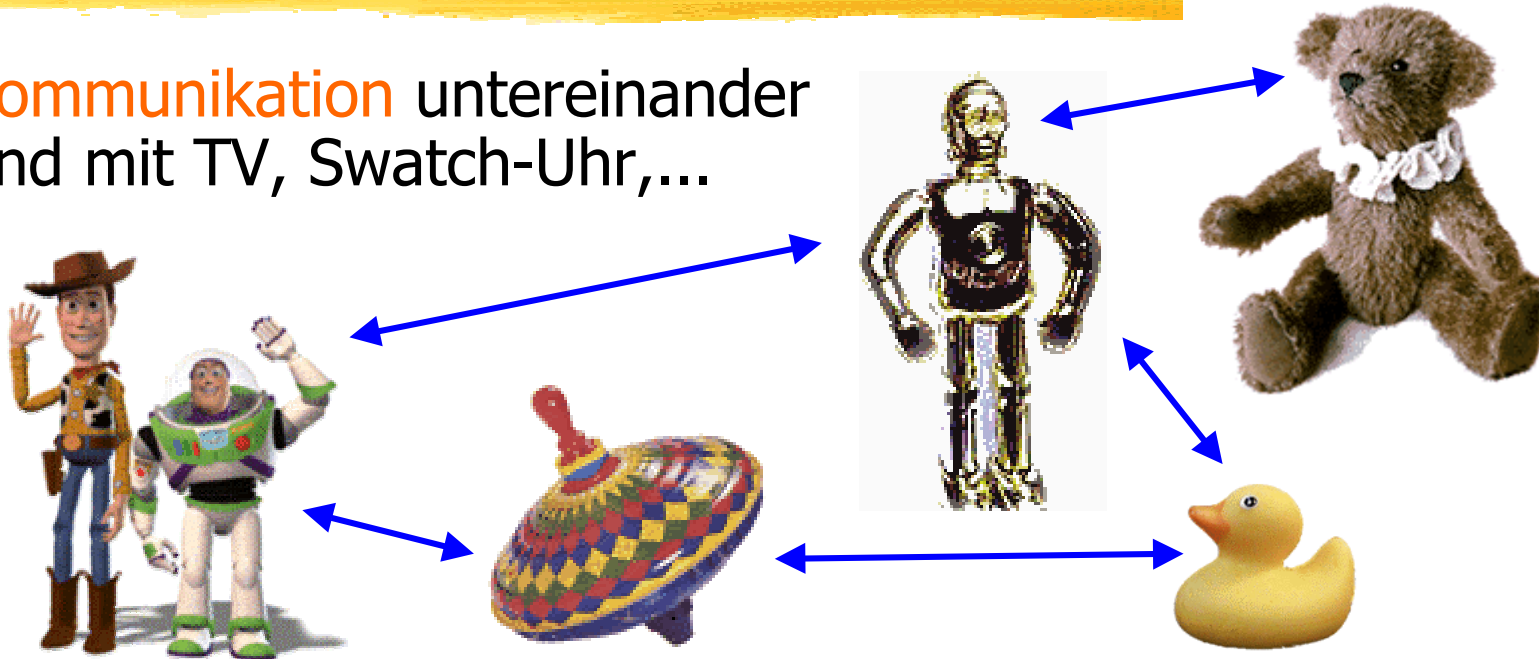
Ubicomp - Anwendungen?

- **Verkehr, Mobilität**
 - Reiseplanung, Navigation, Verkehrsleitung
 - spontane Netze für Staumeldung, Parkplatzsuche
- **Medizin**
 - Sensoren zur Gesundheitsüberwachung
- **Unterhaltung, Freizeit, Fun**
- **Büro, Arbeitswelt**
- **Electronic Commerce**

Wird dies jemals so allgegenwärtig und unaufdringlich wie z.B. Schriftzeichen?

Beispielanwendung: drahtlos vernetztes Spielzeug

- **Kommunikation** untereinander und mit TV, Swatch-Uhr,...



- **Internet** via Spielkonsole, Home-PC, „Home Gateway“
- **Update** über Nacht via Internet
 - z.B. Phrasen der gestrigen TV-Serie für Sprechpuppen

Drahtlos vernetztes Spielzeug

- Zugriff auf WWW und grosse externe Datenmengen
 - z.B. Wörterbuch für Sprachlernspiele
- Vernetzte Fan-Gruppen
 - „my toy“ --> Marketing
- Auslagerung rechenintensiver Aufgaben auf Server
 - z.B. Spracherkennung
- Avater für Freunde oder Familienmitglieder
- Babysitting, Gesundheitsüberwachung
- Neue Spiele, wenn das Spielzeug kommunizieren kann

Beispiele seit '98: Barney, „Talk With Me Barbie“, Furby



Ubicomp: Herausforderungen für die Informatik

- These: Die **Bedeutung der Informatik** wird stark zunehmen
 - die Informatisierung und Vernetzung aller Dinge ist schliesslich keine Kleinigkeit
 - Aufbau der Infrastruktur nach guten **Ingenieursprinzipien**

- Betrifft praktisch **alle Teilgebiete**
 - z.B.: Verteilte Systeme, Vernetzung, Sicherheit, Informationssysteme, eingebettete Systeme, Mustererkennung, Sensorik, Spracherkennung,...
- Viele **neue Herausforderungen**, z.B.: Service-Beschreibung und Lokalisierung, Skalierbarkeit,...

Informatik-Teilgebiete: 5 Beispiele



- (1) HCI:
 - Interaktion mit unsichtbaren Computern?
- (2) Netze & mobile Computing:
 - Spontaneous Networking
- (3) Verteilte Systeme:
 - Architekturen und Infrastrukturen
- (4) Sicherheit:
 - Privatheit trotz Vernetzung von „allem“?
- (5) KI:
 - Situatives Verhalten von Geräten

(1) HCI: Interaktion mit unsichtbaren Computern?



- **Intuitive** Benutzungsschnittstellen
 - wie man mit anderen Menschen kommuniziert
 - Handschrift, Sprache, Gesten,...
- **Natürliche** Benutzungsschnittstellen
 - normaler Umgang mit dem Gegenstand
 - Anfassen, bewegen, deuten, anblicken..., z.B.:
 - Berühren einer Tür (Zugangskontrollsensor)
 - Zusammenbringen zweier Gegenstände (Informationstransfer)
 - Sensoren, die Kontext des Dings / Nutzers aufnehmen
- Interaktion mit dem **Ding an sich**

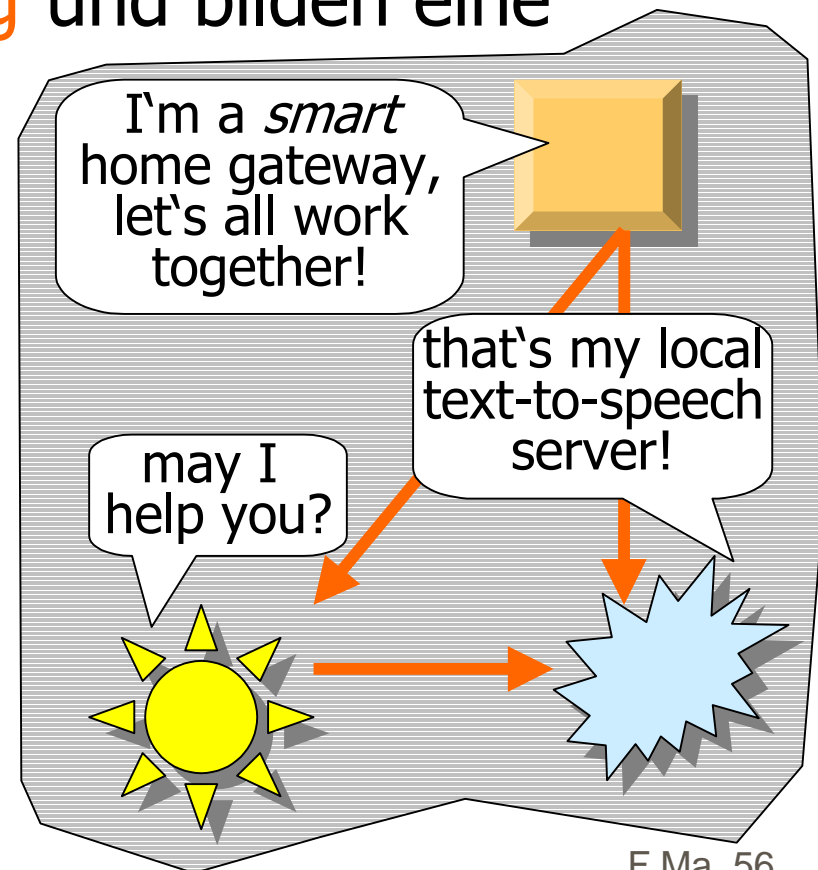
(2) Netze & mobile Computing: Spontaneous Networking

- Objekte in einer offenen, verteilten, dynamischen Welt **finden sich gegenseitig** und bilden eine **zeitweise Gemeinschaft**

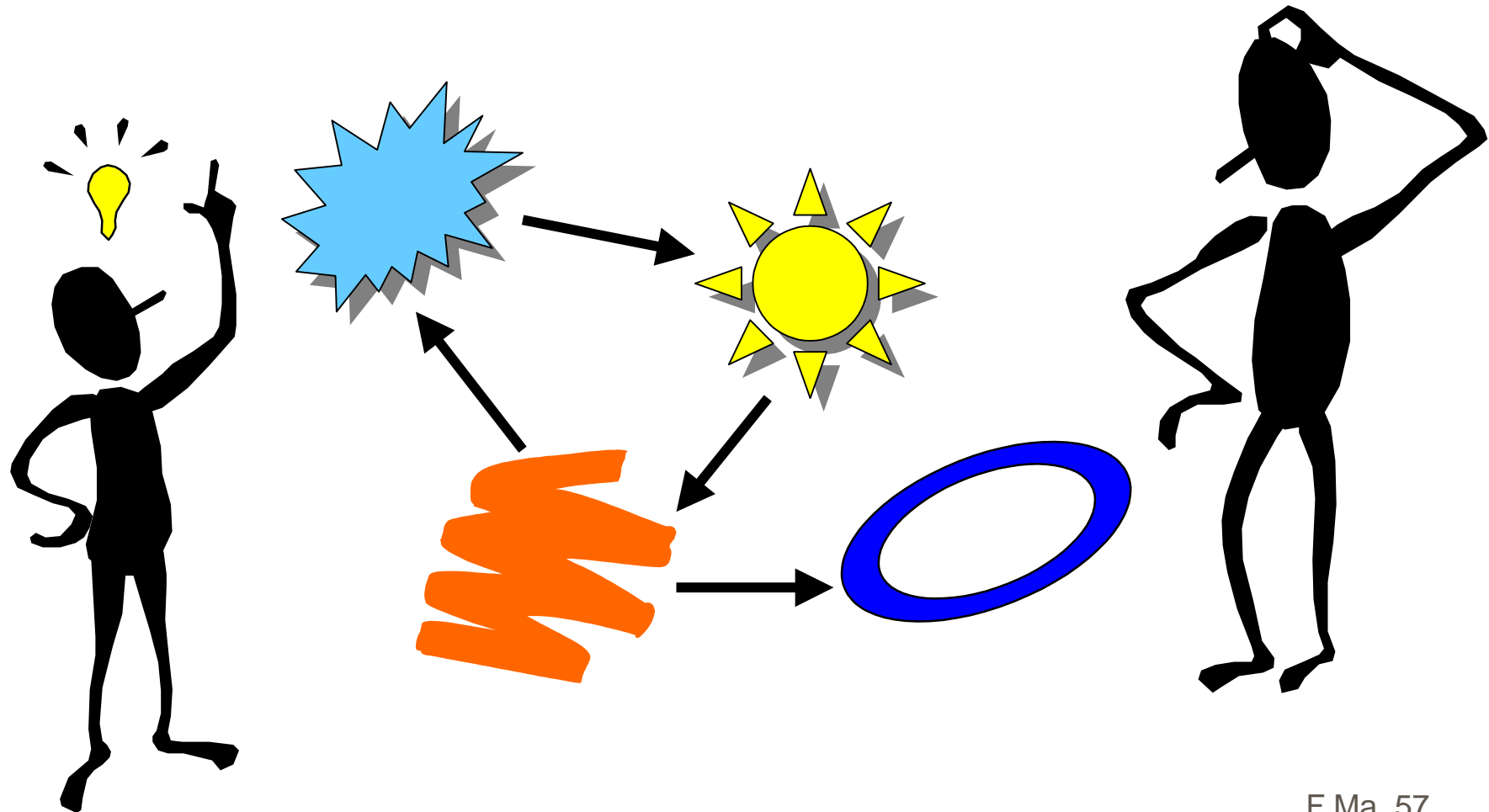
- Kooperation, Dienstnutzung

- Geräte erkennen, dass sie „**zusammengehören**“

- die „richtigen“ Dienste
 - oder: alle Geräte im Raum
 - oder: alle Objekte, die ich bei mir habe



(3) Verteilte Systeme: Architekturen und Infrastrukturen



(4) Sicherheit: Privatheit trotz Vernetzung von „allem“?

- Was heisst das eigentlich?
 - Analyse des Problems
- Was bedeutet Vertrauen? Sicherheit? Privatheit?
- Gibt es technische Lösungen?
 - lassen sich existierende Lösungen adaptieren?
- Lassen sich organisatorische und rechtliche Lösungen technisch unterstützen?
- ...

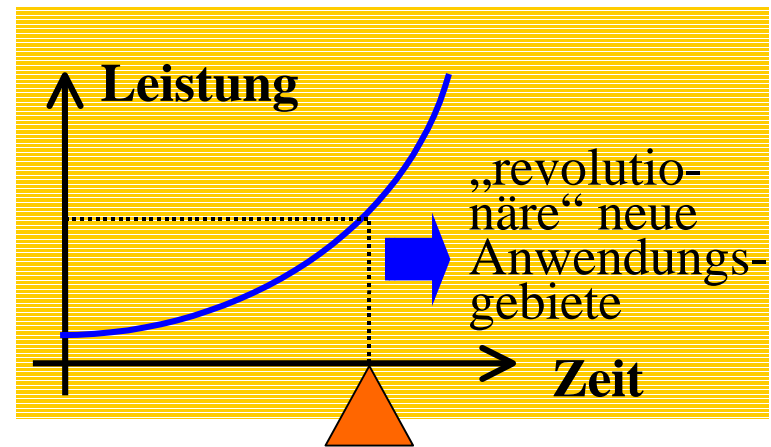
(5) KI:

Situatives Verhalten von Geräten

- **Adaption** des Verhaltens und der Schnittstelle von Geräten an die **aktuelle Situation**
 - dadurch einfacher und intuitiver zu benutzen
 - Minimierung des kognitiven Aufwandes zur Bedienung
- System muss sich dazu laufend einen Überblick über den **Kontext** verschaffen
 - bzgl. Ort, Sensordaten, Nutzer, Historie...
- Und daraus die richtigen **Schlüsse** ziehen
- Generell: **Autonomie** von smarten Dingen erfordert „intelligentes“ Verhalten

Einfluss von Technik

- Technik beeinflusst und **ändert die Welt** / die Gesellschaft wesentlich
- **historisch**: Mechanisierung, Elektrizität, Zug und Auto, elektronische Massenmedien
- impliziert also letztlich **ethische** Fragestellungen
- soziale **Adaption** an Auswirkungen braucht Zeit, ist ein **evolutionärer Prozess** (Arbeitsplatz, Lernbereitschaft, Generationenaspekt)



Ubicomp - Konsequenzen und Herausforderungen

- Technische **Infrastruktur** nicht trivial
 - Herausforderung u.a. an die **Informatik**
- **Sicherheit**, Vertrauenswürdigkeit, Abhängigkeit
 - technische und gesellschaftliche Aspekte
- Wirtschaftliche, soziale, kulturelle **Auswirkungen**
 - gefordert: Politik, Gesellschaft, Recht

„We are always very bad at predicting how a given technology will be used and for what reasons“

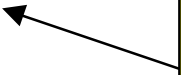
-- Bran Ferren, Chief Disney Imagineer

Resümee



- Das ganze wird sehr **spannend!**
- **Herausforderungen**
 - für die **Informatik**
 - für die **Wissenschaft**
 - für die **Gesellschaft** insgesamt

Die Vernetzung aller Computer ist geschafft. Jetzt geht es um die *Informatisierung und Vernetzung aller Dinge!*



Eine Chance für die **ETH Zürich?**

- ... etwas daraus zu machen
- ... das Thema multidisziplinär anzugehen
- ... bei dem Gebiet mit zu den ersten in Europa zu gehören