

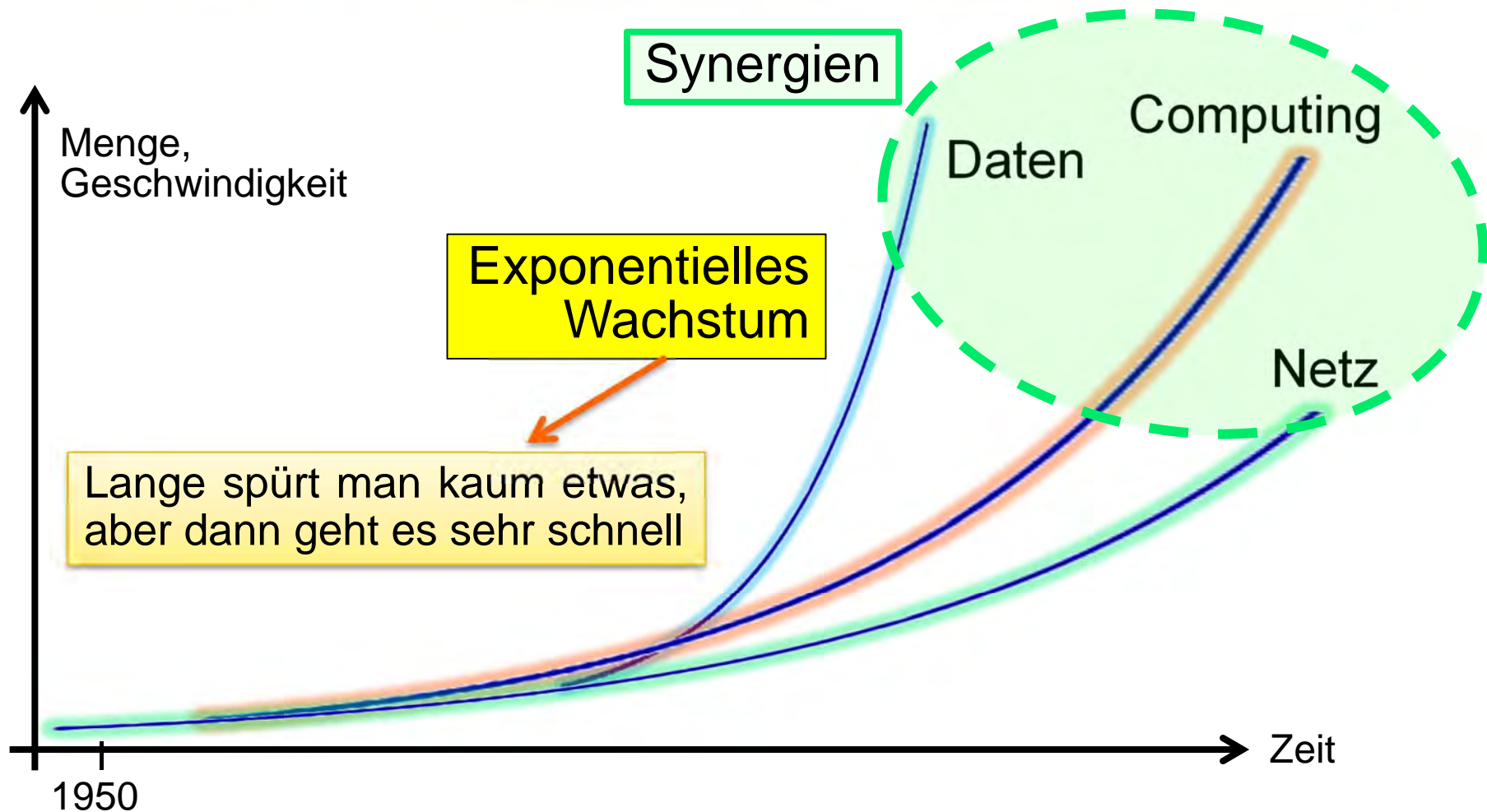
# Das Internet der Dinge

Friedemann Mattern

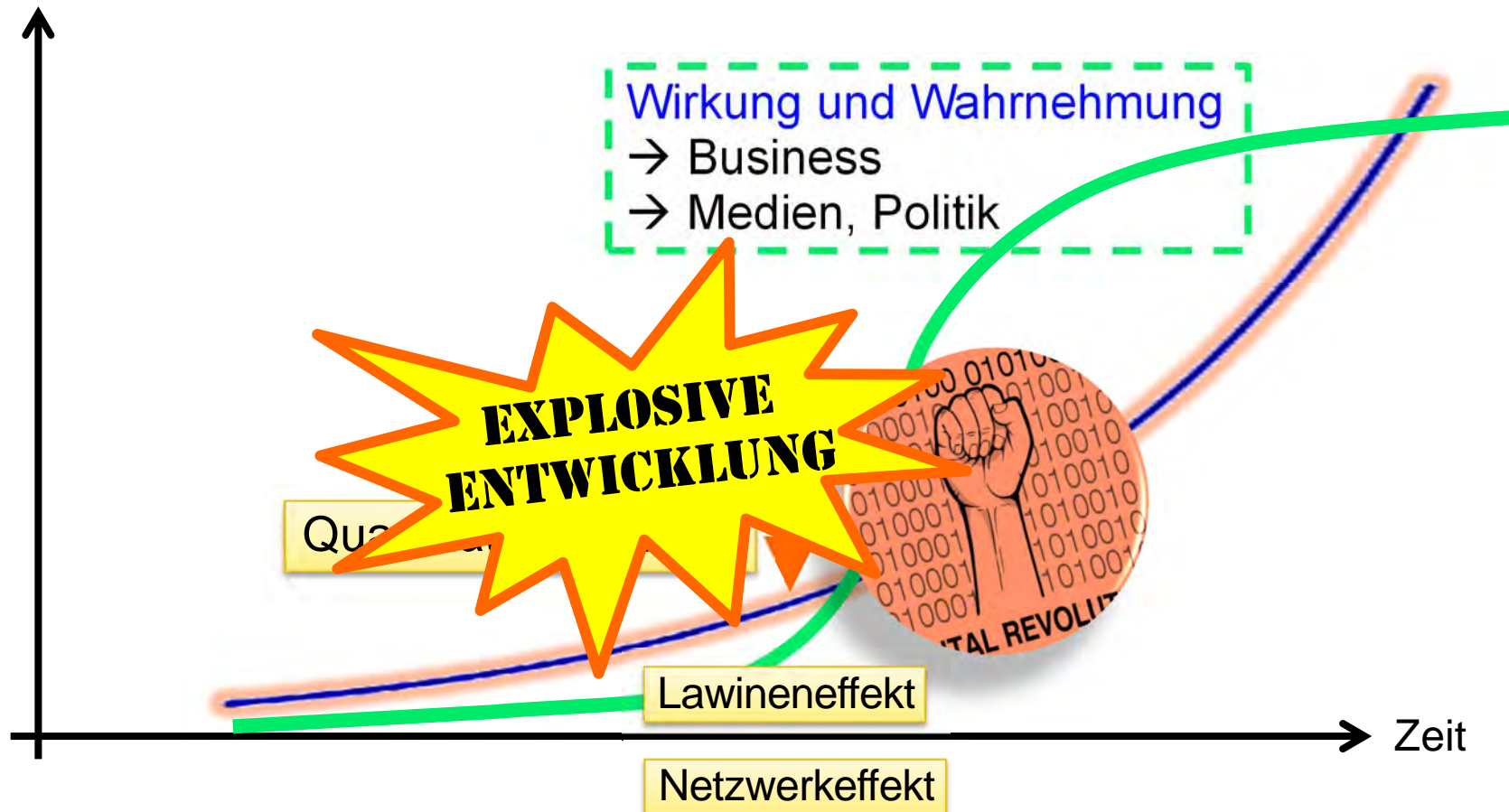
ETH Zürich



# Schleichende digitale (R)evolution

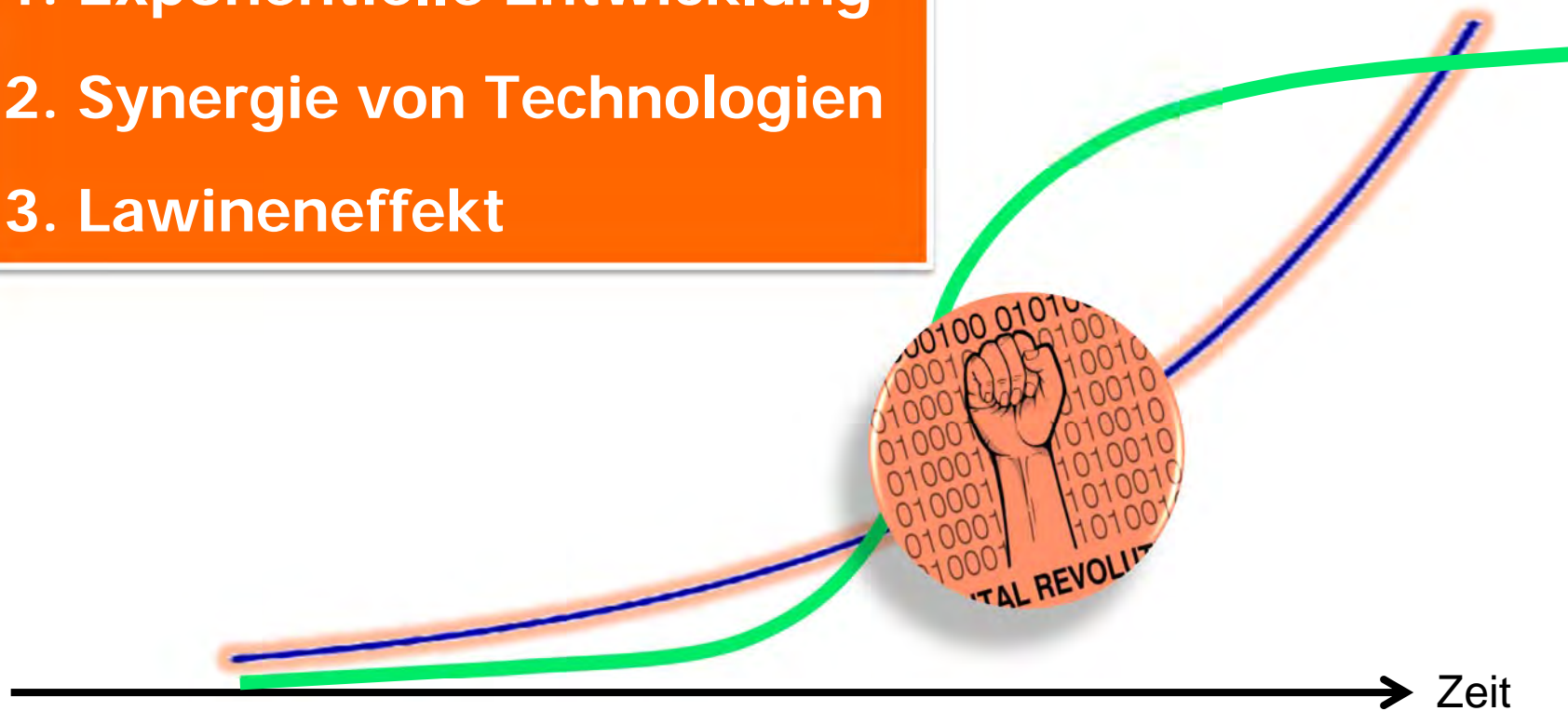


# Schleichende digitale (R)evolution



# Schleichende digitale (R)evolution

1. Exponentielle Entwicklung
2. Synergie von Technologien
3. Lawineneffekt



Computing,  
Netze, Daten

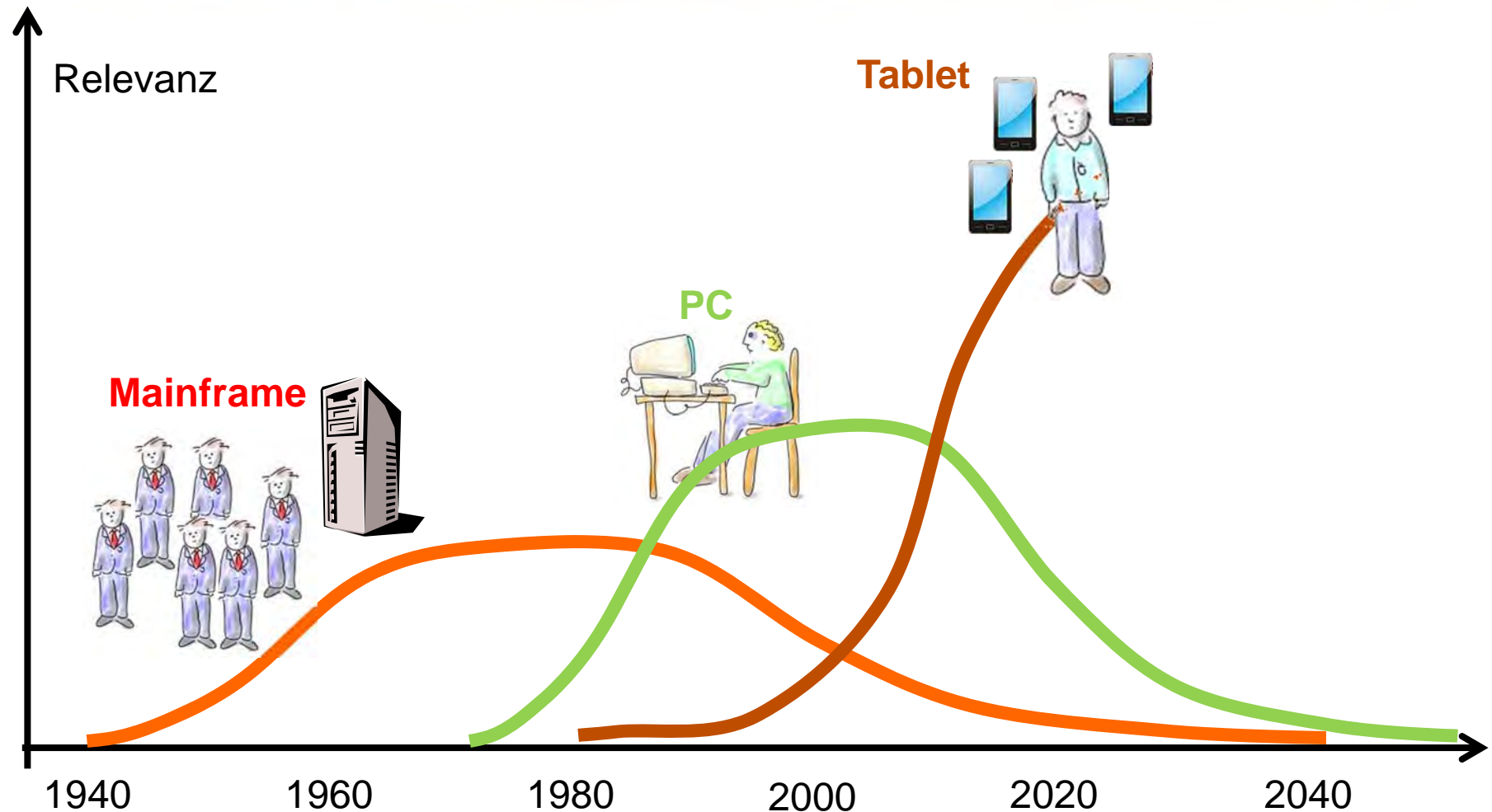
# Computerprozessoren

Geschwindigkeit und Speicherkapazität  
**verdoppeln** sich alle **18 – 24 Monate**

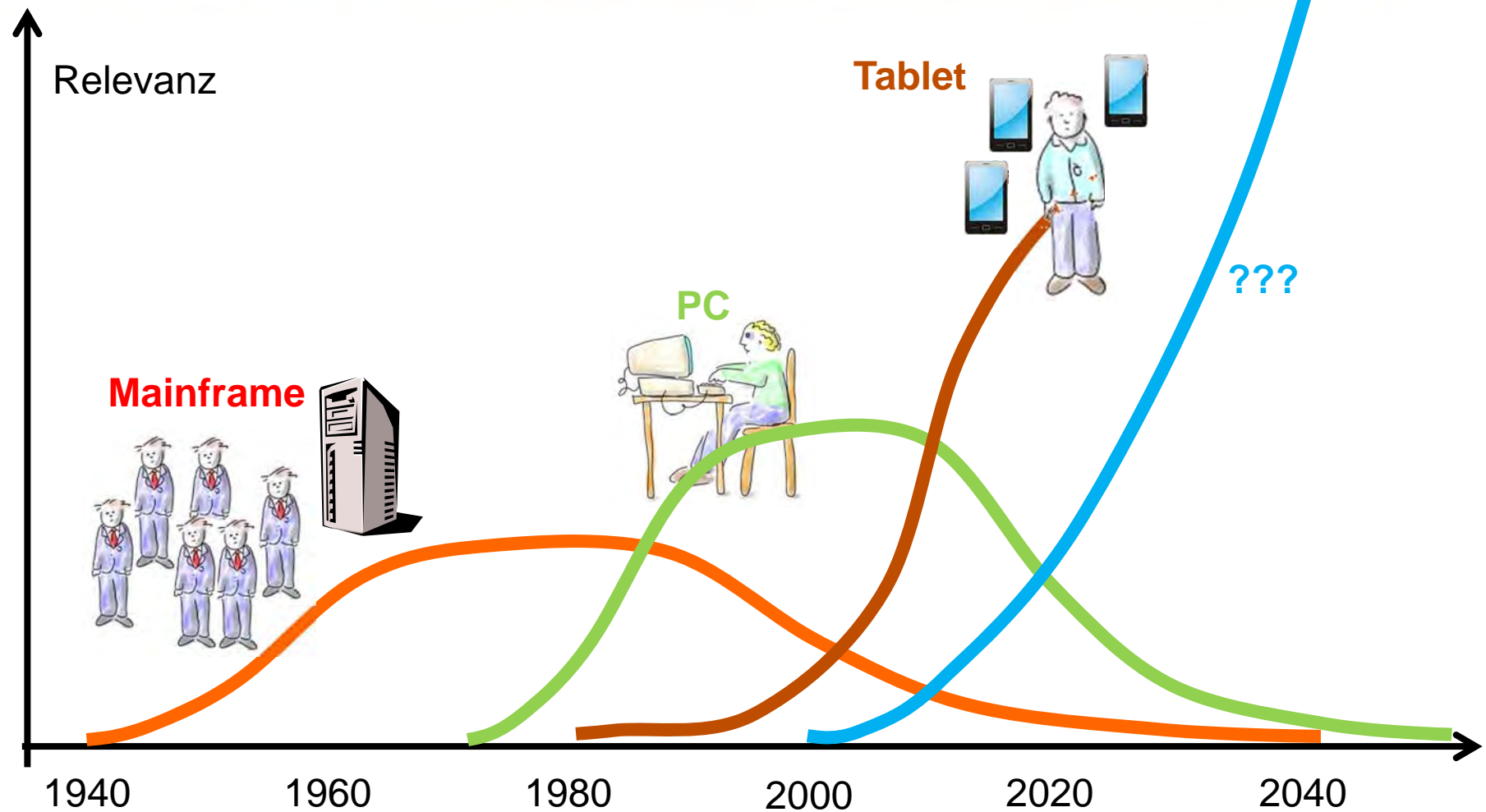
- seit ca. 1945, Ende nicht absehbar
- „billiger, kleiner, schneller“



# Metamorphose des Computers

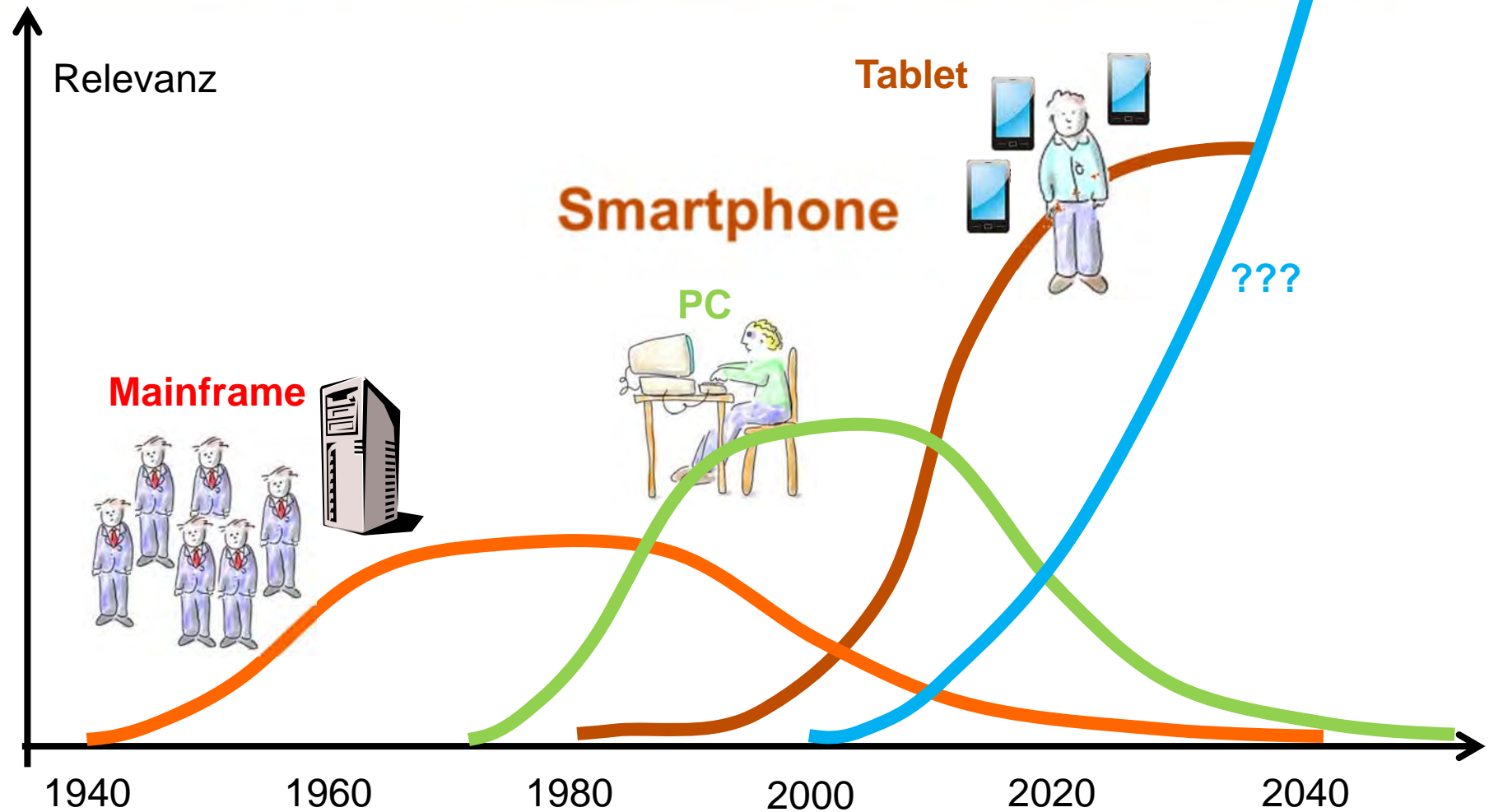


# Metamorphose des Computers





# Metamorphose des Computers



# Paradigmenwechsel!

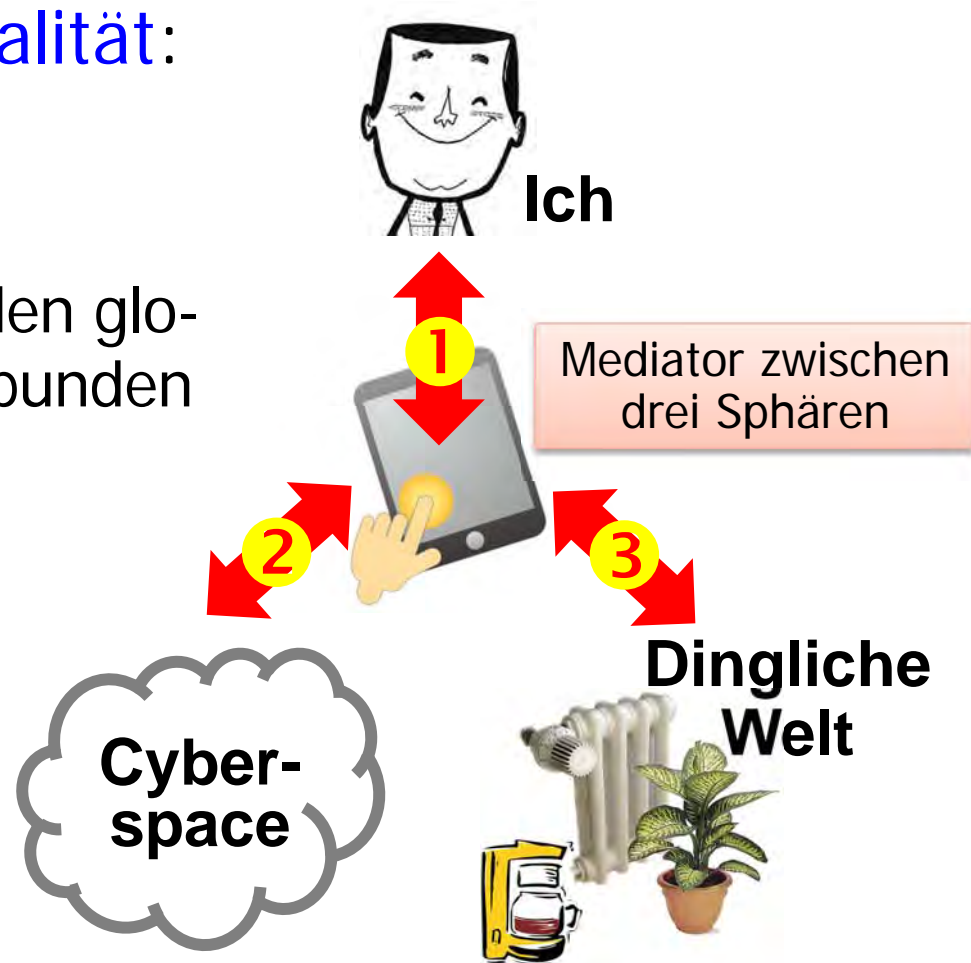
Ganz **neue Nutzungsqualität**:

(1) Touch-Screen

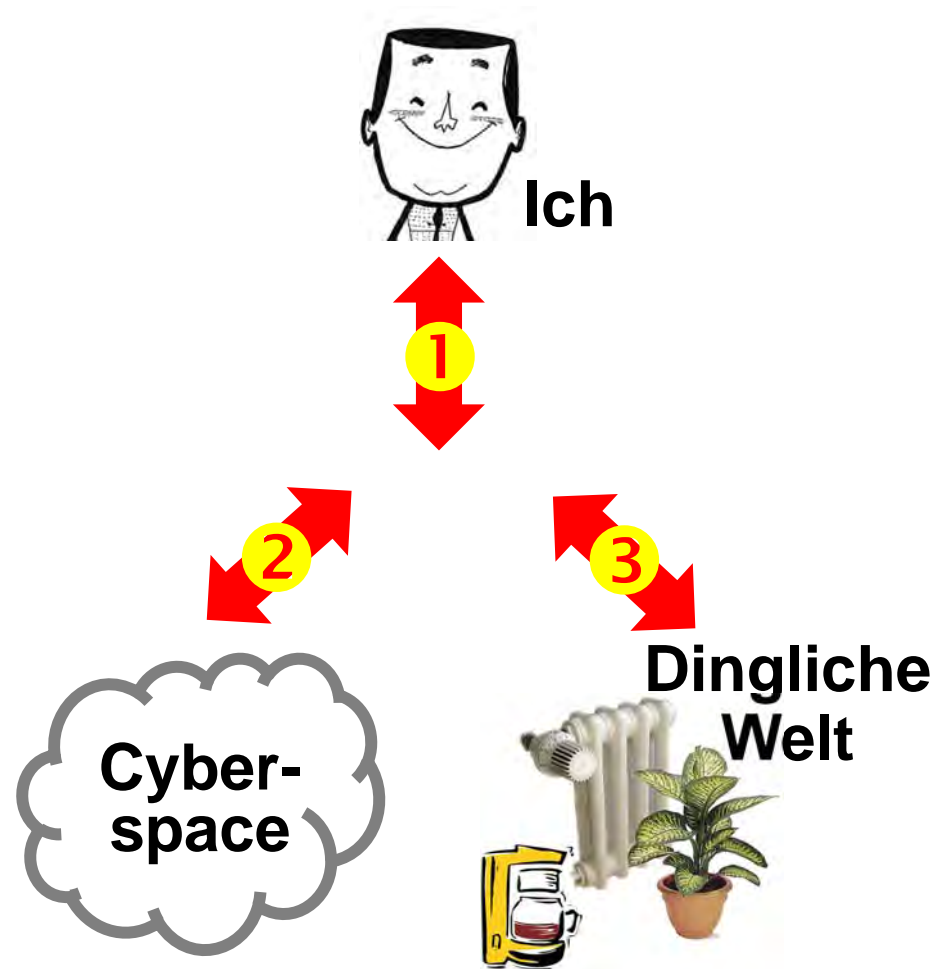
(2) Drahtlos vernetzt → in den globalen Cyberspace eingebunden

- Apps, e-commerce,...

(3) Realweltkontext durch Kamera, Lokalisation und andere Sensorik

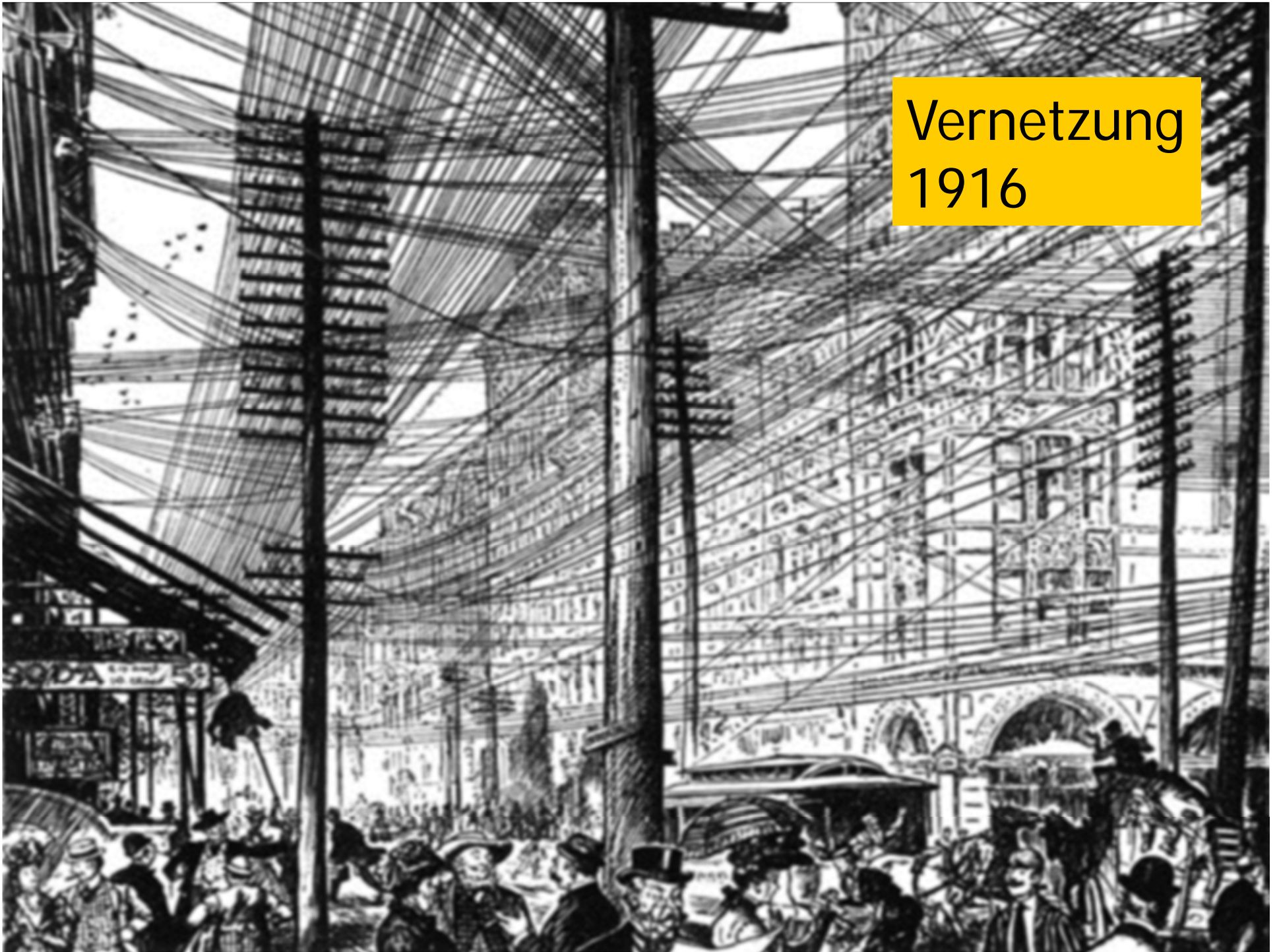


# 3 Sphären

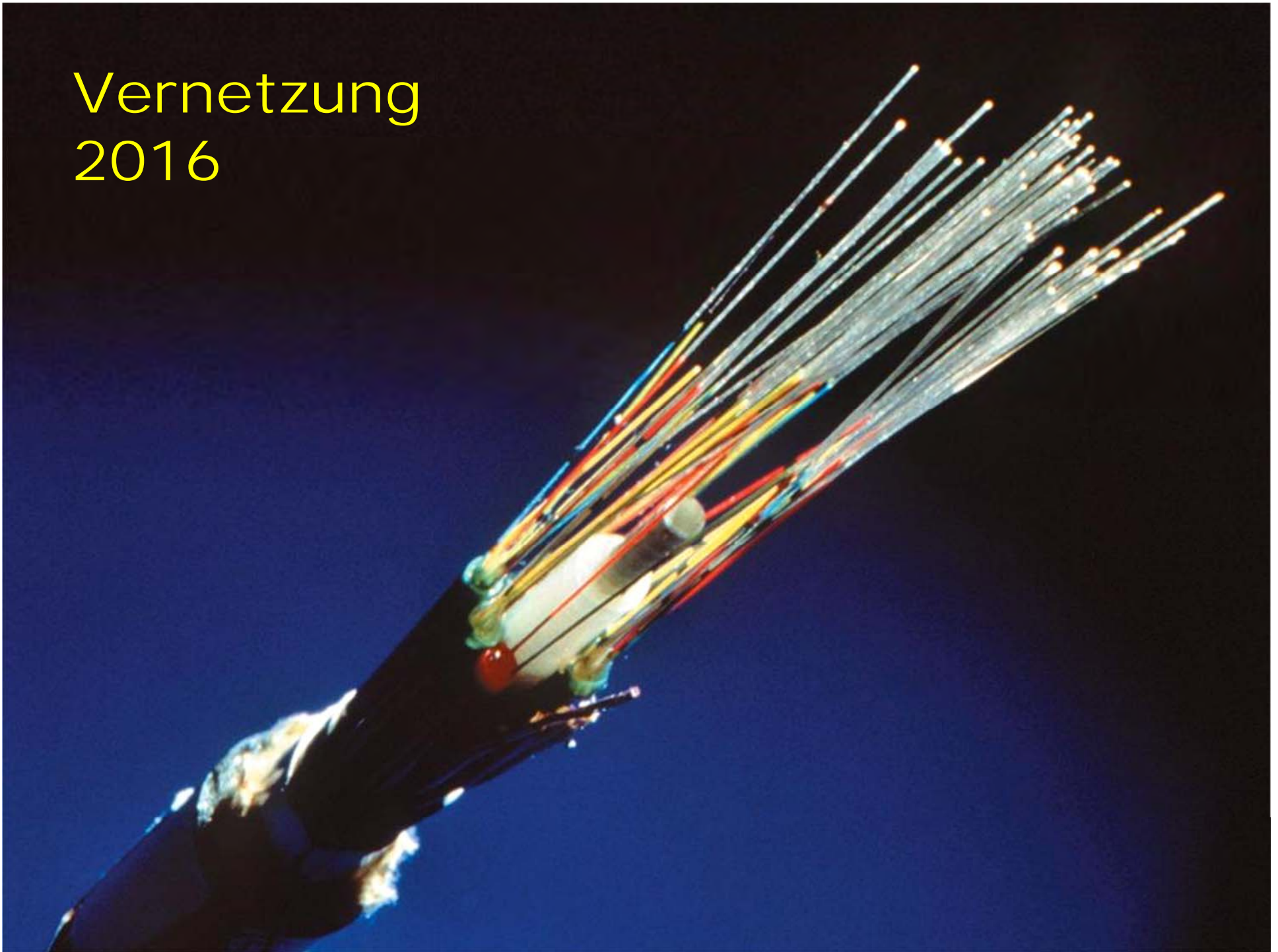


~~Computing,~~  
Netze, ~~Daten~~

# Vernetzung 1916



# Vernetzung 2016



# Evolution Mobiltelefonie (20 Jahre)



Abnehmende Grösse



# Zunehmende Funktionalität

Sprache



Text



Multimedia



Internet





# Smartphones kaum 10 Jahre alt



# Kommunikation fast überall



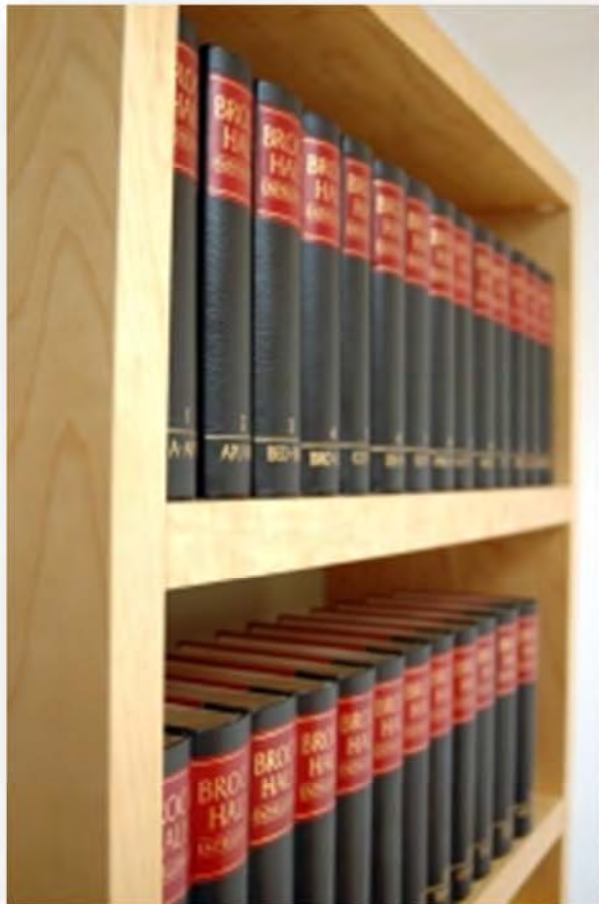
Eine Voraussetzung  
für das  
Internet der Dinge

~~Computing,~~  
~~Netze,~~ Daten

# 5 MB Speicher 1965



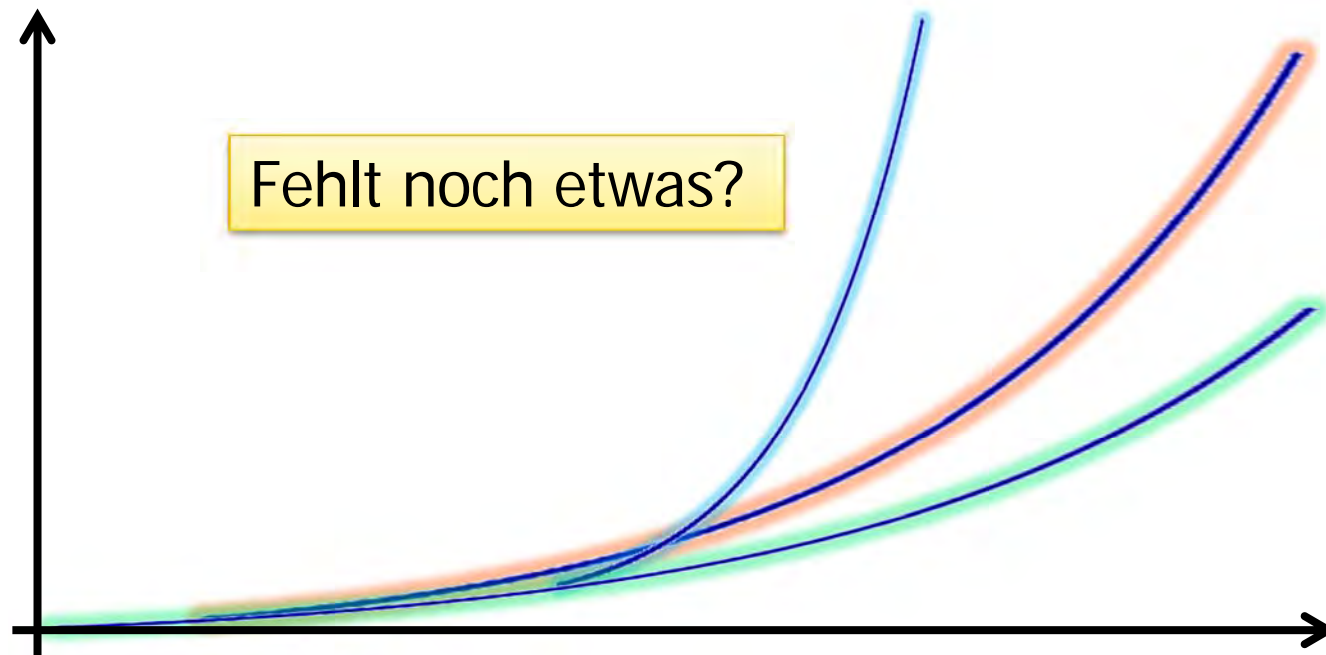
# 500 GB Speicher heute



Ganzes Lexikon auf einem Memory-Stick



# ~~Computing,~~ ~~Netze, Daten~~



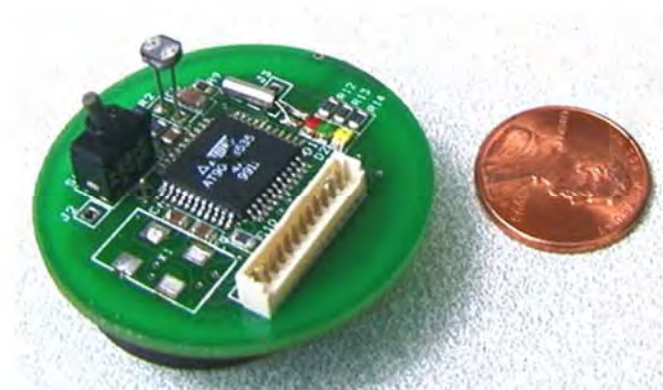
# Drahtlose Sensorik

# Sensoren

Immer kleiner, besser,  
energieeignügsamer



Umwandlung **physikalischer**  
Messwerte in **digitale** Daten  
(und drahtlos versenden)

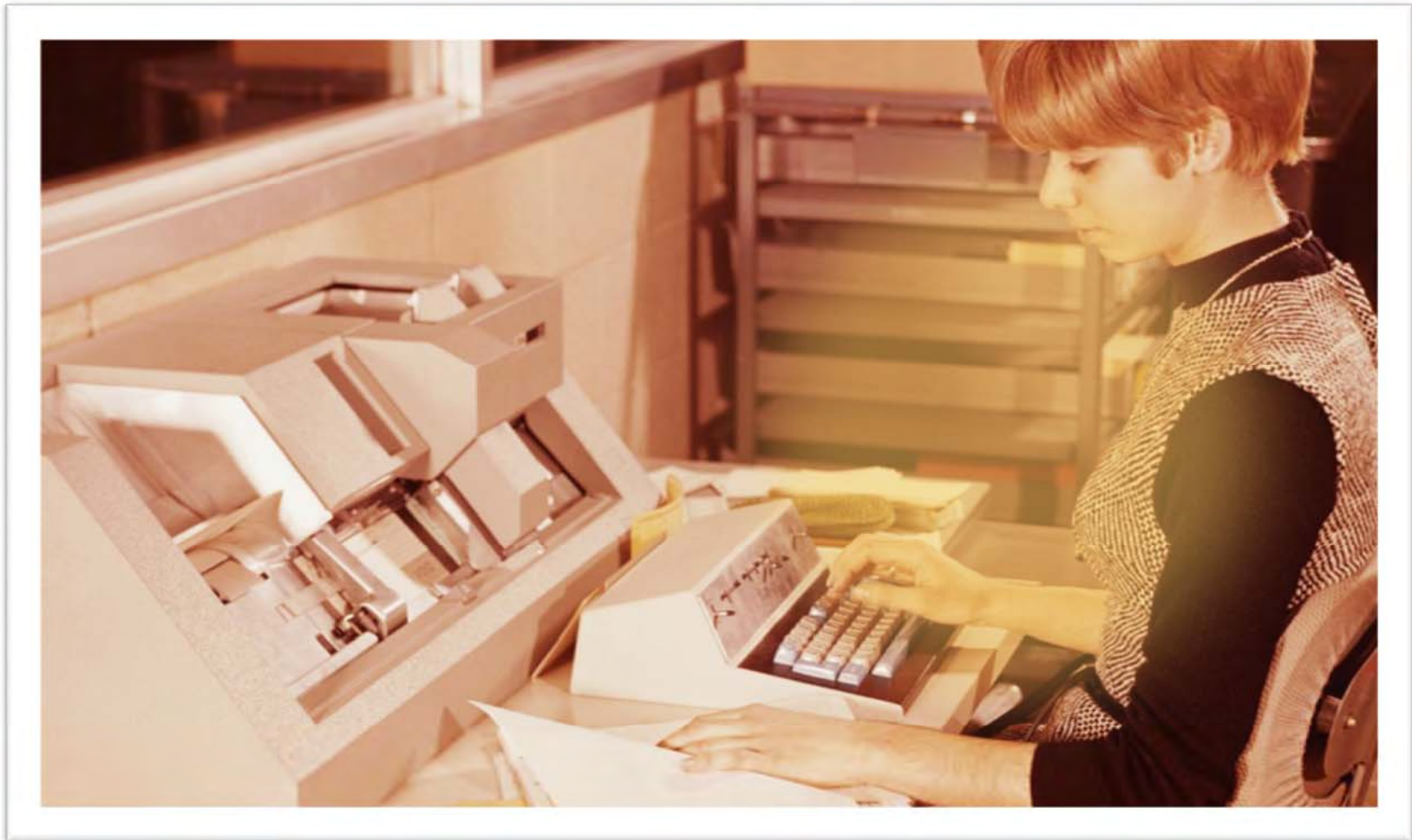


Temperatur, Druck, Licht, Gase, Kraft,  
Beschleunigung, Anwesenheit,...

Schon lange verwendet zur **Steuerung**  
von **Maschinen** und Anlagen



# Früher mussten Computer **gefüttert werden**



# Sinnesorgane für Computer



- Früher mussten Computer **gefüttert** werden
- Das war **langsam**, **mühsam** und **teuer**

Heute bekommen sie ihr Datenfutter automatisch

- 1) **Sensoren** (GPS, Kameras,...)
- 2) Automatisch generierte Daten aus **digitalen Prozessen** (Supermarktkasse, Router,...)
- 3) Eingaben von **Internetnutzern** (Webclicks, E-Mail,...)



# Sinnesorgane für Computer



- Früher mussten Computer **gefüttert** werden
- Das war langsam, mühsam und teuer

Heute bekommen sie ihr Datenfutter automatisch

1) **Sensoren** (GPS, Kameras,...)



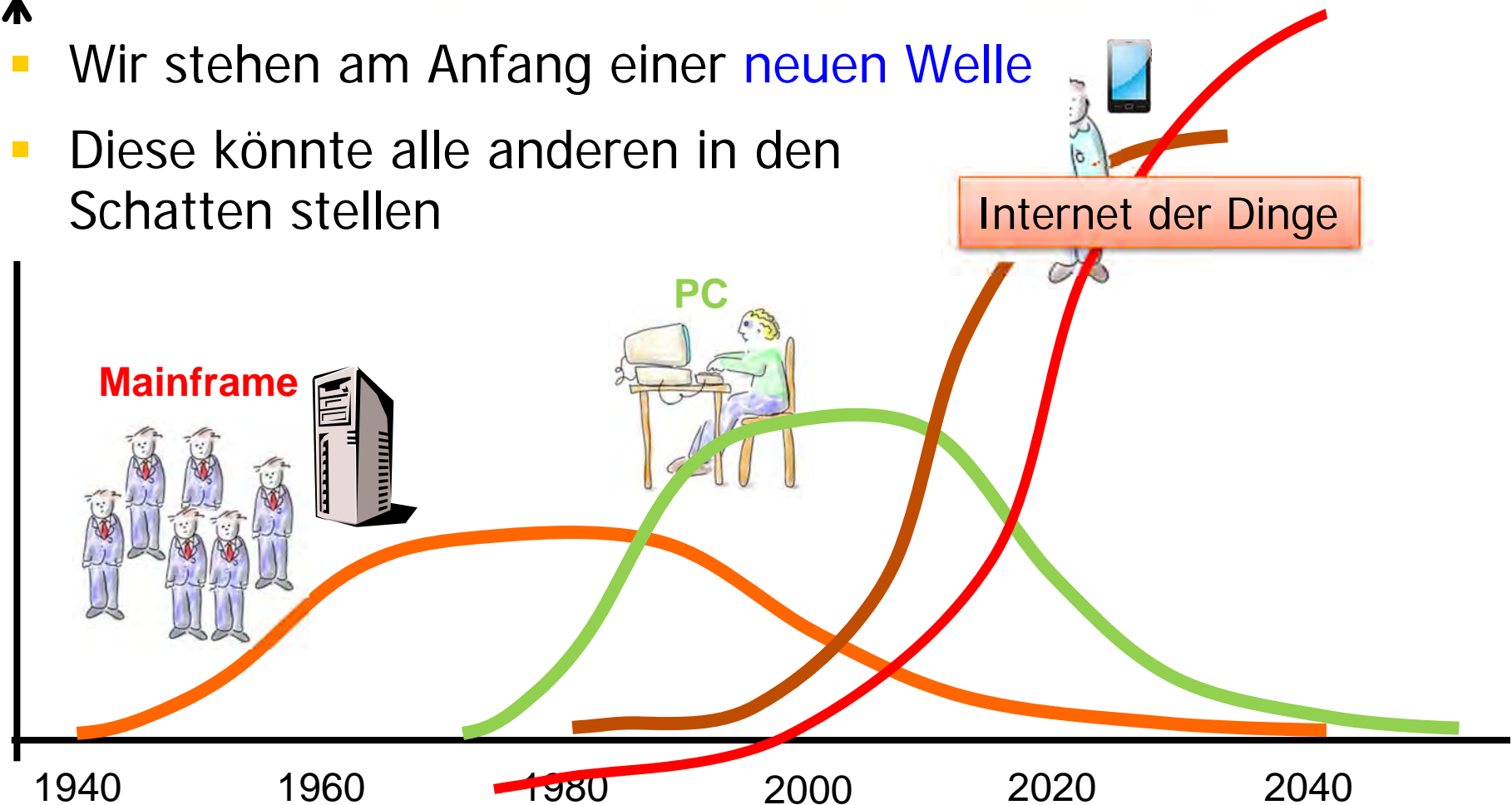
Über Zustände und Prozesse der **realen Welt**



# Die neue digitale Revolution



- Wir stehen am Anfang einer **neuen Welle**
- Diese könnte alle anderen in den Schatten stellen



# Internet der Dinge

- Heute verbindet das Internet alle Computer



Geräte, Maschinen,  
Produkte, Alltags-  
gegenstände...

- Bald werden die ~~Dinge~~  
der Welt an das Internet  
angeschlossen

- Und wir werden mit  
ihnen kommunizieren

Wie? Wozu??



# Indirekte Kommunikation Mensch ↔ Ding



Swissness-Indikator



Smartphone als Mediator

- CO<sub>2</sub>-Erzeugung: 2,7 kg  
- Energieverbrauch: 0,001 kWh

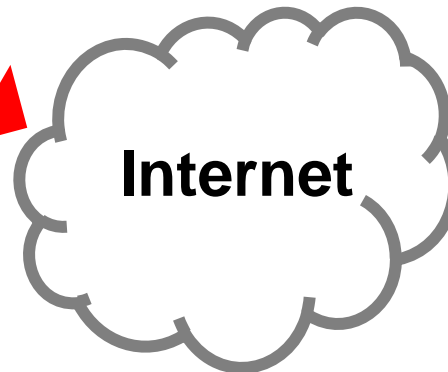
Internet

| Produktnr. | Land |
|------------|------|
| 301938474  | CH   |
| 782937413  | D    |
| 847475663  | F    |
| 736234243  | CH   |

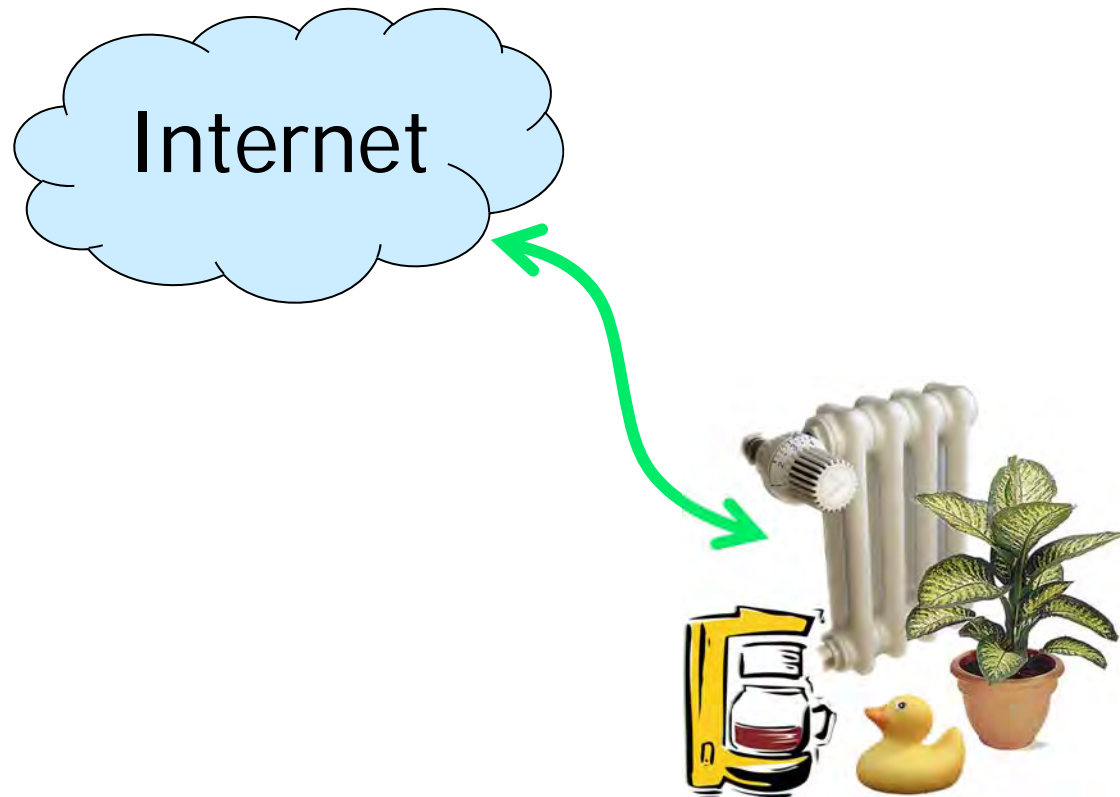
# Indirekte Kommunikation Mensch ↔ Ding



Dingliche Welt

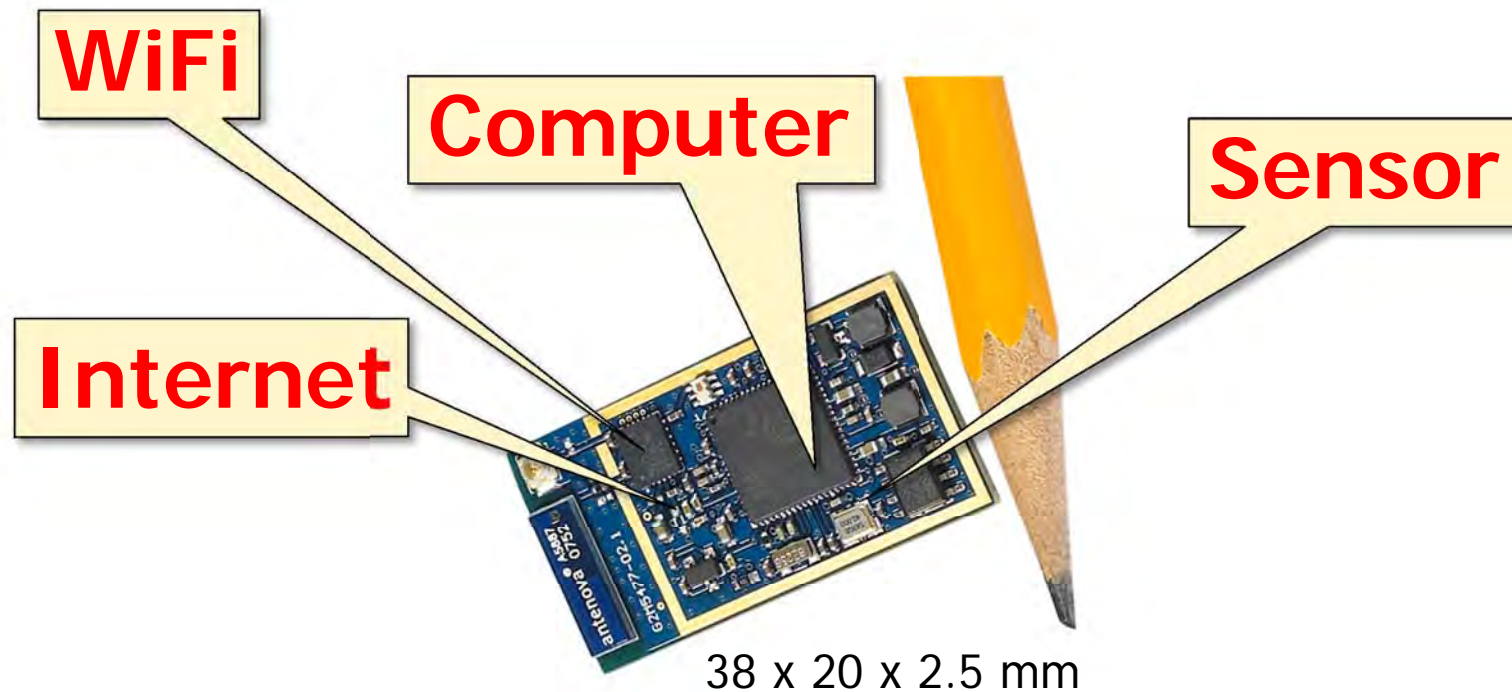


# **direkt** Dinge an das Internet anschliessen



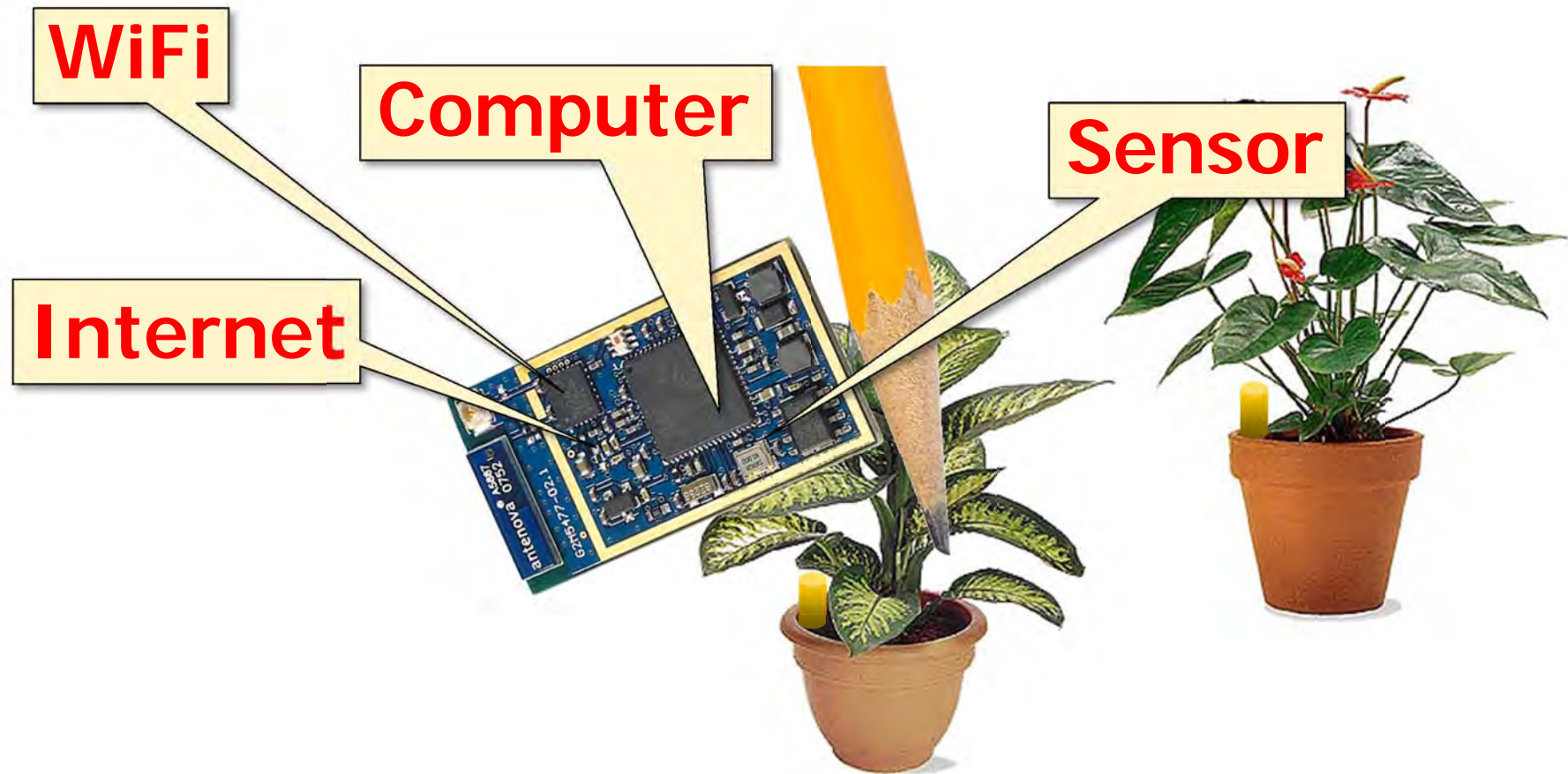


# **direkt** Dinge an das Internet anschliessen

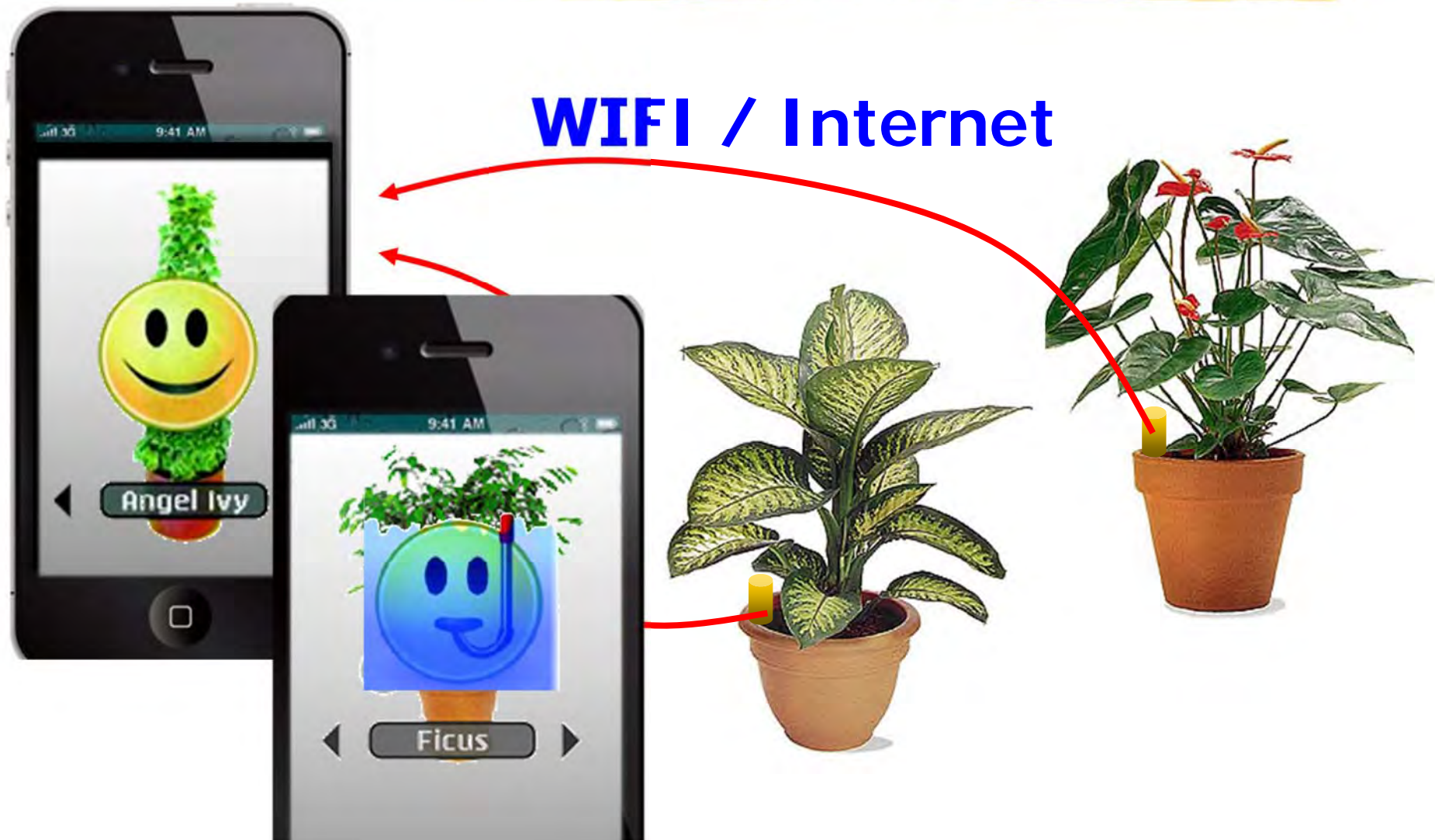


- Ein **Multitalent-Chip** für \$ 12,-

# Beispiel: Kommunikation mit Zimmerpflanzen



# Beispiel: Kommunikation mit Zimmerpflanzen



# Beispiel: Kommunikation mit dem Internet der Dinge



**WIFI / Internet**



Kommunizierende  
Dinge  
in der Praxis

# Produkt kommuniziert mit Display



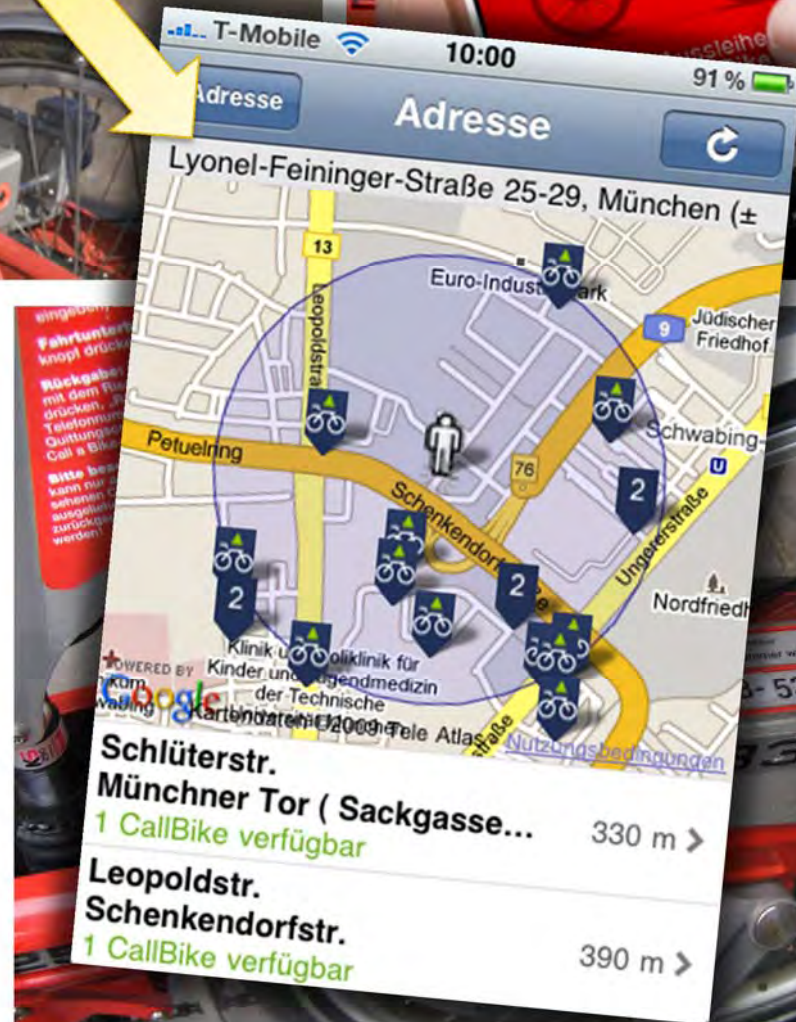


Realwelt-Suche

# Geteiltes Velo

Technik wird kleiner und billiger,  
ermöglicht **neue Geschäftsmodelle**

Mit Web-Technologie ist die  
**Einbindung anderer Web-Dienste**  
(z.B. Kartendienste) sehr einfach





Pictures credit: Thingsquare





Meine Waschmaschine

Meine Badezimmerwaage



# Meine Wetterstation



Netatmo



# Mein Thermostat



# Meine Haustür



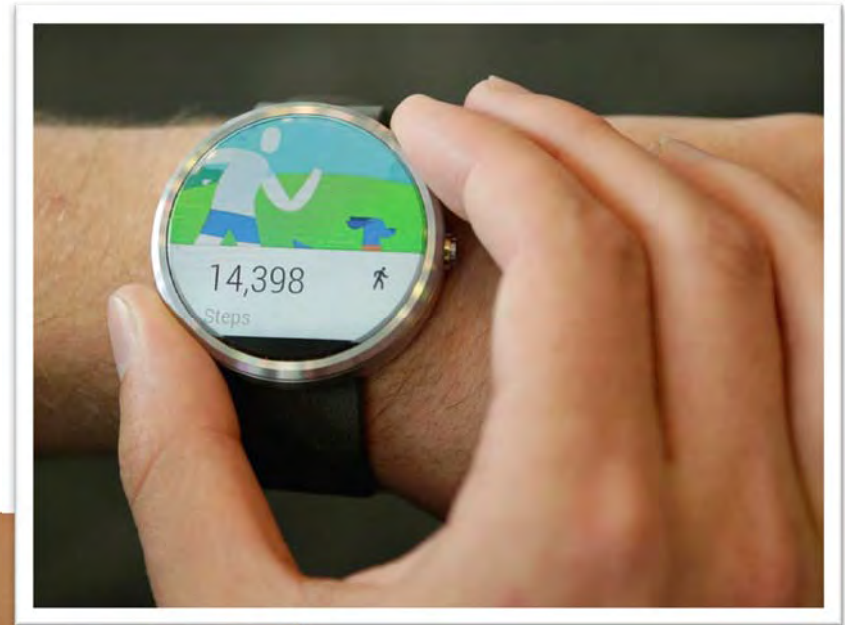
# Meine Zahnbürste (und meine Zähne!)



[www.kolibree.com](http://www.kolibree.com)



# Meine Fitness



# Mein Licht

---

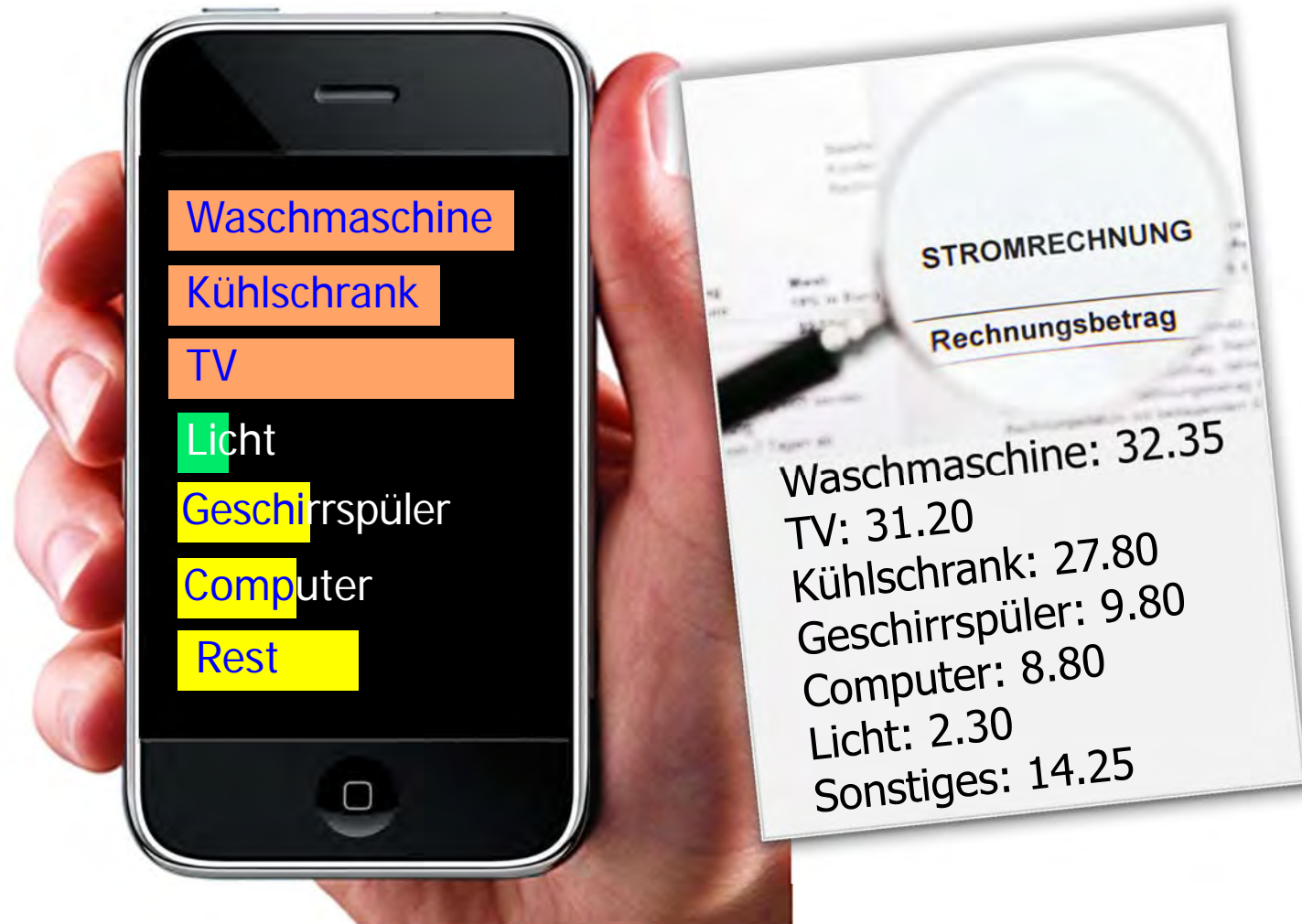


# Meine Energie





# Geräte präsentieren Rechnung?





# Industrie 4.0, Smart Factory, Industrial Internet

Anwendung des **Internet der Dinge** im industriellen Kontext

- **Maschinen** und **Produkte** sind smart und **kommunizieren** via **Internet** miteinander und mit Cloud-Diensten
- → Dezentrale und dynamische Produktionssteuerung





## Menschen interagieren mit Maschinen und Produkten

- Industrie 4.0: Menschen **interagieren** mit Maschinen und Produkten wie mit Internet-Diensten



## Kooperation und emotionale Interaktion mit Robotern

- Kooperation und affektive Interaktion mit Robotern



**NEUTRAL**

Ready for training



**ASLEEP**

On standby



**CONCENTRATING**

Learning a task



**FOCUSED**

Working away without a problem



**SURPRISED**

A human has approached



**CONFUSED**

Having trouble finding an object or otherwise completing a task



**SAD**

Given up trying to complete a task; there's a problem

# Erweiterte Realität



Mac Funamizu  
(Japanese designer)







**Philadelphia**

(pronounced /fɪləˈdɛlfiə/) is the largest city in the United States and the sixth most populous city in the world. It is the county seat of Philadelphia County, Pennsylvania, and is referred to as "the City of Brotherly Love" and "City of the Benches." The word "Philadelphia" is derived from the Greek words φιλία (philia, "brotherly love" from philos "love" and adelos "brotherly") and δελφία (delphia, "city of the Benches"). Residents often informally call the city "Philly".



# Liverpool St

1.06 km / 0.66 miles

Nearest for

HammerSmith  
& City

Also on

Circle

Metropolitan

Central

# Aldgate

1.06 km / 0.66 miles

Nearest for

Metropolitan

Also on

Circle

# Monument

0.30 km / 0.19 miles

Nearest for

Circle

Also on

District

# Erweiterte Realität



# Das Navi-System der Zukunft



Kleinste Kameras  
fixieren Pupillen  
des Fahrers →  
Nachjustierung

Siemens,  
Univ. of Linz

# Gesichtsvermessung

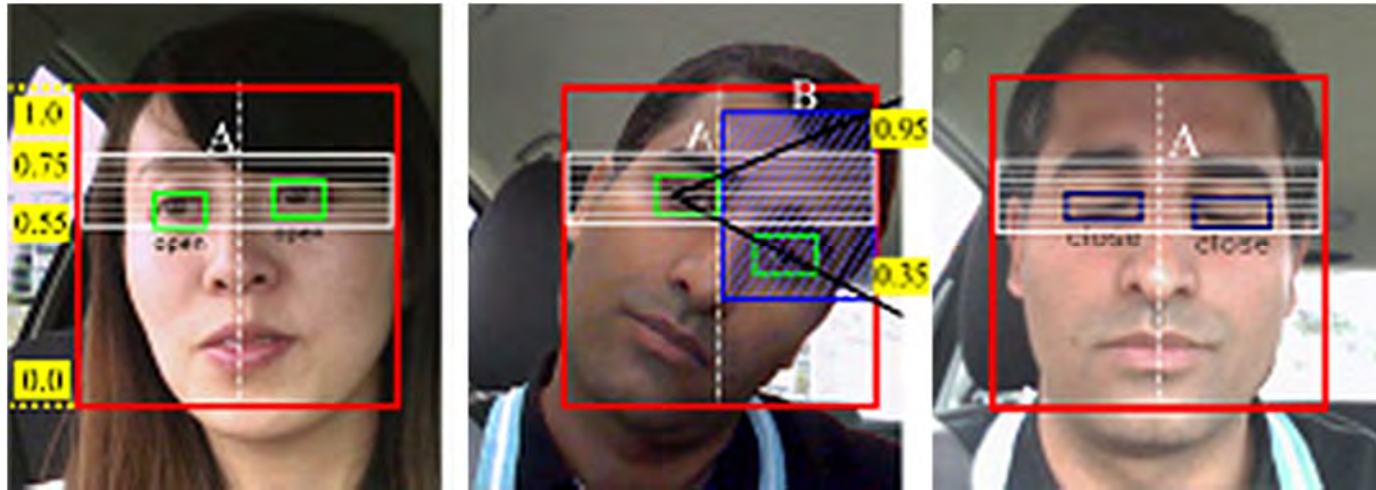


Image source: Reinhard Klette (Auckland),

# Das Navi-System der Zukunft

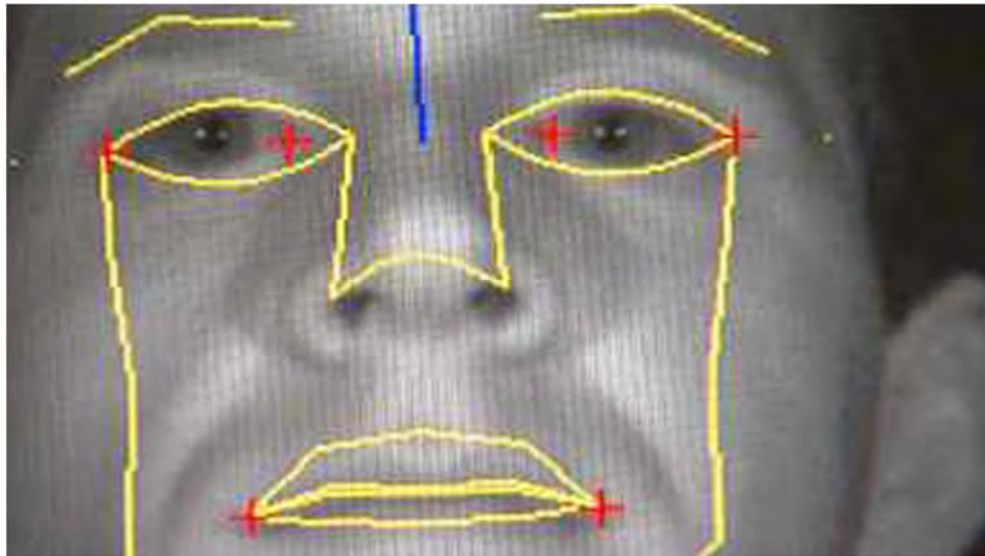


Image source: Seeing Machines





# Das Navi-System der Zukunft



... sieht, was der  
Fahrer sieht!

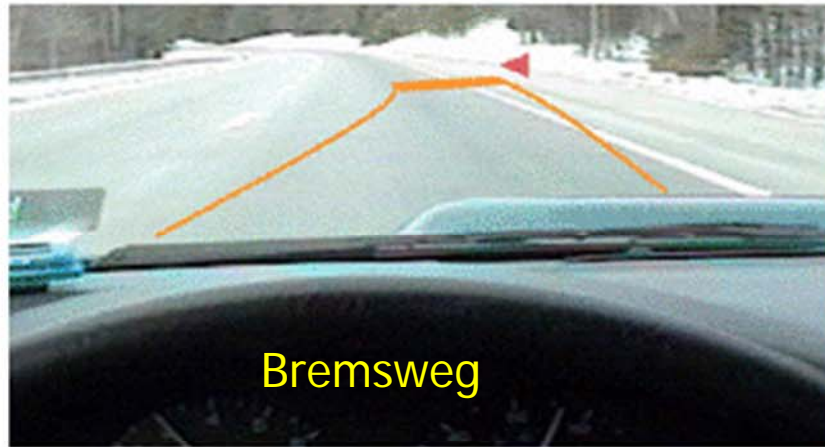
Image source: Seeing Machines



Autos („Dinge“) kommunizieren miteinander

100 km/h

# Erweiterte Realität im Auto

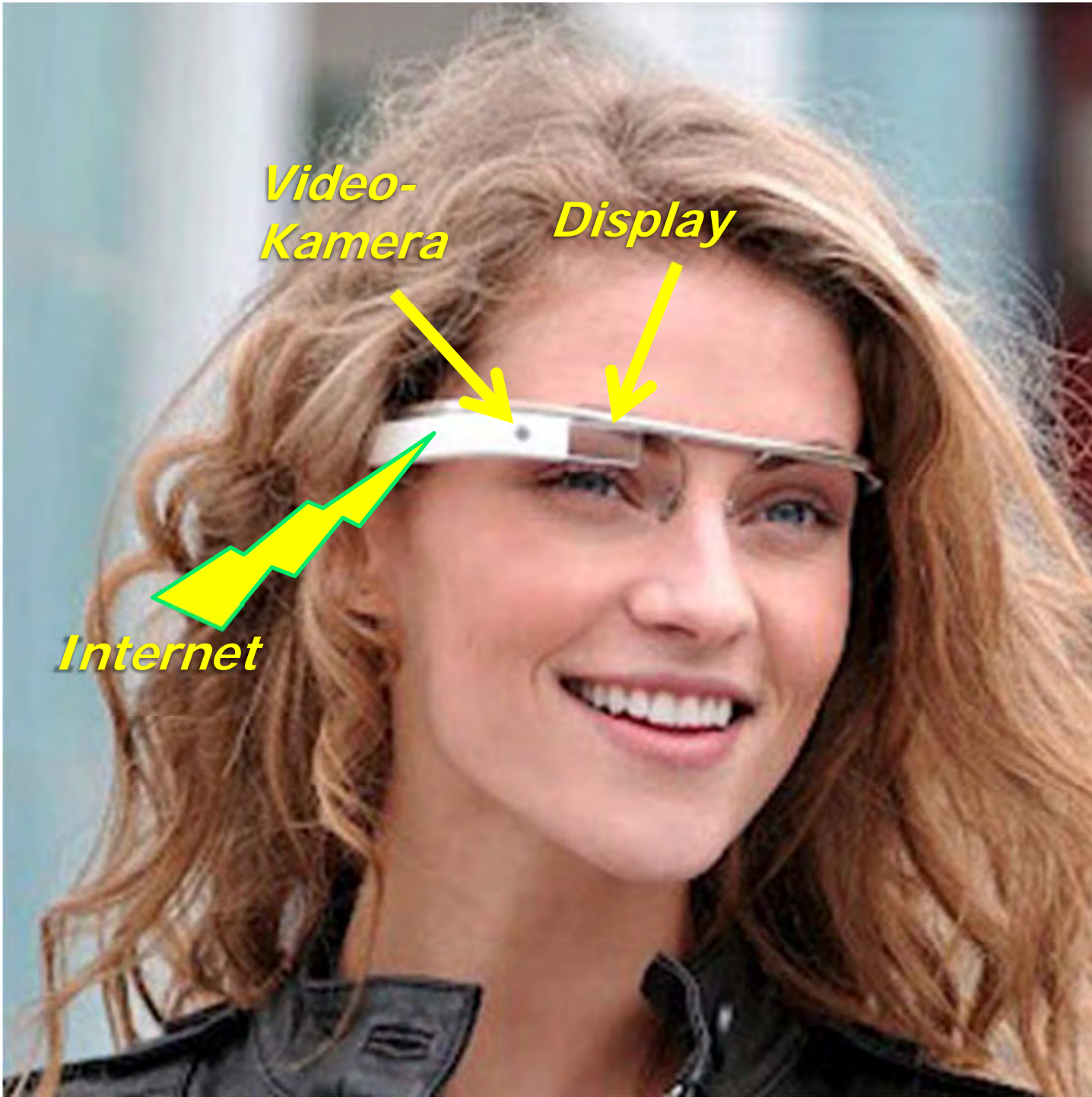


(a)



(b)



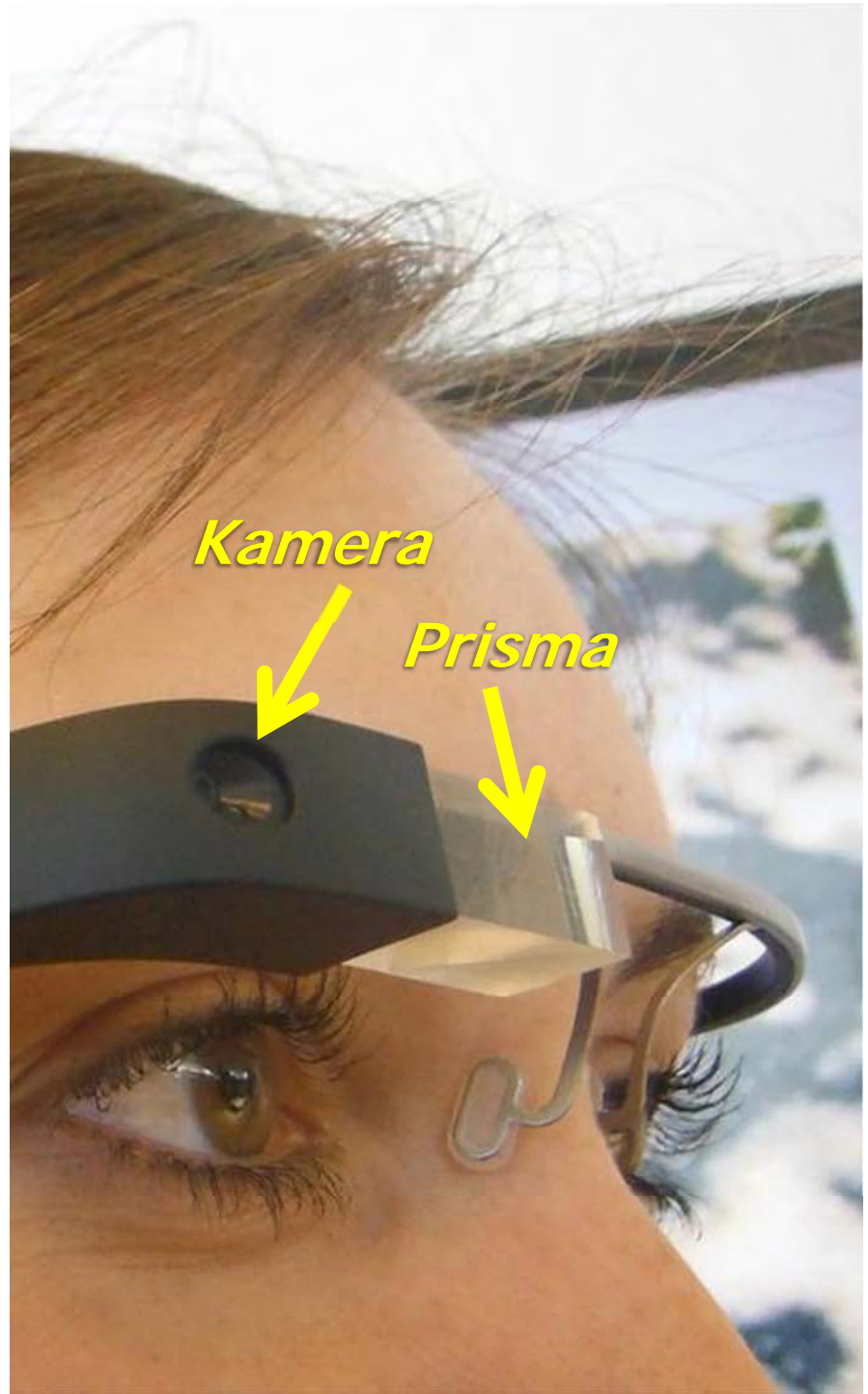


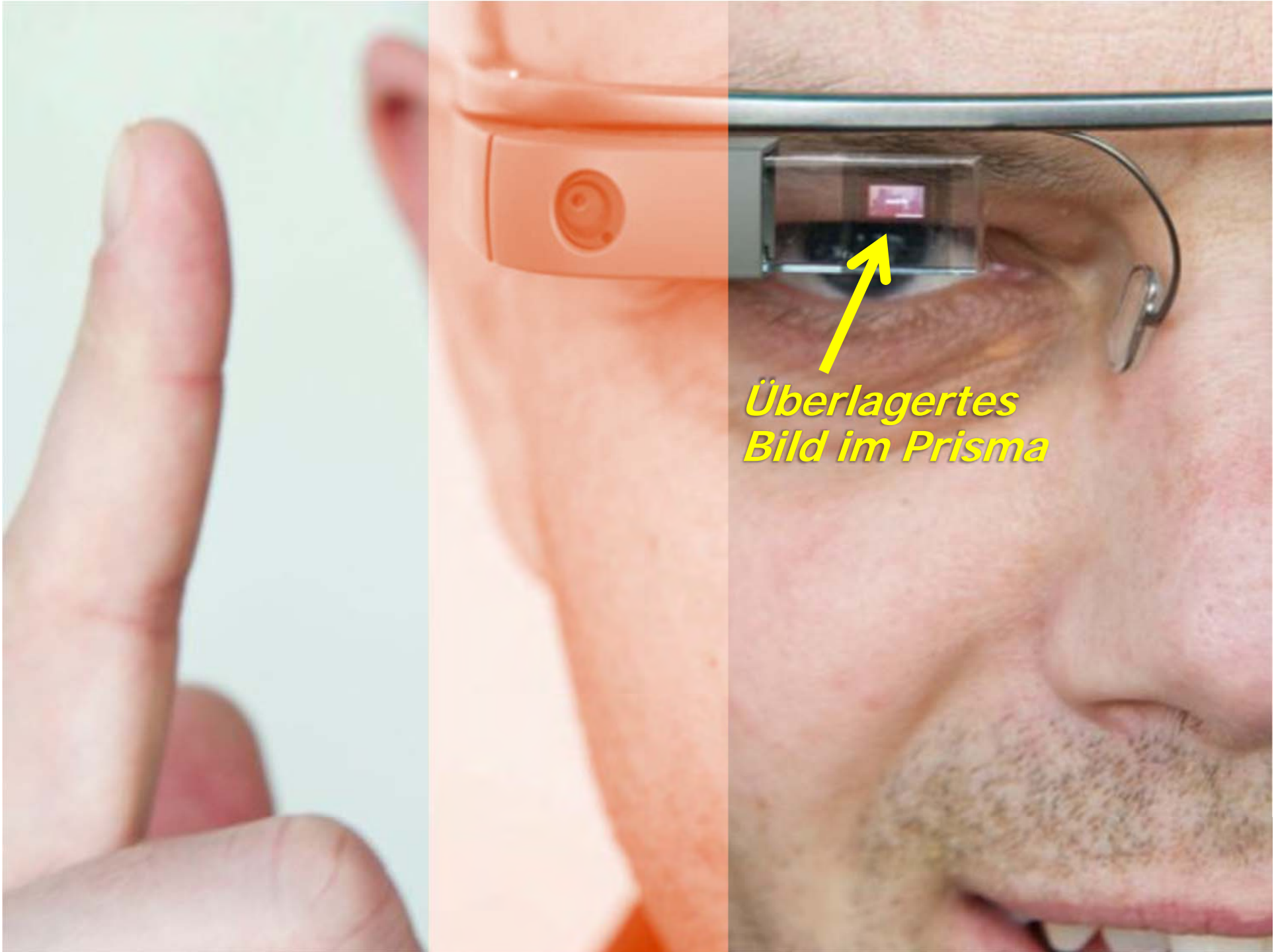
*Video-  
Kamera*

*Display*

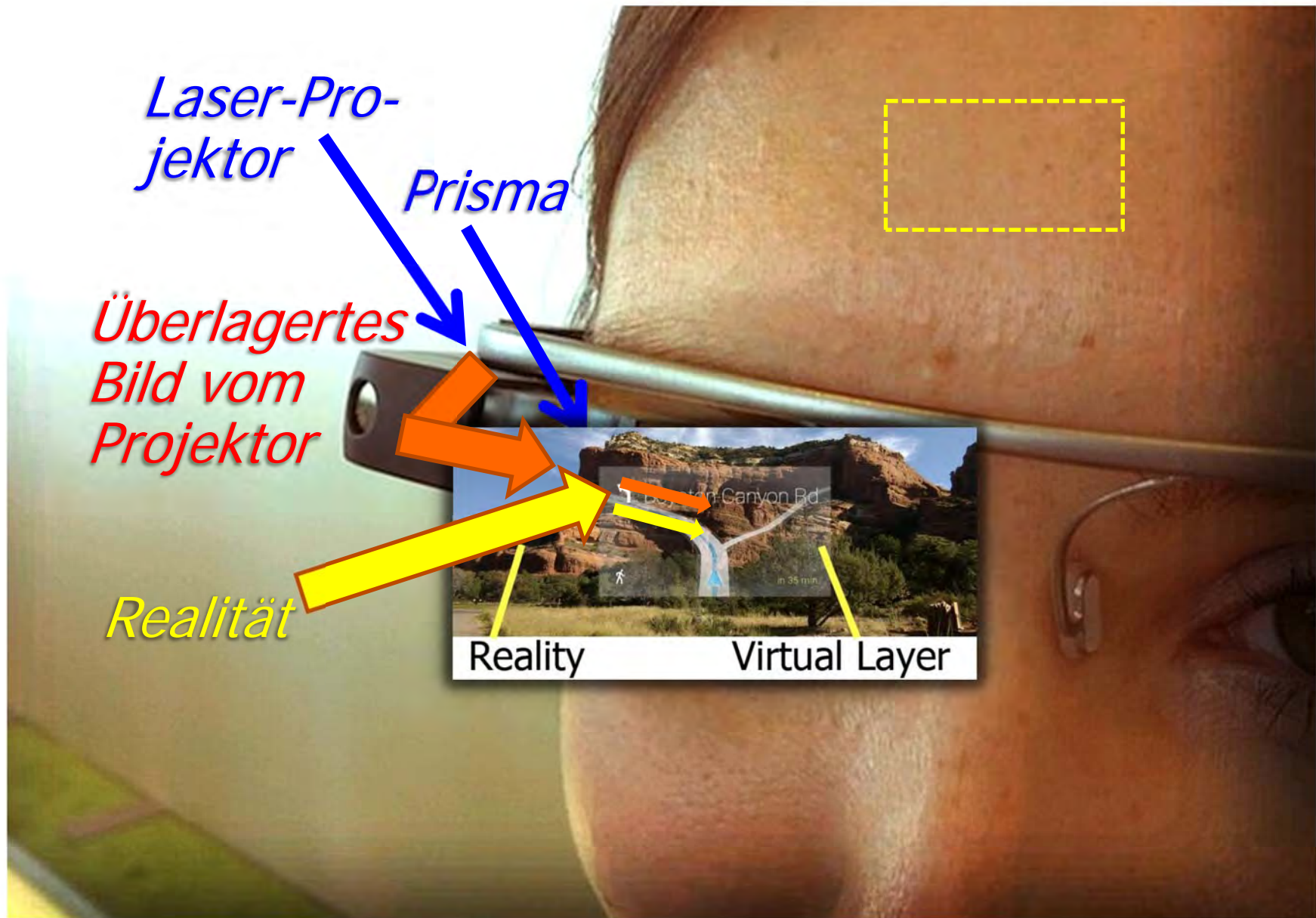
*Internet*

Google-  
**Brille**





*Überlagertes  
Bild im Prisma*



Laser-Projektor

Prisma

Überlagertes Bild vom Projektor

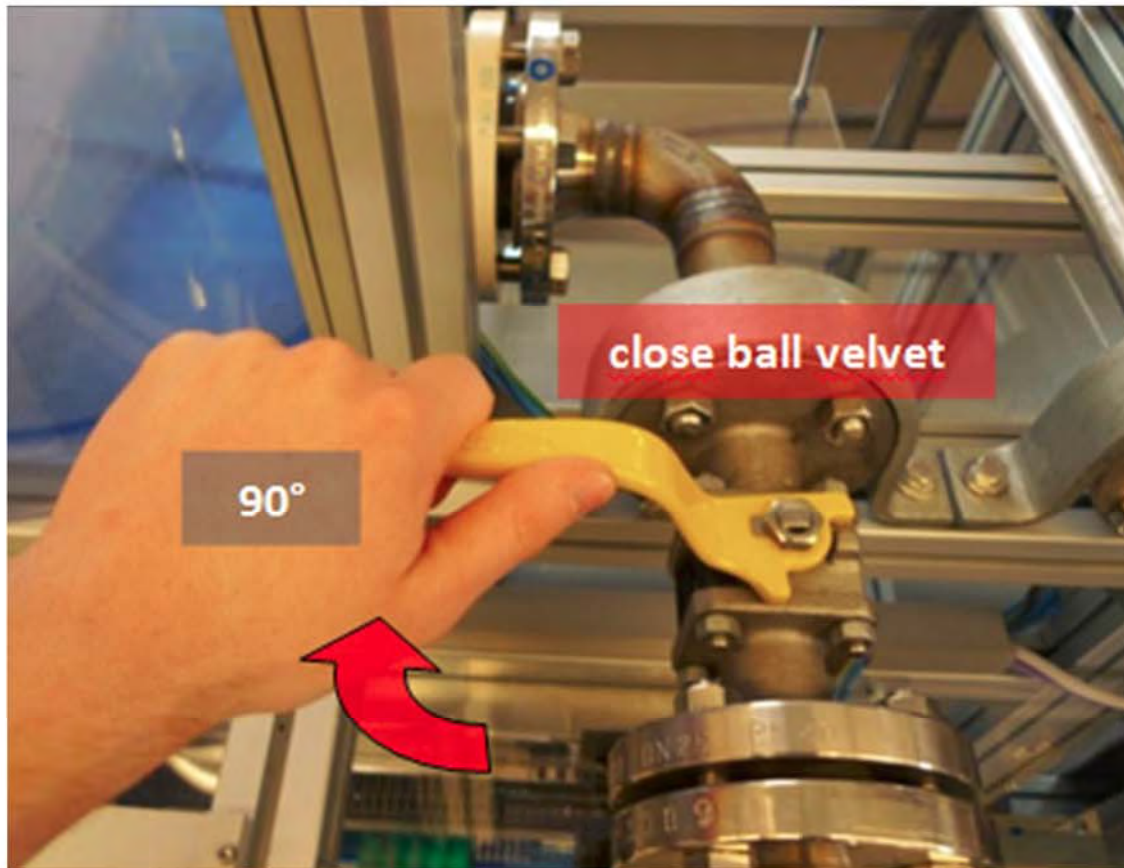
Realität

Reality

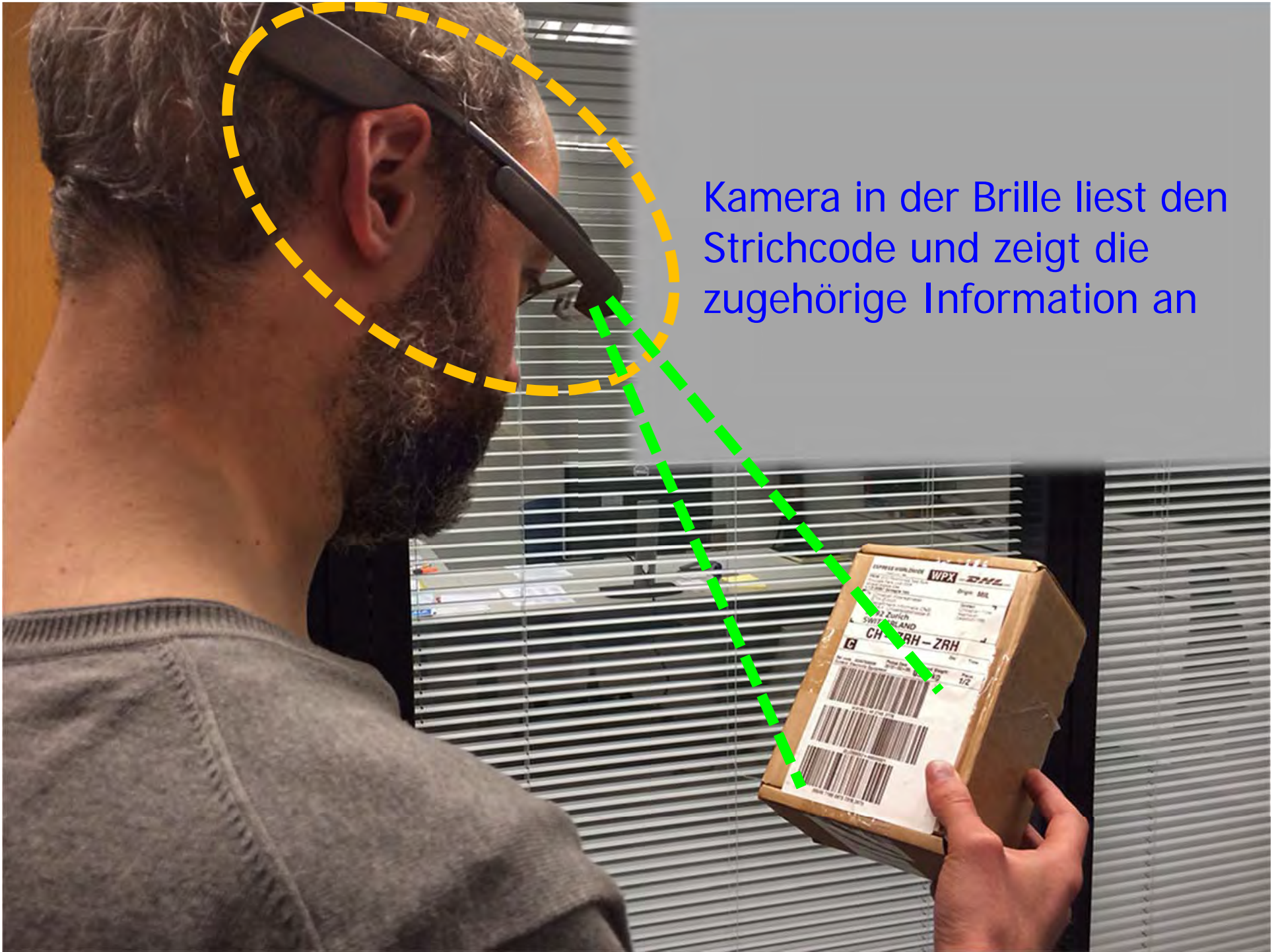
Virtual Layer

# Neue Anwendungsbereiche

- Maschine kommuniziert ihre [Wartungsanweisungen](#)



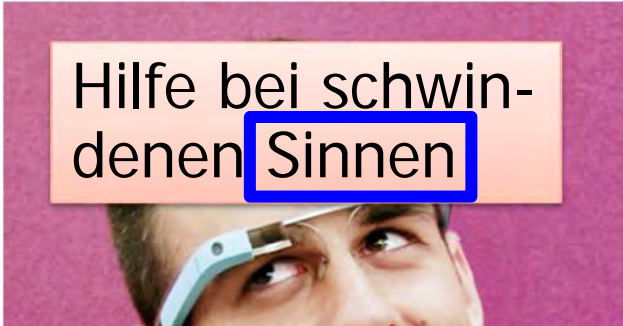




Kamera in der Brille liest den Strichcode und zeigt die zugehörige Information an

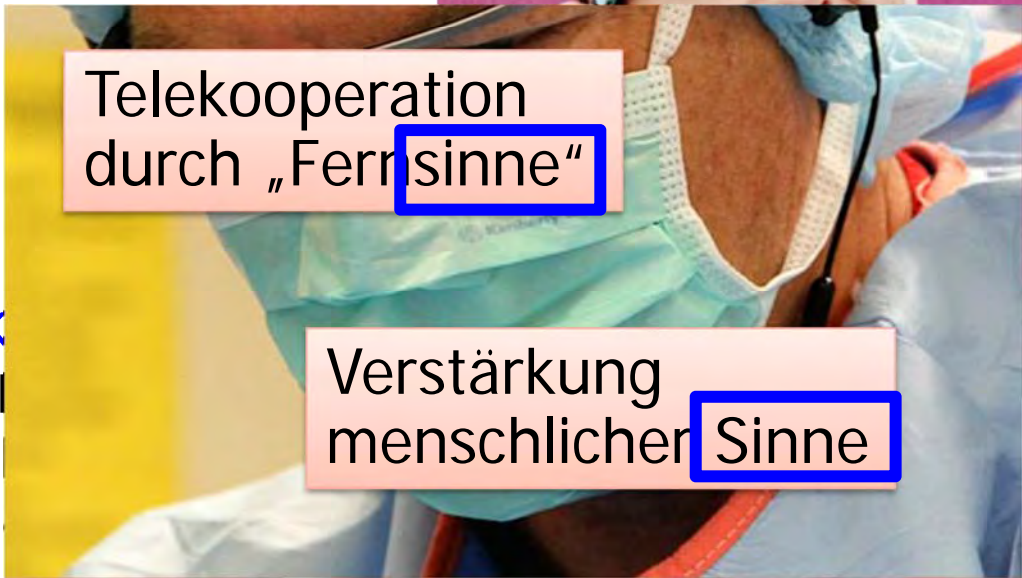
# Sinneserweiterung

- Hilfen für **Schwerhörige**
  - Gesprochene Sprache → Text



Hilfe bei schwindenden **Sinnen**

- **Ferndiagnose**  
(Medizin, Geräte,...)



Telekooperation  
durch „Fern**sinne**“

- „**Eye swapping**“

- „**Superman-Fähigkeit**“

- Sehen bei Dunkelheit
- Tele- und Makrobild
- Gesichtserkennung
- ...

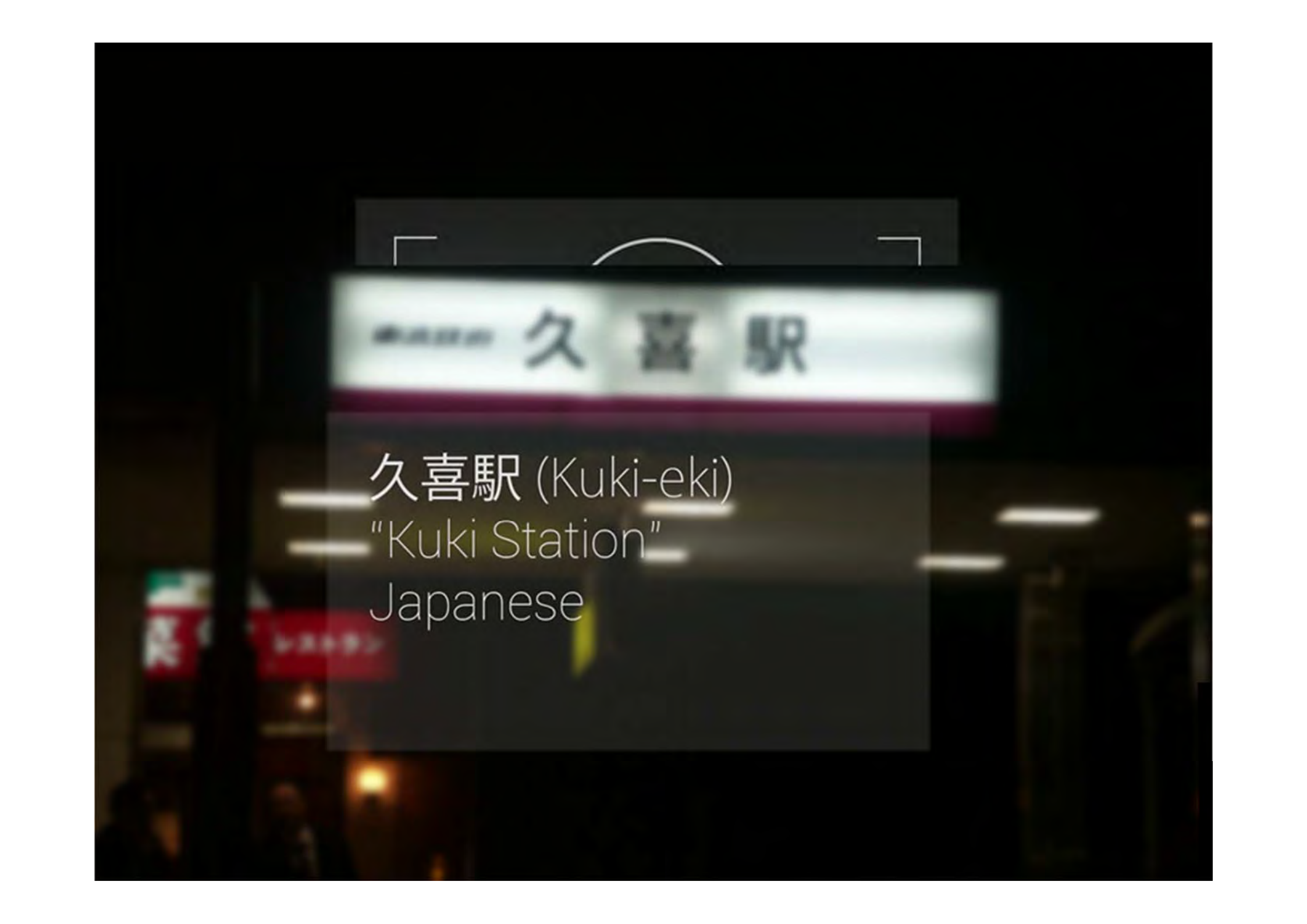
Verstärkung  
menschlicher **Sinne**

# Assistenz im Alltag



# Assistenz im Alltag: Übersetzung





久喜駅

久喜駅 (Kuki-eki)  
"Kuki Station"  
Japanese

# Was bewirkt „erweiterte Realität“?

→ Sie macht Menschen **mächtiger**

- **Erweiterung** der Wahrnehmungsmöglichkeit der Umgebung
- **Schärfen** der **Sinne**
- Macht Nutzer **sicherer**

---

Dies sind **wichtige Triebkräfte!**

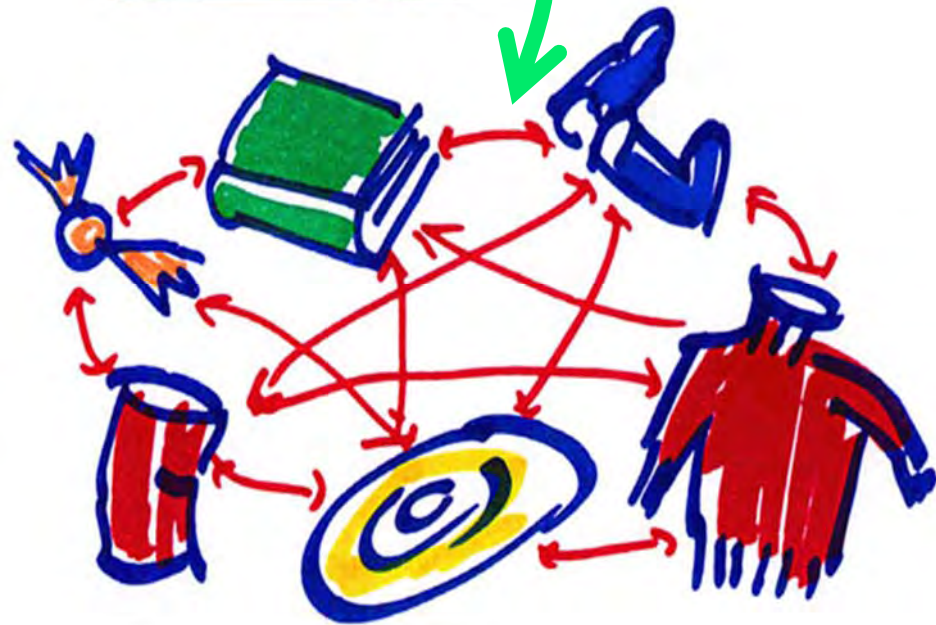


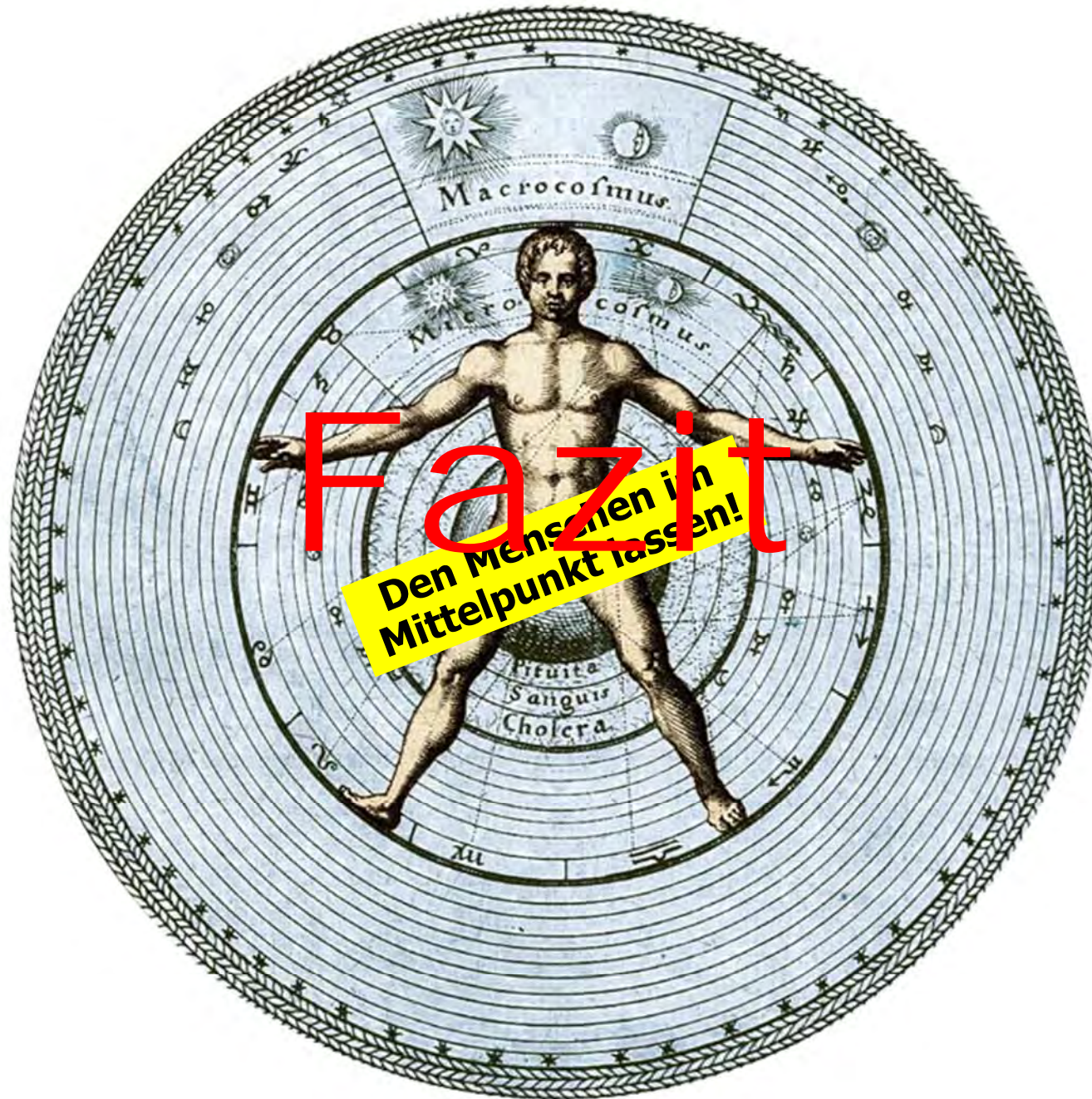
# Was bewirkt „erweiterte Realität“?

→ Aber auch:



Interaktion mit den  
Dingen der Welt





**Fazit**  
Den Menschen in  
Mittelpunkt lassen!





# Das Internet der Dinge

Friedemann Mattern

ETH Zürich



This is not a publication.  
The material is intended  
for one-time educational  
use only. Pictures should  
not be copied or redistrib-  
uted. No violations of copy-  
rights are intended.