

# **Sensoren- und Aktorennetze**

## **KuVS Summer School "Mobile Computing "**

---



**Michael Beigl**

Universität Karlsruhe  
Institut für Telematik  
Telecooperation Office  
[www.teco.uni-karlsruhe.de](http://www.teco.uni-karlsruhe.de)

# Sensor- und Aktornetze

---

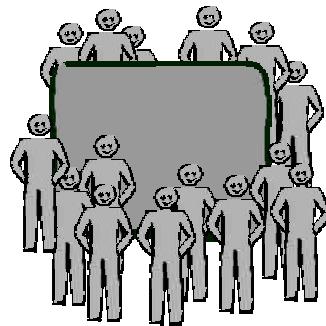
- **Einleitung: Ubicomp**
- **Zusammenhänge: Netzwerke und Sensorik**
- **Sensoren und Kontext: Grundlagen**
- **Sensoren und Kontext: Anwendungen**
- **Ubicomp: Netzwerke**
- **IrDA: Physikalische Kodierung**
- **Smart-Its: Energiesparende Protokolle**
- **MediaCup: Kontext-abhängiges Routing**

# Ubiquitous Computing

## The Research Area

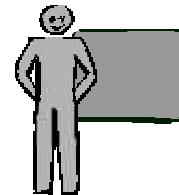
---

### Vision von M. Weiser, XeroxParc



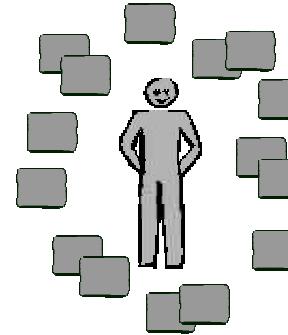
#### Mainframe Comp.

- Menschen teilen sich eine seltene Ressource
- Explizite Nutzung, gut vorbereitet
- Benutzer: Experten



#### Personal Comp.

- Persönliche
- Direkte Benutzung
- Benutzer: Jedermann, unterstützt durch Experten



#### Ubiquitous Comp.

- Ubiquitär
- Implizite Nutzung
- Benutzer: Jedermann

# Ubiquitous Computing II

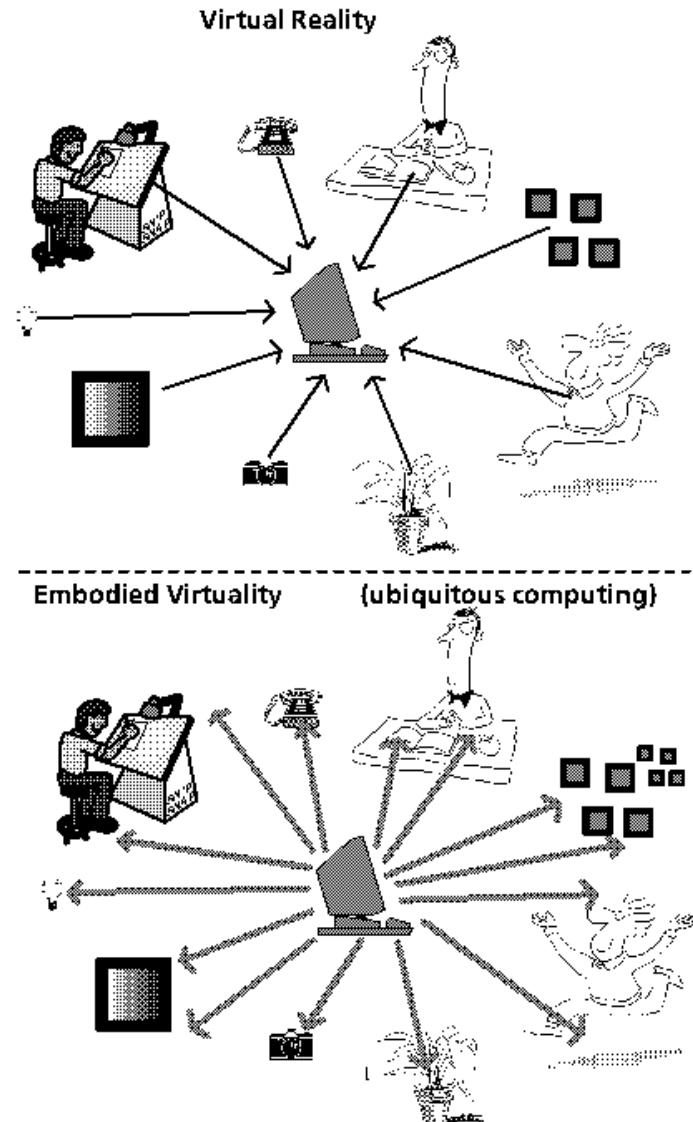
## The Research Area

### PC:

- Reproduktion aller Funktionalität in einen Rechner
- Komplexe Benutzung durch beschränkte Mensch-Maschine Schnittstelle
- Komplex durch Diversität der Funktionalität

### Ubiquitous Computing:

- Angpaßte Benutzerschnittstelle
- Ein Tool für eine Funktion



# Sensor- und Aktornetze

---

- **Einleitung: Ubicomp**
- **Zusammenhänge: Netzwerke und Sensorik**
- **Sensoren und Kontext: Grundlagen**
- **Sensoren und Kontext: Anwendungen**
- **Ubicomp: Netzwerke**
- **IrDA: Physikalische Kodierung**
- **Smart-Its: Energiesparende Protokolle**
- **MediaCup: Kontext-abhängiges Routing**

# Netzwerke und Sensorik

---

## Anfänge der Datennetze

- Netz & Mensch/Umwelt entkoppelt
  - E-Mail
  - News

## Multimedia

- Netz & Mensch für spezielle Anwendungen für bestimmte Zeit gekoppelt
  - Video/Audioübertragung
  - Informationsabruf (WWW)
  - ▶ Direkte Mensch-Maschine Interaktion

## Ubicomp

- Netz & Mensch / Umwelt eng gekoppelt
  - Sensoren & Aktuatorennetze
  - Desintegrierte Informations- & Multimedialiendienste
  - ▶ Direkte & indirekte MMI

# Netzwerke und Sensorik

---

## Anfänge der Datennetze

- Netz & Mensch/Umwelt entkoppelt
  - E-Mail
  - News

## Multimedia

- Netz & Mensch für spezielle Anwendungen für bestimmte Zeit gekoppelt
  - Video/Audioübertragung
  - Informationsabruf (WWW)
  - ▶ Direkte Mensch-Maschine Interaktion

## Ubicomp

- Netz & Mensch / Umwelt eng gekoppelt
  - Sensoren & Aktorennetze
  - Desintegrierte Informations- & Multimedialiendienste
  - ▶ Direkte & indirekte MMI

# Netzwerke und Sensorik II

---

## Standard-Rechnernetze

- Lokale Netze (Ethernet usw.)
- Globale Vernetzung, Internet
- relativ homogen: Endgerät = General-Purpose Computer
- statisch, wenig flexibel

## Netze für Sensoren und Aktuatoren

- Diversifikation von Endgeräten: mobil, eingebettet, spezialisiert
- Allgegenwart: überall, insbesondere auch im Heimbereich
- Spontaneität: ad hoc Vernetzung von Geräten
- Unsichtbarkeit: Kleinste Abmaße, kleinster Stromverbrauch, keine Administration & explizite Bedienung

# Netzwerke und Sensorik III

## Voraussetzungen

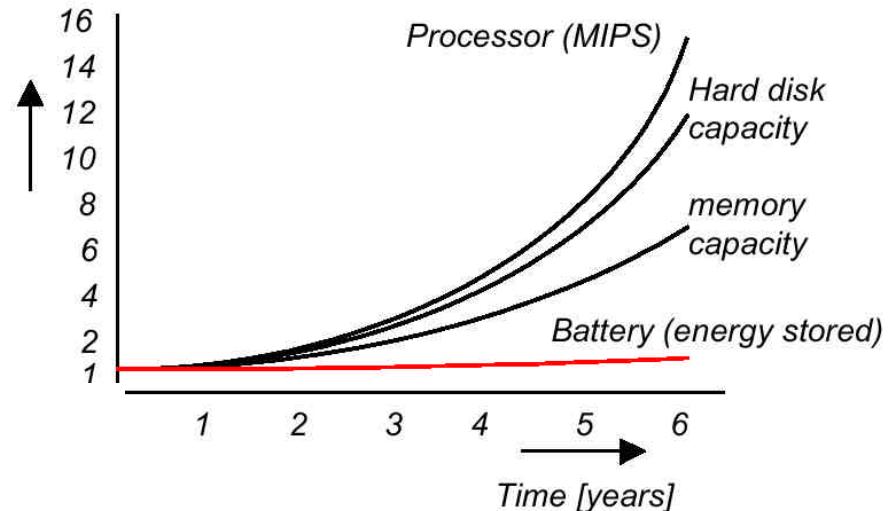
- Mobil
- Klein
- Ad-hoc
- Energiesparend!

## Batterietechnologie

- langsamer Fortschritt (nur 20% mehr Kapazität in 10 Jahren)
- Hoffnungsträger: Methanol-Brennstoffzellen

## Energieverbrauch

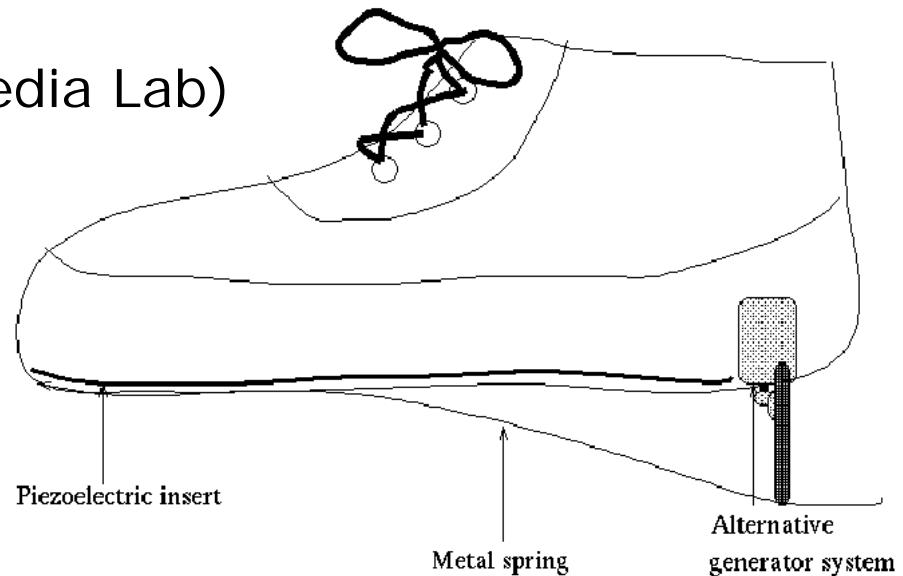
- Desktop-Rechner       $\sim 10^2$ W
- Laptop                    $\sim 10$ W
- Single-Board Comp.     $\sim 1$ W
- Low-power Microcontr.  $\sim 10^{-3}$ W



# Energieversorgung

## Der Mensch als Energiequelle

- „Kraftwerk im Schuh“
- Videos (Paradiso, MIT Media Lab)



# Energieversorgung

...

---



Michael Beigl, TecO, Universität Karlsruhe

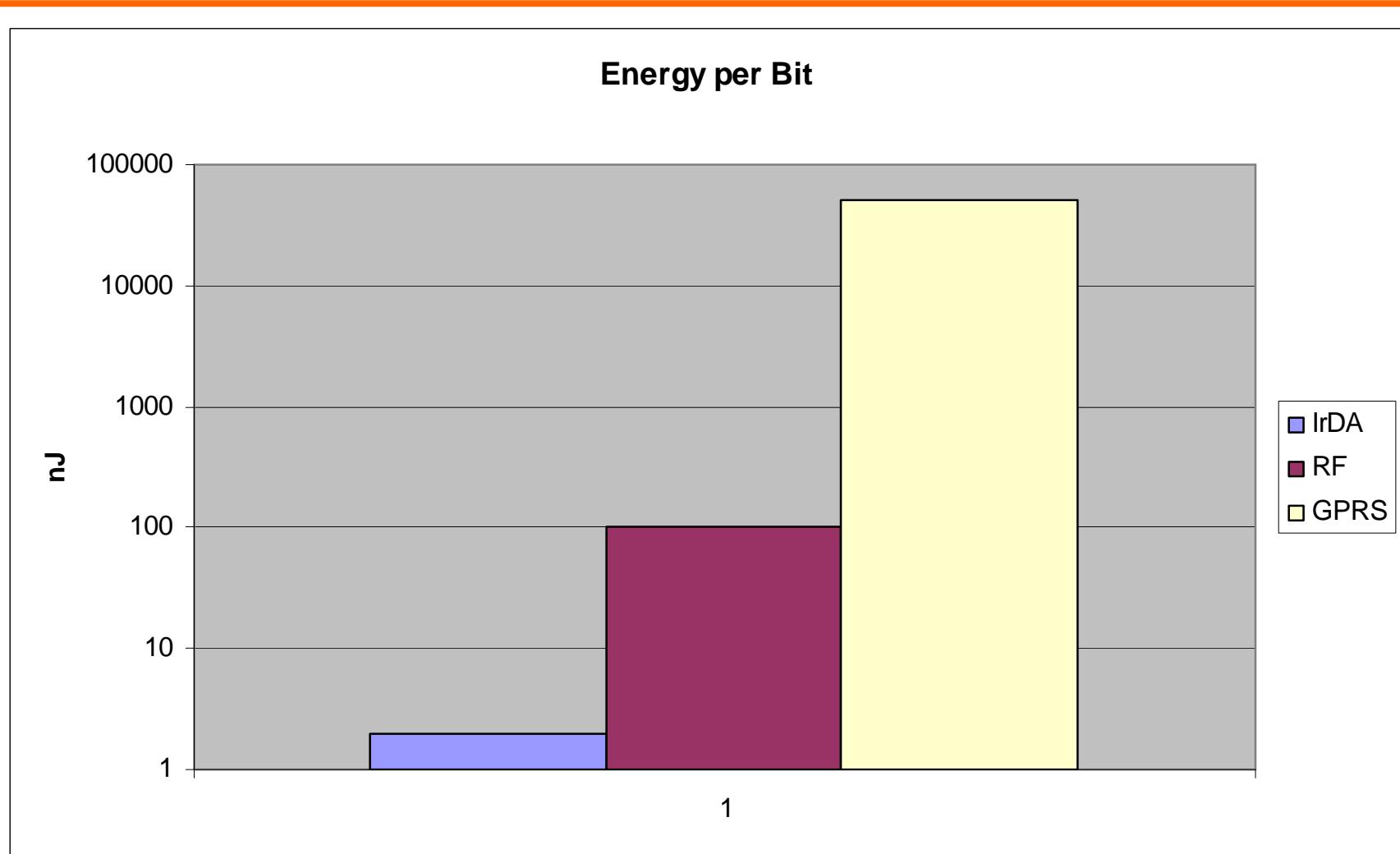
# ... Sensoren und Kommunikation

---



Michael Beigl, TecO, Universität Karlsruhe

# Energieverbrauch



# Sensor- und Aktornetze

---

- Einleitung: Ubicomp
- Zusammenhänge: Netzwerke und Sensorik
- **Sensoren und Kontext: Grundlagen**
- Sensoren und Kontext: Anwendungen
- Ubicomp: Netzwerke
- IrDA: Physikalische Kodierung
- Smart-Its: Energiesparende Protokolle
- MediaCup: Kontext-abhängiges Routing

# Sensoren

---

## Klassifikation Sensoren

- Einfache Sensorrohdaten
- Vorverarbeitete Sensordaten
- Abstrahierte Sensordaten und Kontexte

wenig semantische Info./viel Daten

Viel semantische Info. / wenig Daten

## Klassifikation Kontexte

- Identifikation (Objektbezogen)
- Lokation (Ortsbezogen)
- Allgemeine Kontexte (Situationsbezogen)
- Repräsentationsform beeinflußt Charakteristik des Systems (Menge der Daten, Zeiten..)

Gut verstanden

Weniger gut verstanden

# Sensoren II

## Parameter zur Einordnung der Informationen von Sensoren

- Bedeutung der Werte
  - **Temperatur, Zeit, Beschleunigung, Lichtpegel, Lärm**
- Art der gelieferten Werte
  - **Elektrisches Signal, Granularität**
- Menge und Geschwindigkeit der ermittelten Werte



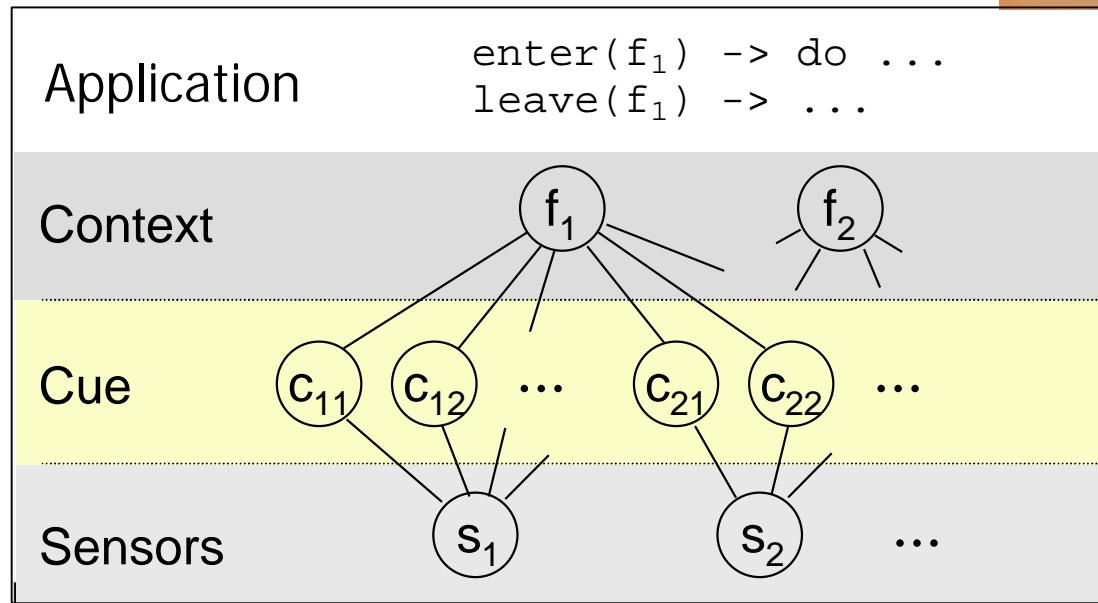
# Beispiel Sensoreinsatz TEA

## TEA Device

- Sensor Integration: 2 Licht, 2 Audio, 2-axis Beschl., Temperatur
- Microcontroller: Sensorkontrolle Merkmalsextraktion (cues), host Komm.



## Architektur



# Beispiel Sensoreinsatz Accenture

---



# Kontextrepräsentation Klassifikation Anwendung

**Klassifikation von Anwendungen, die Kontext nutzen  
(Bill Schilit, XeroxParc)**

Anstoß Ausführung	Manuell	Automatisch
Information	Kontextuelle Information	Kontextuelle Konfiguration
Aktion	Kontextuelle Ausführung	Kontext-ausgelöste Ausführung



Beispiel: "Proximate Selection"

- UI-Technik zur Auswahl von Objekten  
in der Nähe, z.B. Drucker

Name	Room	Distance
caps	35-2200	200ft
claudia	35-2108	30ft
perfector	35-2301	20ft
snoball	35-2103	100ft

# Sensor- und Aktornetze

---

- **Einleitung: Ubicomp**
- **Zusammenhänge: Netzwerke und Sensorik**
- **Sensoren und Kontext: Grundlagen**
- **Sensoren und Kontext: Anwendungen**
- **Ubicomp: Netzwerke**
- **IrDA: Physikalische Kodierung**
- **Smart-Its: Energiesparende Protokolle**
- **MediaCup: Kontext-abhängiges Routing**

# Ubicomp-Netze: Entwicklungstrends

---

## im Weitverkehrsbereich

- Mobilität: von GSM über GPRS zu UMTS
- Konvergenz: vom Daten-Internet über Multimedia-Internet zum Embedded Internet

## im lokalen Bereich

- Mobilität: Funk LAN
- Feinere Granularität: kleinere Zellen, Personal Area Networks
  - z.B. Schreibtisch, Raum, Körper-Aura
- Nutzung von Lokalität: spontane Vernetzung mit Geräten in der Nähe (proximate Networking)
- Home Networking: Vernetzung von Geräten im Heimbereich, Nutzung vorhandener Infrastruktur, Zugangsnetze nach außen
- Appliance Networking: Netze für spezielle Geräteklassen
  - z.B. A/V-Geräte

# Übertragungsmedien

---

## Kupferkabel (Twisted Pair)

- Grundlage vieler Systeme: LAN (Ethernet etc), Peripheriebusse, Telefonie (POTS), ISDN, Hausbusse, xDSL-Zugangsnetze
- Punkt-zu-Punkt bis 100 Mbit/s, bei Ubicomp-typischer „free topology“-Verkabelung 10-100 kbit/s

## Koaxial (Kabel-TV)

- bis 30-40 Mbit/s downstream, und 5-10 Mbit/s upstream
- asynchrone Anwendungen (Multimedia-Verteildienste)

## Funk

- niedrigere Datenraten, höhere Fehleranfälligkeit, grundsätzlich geteiltes Medium, stark reguliert (verfügbare Frequenzbereiche)

## Infrarot

- niedrige Datenraten, kurze Distanz, gerichtet, freie Sicht erforderlich (positiver Aspekt: Daten verlassen den Raum nicht)

# Übertragungssysteme I

## Nutzung vorhandener Kabel

---

### Phoneline Networking

- Nutzung von Telefonverkabelung im Haus, v.a. in USA  
Anschluß in jedem Zimmer
- HomePNA: offener Standard der Home Phoneline Networking Alliance (über 100 Firmen)
- Frequency Division Multiplex (FDM) für parallele Nutzung zur Daten-, Telefon- und Inhouse-Kommunikation

### Powerline Communication (PLC)

- Steckdosen als ubiquitärer Zugang in Gebäuden (aber: Kosten für Endgeräte-Erweiterung relativ hoch)
- schon seit 80er Jahren Hausbusse über Stromnetz (Steuerung)
- Datenraten für Sprach-/Datenkommunikation möglich, aber große technische Probleme (v.a. Störeinflüsse)

# Übertragungssysteme II

## wider dem Kabelsalat

---

### Peripheriebusse

- Kabel und Anschlüsse standardisiert, Plug & Play
- z.B. USB (Universal Serial Bus) und IEEE 1394 (Firewire)

### Infrarot

- IrDA Standard der Infrared Data Association
- drahtlose Punkt-zu-Punkt-Verbindung, bis ~1m Distanz
- ursprünglich für drahtlose Peripherieanbindung (Tastatur, Maus), in Ubicomp auch für Appliance-Kommunikation

### Funk

- spezielle Systeme: IEEE 802.11 für Daten, DECT für Sprache
- Universalsystem für Daten und Sprache: Bluetooth
- Spontane Multi-Party Vernetzung, Zellen ~10m Reichweite

# Übertragungssysteme III

## Kabelalternativen der Zukunft

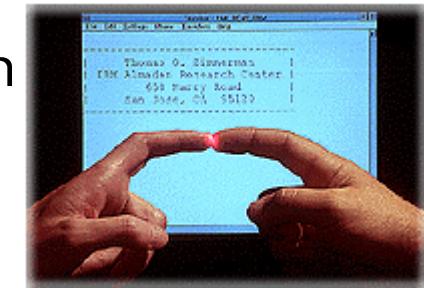
---

### Wearable Networks

- leitfähige Fasern in Stoffe eingewoben
- z.B. Electric Suspenders: Hosenträger als Daten und Powerbus (Michael Gorlick, Aerospace Corporation, 1999)

### Intra-Body Networks

- Daten auf Ströme durch den menschlichen Körper aufmodulieren
- z.B. Personal Area Networks (PAN), 1-10 kbit/s



### Networked Surfaces

- Oberflächen (z.B. Schreibtisch) als Übertragungsmedium für darauf abgestellte Geräte  
(Andy Hopper, University of Cambridge, 2000)

# Sensor- und Aktornetze

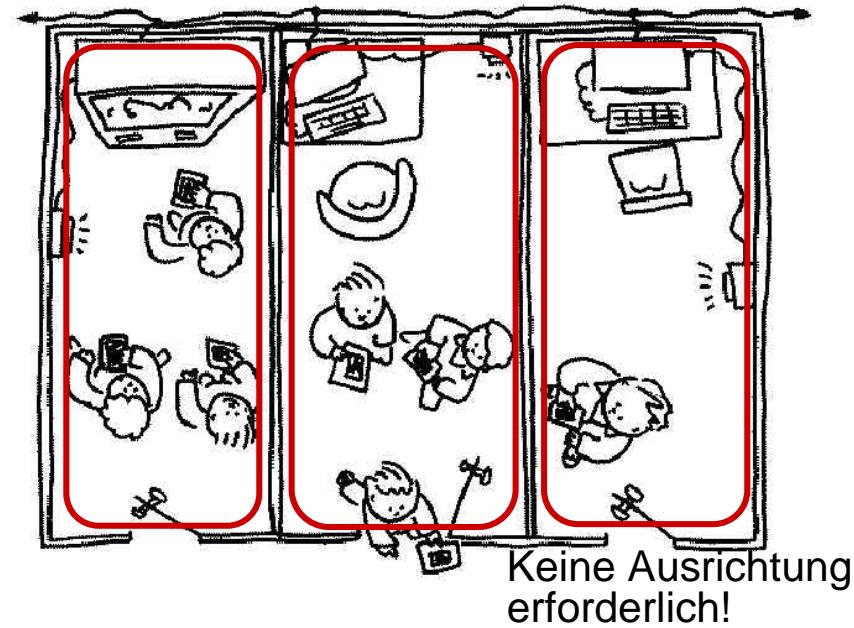
---

- Einleitung: Ubicomp
- Zusammenhänge: Netzwerke und Sensorik
- Sensoren und Kontext: Grundlagen
- Sensoren und Kontext: Anwendungen
- **Ubicomp: Netzwerke**
- IrDA: Physikalische Kodierung
- Smart-Its: Energiesparende Protokolle
- MediaCup: Kontext-abhängiges Routing

# IrDA Infrarot-Datenübertragung

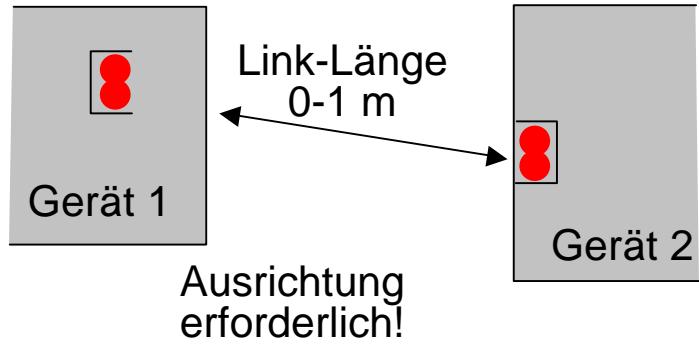
## Infrarotkommunikation

- Richtcharakteristik
- Räume als natürliche Grenzen
- Bsp: ActiveBadge, ParcTab  
(ACHTUNG: kein IrDA)
- aber: Abschattungsprobleme
- Lsg: diffuses Infrarot, Nachteil:  
niedrige Bandbreite



## IrDA: Infrared Data Association

- IrDA DATA: Standard für Punkt-zu-Punkt Infrarot-Kommunikation
- kurze Distanz (1,5m), 30° Kegel für gerichtete Kommunikation

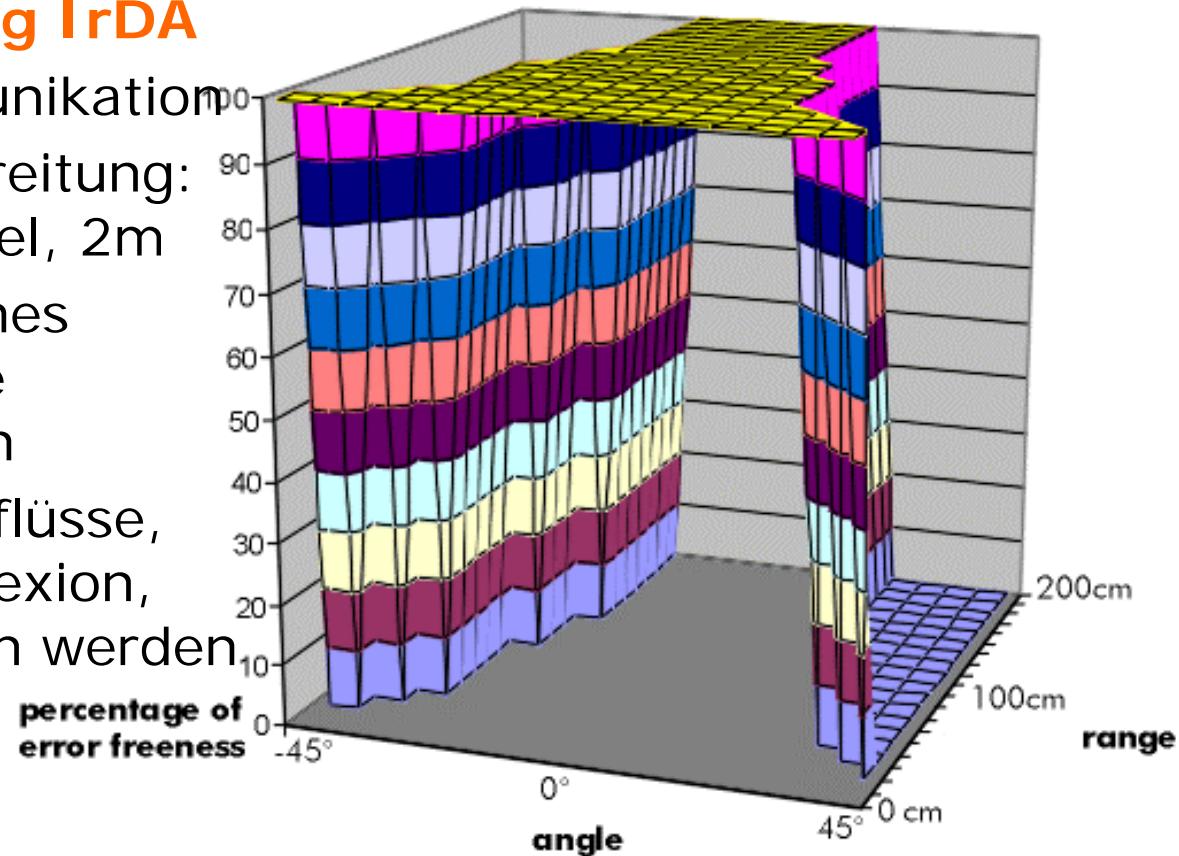


# IrDA Infrarot-Datenübertragung

IrDA als Beispiel für typ.  
Netzwerk in Ubicomp

## Rahmenbedingung IrDA

- gerichtete Kommunikation
- spezifizierte Ausbreitung:  
30 Grad Halbwinkel, 2m
- Grund: Aufbau eines  
"Piconetzes" sollte  
ermöglicht werden
- unerwünschte Einflüsse,  
insbesondere Reflexion,  
mußten vermieden werden



# IrDA Infrarot-Datenübertragung

---

## IrDA Anwendung

- initiale Anwendung: Kommunikation zwischen Host und Peripherie (Drucker, Maus, Tastatur,...)  
→ Kabeleliminierung
- heute Standard in mobilen Rechnern / PDAs / Appliances
- „Point-and-shoot“-Anwendungen
  - z.B. von Digitaler Kamera auf den Drucker
  - z.B. von PDA zu PDA: Visitenkarten austauschen
- Nutzung der Richtcharakteristik zur Auswahl
- 2000: 170 Mio. Geräte

# IrDA Infrarot-Datenübertragung

---

## IrDA Protokollarchitektur

IrTran-P	IrObex	IrLAN	IrComm	IrMC				
LM-IAS	Tiny Transport Protocol – Tiny TP							
Ir Link Management Protocol - MUX - IrLMP								
Ir Link Access Protocol - IrLAP								
Async Serial Ir 9600-115.2 Kb/s	Sync Serial Ir 0.576 / 1.152 Mb/s	Sync, 4 PPM 4 Mb/s						

Tiny-TP: Datensegmentierung, Flusskontrolle

IrLMP: Multiplexing, mehrere log. Kanäle über eine Verbindung

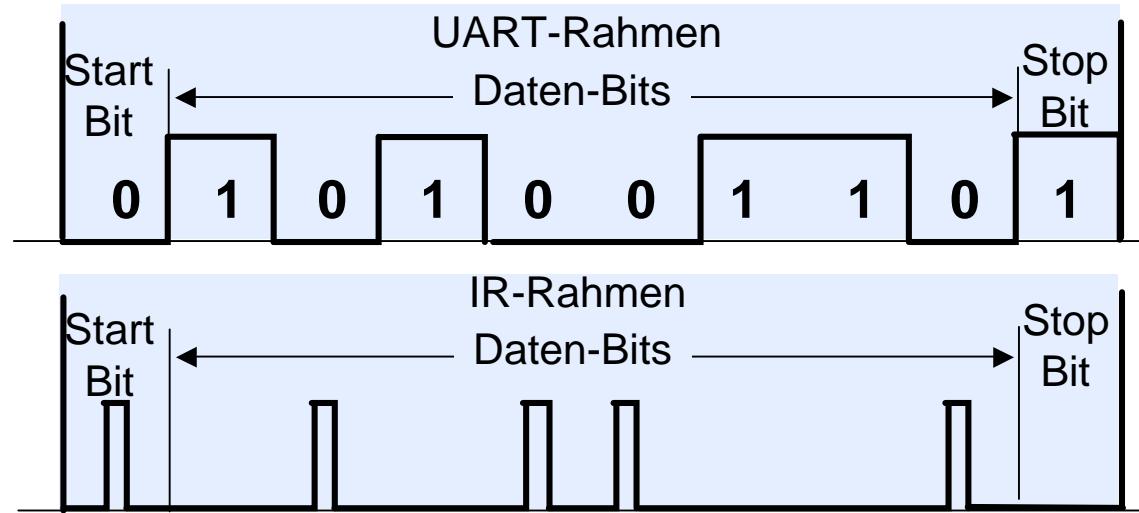
IrLAP: Device Discovery, zuverlässige 1:1-Verbindungen

PHY (Physical Signaling Layer): verschiedene Codierungen für Übertragung von 9.6 kbps bis 4 Mbps

# IrDA Physical Layer

## Asynchron mit 2.4-115.2 Kbps

- basiert auf UART (serielle Schnittstelle)
- RZI-Modulation („Return-to-Zero Inverted“):  
Pulskodierung mit Puls für ‚0‘



- Pulslänge 3/16 → weniger Energie, größerer Pulsabstand
- Start und Stop Bits im UART-Rahmen zur Synchronisation

# IrDA Physical Layer

## Synchrone Übertragung mit 0.576 / 1.152 Mbps

- RZI-Pulskodierung, Pulslänge 1/4, d.h. 434ns bzw. 217ns
- HDLC-ähnlicher Rahmen:
  - 01111110 Start/Stop-Felder, Bit Stuffing in den Daten



## Synchrone Übertragung mit 4 Mbps

- 4PPM-Codierung:  
Four Pulse Position Modulation
- Datenbit-Paare werden zusammengefaßt und in 500ms-Periode codiert
- Aufteilung der Periode in 4 Chips, Codierung durch Pulsposition

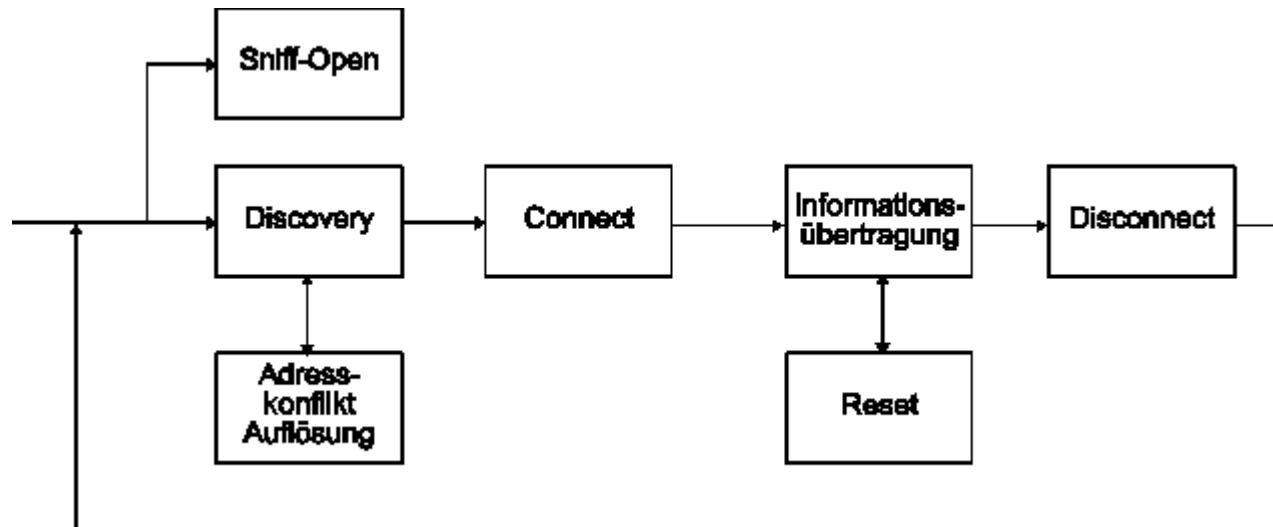
DBP	4PPM Code	
00	1000	
01	0100	
10	0010	
11	0001	

# IrDA Verbindungsauftbau

---

## Device Discovery

- Discovery-Dienste: Request, Indication, Confirm
- Sniff-Modus: Stromsparen, nur alle 2-3 sec. aufwachen und Antwort auf eventuell erfolgten Discovery-Request senden
- Adresskonflikt: wenn sich Geräte mit gleicher Adresse melden, werden alle aufgefordert, neue Adressen zu wählen



# IrDA Verbindungsauflaufbau II

---

## Umsetzung der Merkmale in IrDA

- 2 Optionen:
  - Sehr niedrige Sendeleistung
  - Entsprechend unempfindliche Empfänger
- Gewählt wurde unempfindlicher Empfänger
- -> Pulse von 2 - 0.5 A üblich

## Pulskodierung ASIR

- 1,63 µs oder 3/16 Kodierung
- beide Kodierungen müssen von jedem Empfänger verstanden werden
- 3/16 sind:
  - 9,75µs bei 19200
  - 2,4µs bei 57600
  - 1,2µs bei 115200
- bei Pulscodierung analoges Filtern unabhängig von der Baudrate möglich

# IrDA Verbindungsaufl III

---

## ▪ Folgeprobleme des Designs

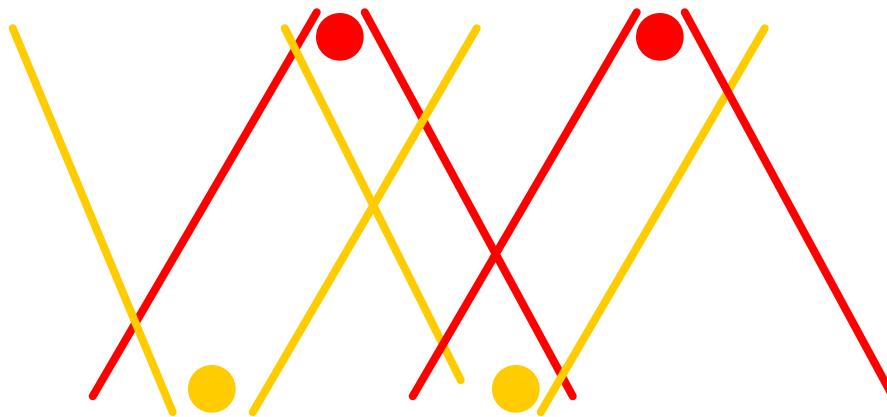
- Ausrichtung, da keine Nutzung der Reflektion
- Teilnehmer können sich z.T. nicht sehen

## ▪ Lösung in IrDA

- Master Slave Verfahren.

## ▪ Bestehendes Problem

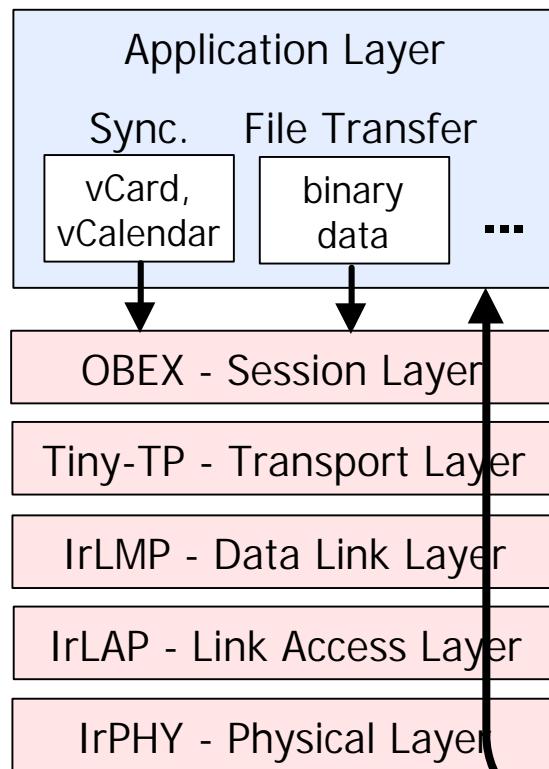
- Bei 4 Teilnehmern Abstimmung über Teilnetze nötig
- -> IrDA fast immer Punkt zu Punkt Verbindung



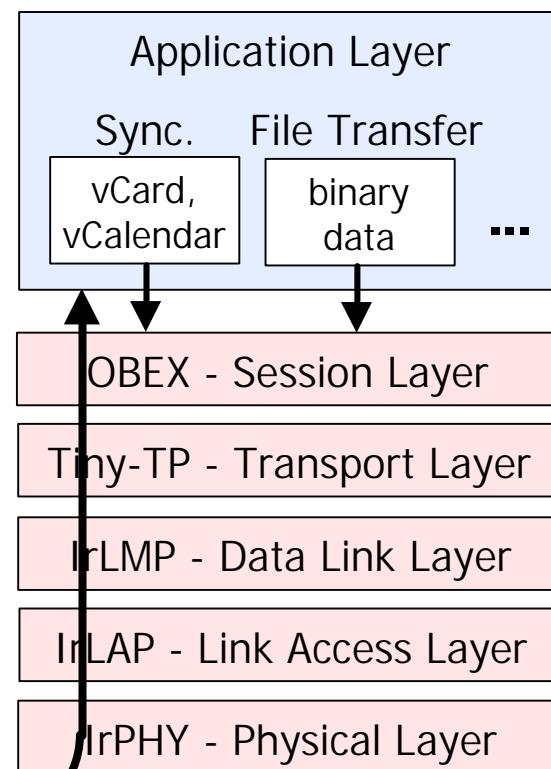
# IrDA Datenaustausch

## IrOBEX: IrDA Protokoll für Austausch von Datenobjekten

Gerät 1



Gerät 2

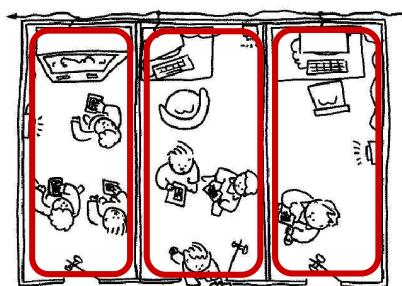


# Infrarot vs. Funk

## Infrarot

- ☺billig (Transceiver für US\$ 1)
- ☺keine Lizenzen nötig
- ☺einfache Abschirmung
- ☺Gerichtet, point & shoot
- ☺als IrDA in sehr weit verbreitet in Rechnern und Appliances

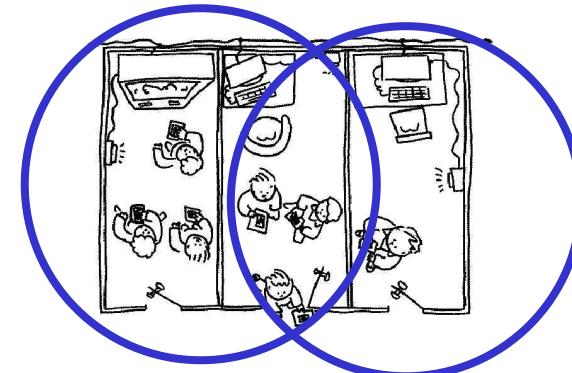
- ☹erfordert freie Sicht (free line of sight)
- ☹wird leicht abgeschattet



## Mobilfunk

- ☺Erfahrungen aus WAN/Telefonie
- ☺Abdeckung größerer Flächen mit Durchdringung von Wänden
- ☺nicht gerichtet: Multicast

- ☹enger Frequenzbereich: heute meist Nutzung des 2,4 GHz lizenzfreien Bandes
- ☹schwierige Abschirmung
- ☹Interferenzen mit Elektrogeräten



# Sensor- und Aktornetze

---

- **Einleitung: Ubicomp**
- **Zusammenhänge: Netzwerke und Sensorik**
- **Sensoren und Kontext: Grundlagen**
- **Sensoren und Kontext: Anwendungen**
- **Ubicomp: Netzwerke**
- **IrDA: Physikalische Kodierung**
- **Smart-Its: Energiesparende Protokolle**
- **MediaCup: Kontext-abhängiges Routing**

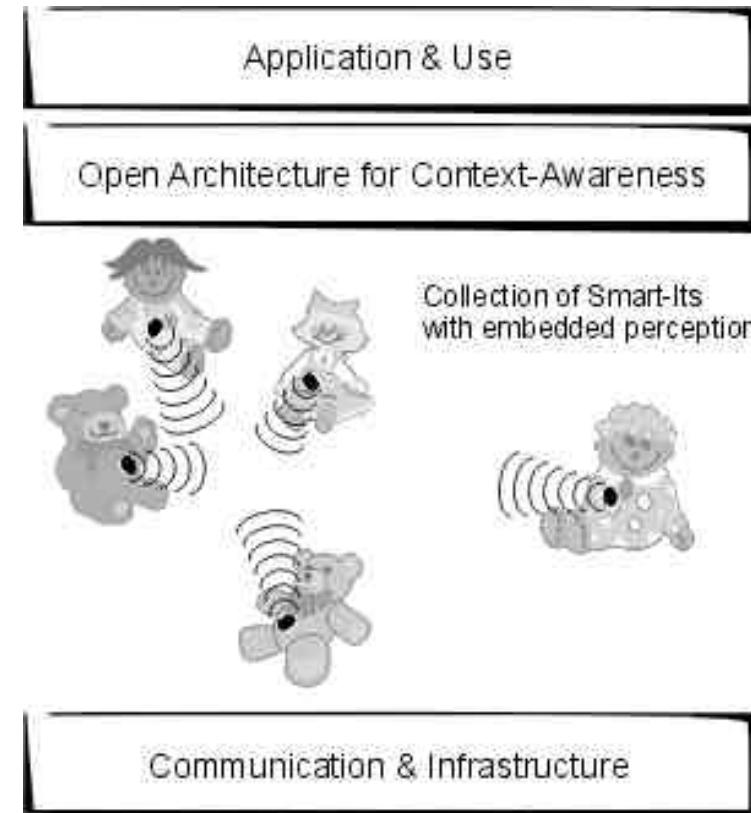
## Grundidee

- Erweiterung eines existierenden Gegenstands der realen Welt durch Anbringen eines Smart-Its
- Konfiguration des Smart-Its (Analogie zu Post-Its) in Hard- und Software (Baukastenprinzip)
- 3 zusätzliche Vor-Ort Fähigkeiten für Gegenstand durch Smart-It:
  - **Sensorik**: ermöglicht Selbst-Erkennung von Zuständen
  - **Verarbeitung**: Sensordaten zu Zuständen und lokalem Kontext der Artefakte
  - **Kommunikation**: Mitteilung der einzelnen Kontexte ermöglicht gemeinsamen Kontext

# Anwendungen Smart-Its

## Ziel

- “Ansammlung” von smart devices, die miteinander kommunizieren
- Smart-Its sollen ihre Welt durch Sensorik erfahren und diese Erfahrung untereinander austauschen -  
-> verteilte Wahrnehmung durch Zusammenfassung verteilter Informationen
- Dadurch entstehen neue Anwendungen, die innerhalb des Projekts entwickelt und untersucht werden sollen



# Anwendungen Smart-Its

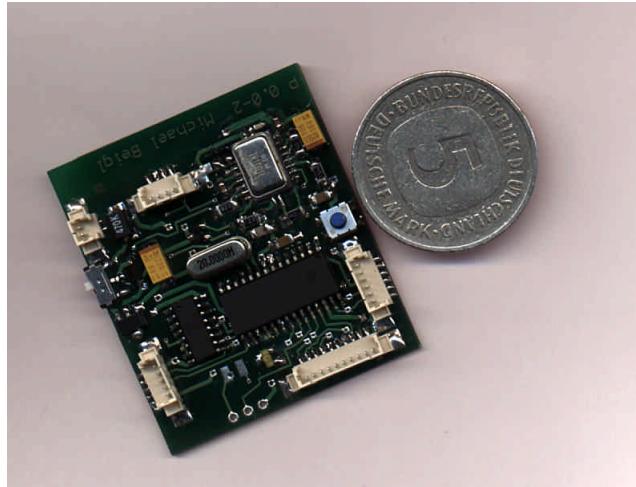
---

## Beteiligte Institute

- TecO, Lanc. U., ETH Zurich, Interactive Institute, VTT

## Technologie

- Sehr kleine und energiesparende generische Grundgeräte  
-> Breiter Einsatzbereich
- Kommunikation lokal peer-to-peer (RF), relative Lokation
- Anschluß verschiedener Sensorik möglich

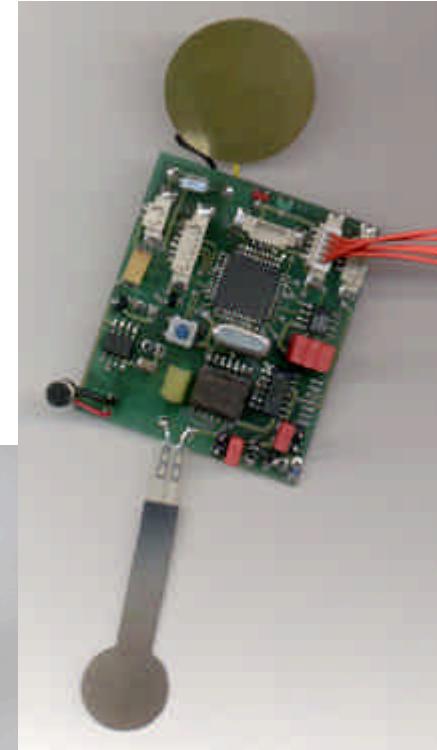


# Anwendungen Smart-Its Device & Sensors

---

## Smart-Its Core Hardware

- Verschiedene Größen
- Processor Types: 5 MIPS, 8kB RAM, 12 K Program FLASH
- RF Kommunikation



## Smart-Its Sensorik

- Beschleunigung
- Lichtpegel
- Druck
- Geräusche, Audio
- Dominierende Frequenz
- Temperatur

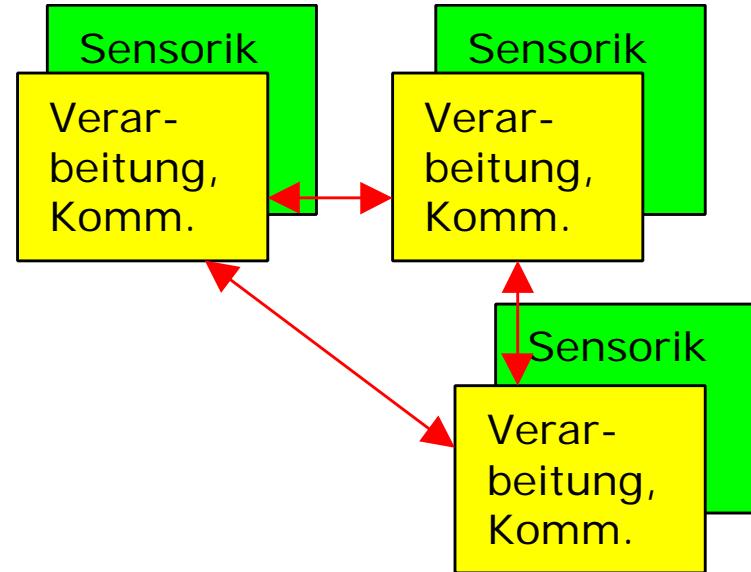


# Kommunikation Smart-Its

---

**Generische Plattform für Erweiterung von Alltags-  
genständen zum Einsatz in Forschungsprojekten**

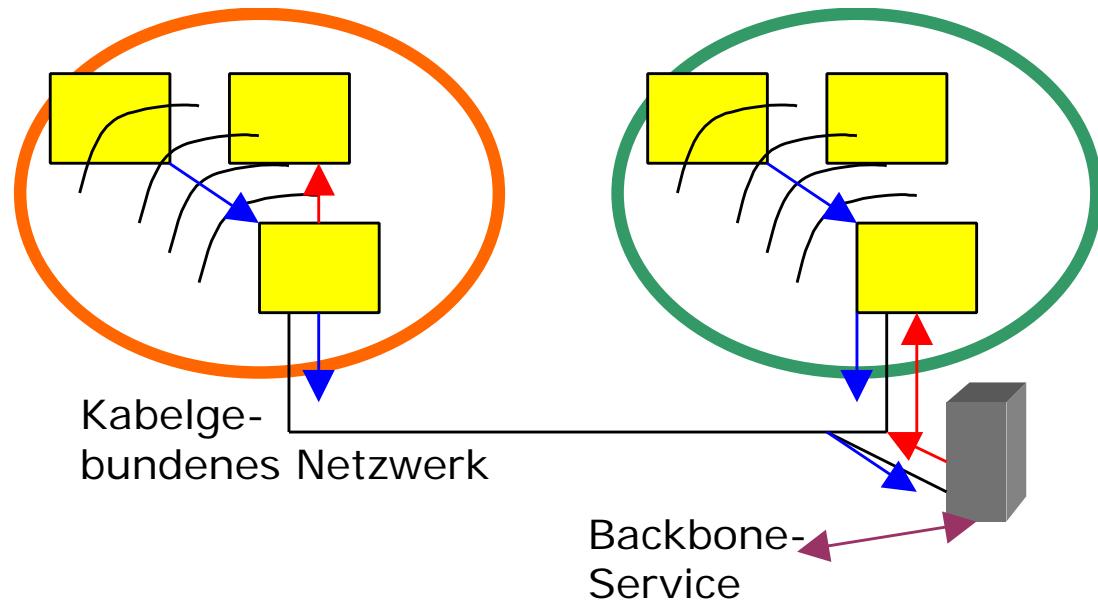
- Hardware: Sensorik, Computer, Netzwerk
- Software: Anwendungen, Kontexte, Kommunikation
- Kommunikation: Peer-to-Peer, hohe Anforderungen an Zeitgenauigkeit, Finden von Kommunikationspartnern



# Kommunikation Smart-Its zu Backbone

**Generische Plattform für Erweiterung von Alltags-  
genständen zum Einsatz in Forschungsprojekten**

- Hardware: Sensorik, Computer, Netzwerk
- Software: Anwendungen, Kontexte, Kommunikation
- Kommunikation: Peer-to-Peer,  
über Backbone



# Kommunikation

## Smart-Its Protokoll

---

### Protokoll

- Energiesparendes striktes Slotted CA/MA erlaubt Abschaltung zwischen den Slots: Bandbreite für Energieeffizienz
- Semantische Auswertung während Empfangs erlaubt Abschaltung während des Empfangs
- Kurze Einbuchzeit (91 ms/99% im worst case, 7 ms im Durchschnitt) erlaubt hohe Mobilität und spart Energie
- Peer-to-Peer Charakteristik erlaubt spontane Kommunikation
- Kein Routing im Netz selbst, nur über Backbone, da zu energieaufwendig
- Energieaufwand: 100 nJ pro gesendetem/empfangenen Bit, aber durchschnittlich nur 1/10-1/1000000 der Zeit auf Sende- / Empfangsbereitschaft

# Anwendung

## Das “Smart-Its Friends” Konzept

---

### Motivation

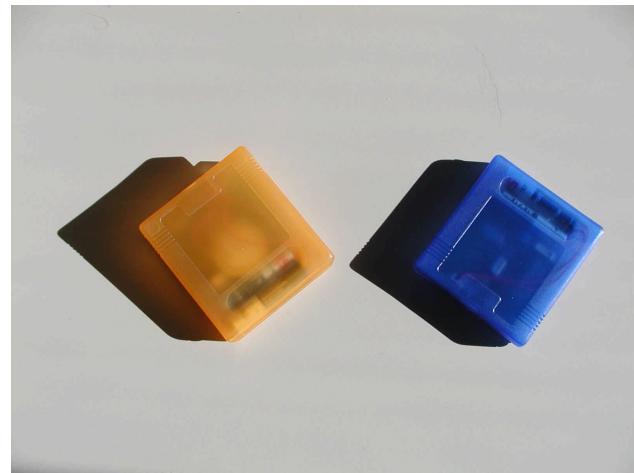
- Natürliche Benutzerschnittstellen
- Keine explizite Bedienung

### Problem

- Wie sagt man zwei Objekten, daß sie zusammengehören

### Anwendung

- Diebstahlalarm
- Kinderüberwachung
- Zurkennung von Speichermedium



# Anwendung Entwurf Smart-Its Friends

---

## Lösung: Halten und schütteln

- Gemeinsamer Kontext



# Sensor- und Aktornetze

---

- **Einleitung: Ubicomp**
- **Zusammenhänge: Netzwerke und Sensorik**
- **Sensoren und Kontext: Grundlagen**
- **Sensoren und Kontext: Anwendungen**
- **Ubicomp: Netzwerke**
- **IrDA: Physikalische Kodierung**
- **Smart-Its: Energiesparende Protokolle**
- **MediaCup: Kontext-abhängiges Routing**

# Kontext abhängiges Routing

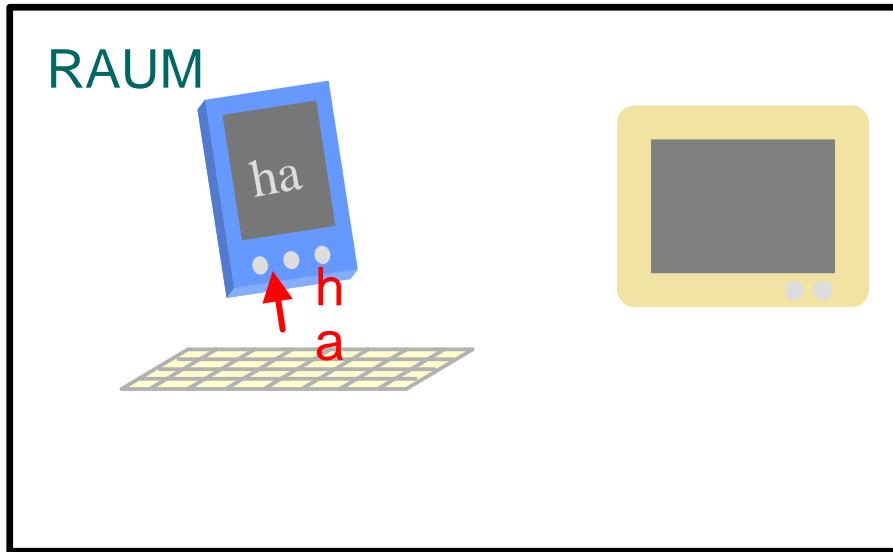
## Ablauf einer Kommunikation

- Initiierung: Auswahl der Kommunikationspartner  
→ Wie **Auswahl**
- Durchführung: Austausch von Kommunikation  
→ **Grund Kommunikation**
- Beendung

Auswahl			
Kom.Grund	ID	Dienst	Kontext
Info	HTTP		IrOBEX
Dienst	Jetsend	Jini, UPnP, HAVi	
Kontext			RAUM

# Kontext abhängiges Routing

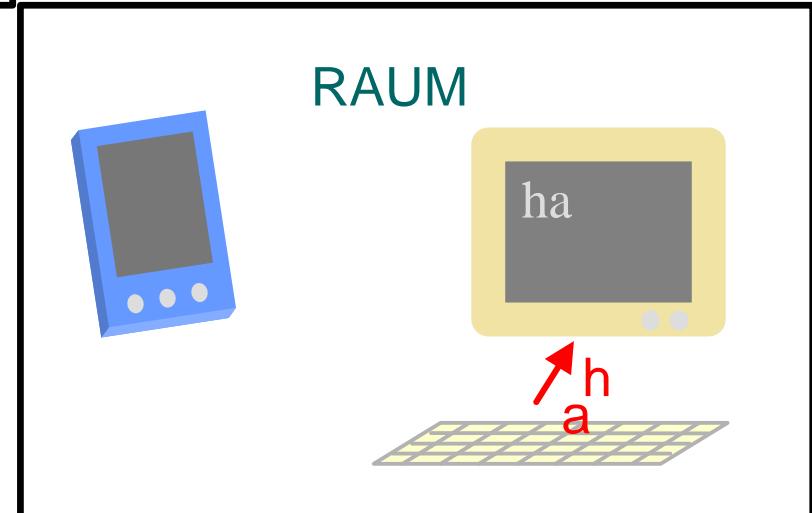
## RAUM



**Lokation ist ein ausgezeichneter Kontext**

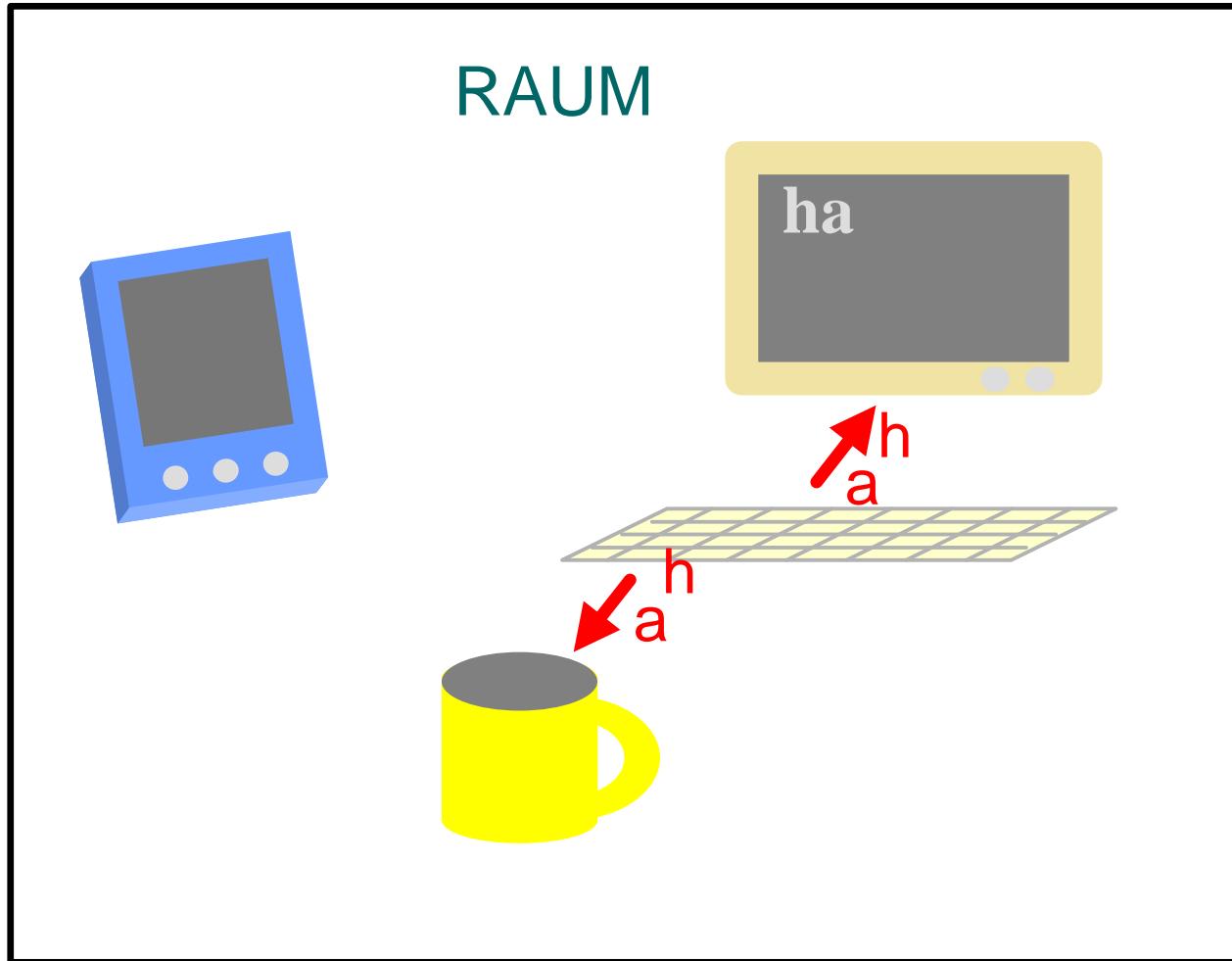
- der vom Menschen verstanden wird
- den der Mensch zur Komm. verwendet

**RAUM verwendet Lokation zur Bestimmung der Kommunikationspartner**



# Kontext abhängiges Routing

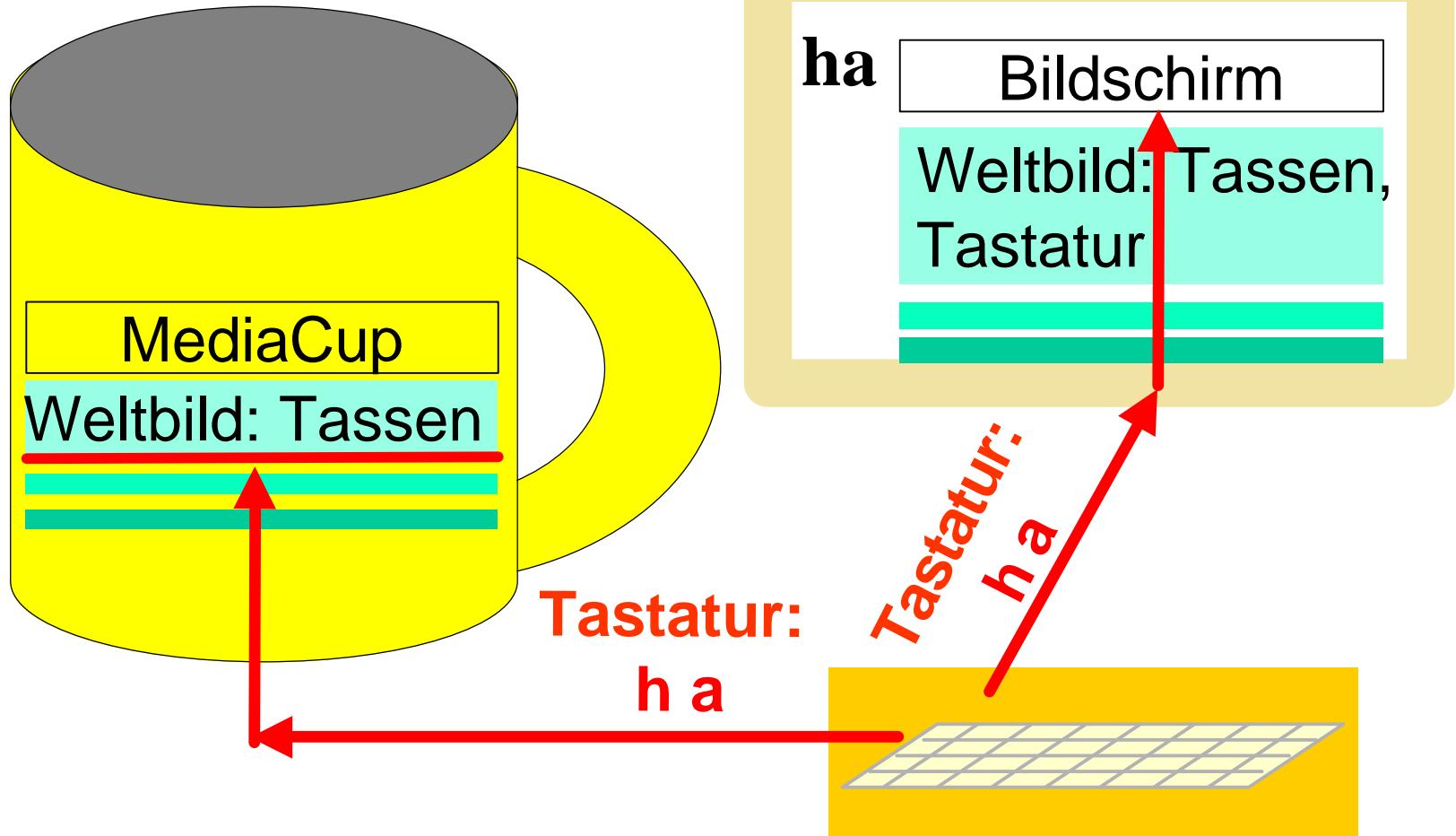
## RAUM II



Subscription für die Auslieferung bestimmter Ereignisse in einem bestimmten räumlichen Bereich

# Kontext abhängiges Routing

## Beispiel Auslieferung Kontexte



Kontext: Liste von Tupeln (typ, wert) denen die Lokation des Erzeugers vorangestellt ist

# Kontext abhängiges Routing

## Aufbau RAUM

---

**Idee: Digitale Artefakte kommunizieren räumlich orientiert**

- **RAUM**(-Schicht) für räumlich orientiertes Routing
- Ereignis-Schicht:  
Versendung und Empfang von Kontexten,  
Kontextunterstützung
- Kommunikationsschicht:  
ISO/OSI 1 & 2
- Sortierung der als Ereignisse versendeten Kontexte über 2 Ebenen: Lokationsorientierte Sortierung und kontextbasierte Sortierung



# Kontext abhängiges Routing

## MediaCup

---

### MediaCup

- Erstes Beispiel eines nicht elektronischen Objektes, das mit Computer-, Kommunikations- und Sensor Technologie erweitert wurde
- IrDA basierte Kommunikation
- Energieversorgung über kabellose Aufladung
- Weiterverarbeitung von Sensorik zu Kontexten: „jemand trinkt“, „Tasse voll“, „Tasse heiß“



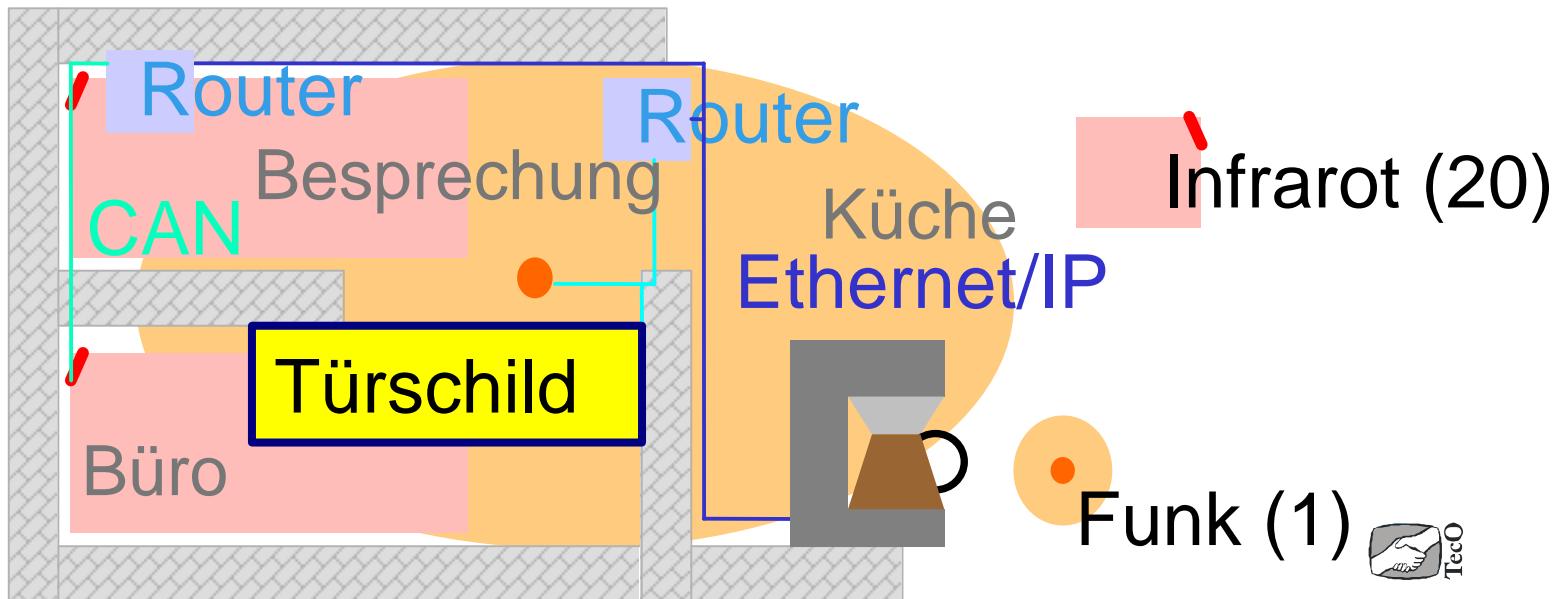
# Kontext abhängiges Routing

## MediaCup II

- Tasse mit Sensoren, Verarbeitung, Kom.

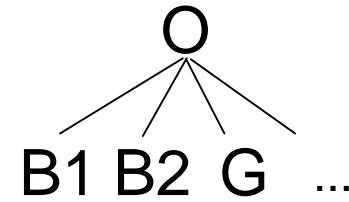
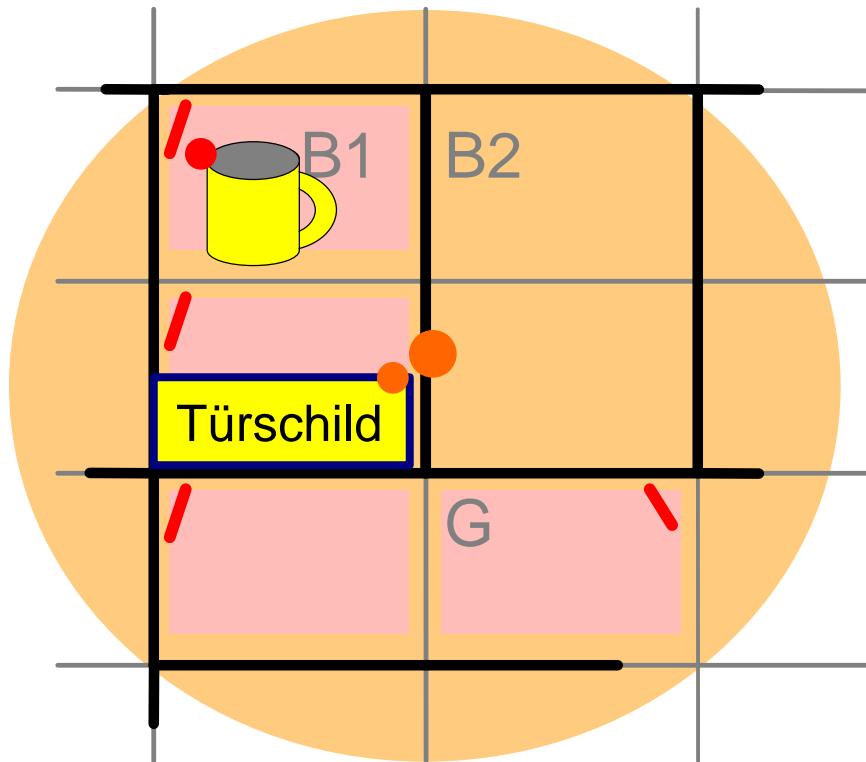
# Herausforderung: Viele verschiedene Kommunikations-technologien

- IrDA, CAN, RF, IP



# Kontext abhängiges Routing

## Routing MediaCup



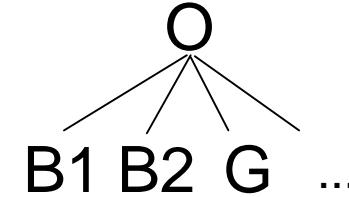
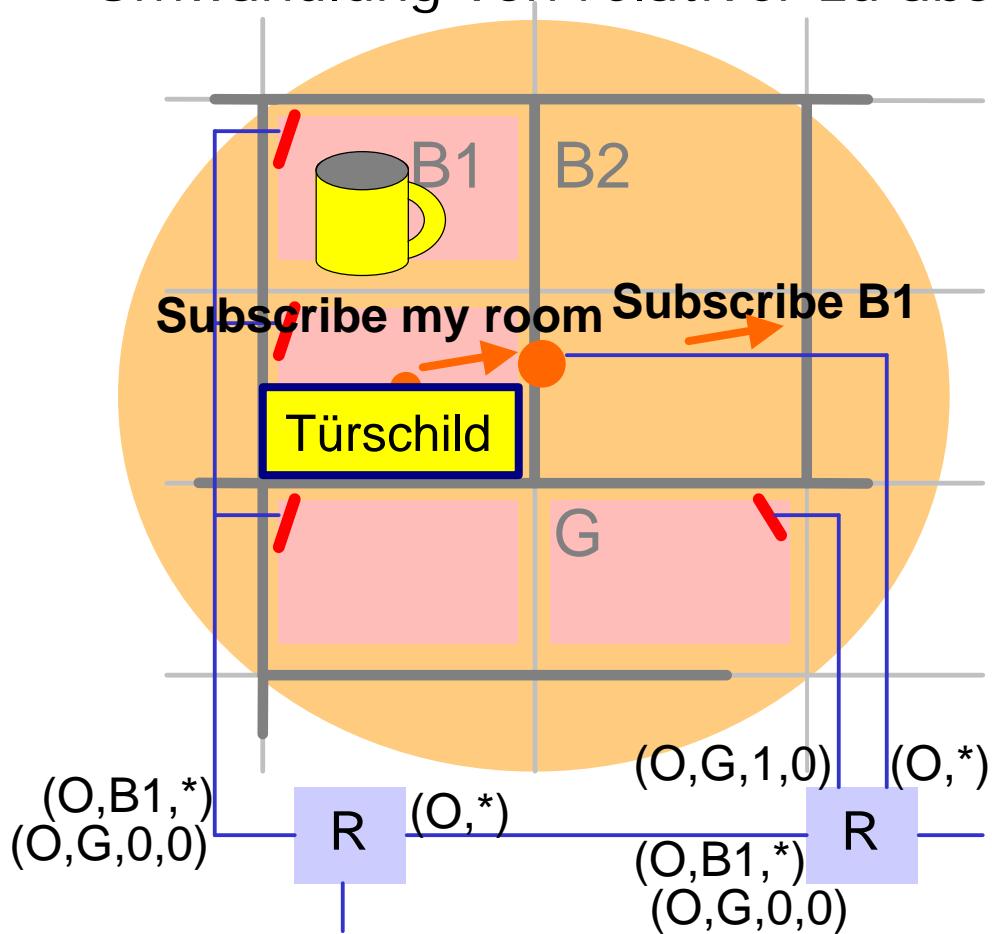
 Infrarot-Sendebereich  
und -Transceiver

 Funk-Sendebereich  
und -Transceiver

# Kontext abhängiges Routing

## Routing MediaCup

- Ermittlung der Position über Feldstärke
- Umwandlung von relativer zu absoluter Position im Knoten

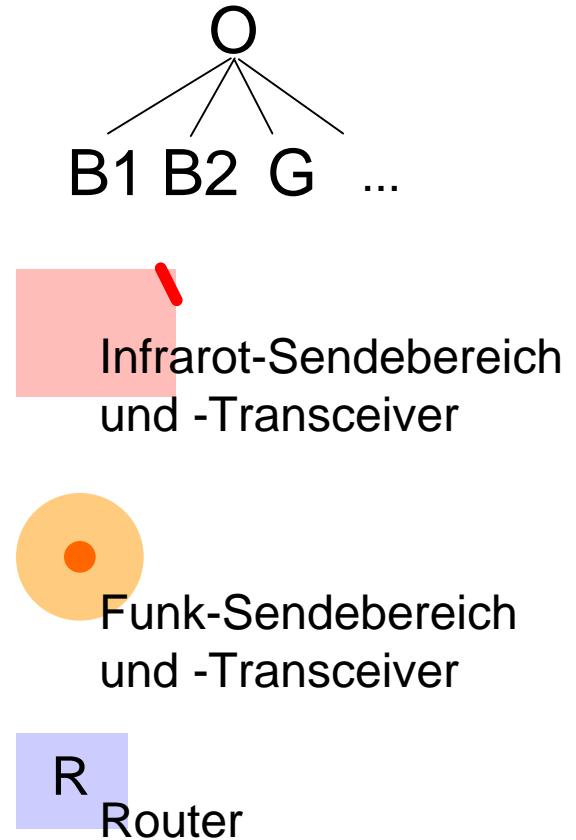
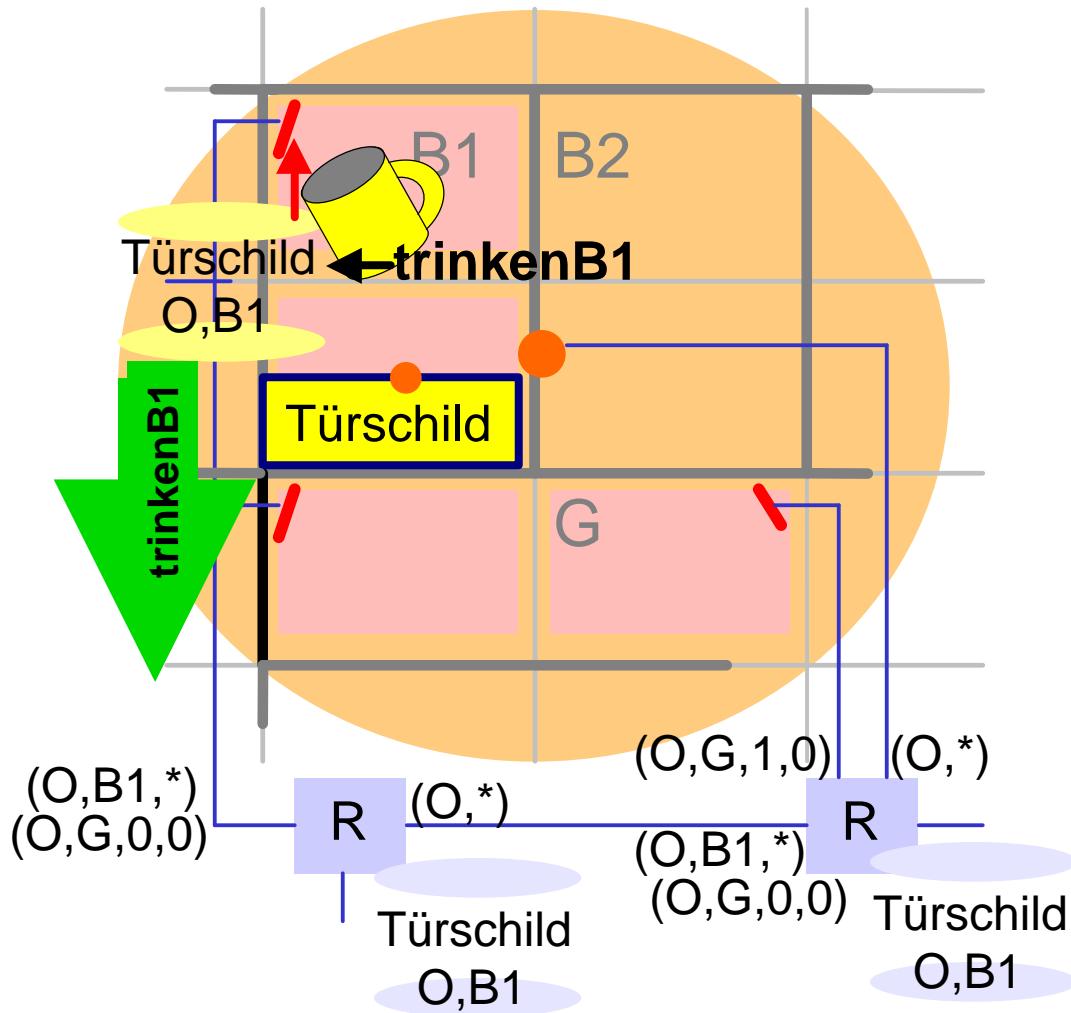


Infrarot-Sendebereich  
und -Transceiver

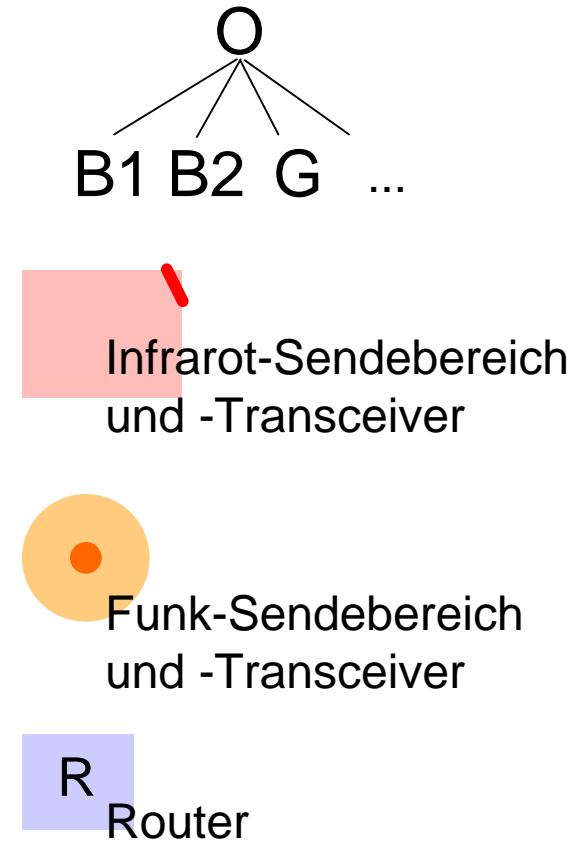
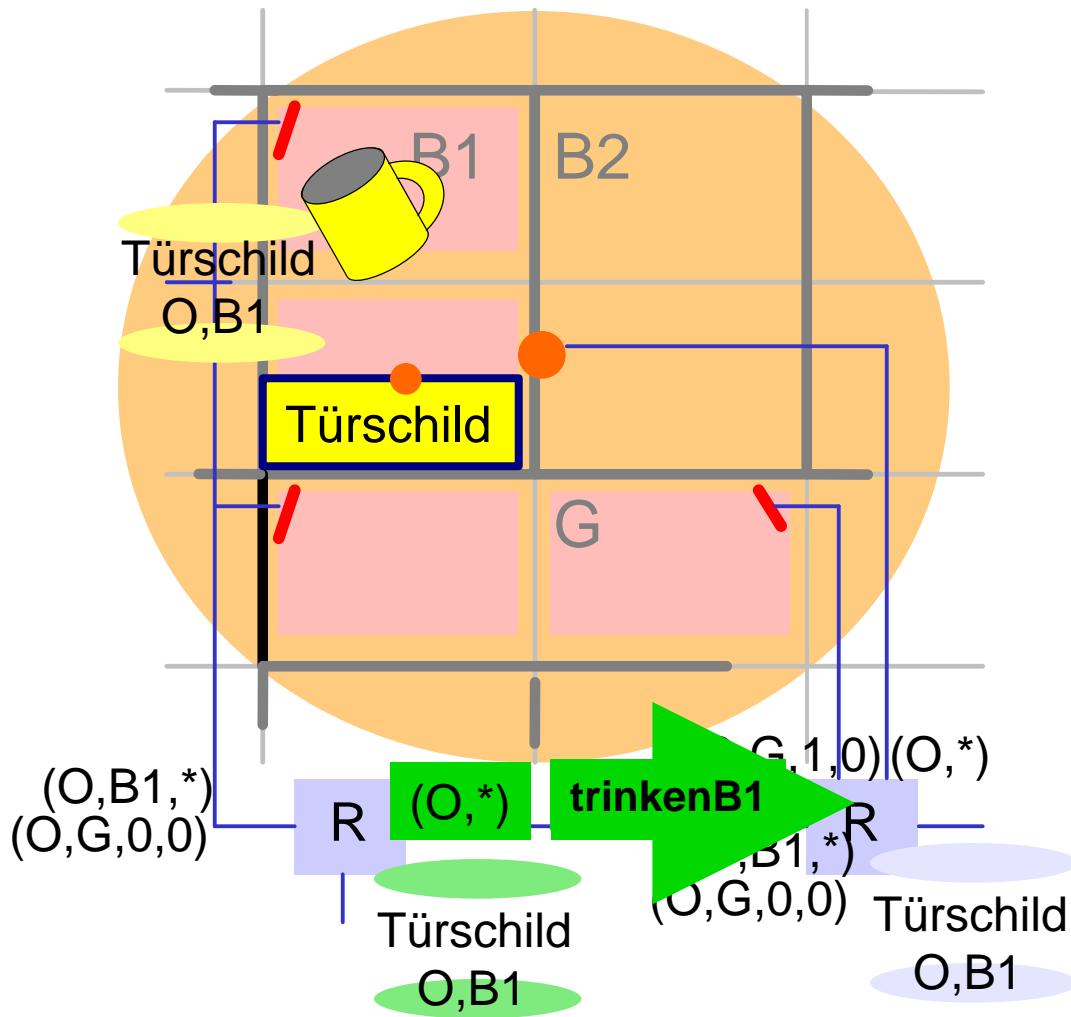
Funk-Sendebereich  
und -Transceiver

R  
Router

# Kontext abhängiges Routing Routing MediaCup

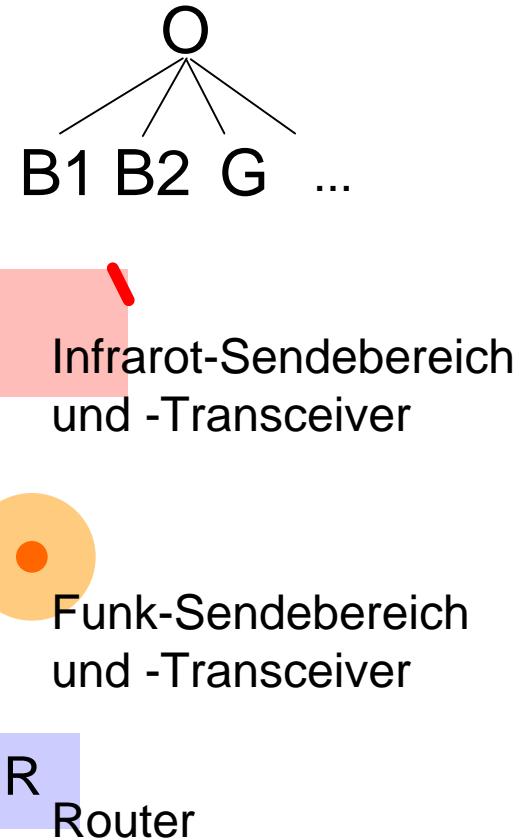
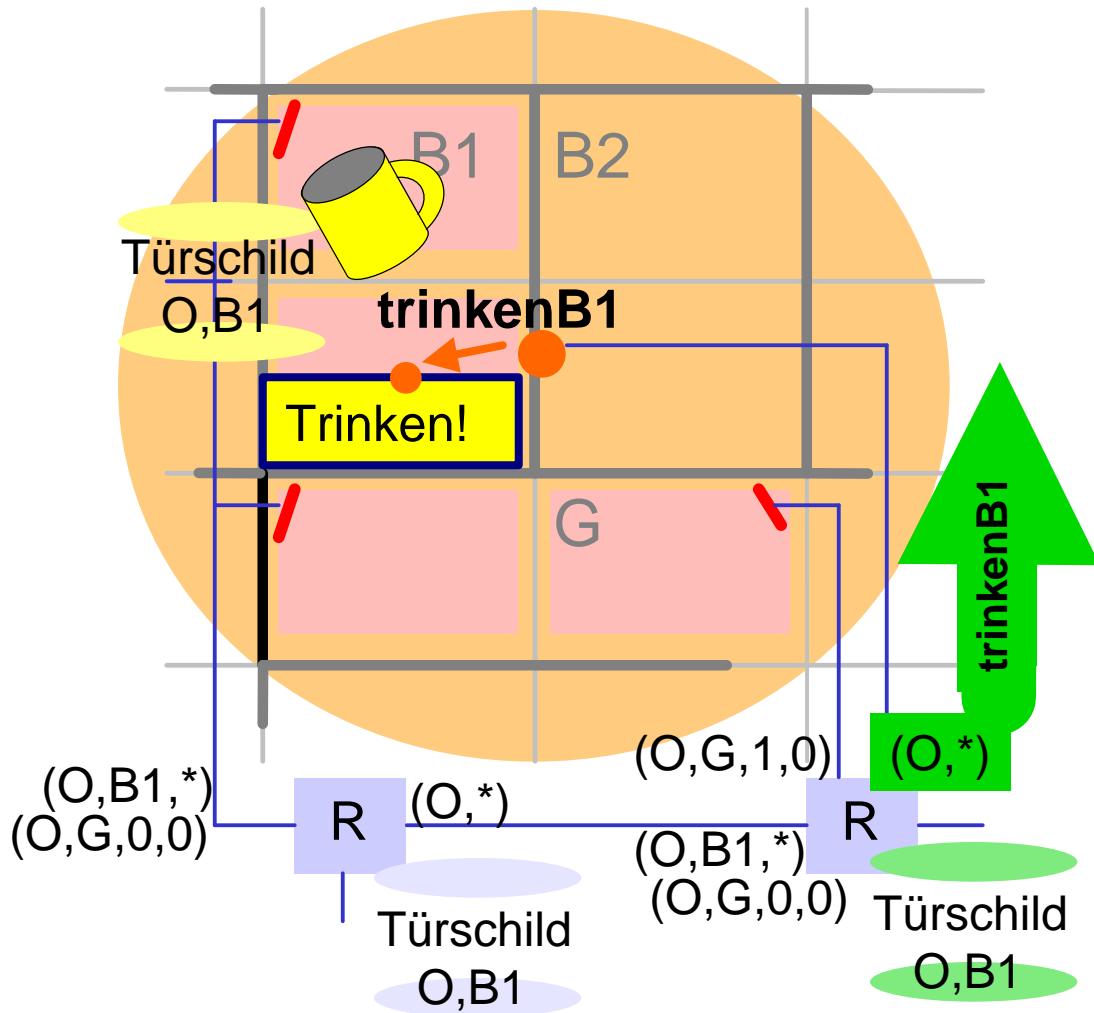


# Kontext abhängiges Routing Routing MediaCup



# Kontext abhängiges Routing

## Routing MediaCup



# Kontext abhängiges Routing Ausgabe MediaCup

---

- Mehrere Tassen und bestimmtes Muster:



# Sensor- und Aktornetze

---

- **Einleitung: Ubicomp**
- **Zusammenhänge: Netzwerke und Sensorik**
- **Sensoren und Kontext: Grundlagen**
- **Sensoren und Kontext: Anwendungen**
- **Ubicomp: Netzwerke**
- **IrDA: Physikalische Kodierung**
- **Smart-Its: Energiesparende Protokolle**
- **MediaCup: Kontext-abhängiges Routing**

