

Ubiquitous Computing

(Ubiquitäre Informationstechnologien)

Vorlesung im WS 01/02



Prof. Lars Wolf

Michael Beigl

Universität Karlsruhe

Institut für Telematik

Telecooperation Office

www.teco.uni-karlsruhe.de

Aufbau der Vorlesung

1 Grundlagen

2 Geräte

3 Vernetzung

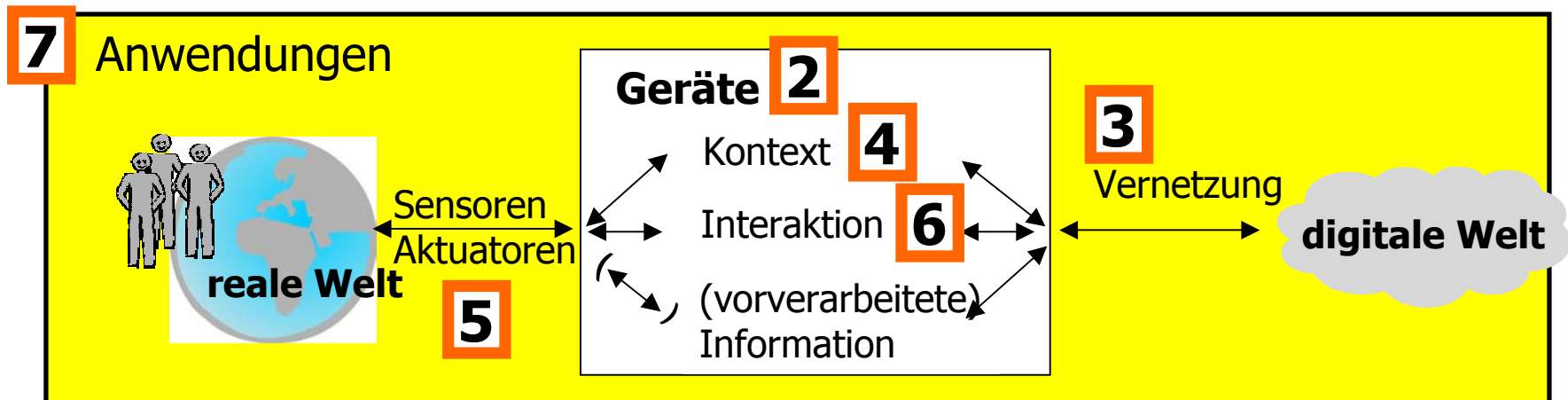
4 Kontext

Modelle, Klass.
Verarbeitung, Verbreitung

5 Sensoren/Aktuatoren

6 Interaktion

7 Anwendungen



Inhalt

- **Grundlagen**
- **Kontextrepräsentation**
 - Kontextklassifikation
 - Lokationsmodelle
 - Beispiele für Lokation
- **Kontextverbreitung**
 - MediaCup / RAUM
 - AwareHome / Context Toolkit
- **Kontextverarbeitung**
 - Context Toolkit
 - TEA

Kontext

Kontextrepräsentation

- Modelle zur Strukturierung der Kontexte
 - allgemeine Kontextmodelle, Kontextklassifikationsmodelle
 - spezielle Modelle z.B. Lokationsmodelle
- Ontologien zur Festlegung der Begriffe im Modell

Kontextverarbeitung

- „Fluß“ der Kontextdaten, Speicherung von Kontexten
- Abstraktion der Kontexte
- Integration/Zusammenfassung von Kontextdaten
- Umformung der Repräsentationsform

Kontextverbreitung

- Durch verteilte Kommunikation von Kontexte in die Umgebung
- Durch zentrale Vorhaltung und Verarbeitung

Inhalt

- **Grundlagen**
- **Kontextrepräsentation**
 - Kontextklassifikation
 - Lokationsmodelle
 - Beispiele für Lokation
- **Kontextverbreitung**
 - MediaCup / RAUM
 - AwareHome / Context Toolkit
- **Kontextverarbeitung**
 - Context Toolkit
 - TEA

Kontextverbreitung und Verarbeitung

Allgemeines Modell

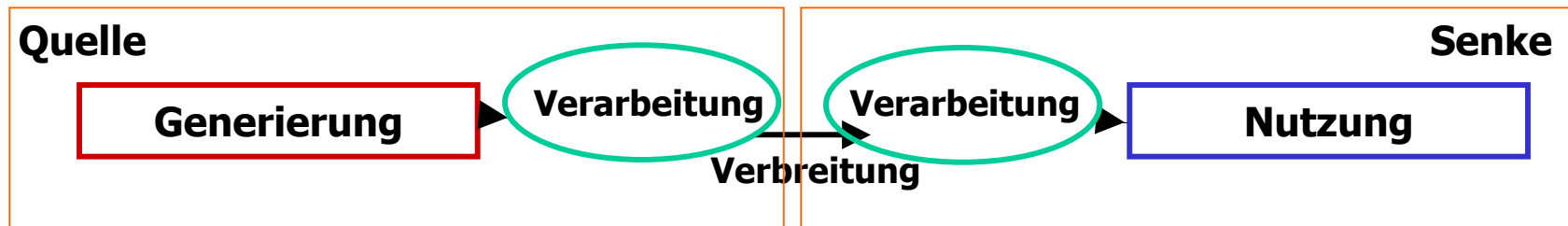


- **Generierung**: Erkennung von Kontexten über Sensorik
- **Verarbeitung**:
 - **Erkennung**: Entwicklung von Kontexten über Sensorinformationen und einfache Kontexte (Abstraktion), Aggregation von Kontexten, Interpretation von Kontexten,
 - **Vorhaltung**: Speicherung / Abfrage von aktuellen Kontexten
- **Nutzung**: Verwendung von Kontexten und eventuelle Reaktion über Ausgabe

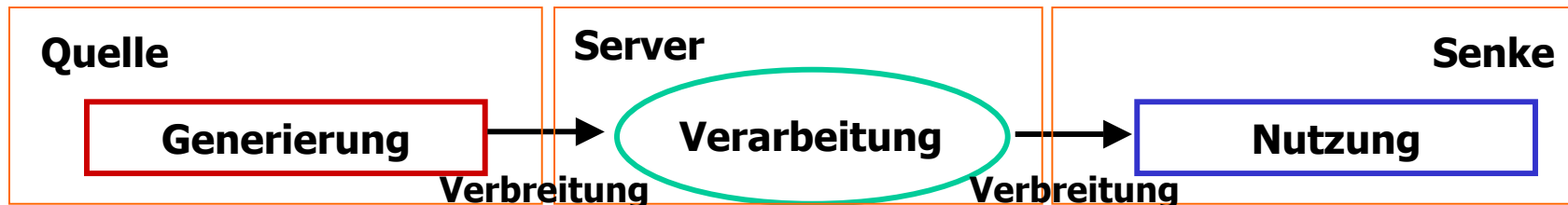
Kontextverbreitung und Verarbeitung

Spezielle Modelle, z.B.

- Peer-to-Peer: Abstraktion von Sensordaten in der Quelle, weiter Abstraktion in der Senke



- Serverbasiert: Verarbeitung nur in einem speziellen Gerät als Dienst



Kontextverbreitung und Verarbeitung

Charakteristika der Kontexterkennung

- Verteilt/Zentral

Charakteristika der Kontextvorhaltung

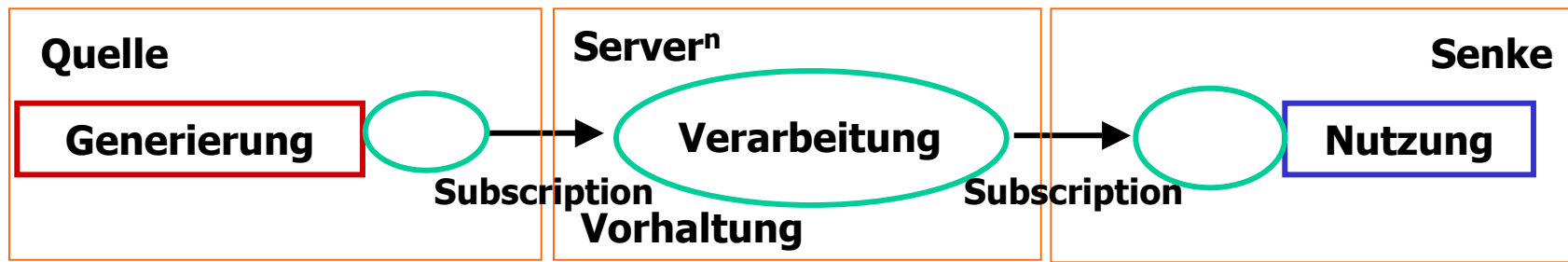
- Verteilt/Zentral

Charakteristika der Kontextverbreitung

- Subscription/Broadcast

Beispiel

- Verteilte Kontexterkennung, Vorhaltung bei mehreren Servern, Subscription



Kontextverbreitung MediaCup

Grundidee

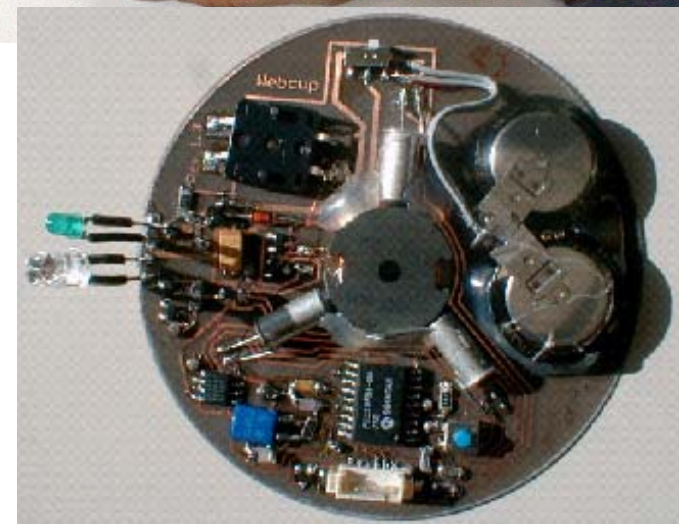
- Infrastruktur für digitale Artefakte

Autonomes Selbst-„Bewußtsein“

- Periodisches Lesen der Sensoren
- Berechnung von abstrakten Ereignissen
„trinken“, „wird kalt“, ...

Schwerpunkte

- Kommunikation
- Kontexte

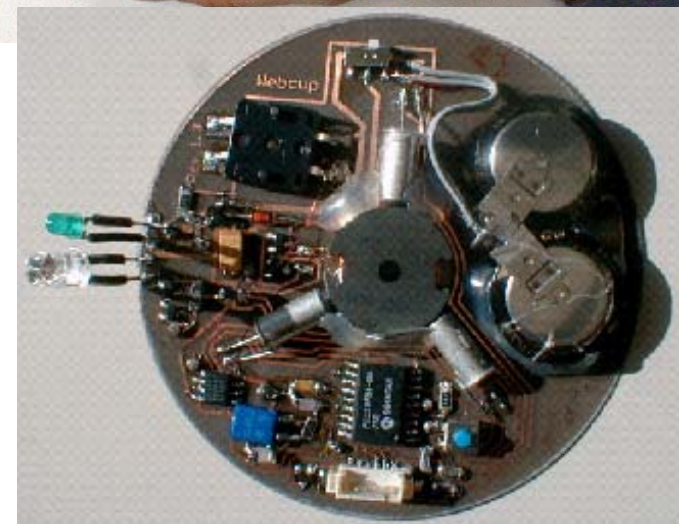


Kontextverbreitung

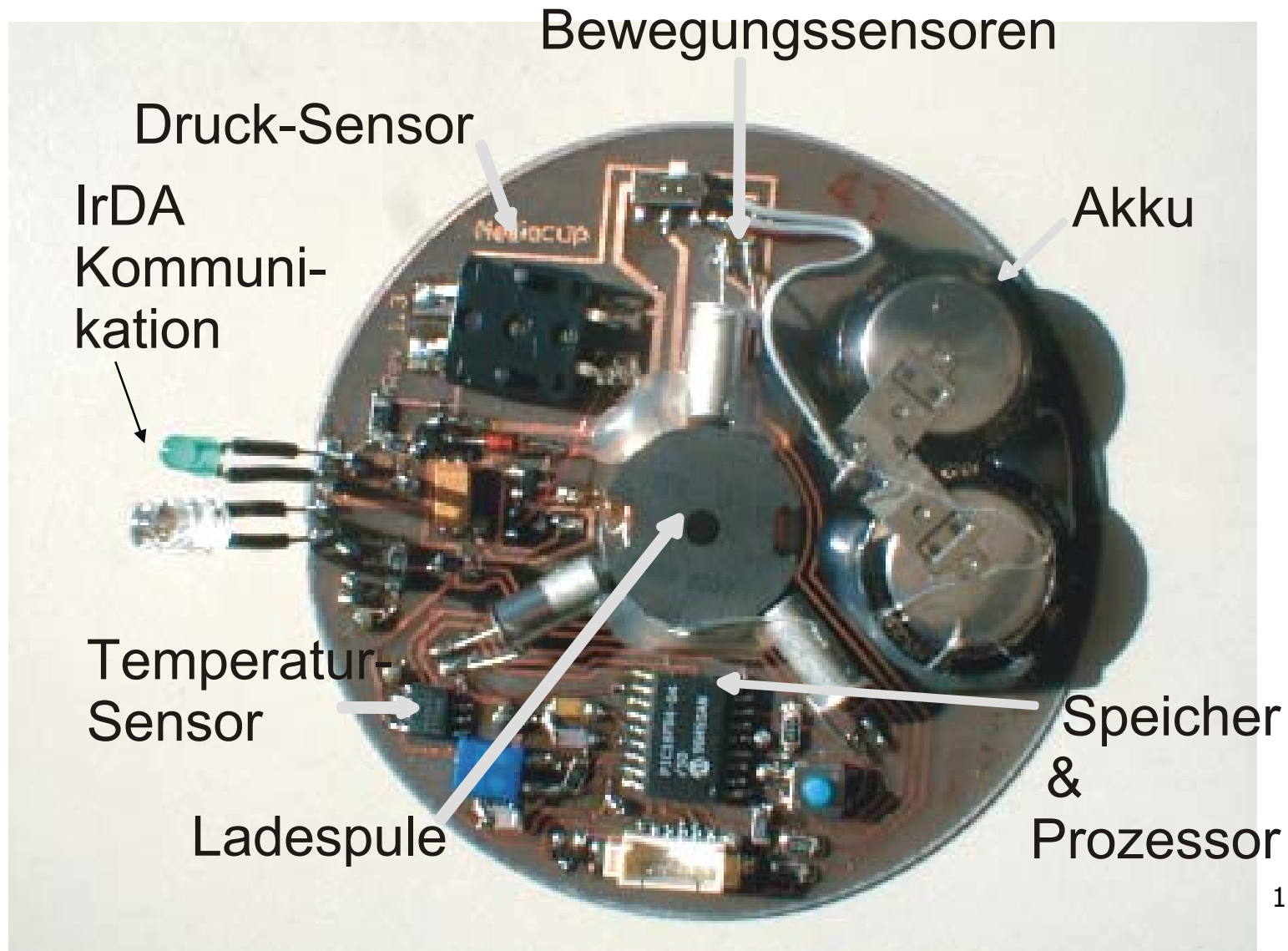
MediaCup: Technologie

Mediacup: Informations-aktive Tasse

- PIC 16F84, 1 MHz, 1k/84Byte Memory, 10-25 μ A Energieverbrauch (Durschnitt)
- IrDA-PHY Kommunikation
- 3 Bewegungs-, 1 Gewichts-, 1 Temp.-Sensor
- 2 Spezialkondensatoren (je 1F) Stromversorgung, kabellose Aufladung (via Untertasse)



Kontextverbreitung MediaCup



Kontextverbreitung MediaCup System

Ermöglicht spontane Integration neuer Artefakte

- Türschild
- Digitale Uhr
- Kaffeemaschine

Ermöglicht Kommunikation zwischen unbekanntem Geräten

- Neue Geräte können sofort ohne Vorwissen mit anderen Geräten in Umgebung kommunizieren

Kontextverbreitung MediaCup und weitere Artefakte



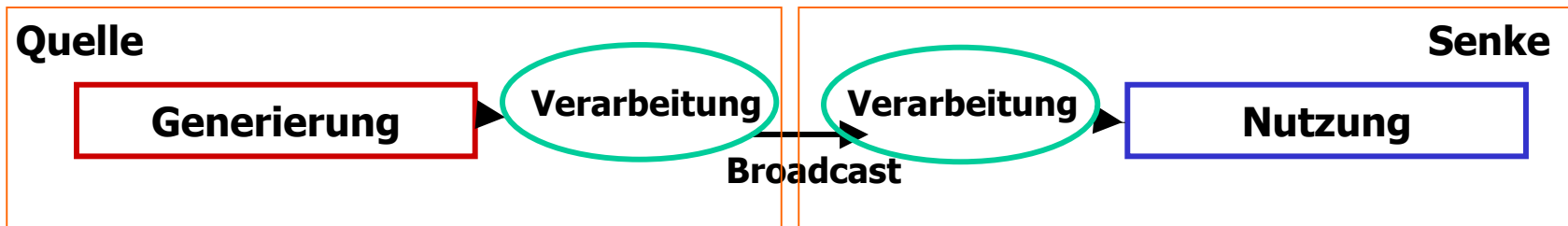
Ubiquitous Computing WS 01/02 Michael Beigl, TecO



Kontextverbreitung und Verarbeitung: MediaCup

Charakteristika

- Kontexterkennung: verteilt
- Kontextvorhaltung: verteilt
- Kontextkommunikation: Broadcast



Klassifikation Anwendung

- Uhr: Kontextuelle Information (Manueller Anstoß, Info)
- Türschild: Kontextuelle Konfiguration (Autom., Info)
- Kaffeemaschine: Kontext-ausgelöste Ausführung (Automatisch, Aktion)

Klassifikation System: Situationsbezogen

MediaCup

Aufbau Kommunikationssystem

- 3(+1) Schichten
- Ereignis-Schicht:
Versendung und Empfang
von Kontexten,
Kontextunterstützung
- RAUM-Schicht: Räumlich
orientierte Kommunikation
- Kommunikationsschicht:
ISO/OSI 1 & 2
- Sortierung der als Ereignisse versendeten Kontexte über
2 Ebenen: Lokationsorientierte Sortierung und
kontextbasierte Sortierung
- Idee: Digitale Artefakte kommunizieren
lokationsorientiert

Anwendungs-Schicht

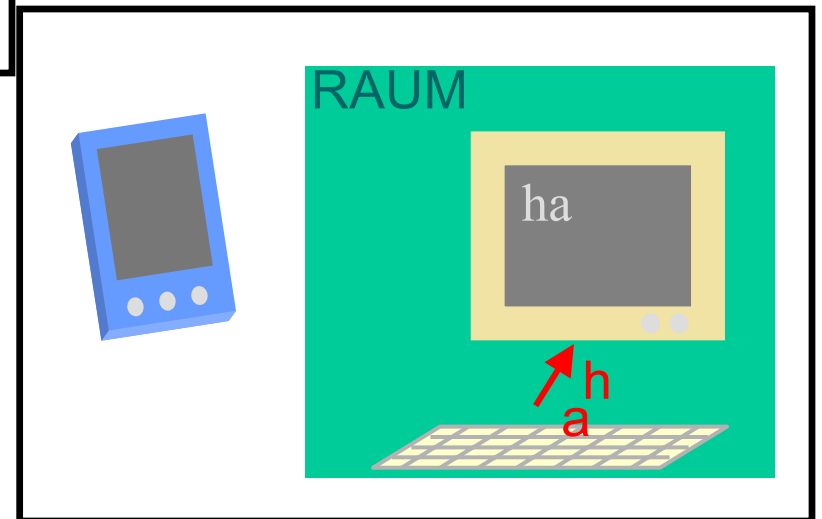
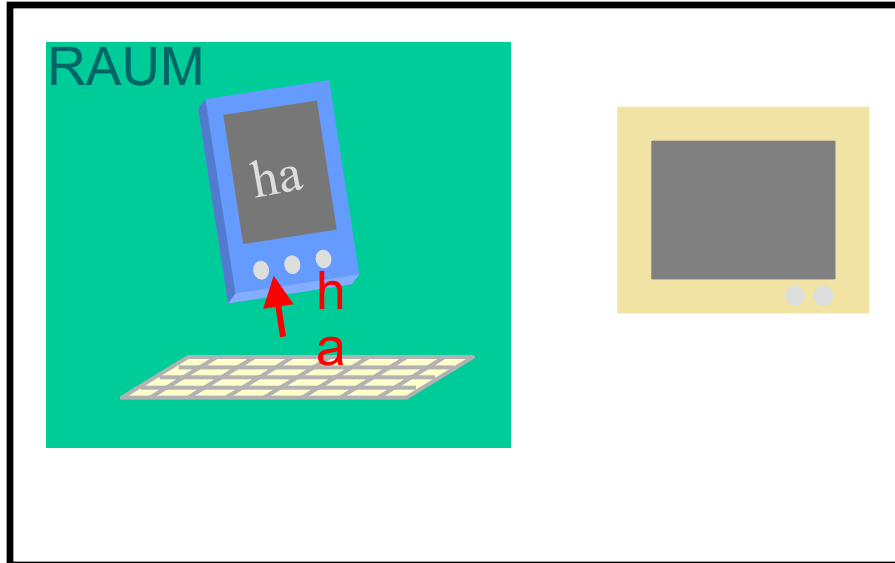
Ereignis-Schicht

RAUM-Schicht

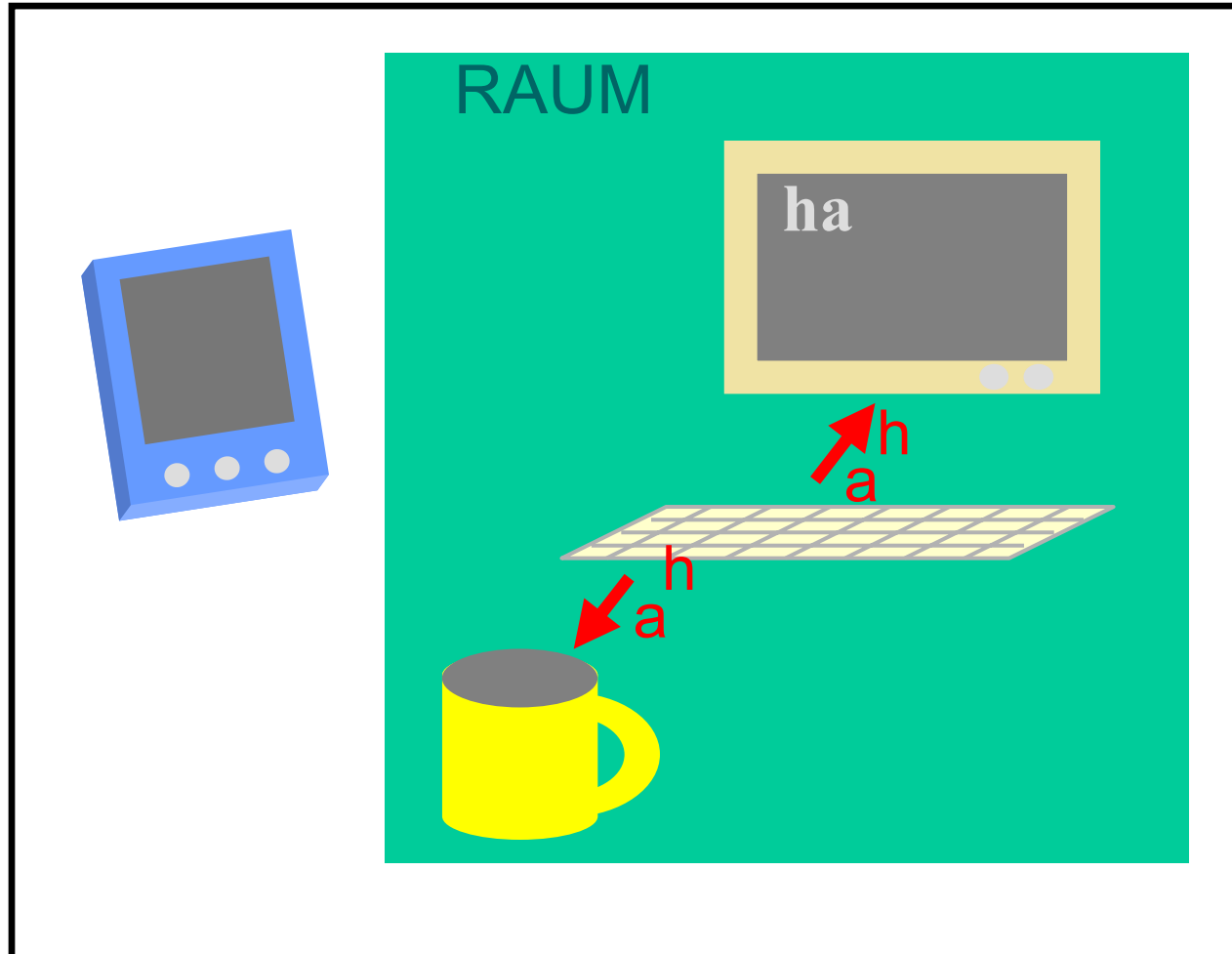
Kommunikations-Schicht

MediaCup

Kommunikation ist relativ !



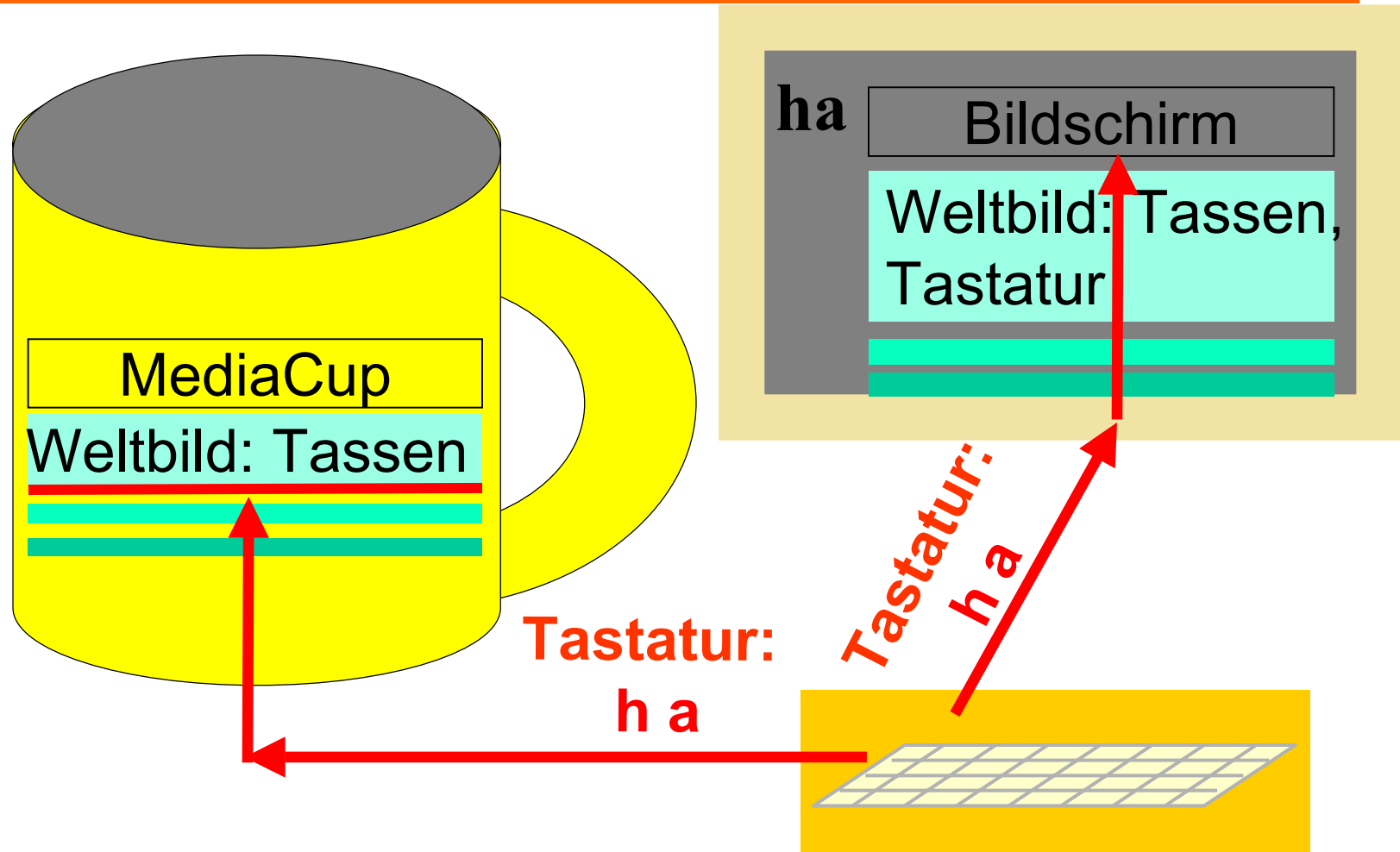
MediaCup Kommunikation



Subscription für
die
Auslieferung
bestimmter
Ereignisse in
einem
bestimmten
räumlichen
Bereich
in der Senke

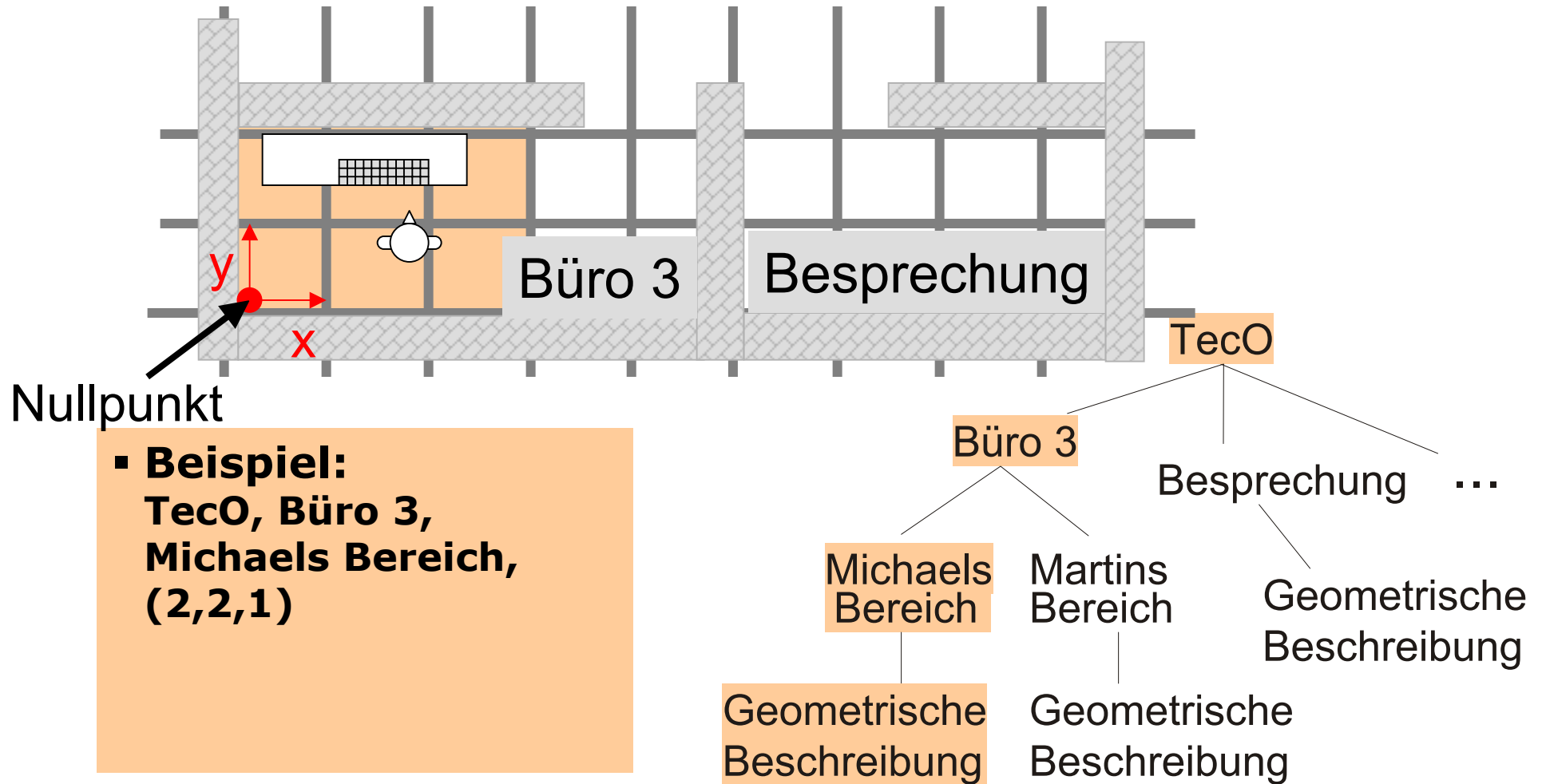
MediaCup

Beispiel Auslieferung Kontexte



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

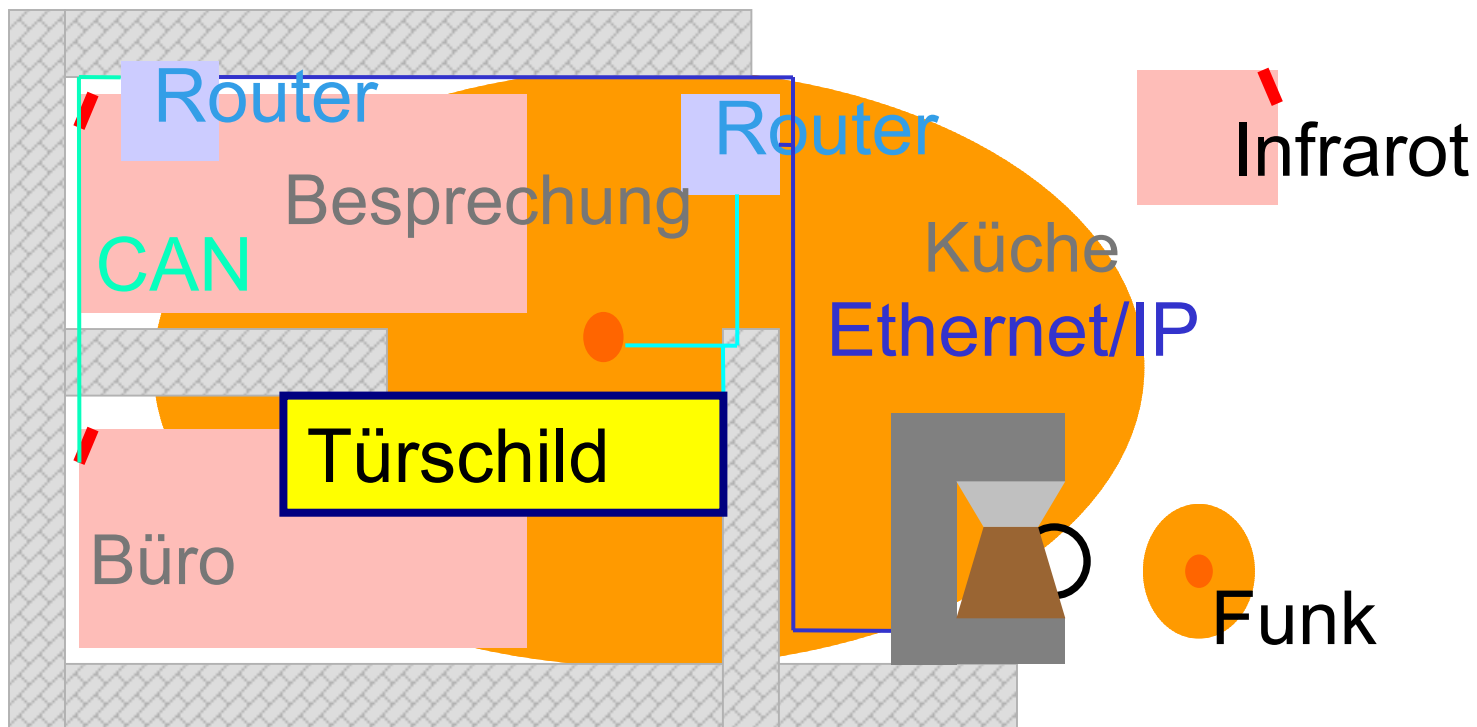
MediaCup Lokationsmodell



MediaCup

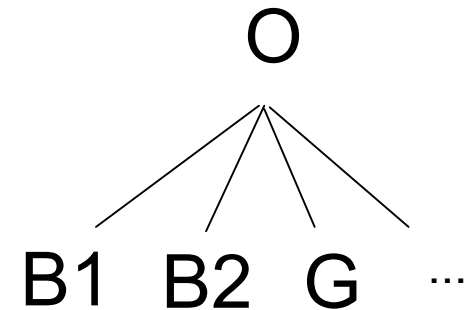
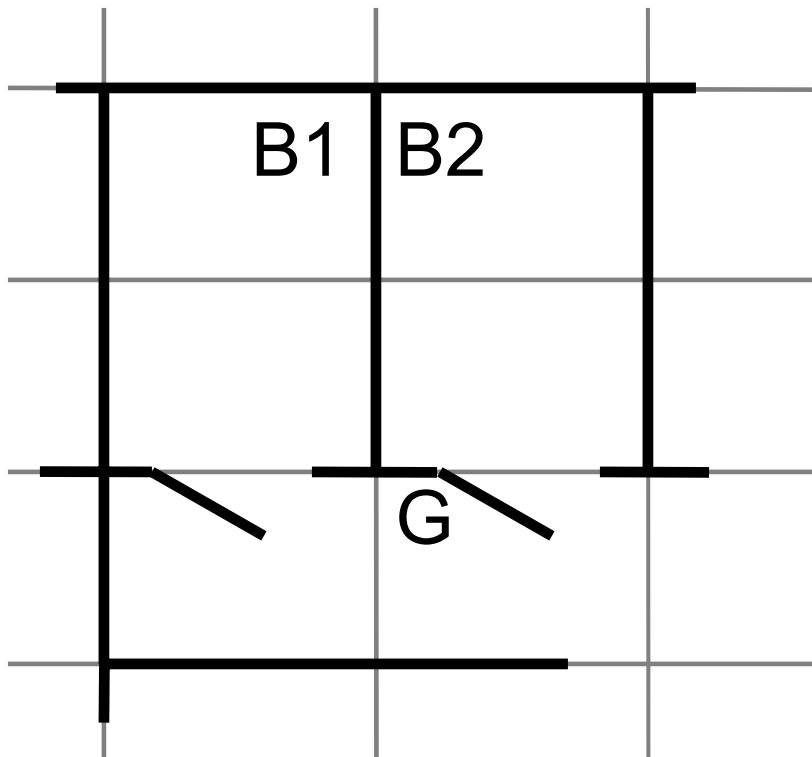
Implementierung Infrastruktur

- Infrastruktur: 2 Router, Lokationssystem, ca. 20 Übergänge, 8 Zimmer

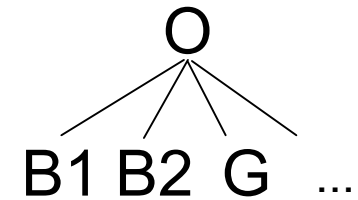
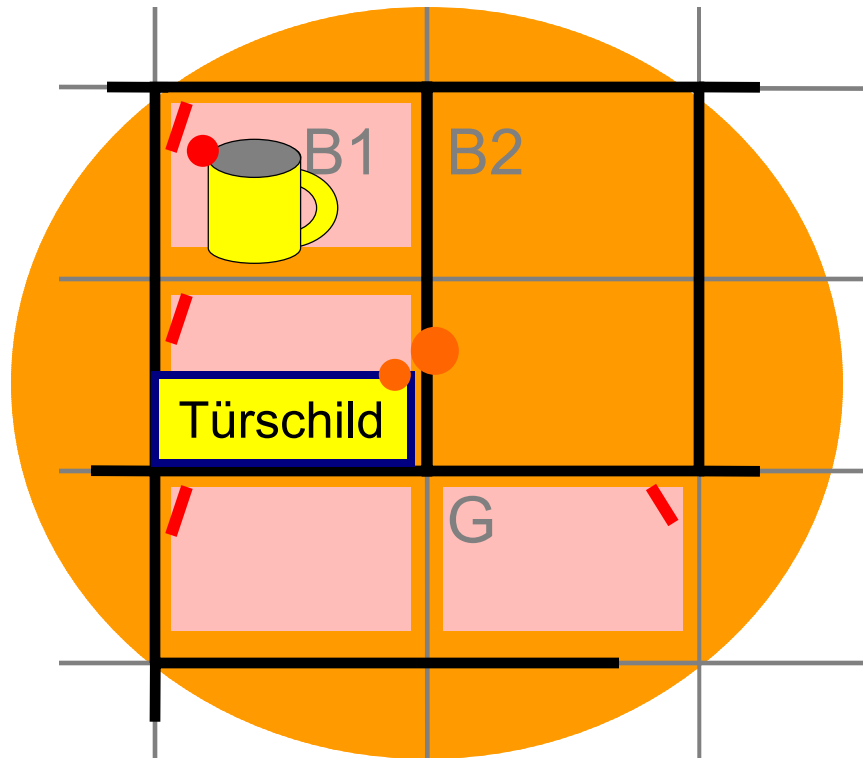



Beispielanwendungen MediaCup

- Lokationsinformation als Basis für die Kommunikation
- Subscribe to area
- Beispiel:



Beispielanwendungen MediaCup

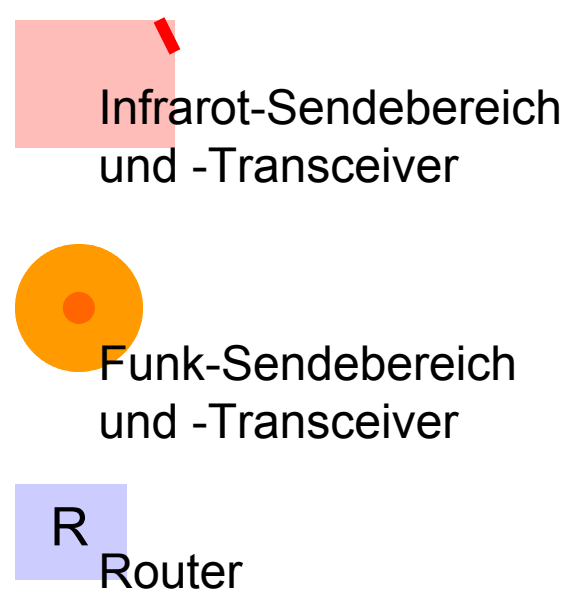
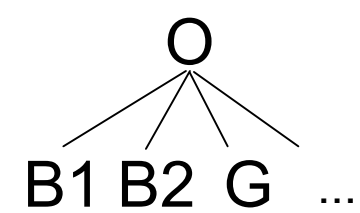
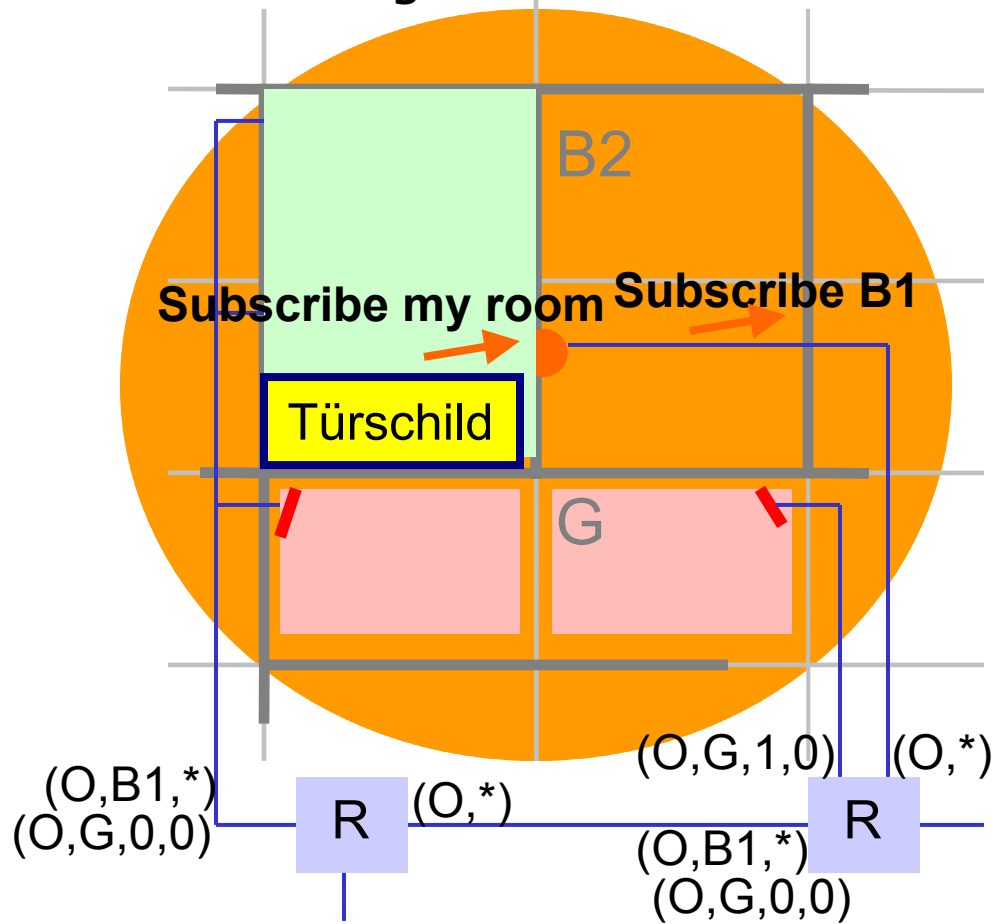


 Infrarot-Sendebereich
und -Transceiver

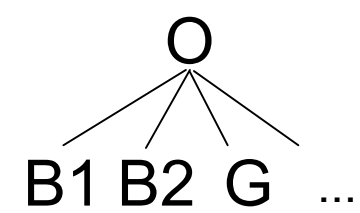
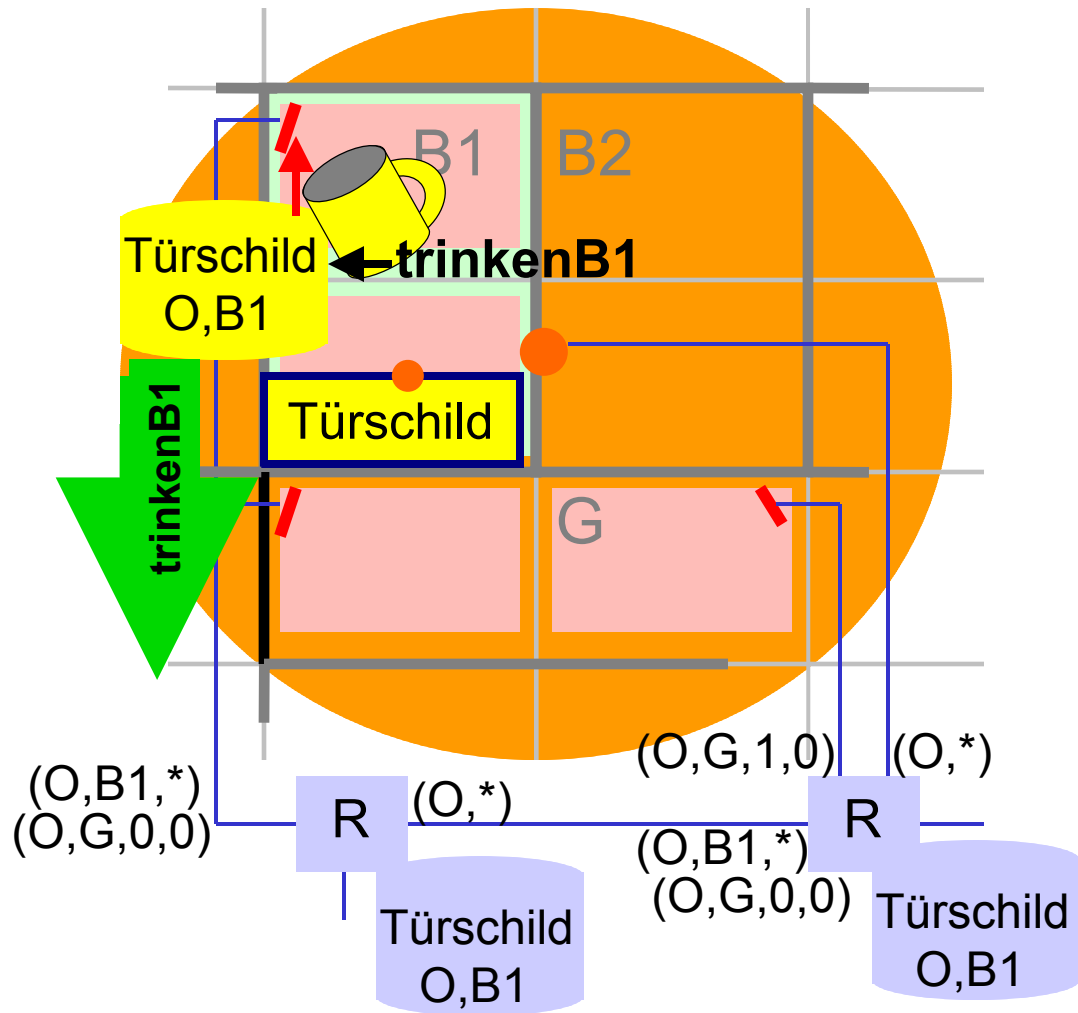
 Funk-Sendebereich
und -Transceiver




Beispielanwendungen MediaCup

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

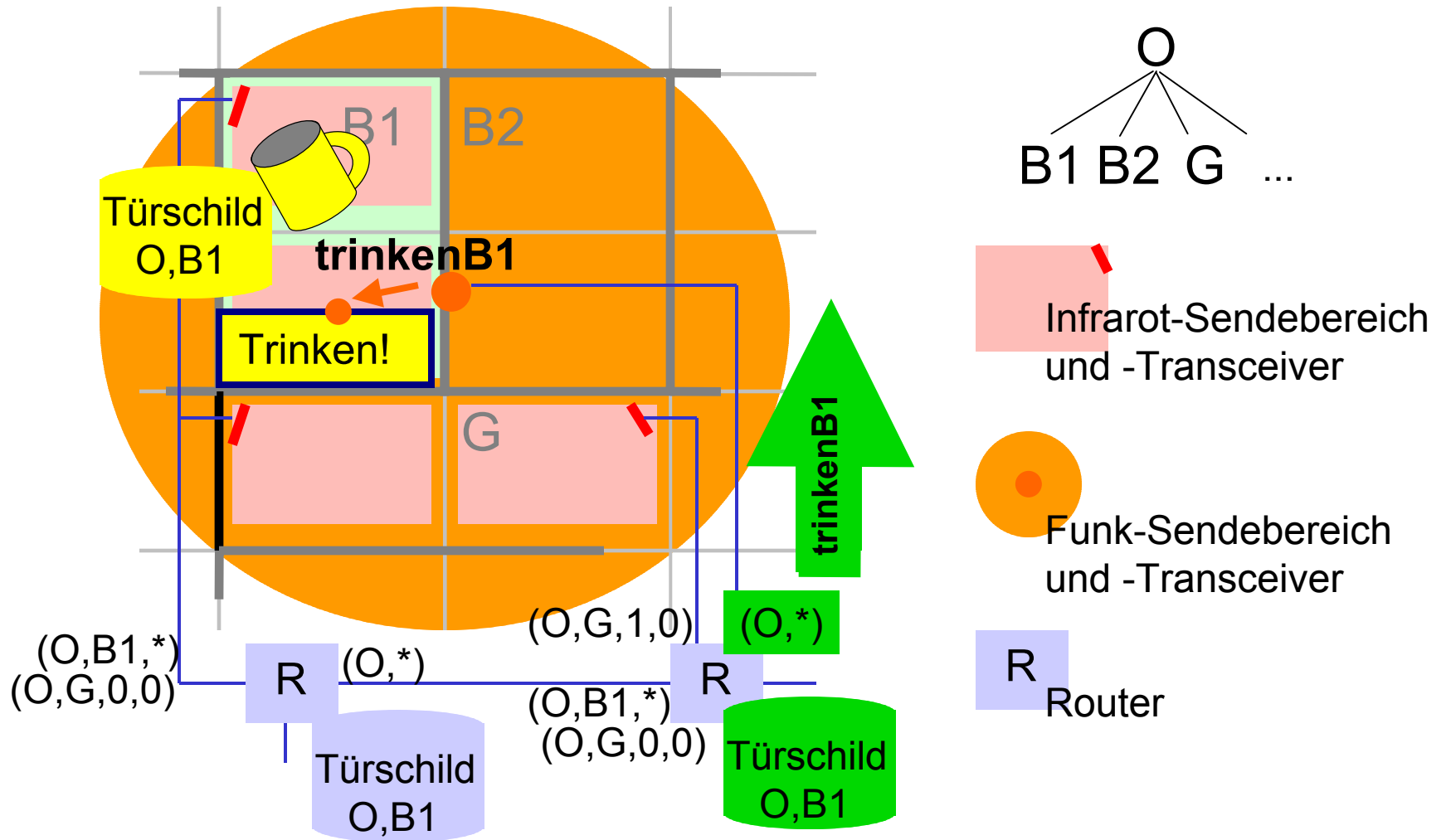


Beispielanwendungen MediaCup



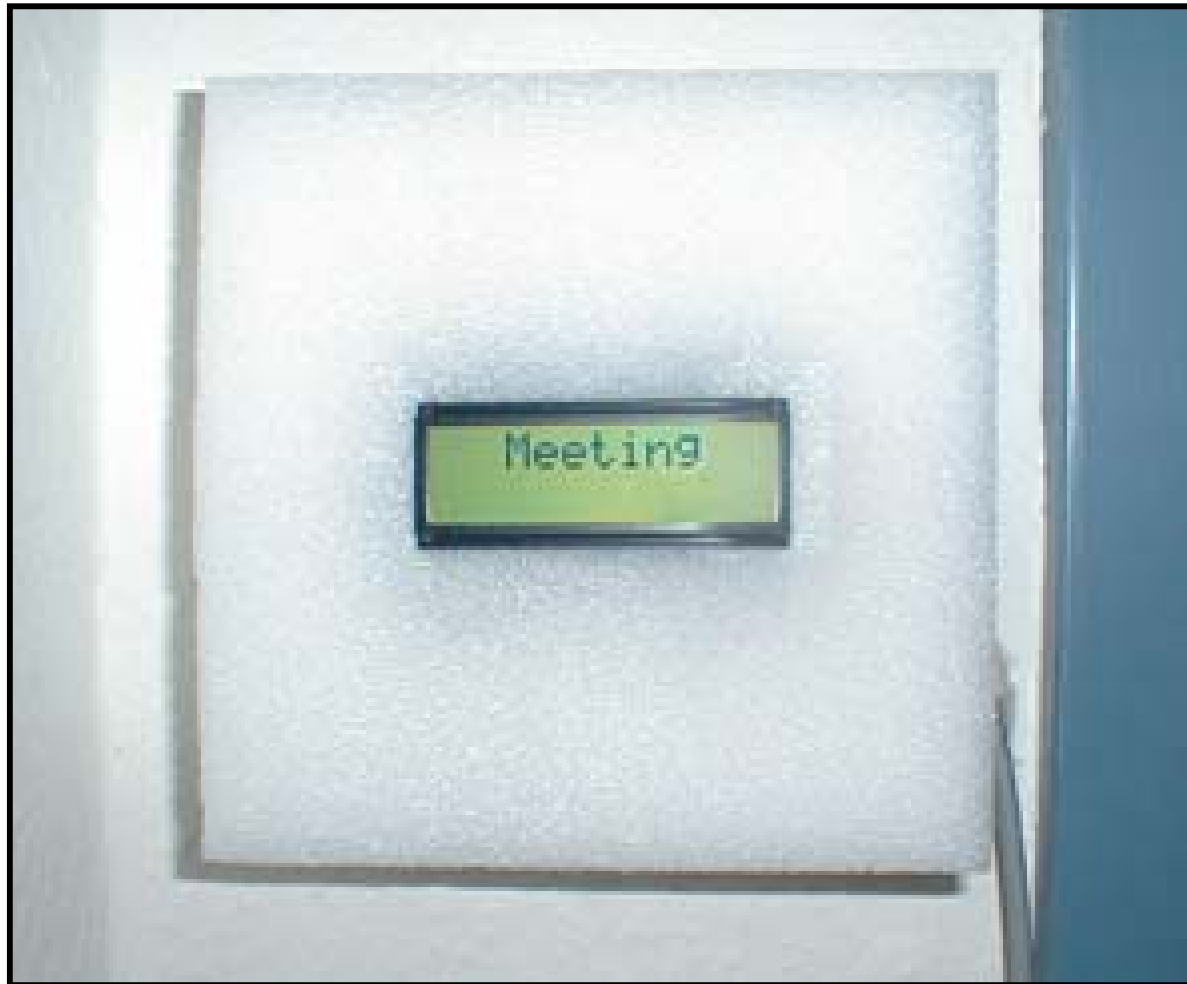
-  Infrarot-Sendebereich und -Transceiver
-  Funk-Sendebereich und -Transceiver
-  Router

Beispielanwendungen MediaCup



Beispielanwendungen MediaCup

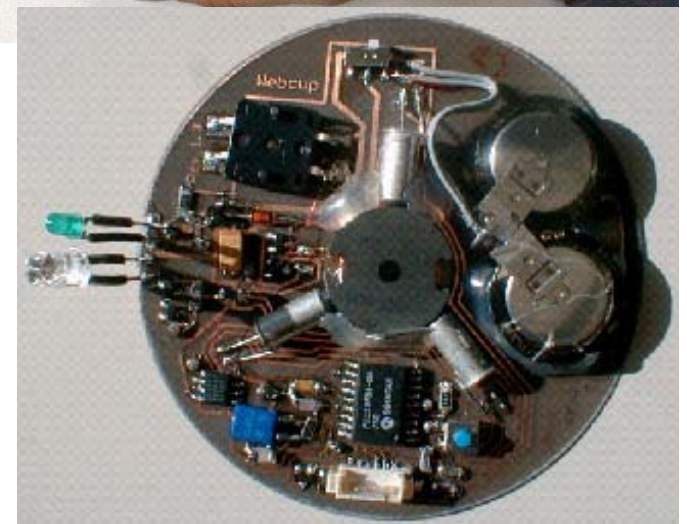
Mehrere Tassen und bestimmtes Muster:



MediaCup Erfahrung

Erfahrung und Resultate

- Ca. 10 Tasse seit 1999 im Einsatz
- Erkennung von 5 Ereignistypen
 - >95% Erkennungsrate für Ereignisse
- Energieverbrauch hat Design-Entscheidungen maßgeblich beeinflusst (kabellose Aufladung, Sensorik)
- Energie beeinflusst auch Verhalten des Artefakts selbst



Inhalt

- **Grundlagen**
- **Kontextrepräsentation**
 - Kontextklassifikation
 - Lokationsmodelle
 - Beispiele für Lokation
- **Kontextverbreitung**
 - MediaCup / RAUM
 - **AwareHome / Context Toolkit**
- **Kontextverarbeitung**
 - Context Toolkit
 - TEA

Aware Home (und Context Toolkit)

Ziel

- Anwendungsentwicklung im Bereich Ubiquitous Computing zu erleichtern
 - Einheitlicher Zugriff auf Kontextinformationen
 - Einbindung dieser Informationen in Anwendungen

Durchführung

- Aufbau eines "context-aware" Hauses als "Prototypische Implementierung"
- Anwendungsentwicklung einfache zu gestalten (keine 100 proprietären Lösungen, sondern eine einheitliche Architektur)

Lösung: Context Toolkit von Anind Dey

- Architektur zur Unterstützung von Kontext-Komponenten

Forschungsbeitrag Aware Home

Testplattform für die Erstellung von Anwendungen Context Toolkit Softwarearchitektur und API für alle Anwendungen

- Erlaubt das einfache Erstellen von Anwendungen
- Einfacher Zugriff auf Kontextinformation auch für nicht erfahrene Programmierer
- Aware Home als Validierungsplattform für Toolkit

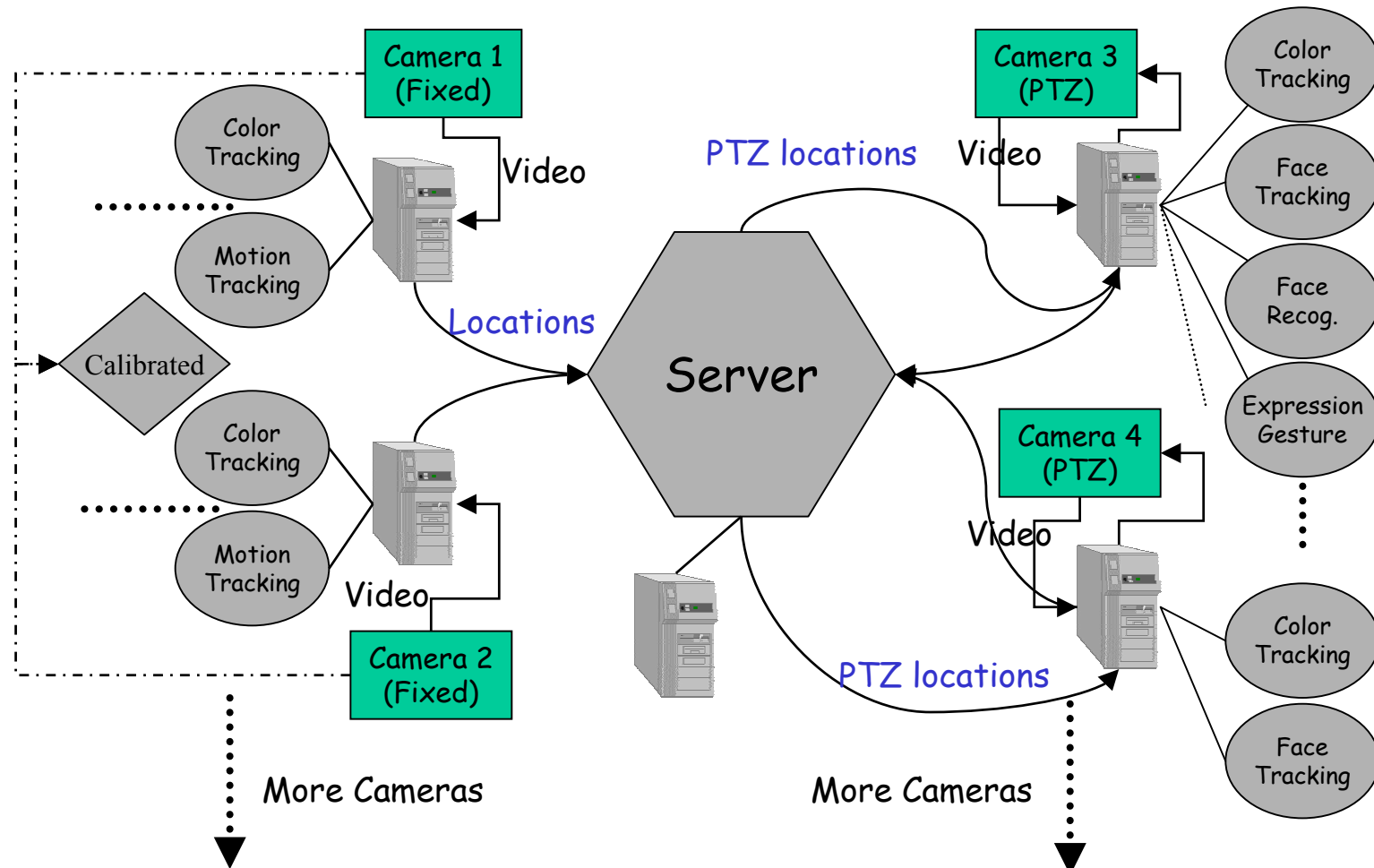
Andere Forschungsfelder

- Privatsphäre und Sicherheit
- Bedienbarkeit und Mensch-Maschine Interaktion
- End-User Programmierung
- Soziale Akzeptanz

3 Zielgruppen

- Alte, Kinder, Jedermann

Aware Home System Architektur



MediaCup und Aware Home

Unterschied zu Aware Home

MediaCup:

- Kontext am Objekt -> digitale Artefakte
- Kontexte werden nicht zu einem zentralen Rechner (Context Server) gesendet, sondern sind für alle beteiligten Rechner im Netzwerk verfügbar
- Netzwerkprotokoll ist für die Auslieferung über verschiedenen Netze zuständig
- Kein zentraler Server notwendig / kein zentrale Gedächtnis notwendigerweise vorhanden
- Peer-to-Peer: Keine Aggregatoren / Interpretatoren (Aufgabe der Objekte)

Ähnlichkeiten zu Aware Home

- Auslieferung von Kontexten bei Anforderung
- Unterstützung der Auswahl der erwünschten Kontexte

Aware Home

Philosophie

“Build and understand a *living laboratory* in an everyday setting that is *aware* of its occupants’ activities and supports the continuous connection of a small community.” - Abowd

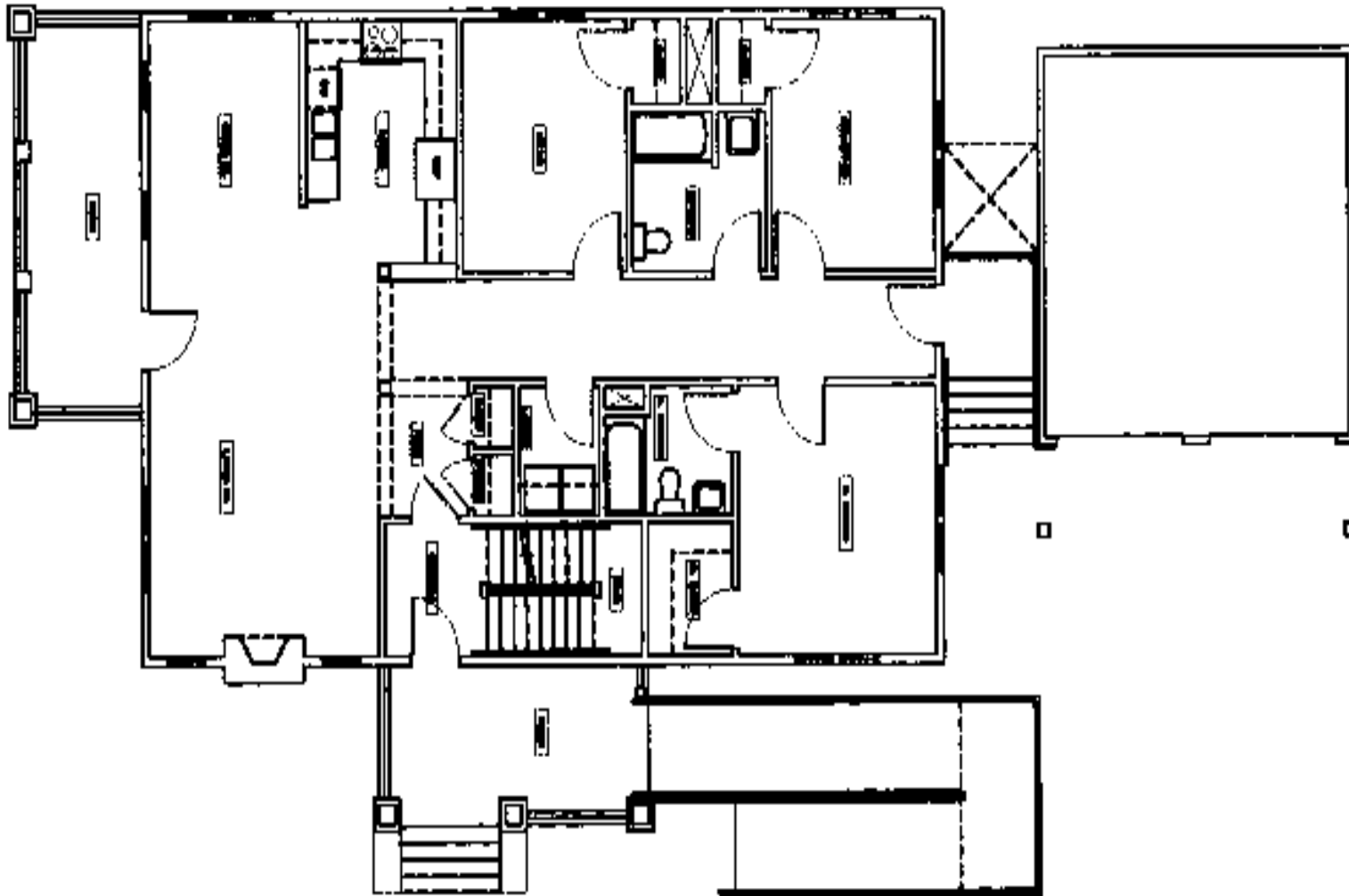
- Kontext als Eingabe
- Evaluierungsmethode: Feldversuch

Aware Home

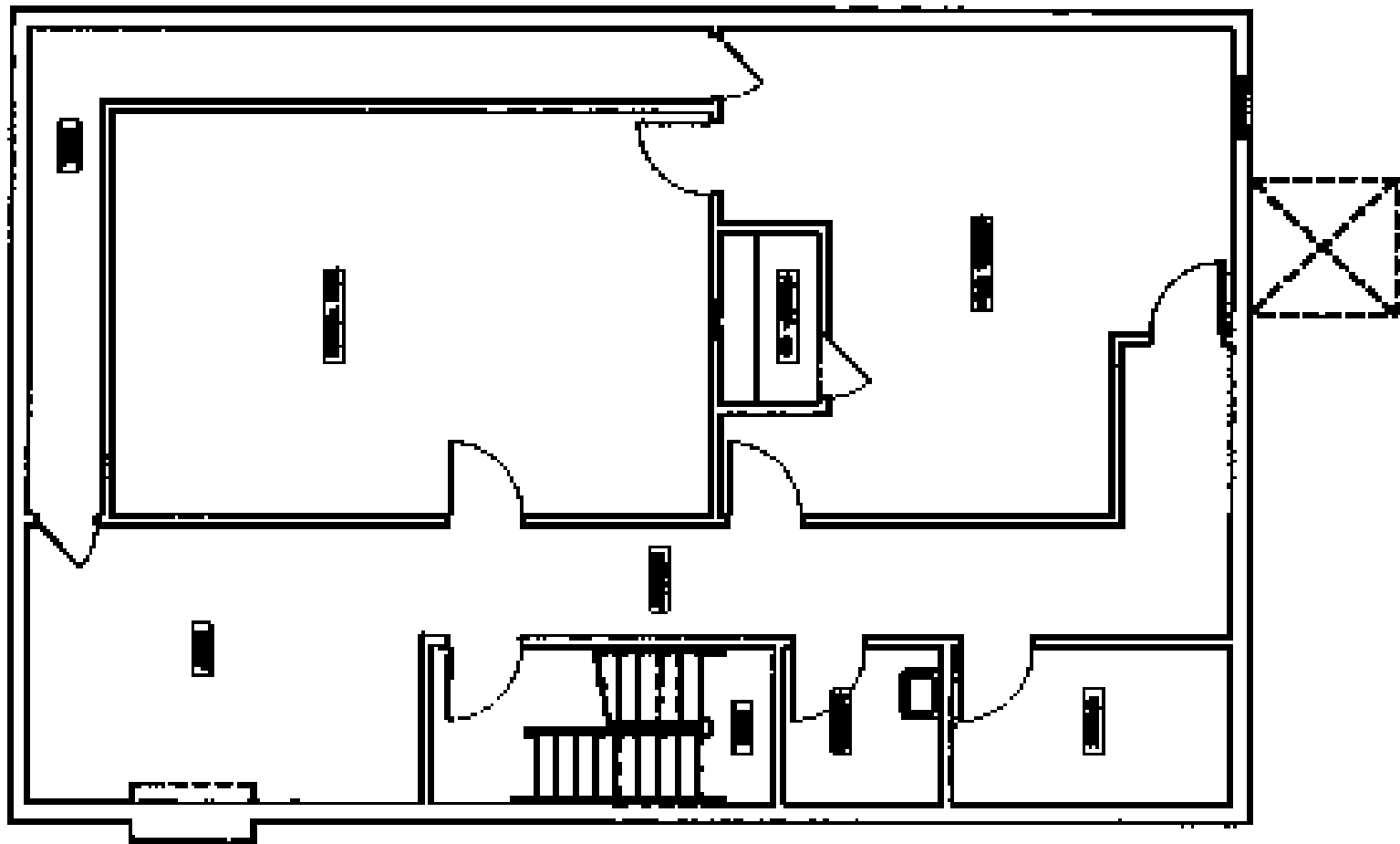
- Großer Laborbereich
- 2 getrennte und identische Wohnungen (Test und Wohnung) sowie Rechnerräume im Keller



Aware Home Floor plan



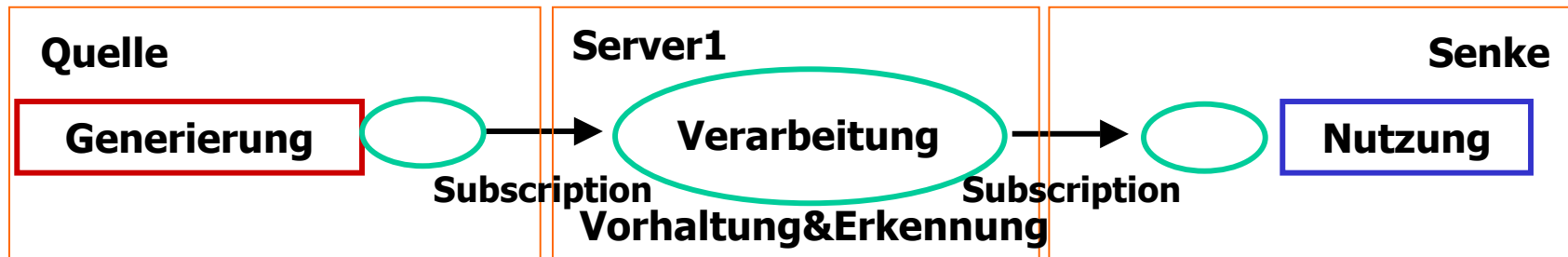
Aware Home Basement



Kontextverbreitung und Verarbeitung: Aware Home

Charakteristika

- Kontexterkennung: Zentral
- Kontextvorhaltung: Zentral
- Kontextkommunikation: Subscription

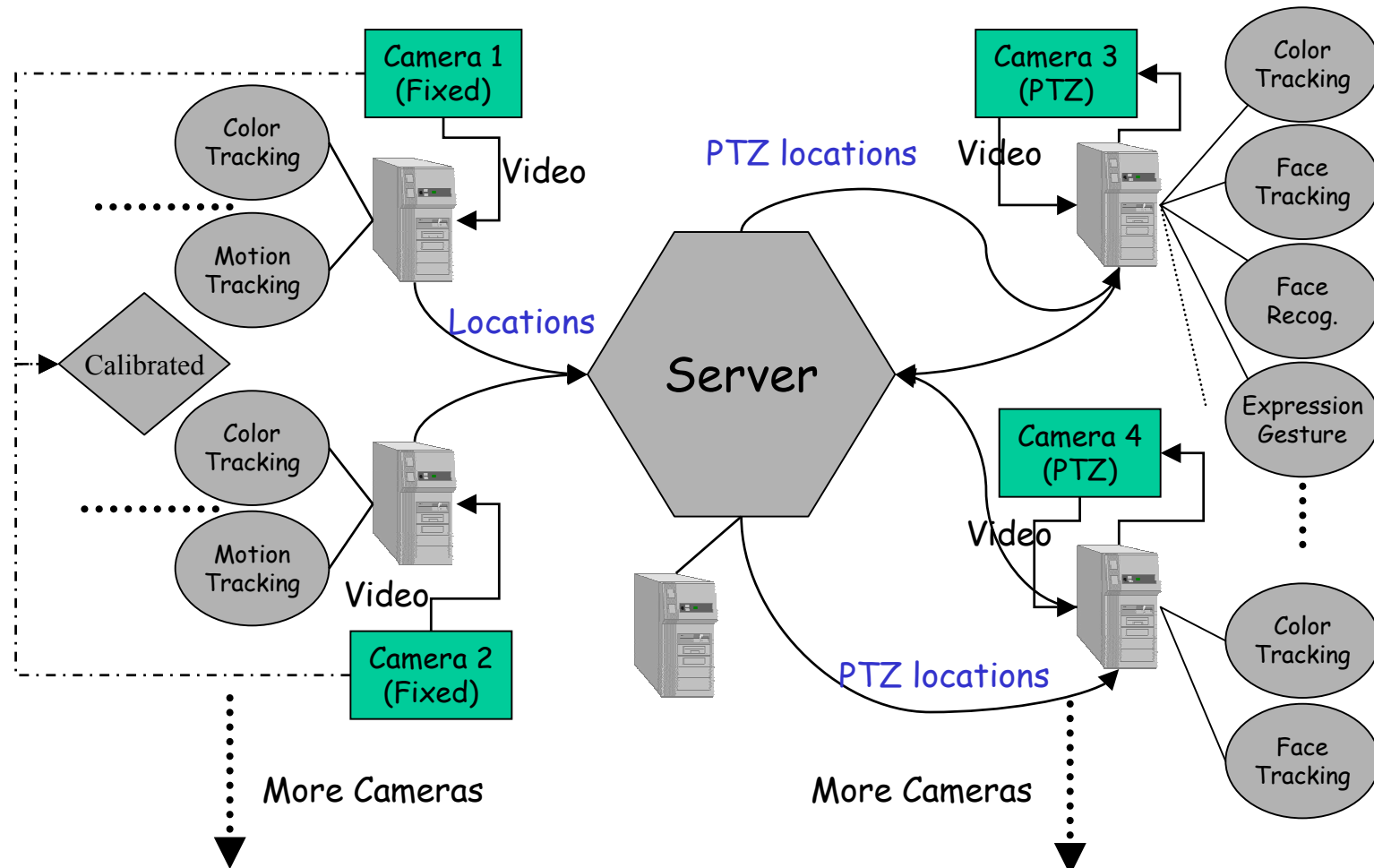


Klassifikation Anwendung

- In/Out: Kontextuelle Konfiguration (Manueller Anstoß, Info)
- Aber auch andere Anwendungen mit Kontextuelle Information, kontextuelle Ausführung

Klassifikation System: Situationsbezogen

Aware Home System Architektur



Aware Home Ausstattung

Verschiedene Netzwerke

- Kabellos (WaveLAN, Proprietär z.B. Home Automation)
- Kabelgebunden (ADSL, Ethernet, FutureSmart wiring, X10,...)

Anpassung der Installation

- Beleuchtung auf Kameraüberwachung abgestimmt
- Kabelschächte, angehobener Fußboden, abgehängte Decke

Sensorik

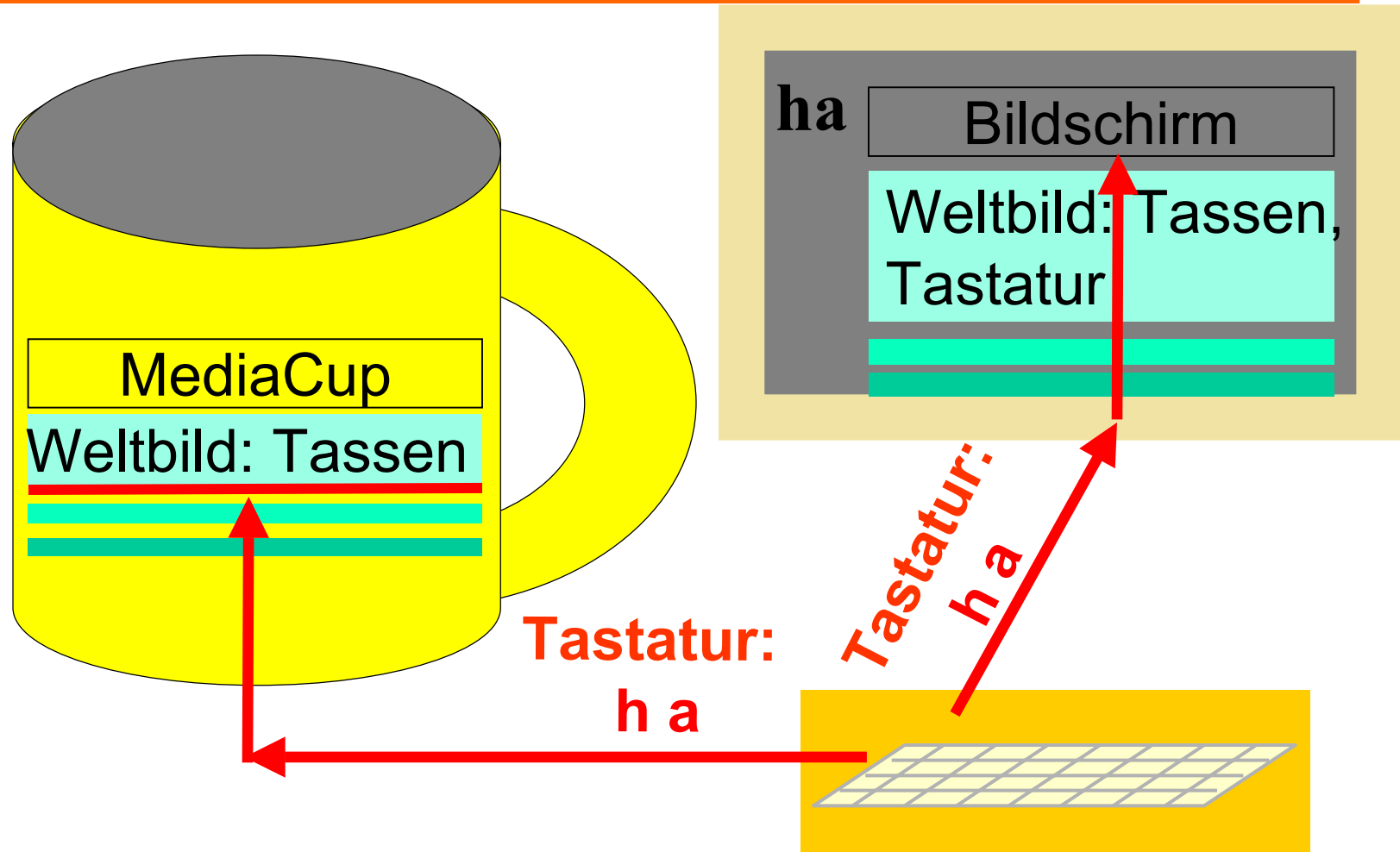
- Identifikation
- Lokation
- Gemütszustände
- weitere

Inhalt

- **Grundlagen**
- **Kontextrepräsentation**
 - Kontextklassifikation
 - Lokationsmodelle
 - Beispiele für Lokation
- **Kontextverbreitung**
 - MediaCup / RAUM
 - AwareHome / Context Toolkit
- **Kontextverarbeitung**
 - Context Toolkit
 - TEA

Exkurs: MediaCup

Beispiel Auslieferung Kontexte



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

Aware Home

Arten von Kontext

Arten von Kontext

- Lokation, Identität, Zeit, Aktivität
- Einfach / Singulär → Komplex / Mehrfach
- Kombination von Kontexten

Kontextbenutzung

- Präsentiere Kontext dem Benutzer (erste und einfache Systeme)
- Automatisiere Abläufe anhand von Kontexten (Dienste)
- Speichere Kontexte zur späteren Wiederverwendung

Aware Home

Anforderungen und Grundidee

Anforderung bei der Entwicklung

- Spezifikation von Kontext
- Erkennung von Kontext
- Gliederung von Kontext
- Speicherung und konstante Verfügbarkeit
- Transparente Kommunikation verborgen durch System
- Interpretation von Kontext

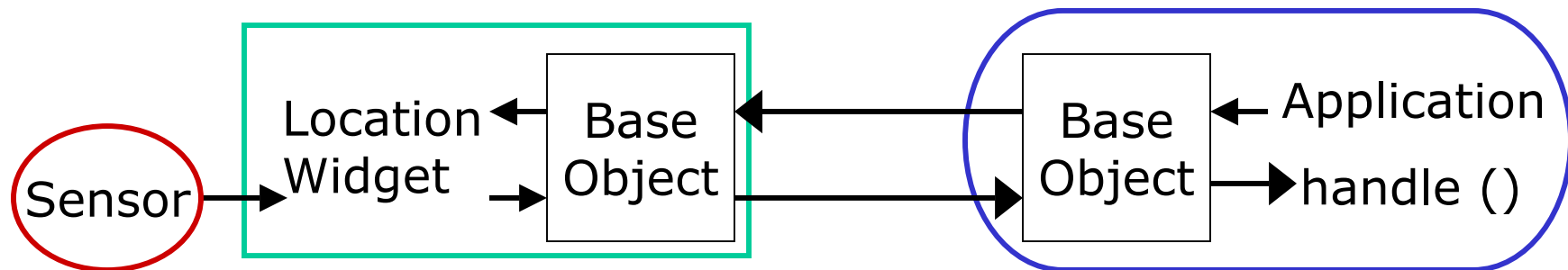
Verwendung von Erkenntnissen aus dem Bereich der graphischen Benutzeroberflächen: Widgets

- Trennung von Anwendung und UI
- Separieren nach Klassen
- Abonnement Mechanismus und Ereignisse
- "Callbacks" und Attribute
- Einheitliche Repräsentation der Elemente nach Außen

Aware Home Callback Modell

- Transparente Kommunikation für die Anwendung
- API in der Beispielanwendungen erledigt Kontextaufforderung im Zusammenspiel mit dem Location Widget auf dem Kontext-Server

(a) subscribe: Person
in Raum 15



(b) Sensorwert
wird empfangen

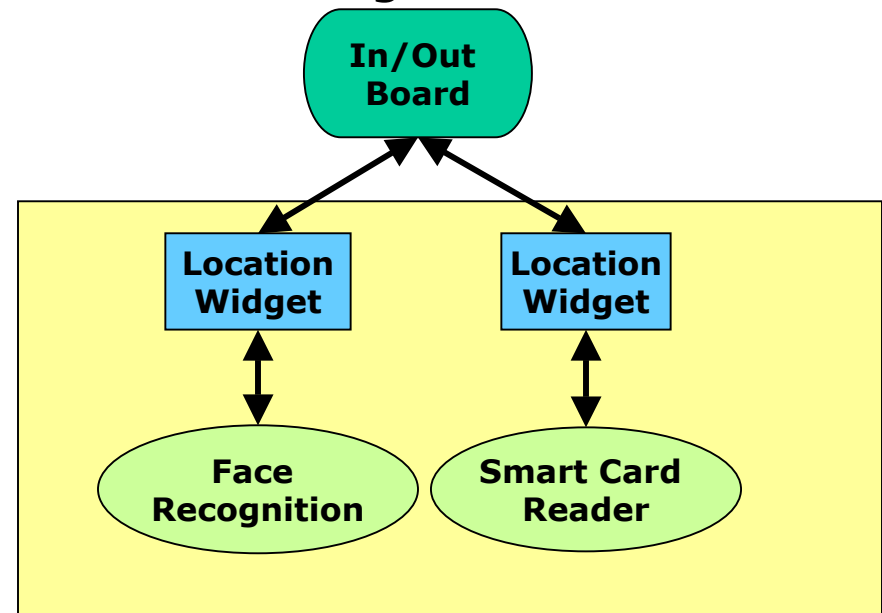
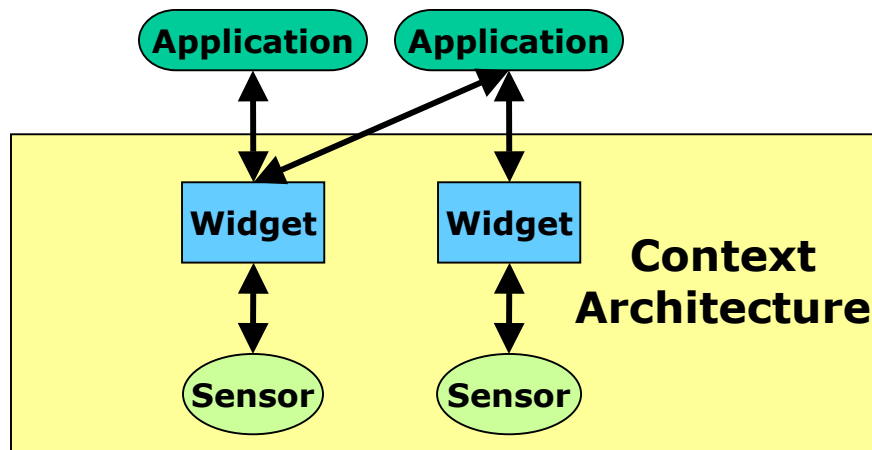
(c) callback, falls
Daten überein-
stimmen:
Person in 15

(d) callback-
Auslieferung
zum handle

Aware Home Context Widgets

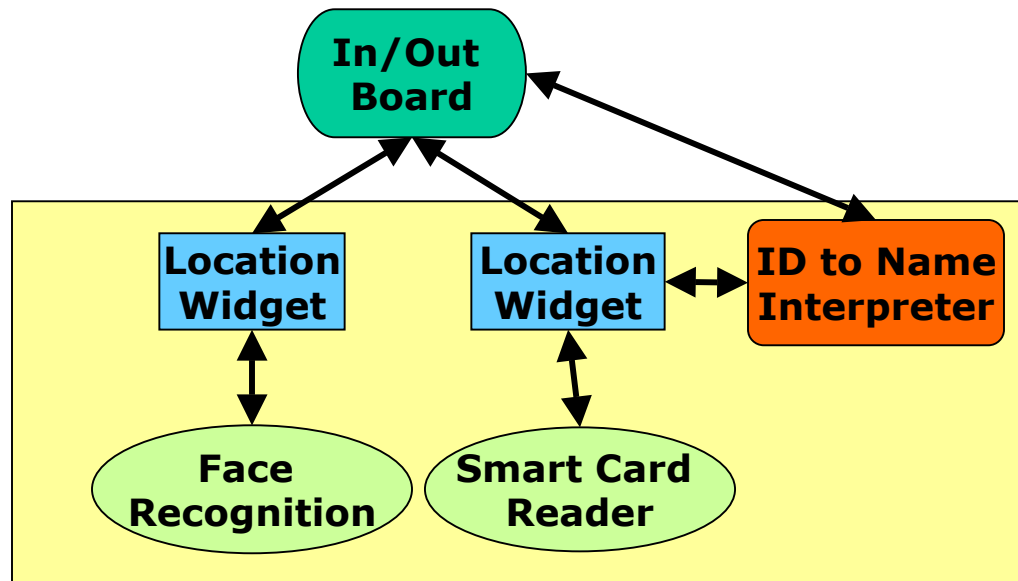
Context Widgets

- Widget: Trennung Schnittstelle Mensch-Anwendung
- Akquise und Abstraktion von Daten eines **bestimmten** Sensors
- Strukturierung der Daten nach Anforderungen der Anwendung
- Speicherung



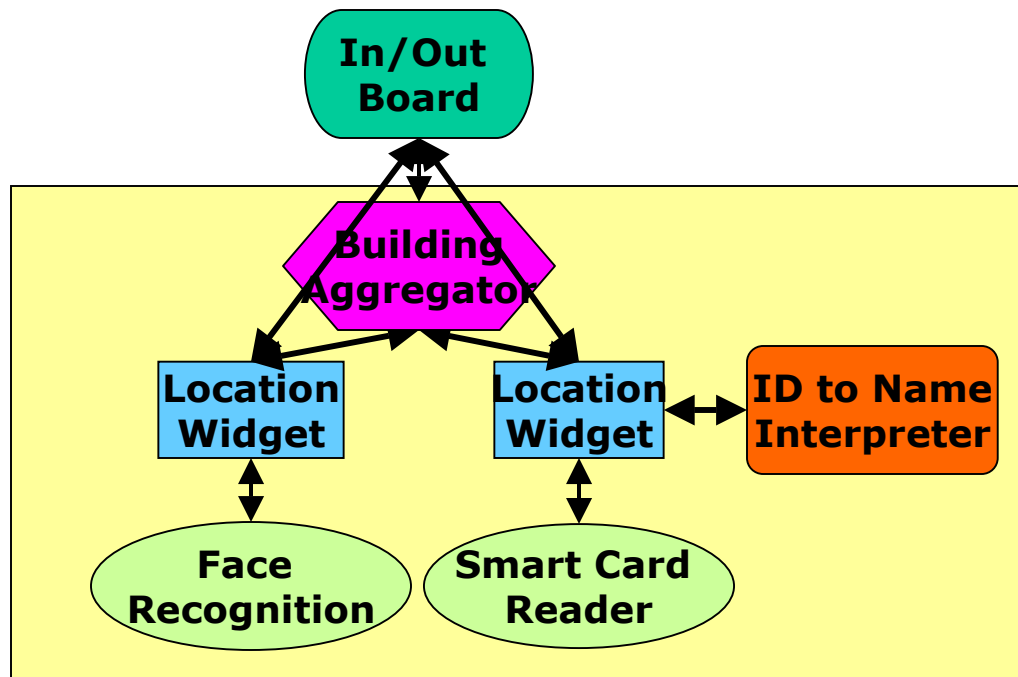
Aware Home Context Interpreter

- Konvertiert und interpretiert Kontexte zu höherwertigen Informationen
- Anreicherung von Kontexten mit zusätzlichen Informationen, die im System auf dieser Ebene nicht verfügbar sind



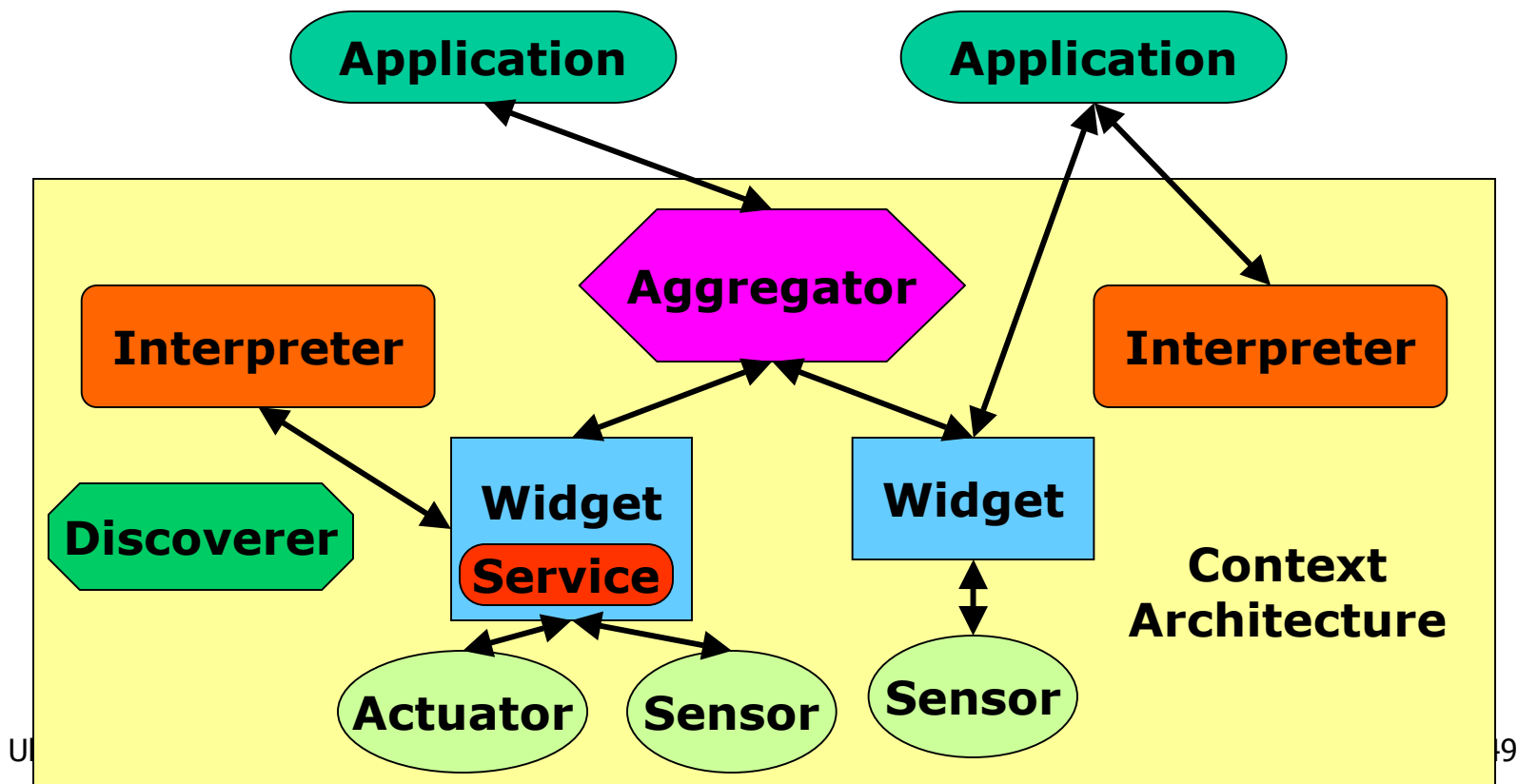
Aware Home Context Aggregators

- Sammeln von Kontexten, die für bestimmte Einheiten relevant sind
- Weitere Unterteilung, die den Entwurf vereinfacht



Aware Home Context Toolkit Framework

- Aufbau „echte-Welt Model“
- Library zur einfachen und schnellen Erstellung von Anwendungen
- Komponentenmodell



Aware Home In/Out Board

- Verwendete Kontexte: Lokation, Identität, Zeit
- Art der Verwendung: Kontextrepräsentation aufbereitet für menschlichen Benutzer

A screenshot of the 'FCL In/Out Board' application. It displays a grid of employee status information. Each row contains a name, a colored circle (red for 'out', green for 'in'), and a time. The grid is divided into two columns.

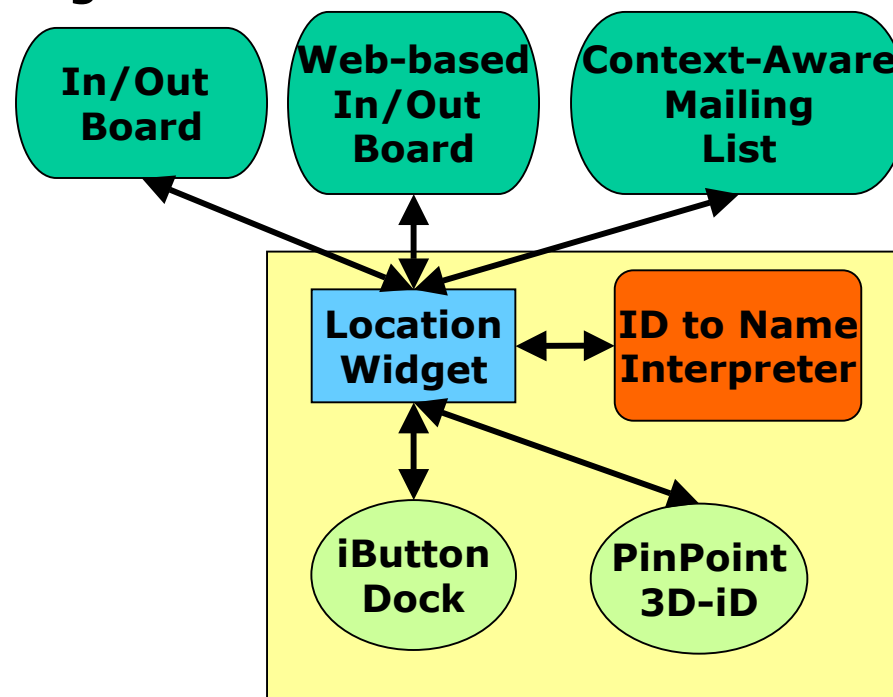
Gregory Abowd (Out 10:50am)	Jen Mankoff (In 12:08pm)
Jason Brotherton (In 9:28am)	David Nguyen (In 11:09am)
Anind Dey (In 12:08pm)	Rob Orr (Out 1:25pm)
M. Futakawa (In 12:00pm)	Maria Pimentel (Out 5:54pm)
Y. Ishiguro (Out 10:52am)	Daniel Salber (In 10:14am)
Rob Kooper (Out 5:26pm)	Brad Singletary (Out 2:50pm)
Kent Lyons (Out 12:27pm)	Khai Truong (Out 1:25pm)

A screenshot of the 'FCL In/Out Board' application displayed in a Netscape browser window. The browser window title is 'FCL In/Out Board - Netscape'. The address bar shows the URL 'http://fire.cc.gt.atl.ga.us/inout/'. The browser interface includes a menu bar (File, Edit, View, Go, Communicator, Help), a toolbar with buttons for Back, Forward, Reload, Home, Search, and Netscape, and a bookmarks bar. The main content area shows a vertical list of employee status information, with each name and status (in/out) on a separate line, alternating between green and red backgrounds.

Gregory Abowd in
Jason Brotherton out
Anind Dey in
Tanisha Hall out
Cory Kidd out
Kent Lyons in
Jen Mankoff in
Todd Miller out
Kris Nagel in
David Nguyen out
Rob Orr in
Daniel Salber out
Chris Shaw out
Brad Singletary in
Khai Truong out

Aware Home In/Out Board Architektur

- Eine der ersten Anwendungen
- Einfache Anwendung demonstriert Wiederverwendbarkeit des Ansatzes und evolvierende Anwendungen



Inhalt

- **Grundlagen**
- **Kontextrepräsentation**
 - Kontextklassifikation
 - Lokationsmodelle
 - Beispiele für Lokation
- **Kontextverbreitung**
 - MediaCup / RAUM
 - AwareHome / Context Toolkit
- **Kontextverarbeitung**
 - Context Toolkit
 - TEA

Situationsbezug: TEA

TEA: Technologies for Enabling Awareness

(EU-Projekt 1998-2000: TecO, Starlab/BE, Nokia/FIN)

- Ubicomp-Antwort auf Computer Vision: statt einem mächtigen Sensor (=Kamera) Verbund einfacher spezialisierter Sensoren
- Assoziation von Multi-Sensor-Daten mit Situationen (Heuristiken, Lernverfahren)
- Konzipiert als HW/SW-Add-on für mobile Geräte
 - low-energy, low-cost
 - insbesondere für Mobiltelefone

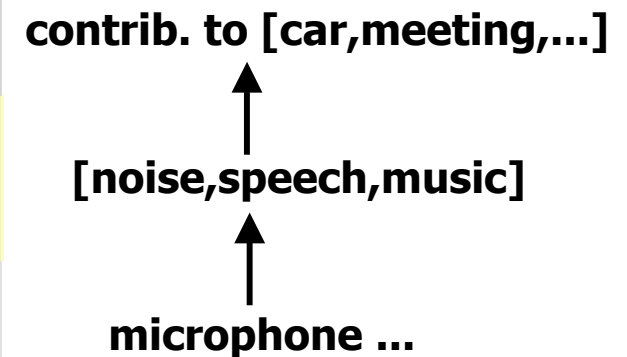
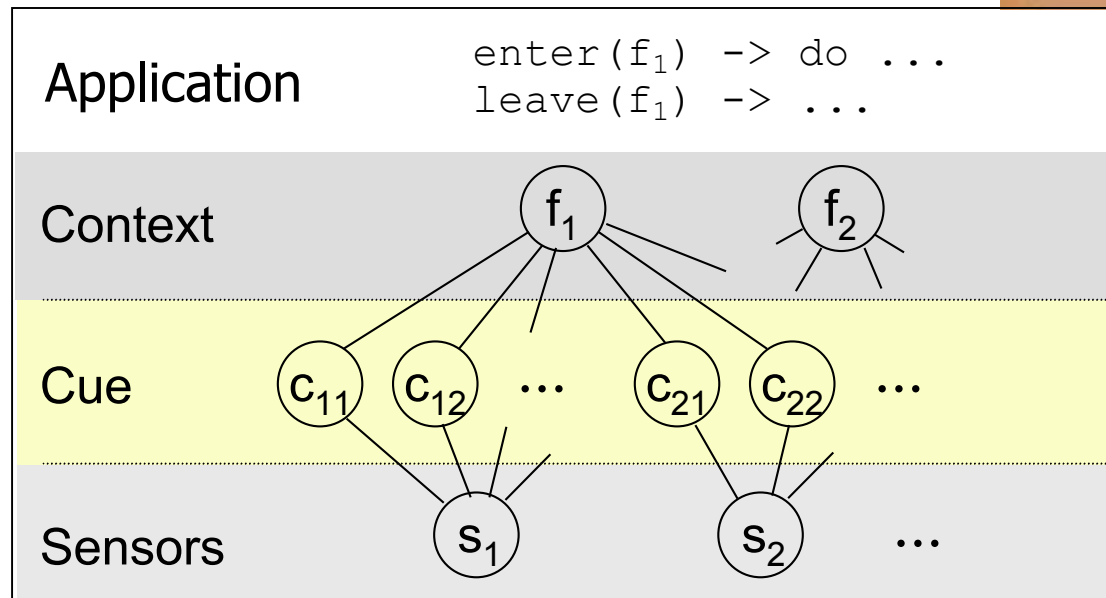
Situationsbezug: TEA

TEA Device

- Sensor Integration: 2 Licht, 2 audio, 2-axis accel., Temperatur
- Microcontroller: Sensor Kontrolle, feature extraction (cues), Komm.



Architecture



Situationsbezug: TEA

Mobile Telephony: GSM Phone as TEA Host

- Benutzererwartung: verschiedene Situationen=unterschiedliches Verhalten
- Derzeit: Manuelle Selektion z.B. des Klingeltones
- TEA-Device Integration: Automatische Selektion 5 Profile, Vorhersagegenauigkeit 80-90%

Application: „Context Call“

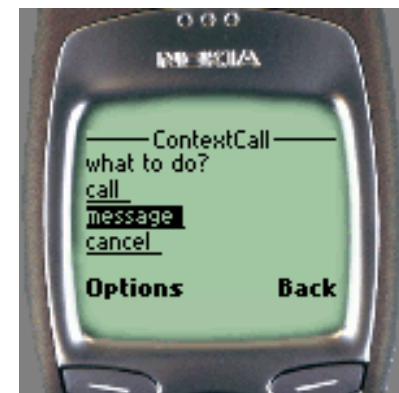
- Mitteilung des Kontexts zwischen Anrufer und Angerufenem



Nummernwahl....



...Context Server:
"in meeting" ...



...Anrufer entscheidet:
Anruf, SMS, oder Abbruch