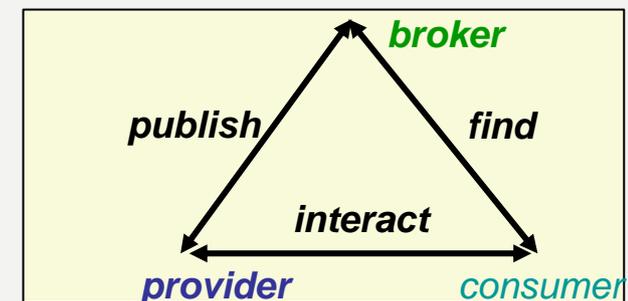
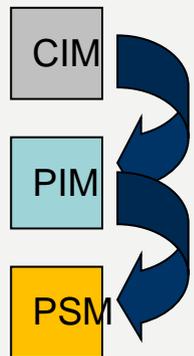
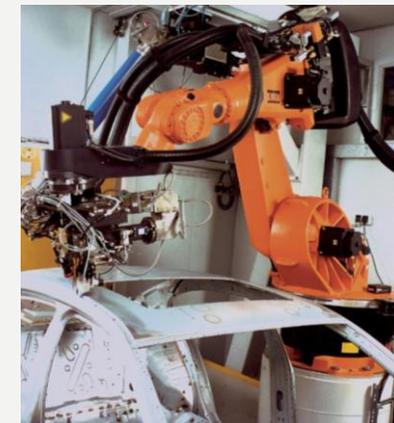


# Vom Personal Computer zum Personalized Computing und Autonomen Systemen\*

Martin Wirsing\*\*  
Ludwig-Maximilians-Universität München

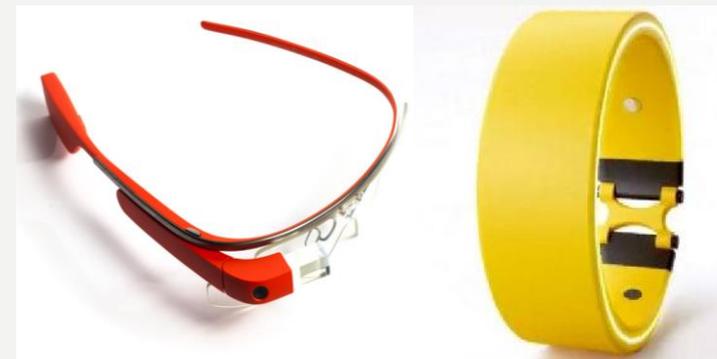
- \*\* mit Dank an  
Marco Dorigo, Matthias Hözl, Nora Koch, Michele Loreti, Andreas Schroeder,  
Philip Mayer, Carlo Pinciroli
- \* Gefördert durch die EU-Projekte ASCENS, NESSOS und REFLECT

- Computernutzung
  - 66% PC und Laptops in Haushalten, insbes. PCs
  - 73% Internet in Unternehmen, 60% in Haushalten
- IT-Hits 2004
  - Neuer Browser: Mozilla Firefox 1.0
  - Siemens Handy-Produktoffensive C70
  - Chip Magazin Innovation des Jahres: Sony Roboter QRIO
- Software-Trends
  - Eingebettete Systeme
  - Modeltransformationen
  - (Web-) Services





- Computernutzung (2012)
  - 81% PC und Laptops in Haushalten
  - 84% Internet in Unternehmen, 77% in Haushalten
  - 90% Handys in Haushalten
- IT-Hits
  - 2007 iPhone
  - 2008 iPad
  - 2014
    - Google Glass Datenbrille
    - Angel Sensor Armband gibt Biofeedback
- Software-Trends
  - Cloud, “Big Data”, Security
  - Personalized und **Physiological Computing**
  - **Autonome Systeme**





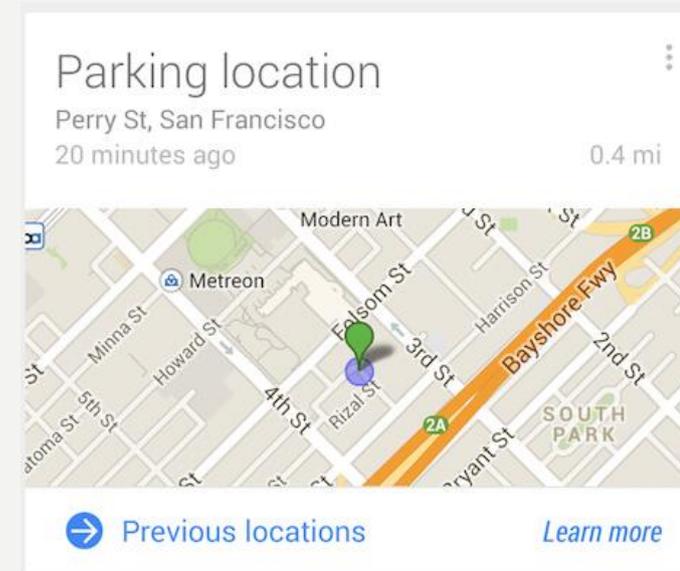
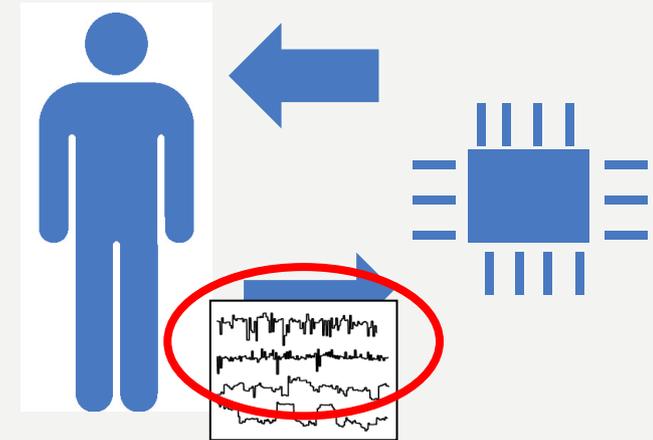
- Computer und Gadgets werden heute oft als stur und unflexibel empfunden
- Menschen passen sich an die Computer an (!)
- Mit Grund: Kommunikationsasymmetrie zwischen Benutzern und IT-Infrastrukturen

## Personalized Computing (PC++)

- IT-Geräte kennen Position, Zeitpläne, Vorlieben, Stimmung, ... des Benutzers und reagieren darauf

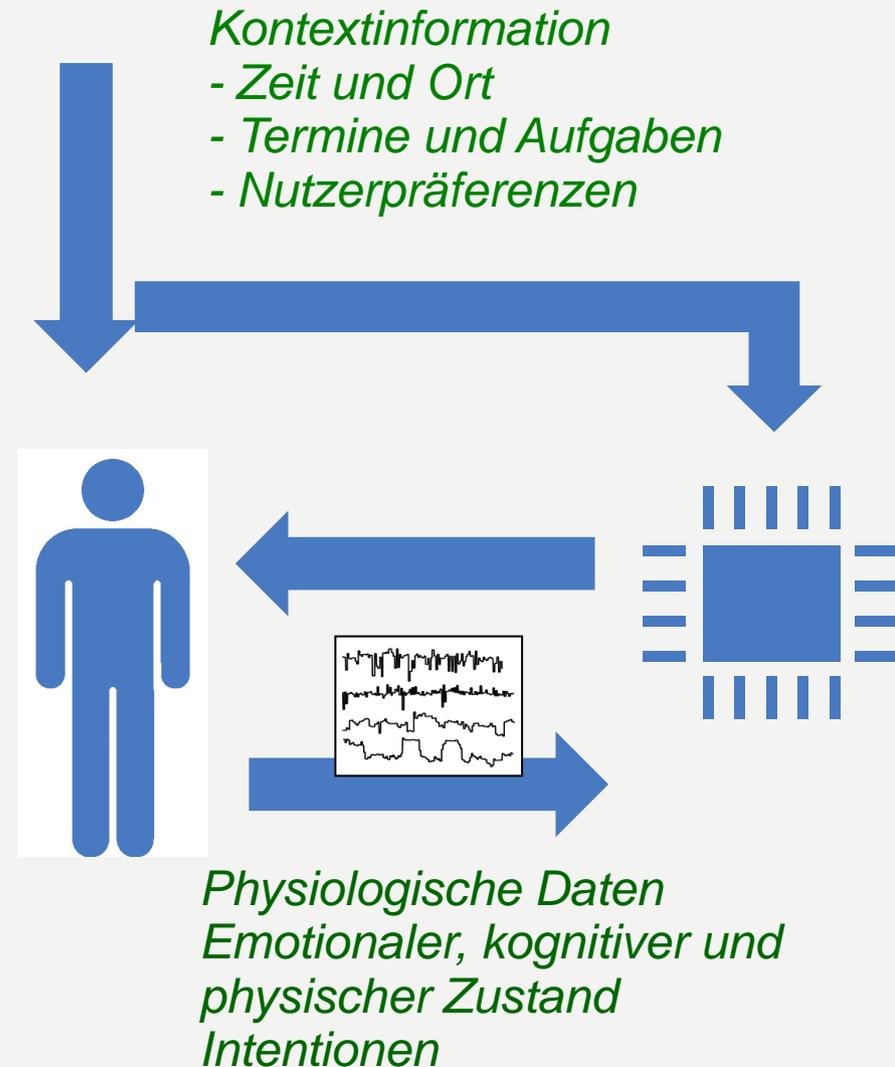
## Physiological Computing

- Physiological Computing ist ein Spezialfall des PC++
- misst kontinuierlich physiologische Benutzerdaten ohne explizite Nutzerinteraktion.
- schließt auf den internen Benutzerzustand, wie z.B. Motivation, Kognition, Emotion, physischer Komfort
- nutzt diesen zur Anpassung des Systems an den Benutzer in Echtzeit



[Google]

- Das Nutzerverhalten und System beeinflussen sich gegenseitig in einer Feedbackschleife
- Die Feedbackschleife nutzt
  - IT-Infrastrukturdaten,
  - Benutzerzustand und
  - Kontextinformation





EU-FET-Projekt  
2008 – 2011

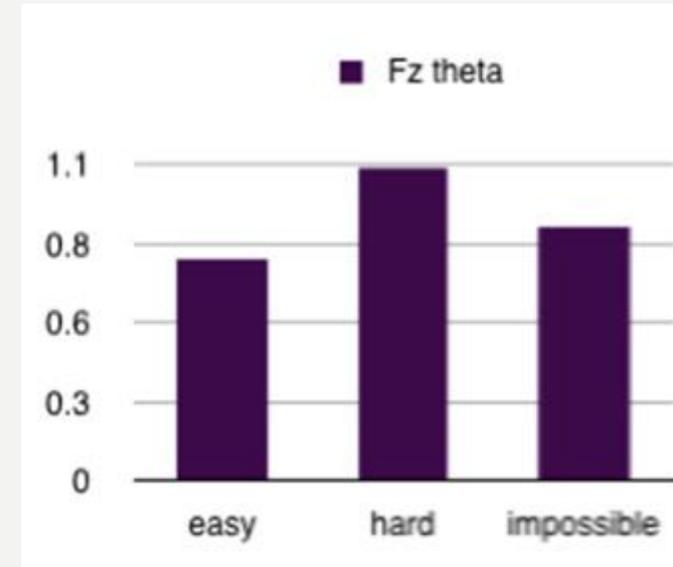


Partner:  
Fraunhofer (Koordinator),  
LMU, Philips, Ferrari,  
U Liverpool, U Pavia  
U Eindhoven, ...



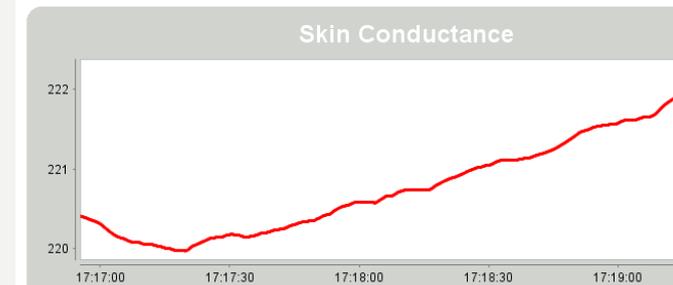
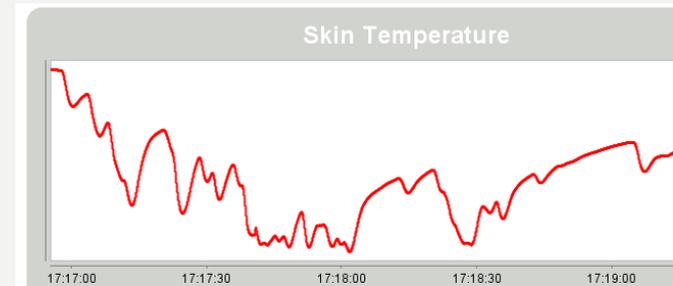
## Kognitive Schleife

- Kognitive Belastung
  - bestimmt aus Frontal Theta; Herzfrequenz (HR) und deren Variabilität (HRV)
  - gekennzeichnet durch Abnahme der HRV u. leichten Anstieg der HR
- Anrufunterdrückung und leisere Musik bei kognitiver Überlastung



## Emotionale Schleife

- Emotionaler Zustand
  - bestimmt aus emotionaler Valenz u. Arousal
  - abgeleitet aus Hautleitfähigkeit (SC) und Hauttemperatur (ST)
- Musikauswahl je nach aktuellem und gewünschtem emotionalen Zustand

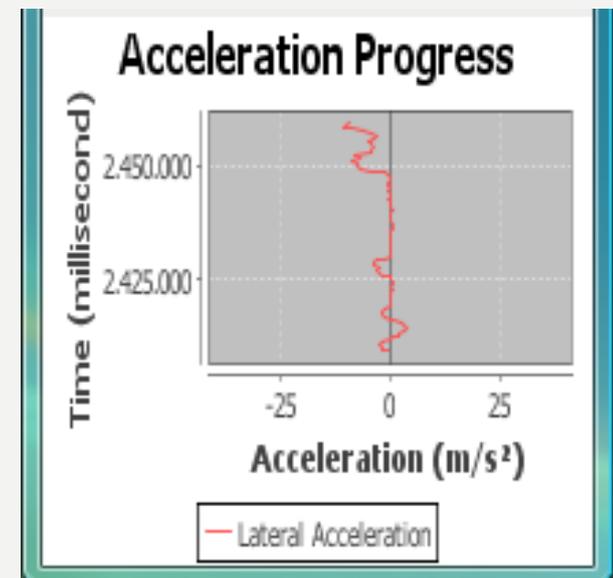
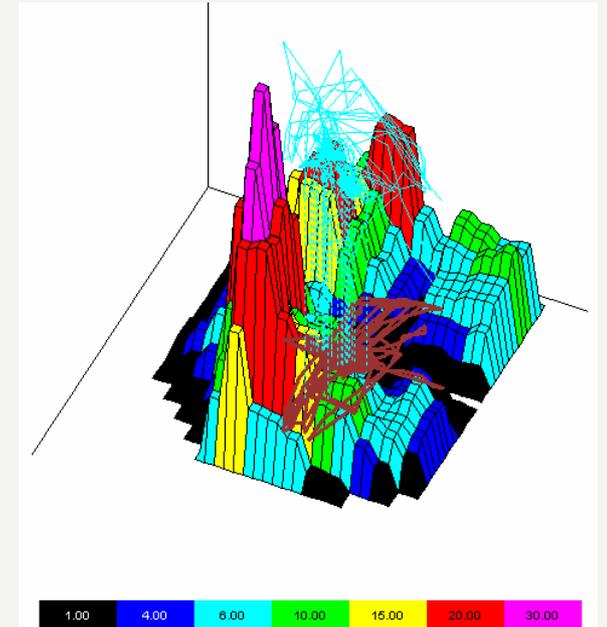


## Fahrkomfortschleife

- Sitzkomfort
  - bestimmt aus Druckverteilung auf dem Sitz und Vibrationen des Autos
  - Sitzpositionwechsel und Vibrationen des Autos sind Indikatoren für niedrigen Sitzkomfort
- Härteeinstellung und Stabilität der Sitzkissen je nach aktuellem Sitzkomfort

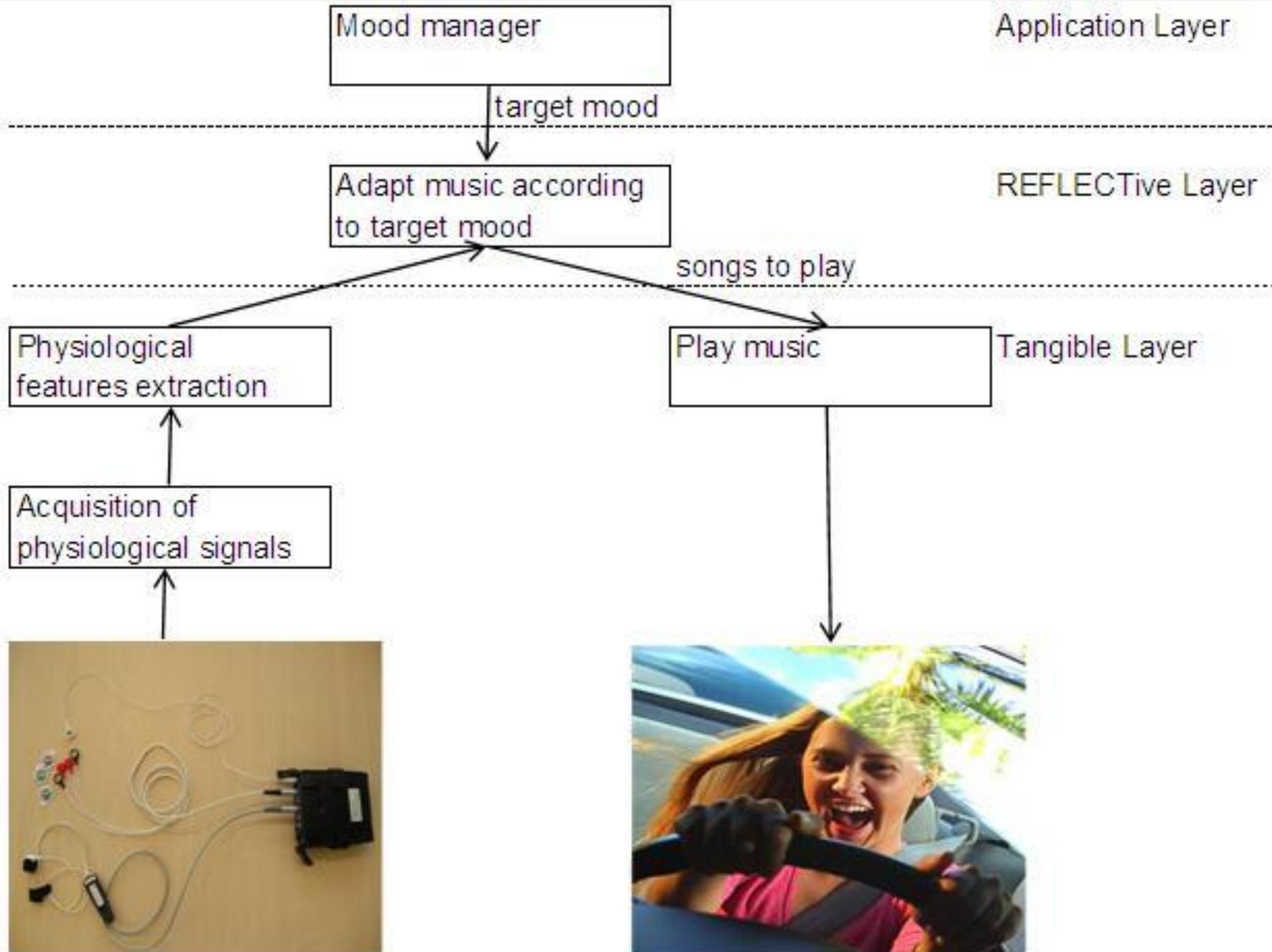
## Fahrverhaltensschleife

- Fahrverhalten wird bestimmt aus lateralen und longitudinalen Beschleunigungen
- Gibt Feedback zum Fahrverhalten





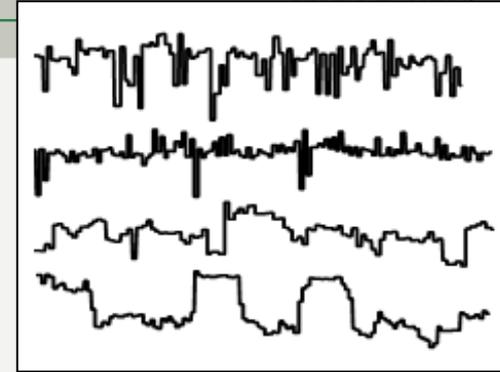
Footage: Callum Egan  
Napier University Edinburgh





## Unterschiedliche Sampling-Raten

- ~ 30 Hz für Haut (ST und SC)
- ~ 10 kHz für EEG und ECG



## Physikalisches Rauschen

- Artefakte durch Bewegung (z.B. Atmen oder Verrutschen von Sensoren)
- Fehlende Daten durch Verlust des Sensorkontakts oder Signalstörungen
- Umgebungsinterferenzen (z.B. Umgebungstemperatur)
- Allgemeine Signalungenauigkeit und Rauschen

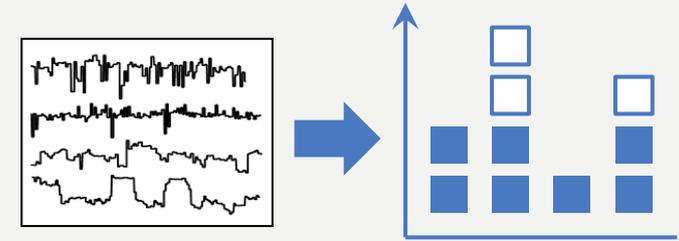
## Personenabhängigkeit und Relativität der Eingabedaten

- Hautleitfähigkeit ist personenspezifisch und hängt von der Position ab
- Herzfrequenz ist wenig personenspezifisch und gut vergleichbar



## Feature-Extraktion ist nicht ausreichend

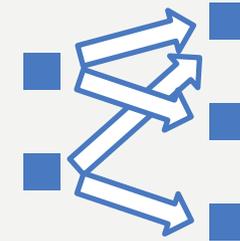
- Keine einfache Abstraktion von physiol. Daten auf psychologischen Zustand

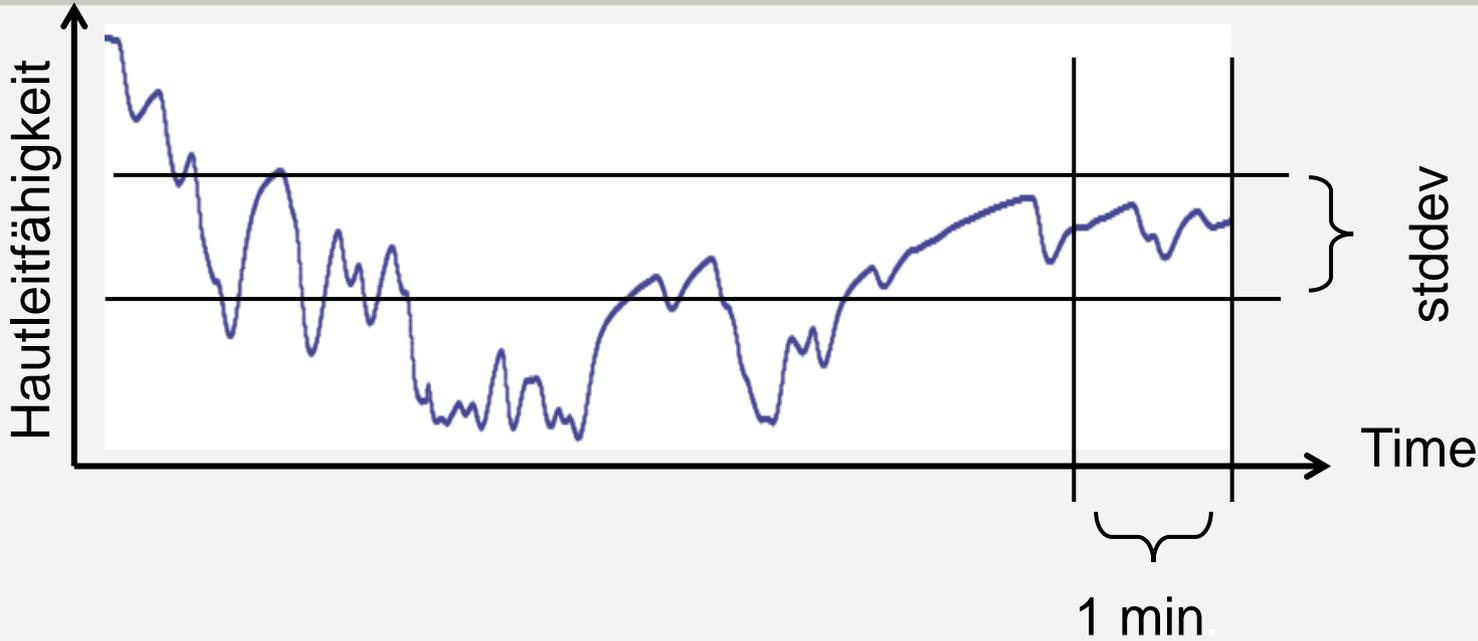


## Beispiele

- Abnahme der Hauttemperatur bei
  - positiver emot. Erregung oder
  - Abnahme der Umwelttemperatur
- Zunahme der Hautleitfähigkeit bei
  - Zunahme von emot. Erregung oder
  - Zunahme physischer Aktivität
- Zunahme der emotionalen Erregung durch
  - physiologisches System oder
  - nur Gedanken

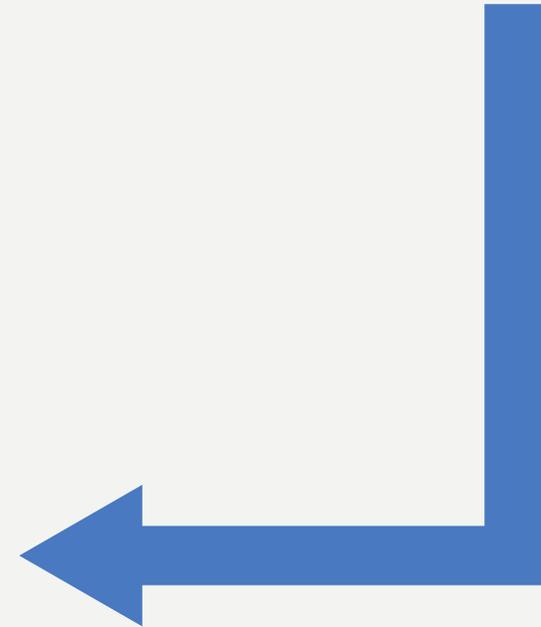
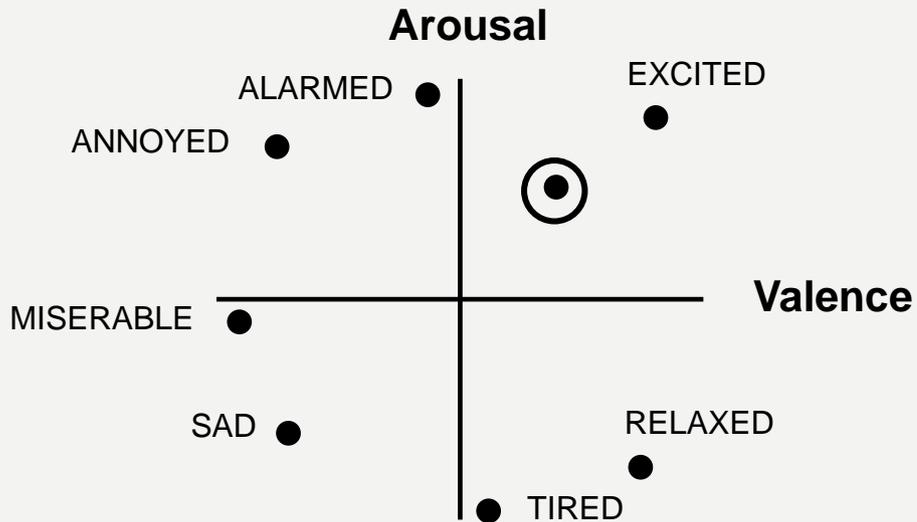
**Feature**      **Construct**

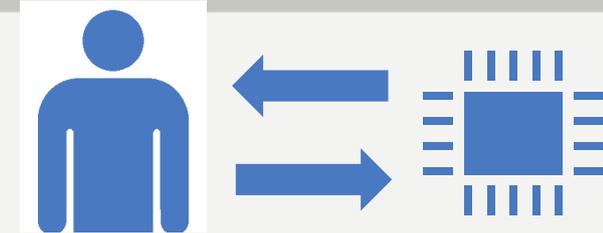




$$A = \frac{1}{\sum w_{ai}} \sum_i (c_{ai} \cdot S_i)$$

$$V = \frac{1}{\sum w_{vi}} \sum_i (c_{vi} \cdot S_i)$$

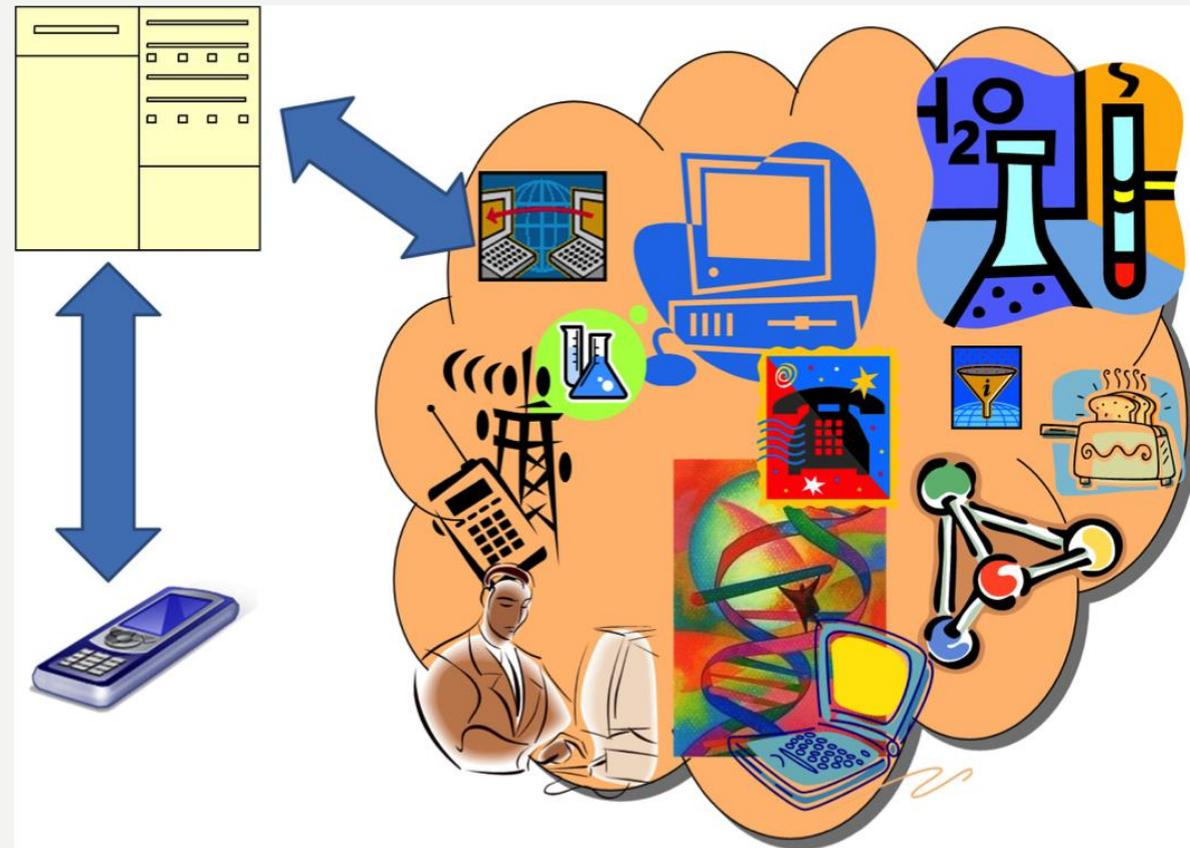




- Physiological Computing
  - Nutzung physiologischer Information zur Mensch-Maschine-Interaktion
- Softwaretechniken
  - Komponentenbasierte Architektur
  - Realzeitverarbeitung von Datenströmen basierend auf Datenfenstern
  - Entwicklung von Feedbackschleifen erfordert
    - Erstellung von Prototypen, “Trial-and-error”
    - Psychologische Experimente und Benutzerstudien
- Validierung
  - Extensive Validierung durch Benutzer
  - Test und Verifikation (statistische Modellprüfung)

**Autonome Systeme** sind (verteilte) Systeme, deren Komponenten autonom agieren und sich an Änderungen der Umgebung anpassen können.

- **Ensembles** sind autonome Systeme gekennzeichnet durch:
  - Viele (heterogene) Knoten
  - Offene nichtdet. Umgebung
  - Komplexe Interaktionen
- **Beispiele**
  - Swarm Computing
  - Cyber-Physical Systems
  - Internet of Things



## EU FET IP-Projekt, 2010 - 2015

### Ziel

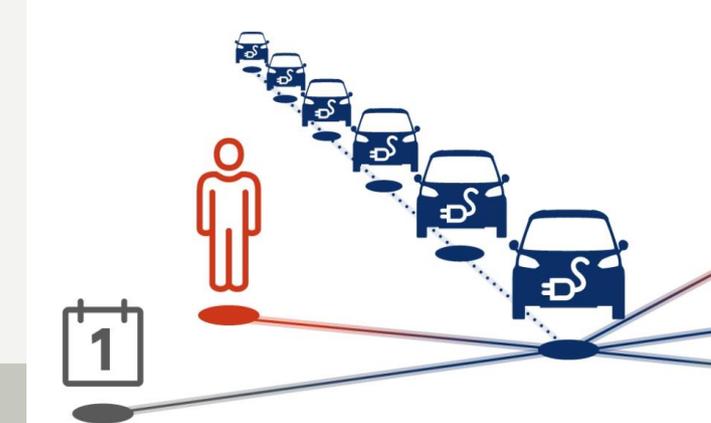
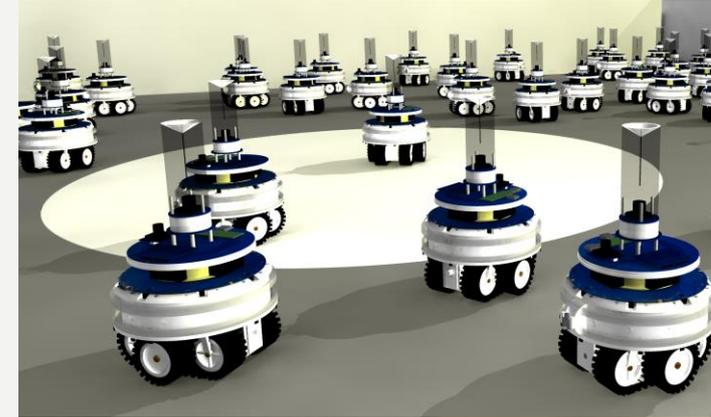
- Methoden, Theorien und Werkzeuge zur Modellierung und Analyse autonomer selbst-wahrnehmender Ensembles

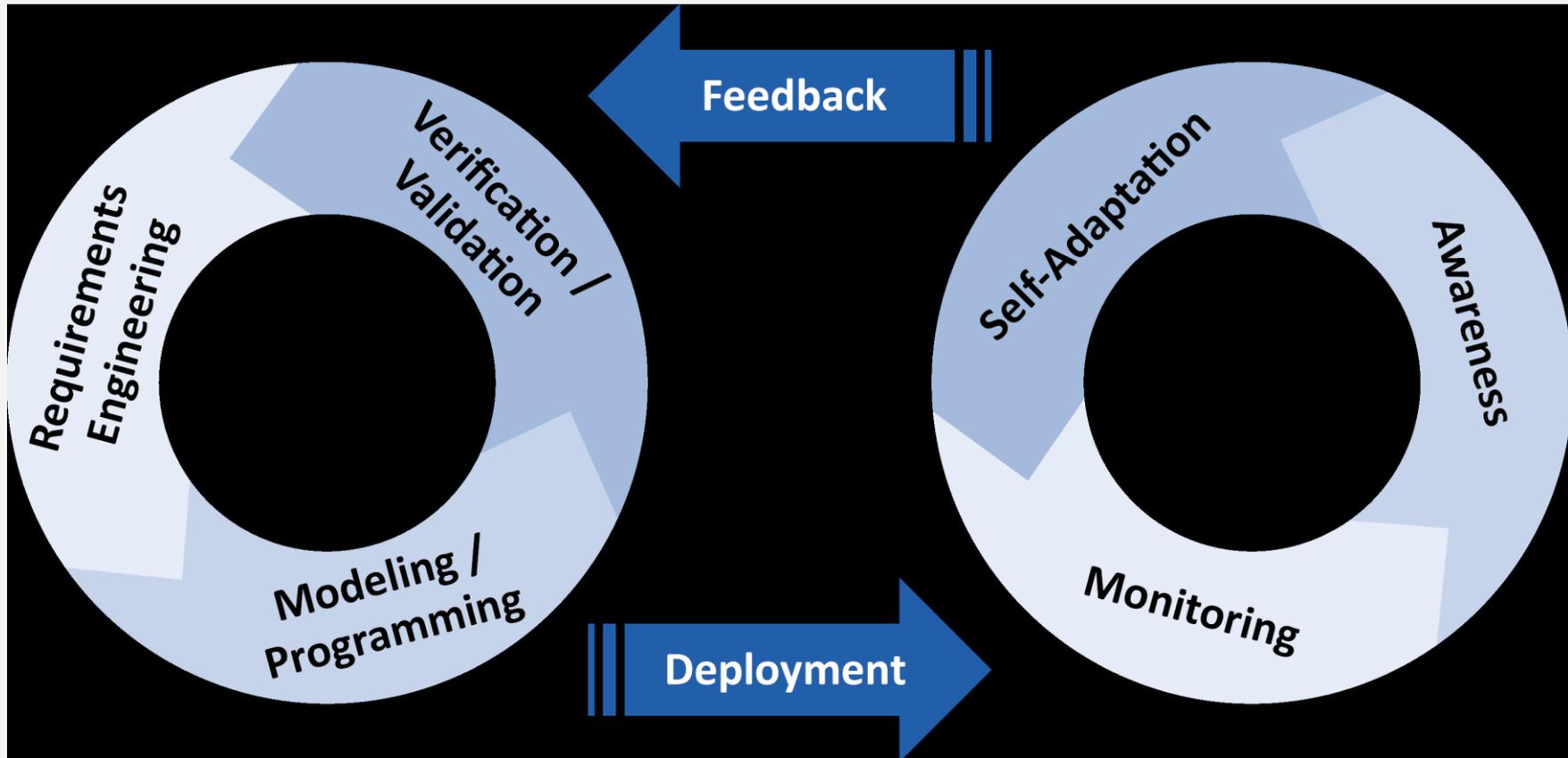
### Partner

- LMU (Koordinator), U Pisa, U Firenze with ISTI Pisa, Fraunhofer, Verimag, U Modena e Reggio Emilia, U Libre de Bruxelles, EPFL, U Limerick, IMT Lucca, Charles U Prague, Mobsya, Volkswagen AG, Zimory GmbH

### Fallstudien

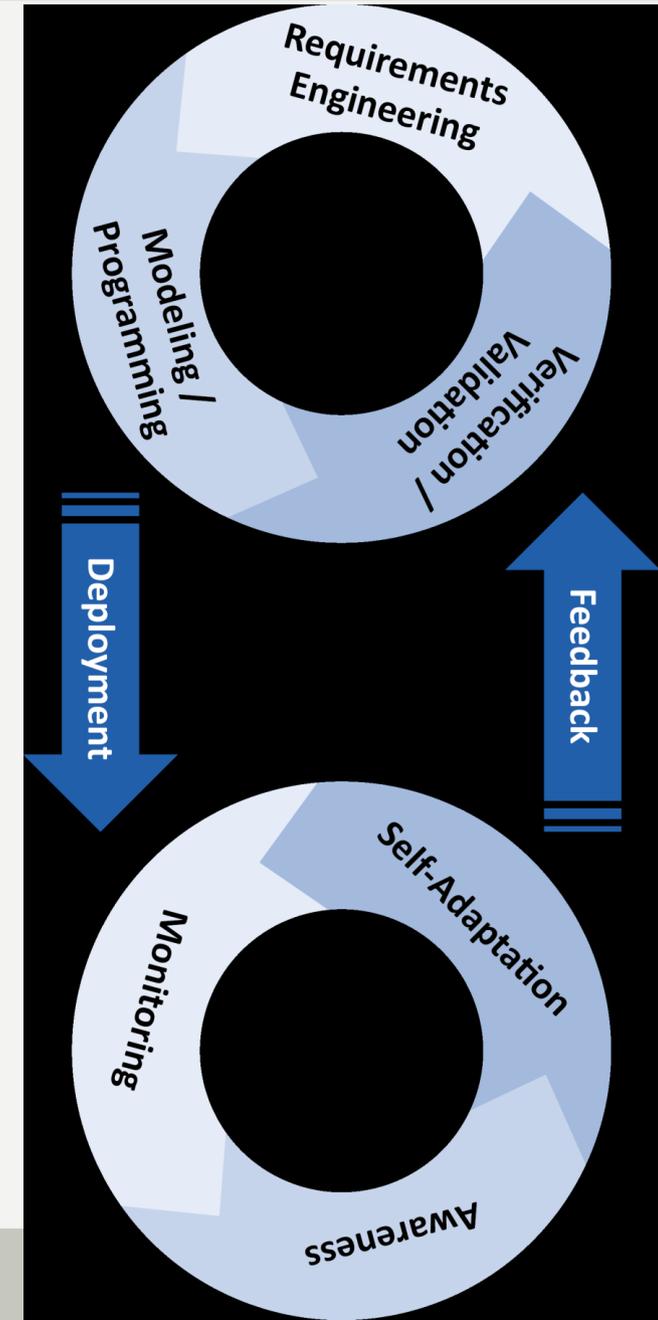
- Roboterschwärme, P2P Voluntary Cloud, E-Mobilität





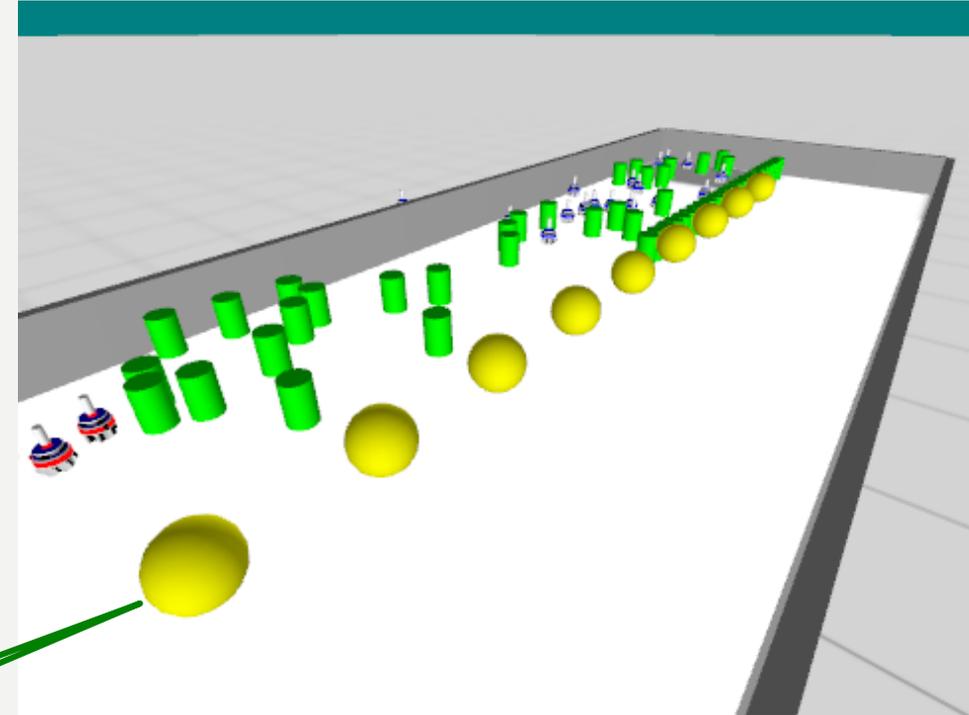
- Iterativer agiler Lebenszyklus
  - Entwicklungszeit- und Laufzeit-Iteration
  - Verbunden durch Installation und Feedback

- ARE Anforderungsanalyse für Adaptivität und „Awareness“ (Wahrnehmung)
- Sprache SCEL für autonomes Verhalten
- Verifikation mit formalen Methoden (BIP, ...)
- KnowLang Wissensrepräsentations-  
sprache für selbst-wahrnehmende  
Komponenten
- (Soft) Constraints, MDPs, **maschinelle  
Lerntechniken (zweite Vorlesung)**
- Entwurfsmuster für adaptives und  
Ensemble-Verhalten
- Tools für Monitoring und Awareness

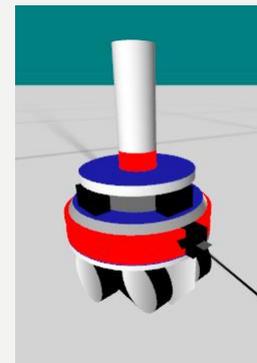


## Rettungsszenario

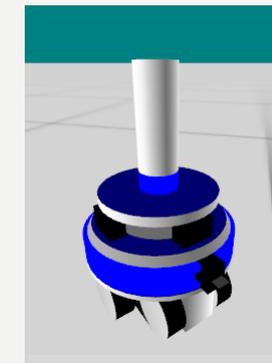
- Opfer befinden sich in verstrahlter Umgebung mit herumliegenden Trümmern
- Rettungsroboter können
  - Trümmer wegräumen und sie zum Schutz vor Strahlung nutzen
  - nach Bau einer Mauer die Opfer retten



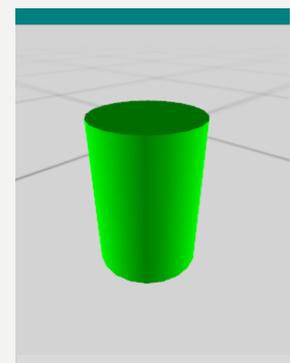
Strahlung



Opfer



Rettungs-  
roboter



Trümmer-  
stück



 Highlights of the Opening of ICT2013

<http://www.youtube.com/watch?v=C0ZzIU5YcTg>

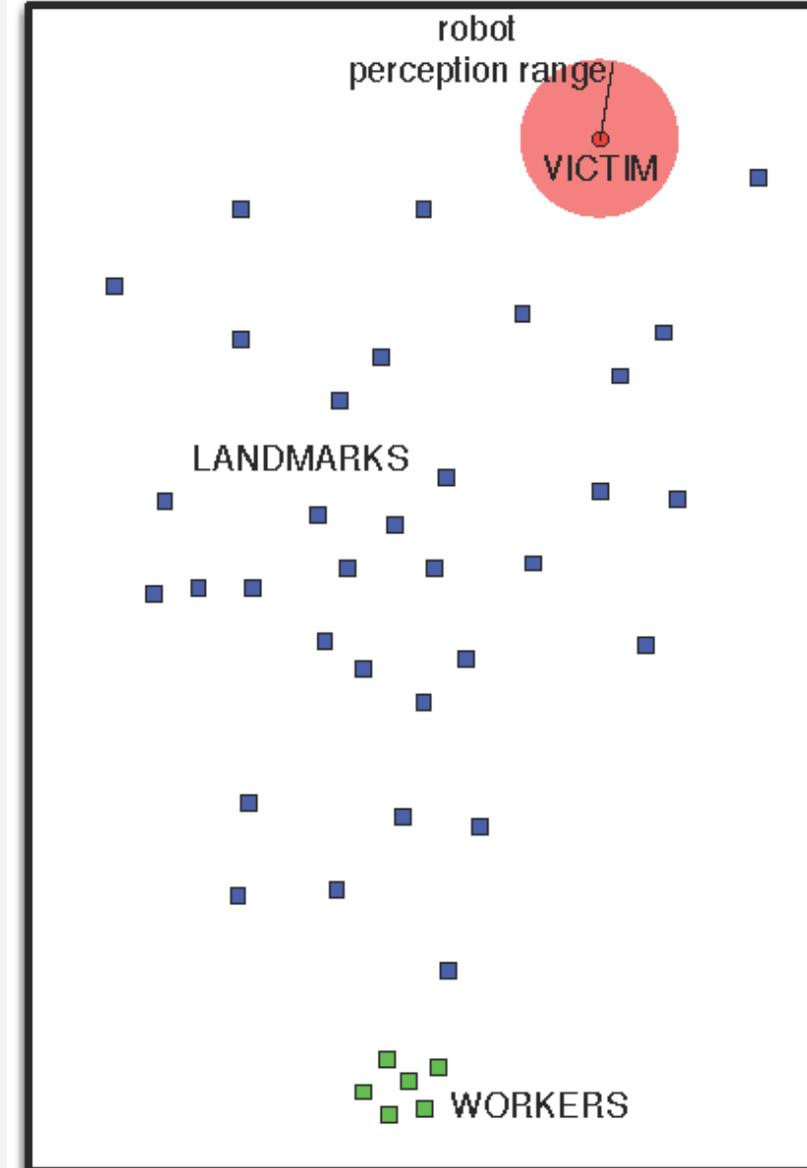


EU2013.LT

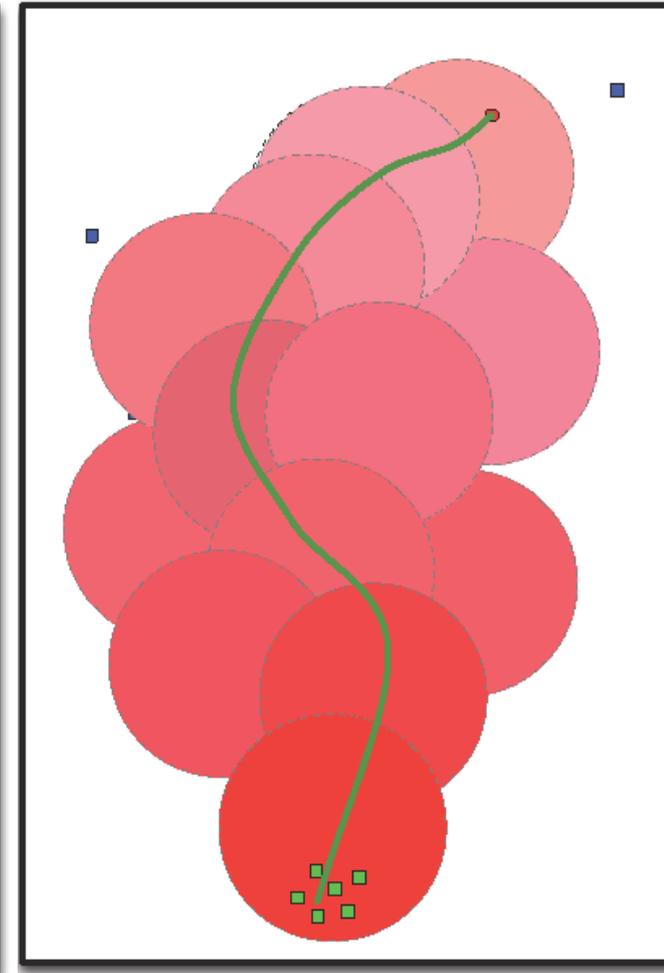
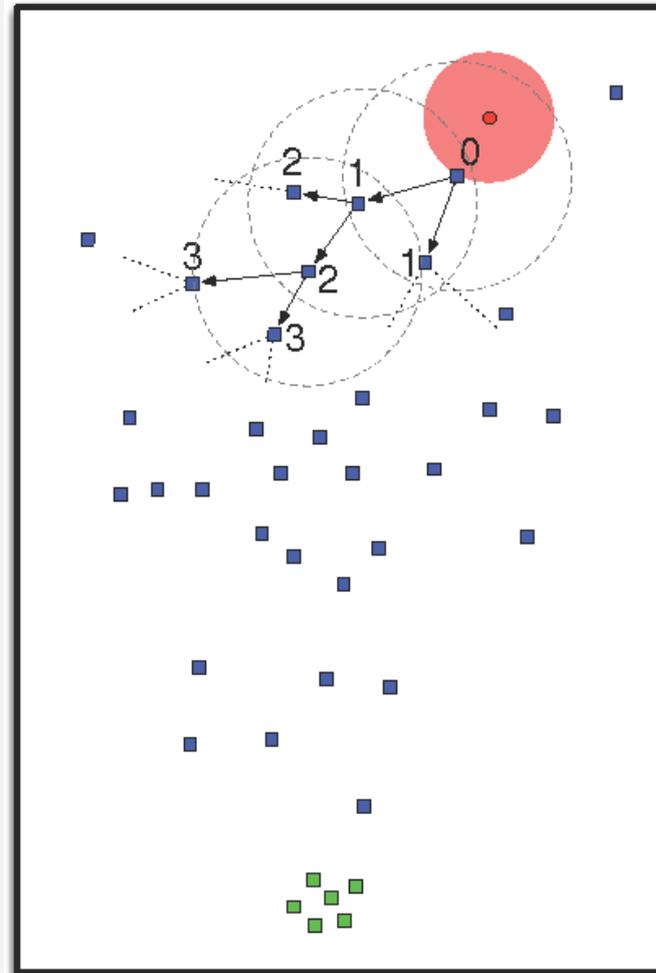
Highlights of the Opening of ICT13

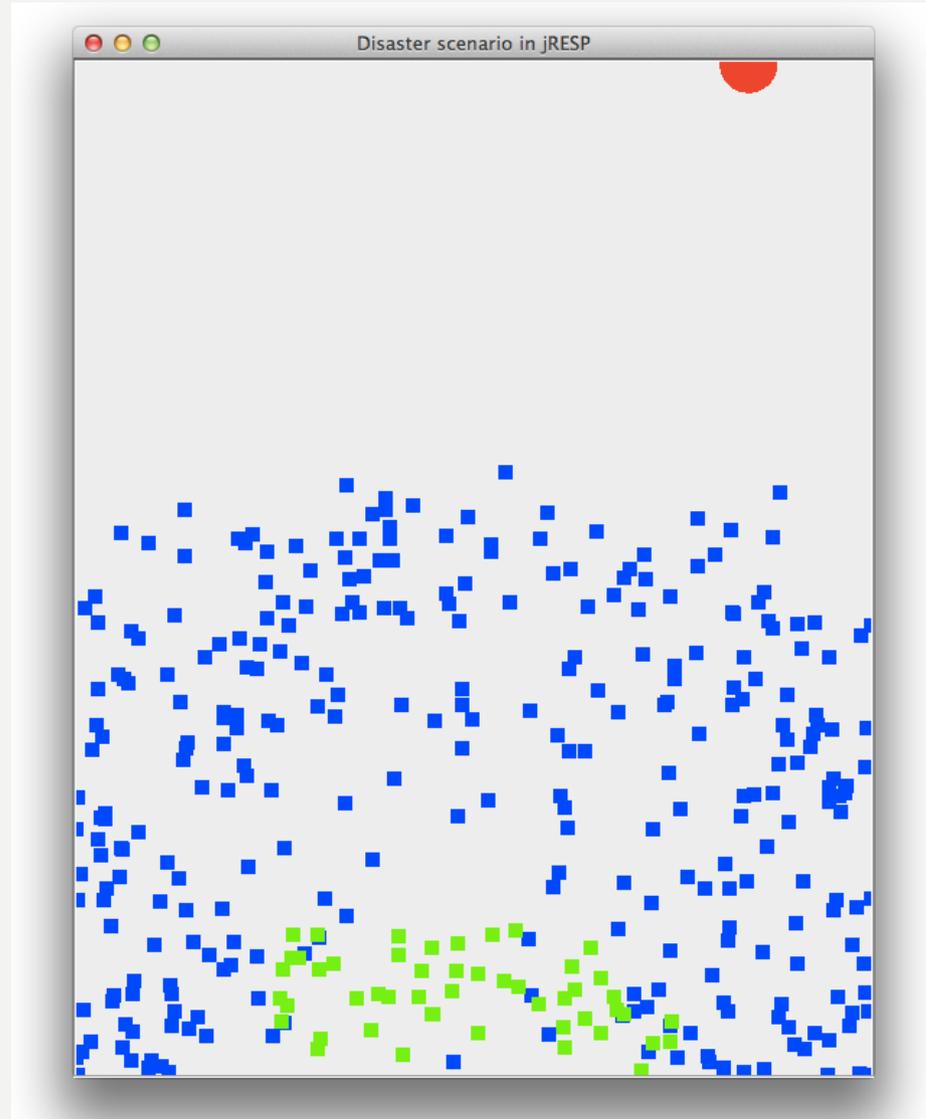
<http://www.youtube.com/watch?v=C0ZzIUSYcTg>

- Idee:
  - Landmarken sind Roboter, die als Orientierungspunkte dienen
  - Rettungsroboter (Worker) finden Opfer mit Hilfe der Landmarken



- Wenn eine Landmarke ein Opfer sieht,
  - stoppt sie und
  - meldet lokal, dass sie einen "Hop" 0 vom Opfer entfernt ist
- Alle Landmarken in ihrem Umkreis
  - stoppen und
  - melden lokal, dass sie einen "Hop" 1 vom Opfer entfernt sind
- ...
- Wenn ein Worker eine Landmarke bei Hop  $d$  findet, sucht er nach Landmarken bei Hop  $d-1$ , ...





Input

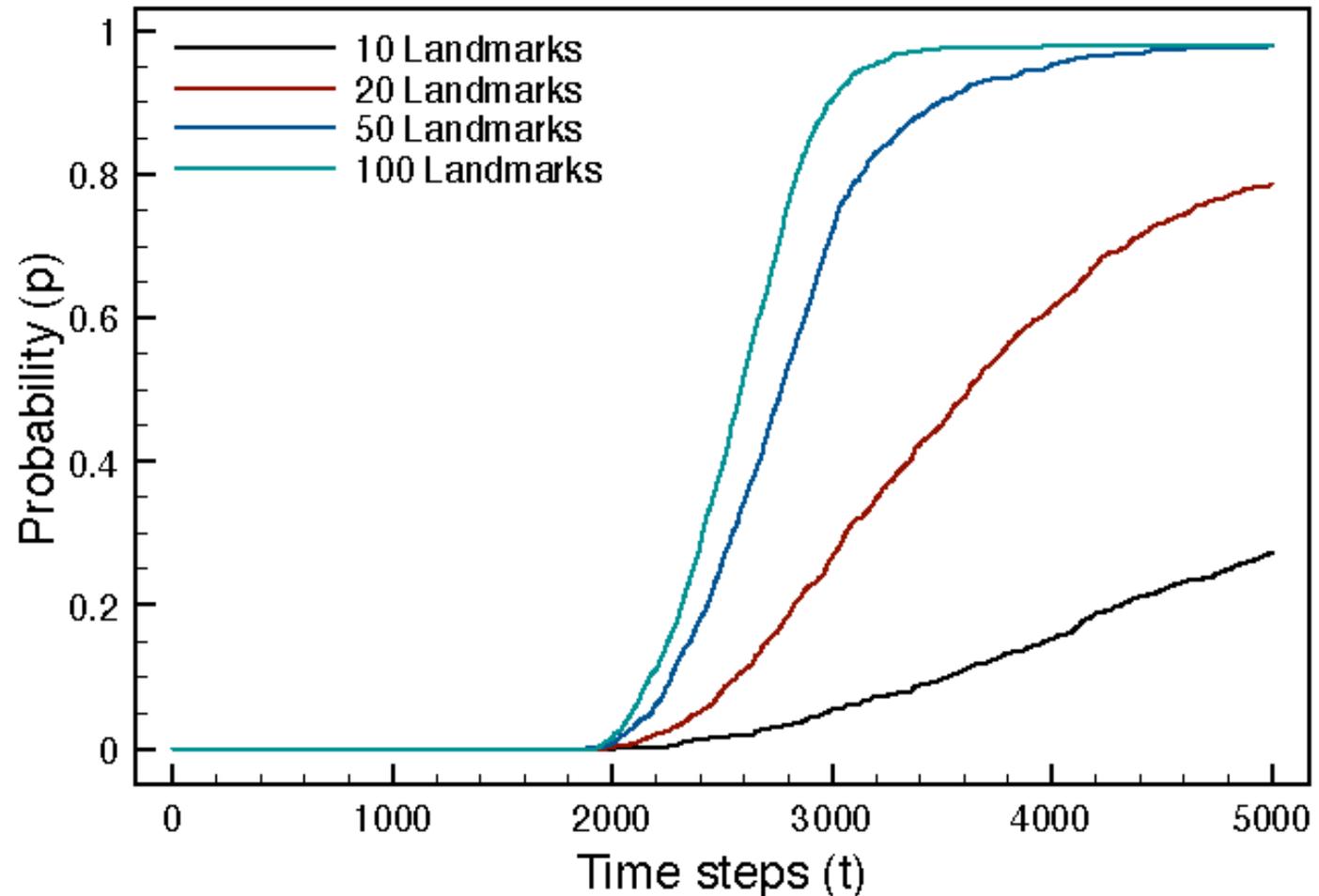


Number of LANDMARK robots

Cancel OK

- Statistische Modellprüfung mit SCEL u. jRESP
- Weitere Analysen mit SMC-BIP

Probability of rescuing the victim within a given time



## Vom PC zu personalisierten und autonomen Systemen

- Beispiele
  - Physiological Computing
  - Roboterschwarm
- Herausforderungen und Trends
  - Softwaretechnik und MMI für Ensembles
    - Autonomic Computing, Internet of Things
  - Cloud, „Big Data“, Sicherheit

