



# Sensor Fusion zur Verbesserung von Indoor Location Based Services

oder auch:

**“Schön, dass wir uns gefunden haben”**

# Agenda

- Einführung in das Thema
- Motivation
- Anwendungsgebiete
- Ziele / Probleme
- Verfahren
- Aktueller Forschungsstand
- Ausblick

# Agenda

- **Einführung in das Thema**
- Motivation
- Anwendungsgebiete
- Ziele / Probleme
- Verfahren
- Aktueller Forschungsstand
- Ausblick

# Einführung in das Thema

## Location Based Services

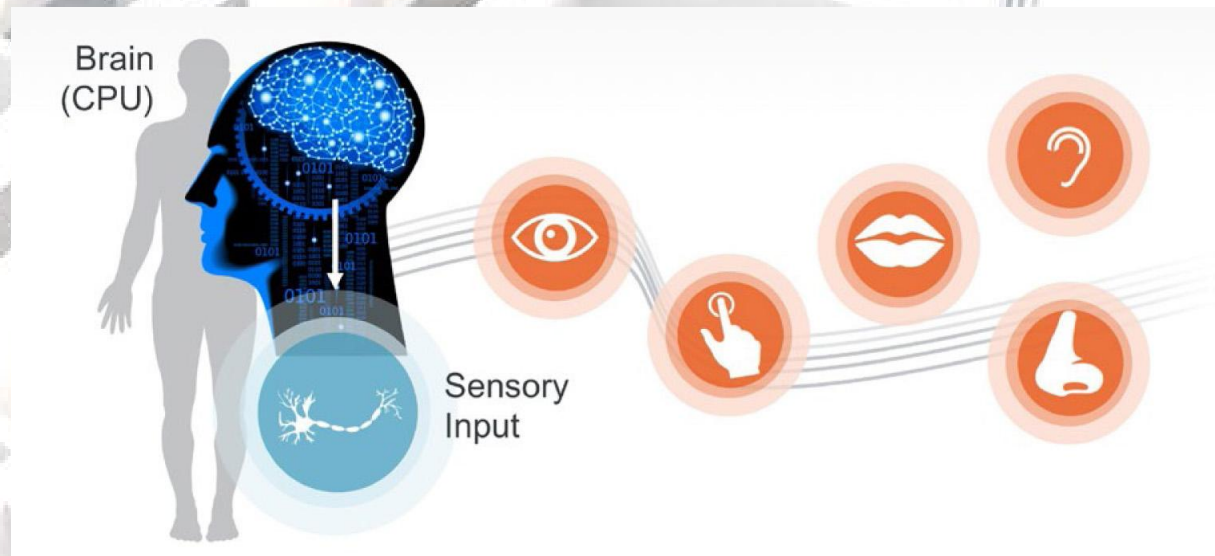
“Dienste[,] die auf die aktuelle Aufenthaltsposition abgestimmte Informationen zur Verfügung stellen (bspw. Restaurants, Tankstellen oder Sehenswürdigkeiten)”<sup>[6]</sup>



# Einführung in das Thema

## Sensor Fusion

“The process of combining observations from a number of different sensors to provide a robust and complete description of an environment”[8]



# Einführung in das Thema

Sensorfilterung

Sensorkalibrierung



# Agenda

- Einführung in das Thema
- **Motivation**
- Anwendungsgebiete
- Ziele / Probleme
- Verfahren
- Aktueller Forschungsstand
- Ausblick

# Motivation

*"The smartphone revolution is under-hyped, more people have access to phones than access to running water. We've never had anything like this before since the beginning of the planet."* [1]

**Marc Andreessen**  
(Netscape Gründer,  
Vorstand ebay, FB, HP)

*"Our job is to make mobile the answer to everything."* [1]

**Eric Schmidt**  
(Vorstandsvorsitzender Google)

# Motivation



=



**Lennart Bartelt**  
(Student)

# Motivation

Smartphones noch nützlicher gestalten

Outdoor-Navigation ist schon gelöst

Was ist der nächste Schritt?

Location Based Services werden erst  
durch genaue Position ermöglicht<sup>[2, 3]</sup>

# Motivation



Living Place!

# Agenda

- Einführung in das Thema
- Motivation
- **Anwendungsgebiete**
- Ziele / Probleme
- Verfahren
- Aktueller Forschungsstand
- Ausblick

# Anwendungsgebiete

Assisted GPS

Tunnelfahrten

Fahrerlose Autos / Assistenzsysteme<sup>[7]</sup>

Smart Home (Spiegel, Arbeit,...)

Pflege z.B. für Alzheimer Patienten

# Agenda

- Einführung in das Thema
- Motivation
- Anwendungsgebiete
- **Ziele / Probleme**
- Verfahren
- Aktueller Forschungsstand
- Ausblick

# Ziele

Verbesserung der Erkennung<sup>[10, 18, 20]</sup>

Ausfallsicherheit

Genauigkeit

Geschwindigkeit

Sichtbereich

# Ziele

Kontextbasierte Unterstützung des  
Bewohners ermöglichen

Smart Living

Ambient Assisted Living<sup>[5]</sup>

# Probleme

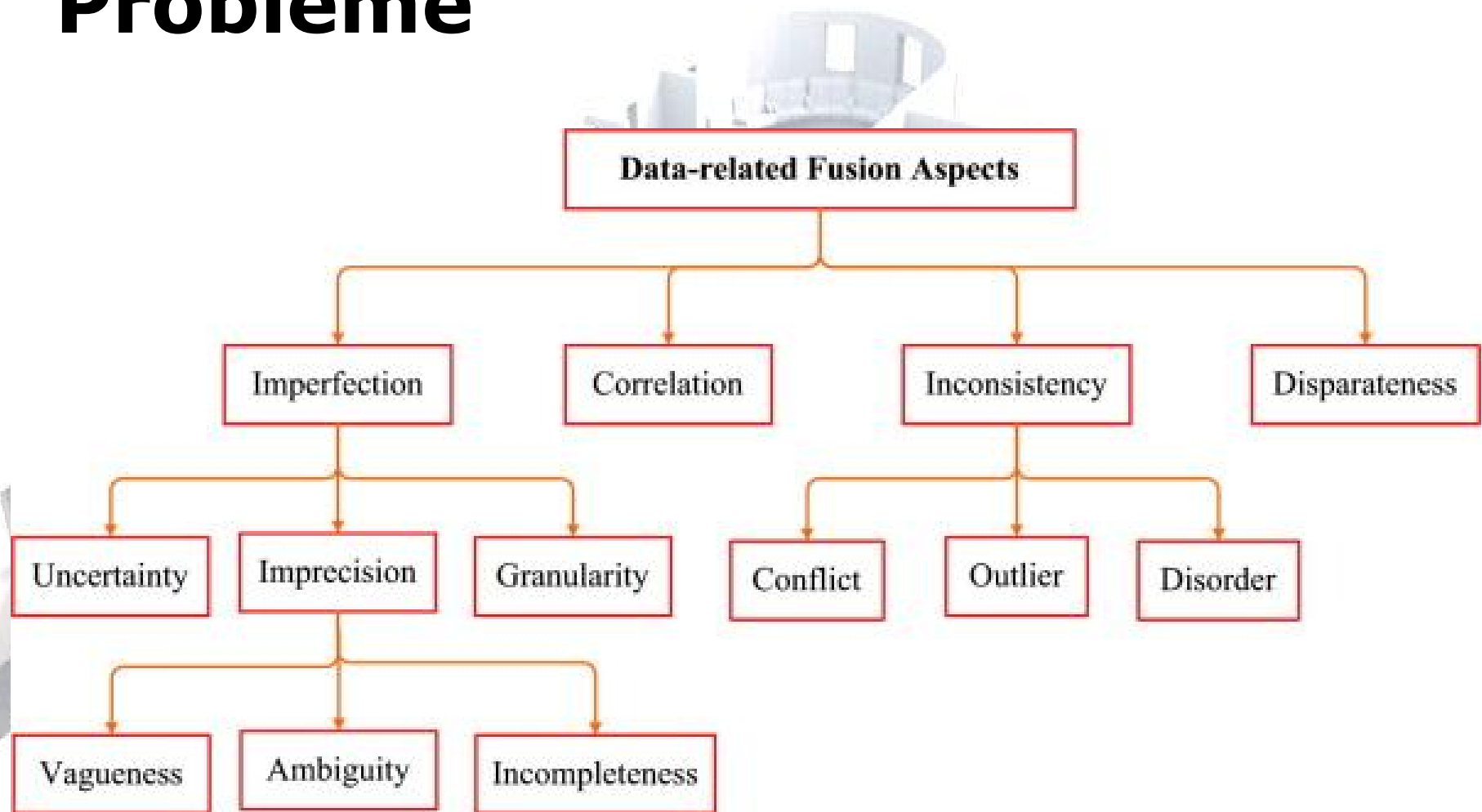
Einzelne Sensoren sind nicht geeignet

Schatten

Überlagerungen

Fortschreitende Fehler

# Probleme



[Information Fusion Journal](#)

# Agenda

- Einführung in das Thema
- Motivation
- Anwendungsgebiete
- Ziele / Probleme
- **Verfahren**
- Aktueller Forschungsstand
- Ausblick

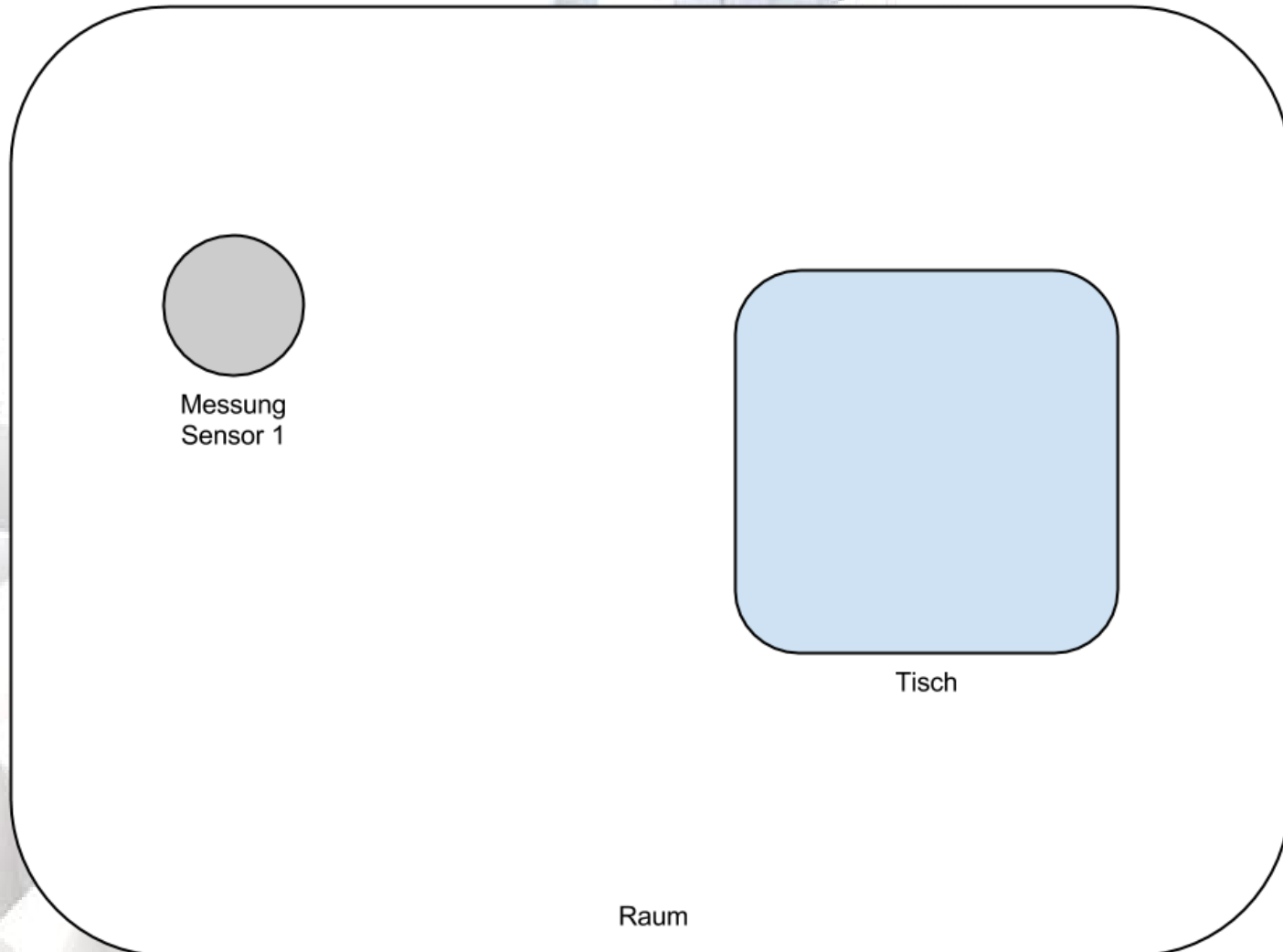
# Verfahren

Viele unterschiedliche Verfahren Thema  
aktueller Forschung<sup>[20]</sup>

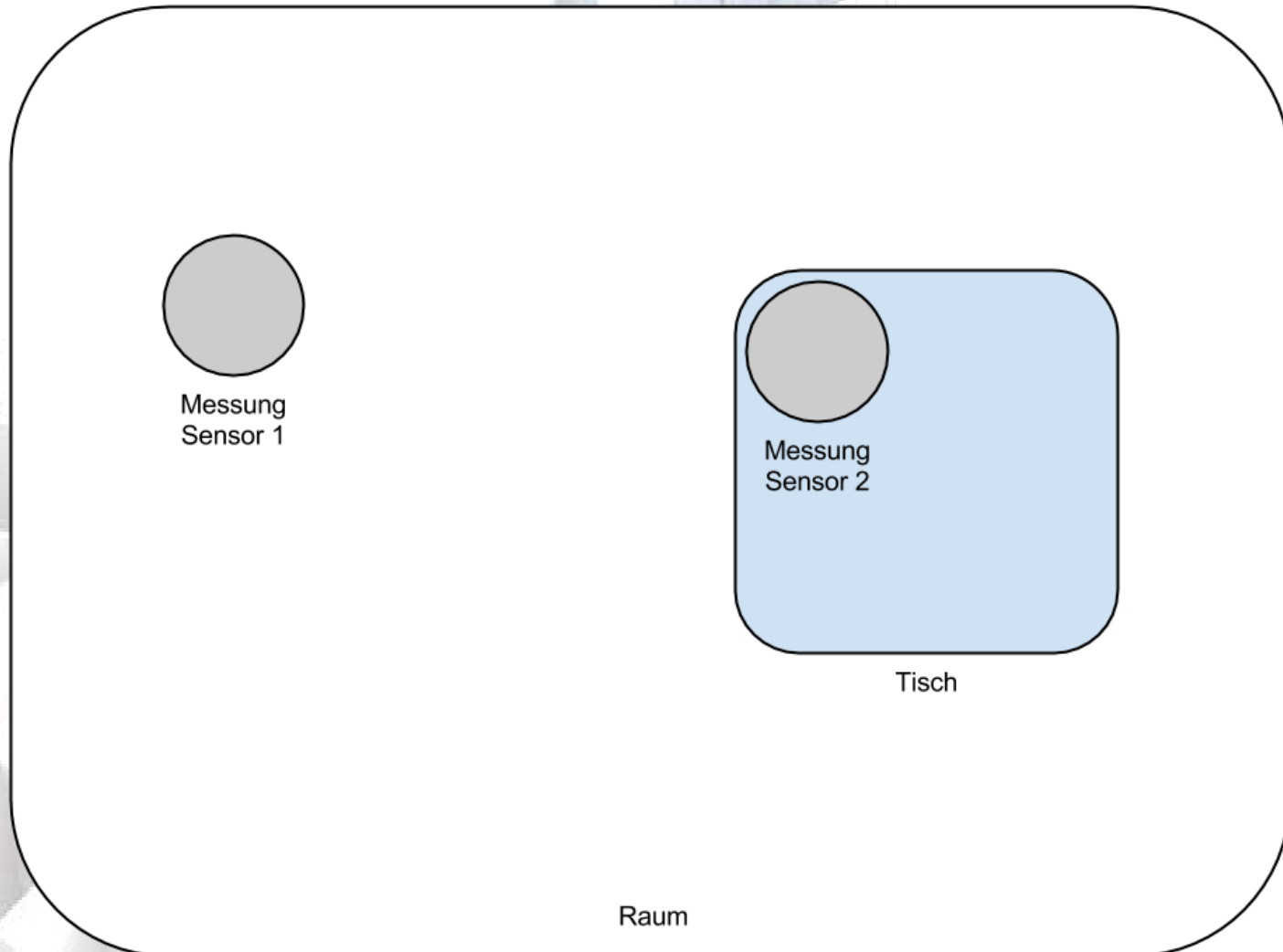
Aber zuerst:

Wie würde man als Laie vorgehen?

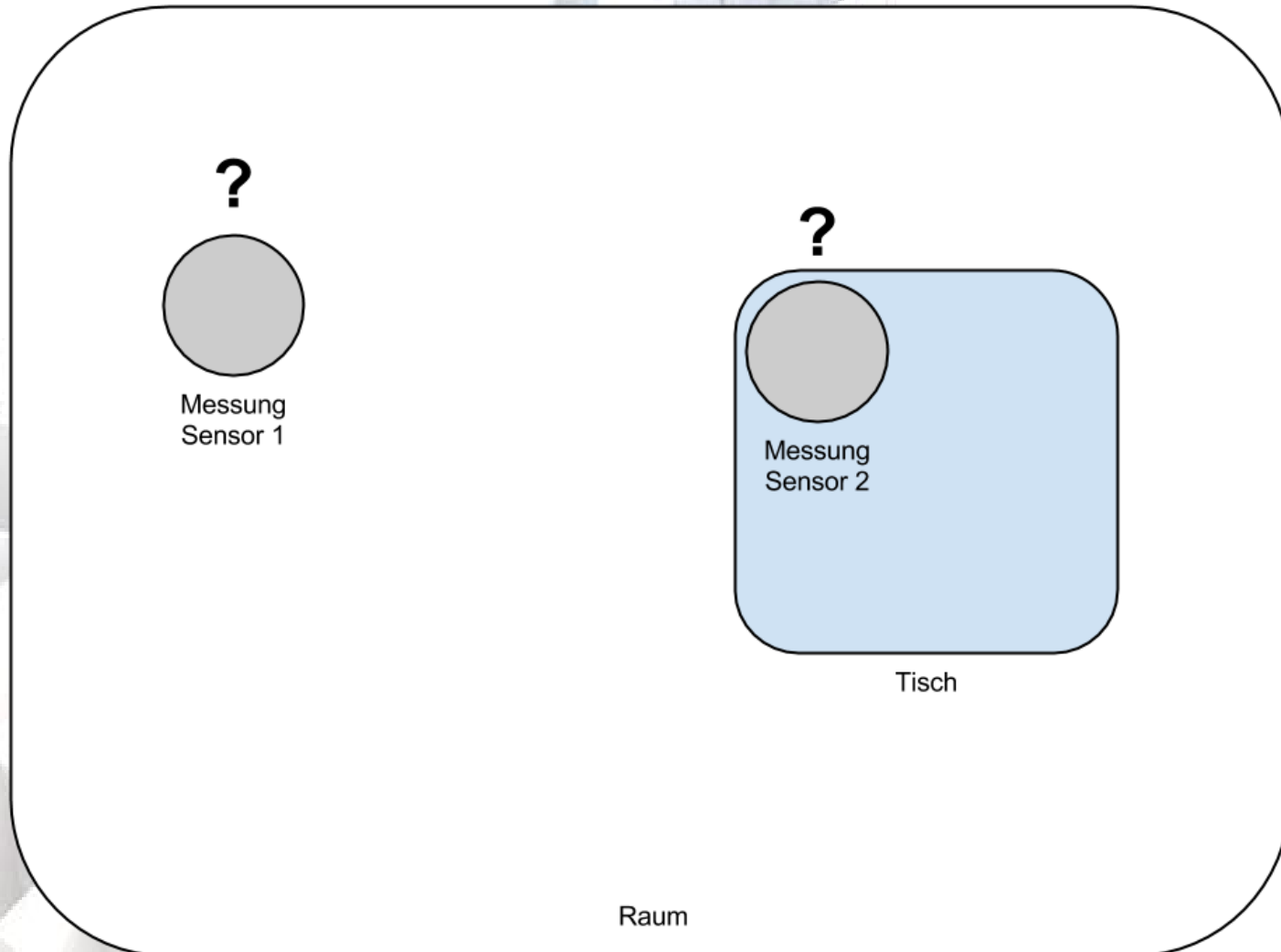
# Verfahren



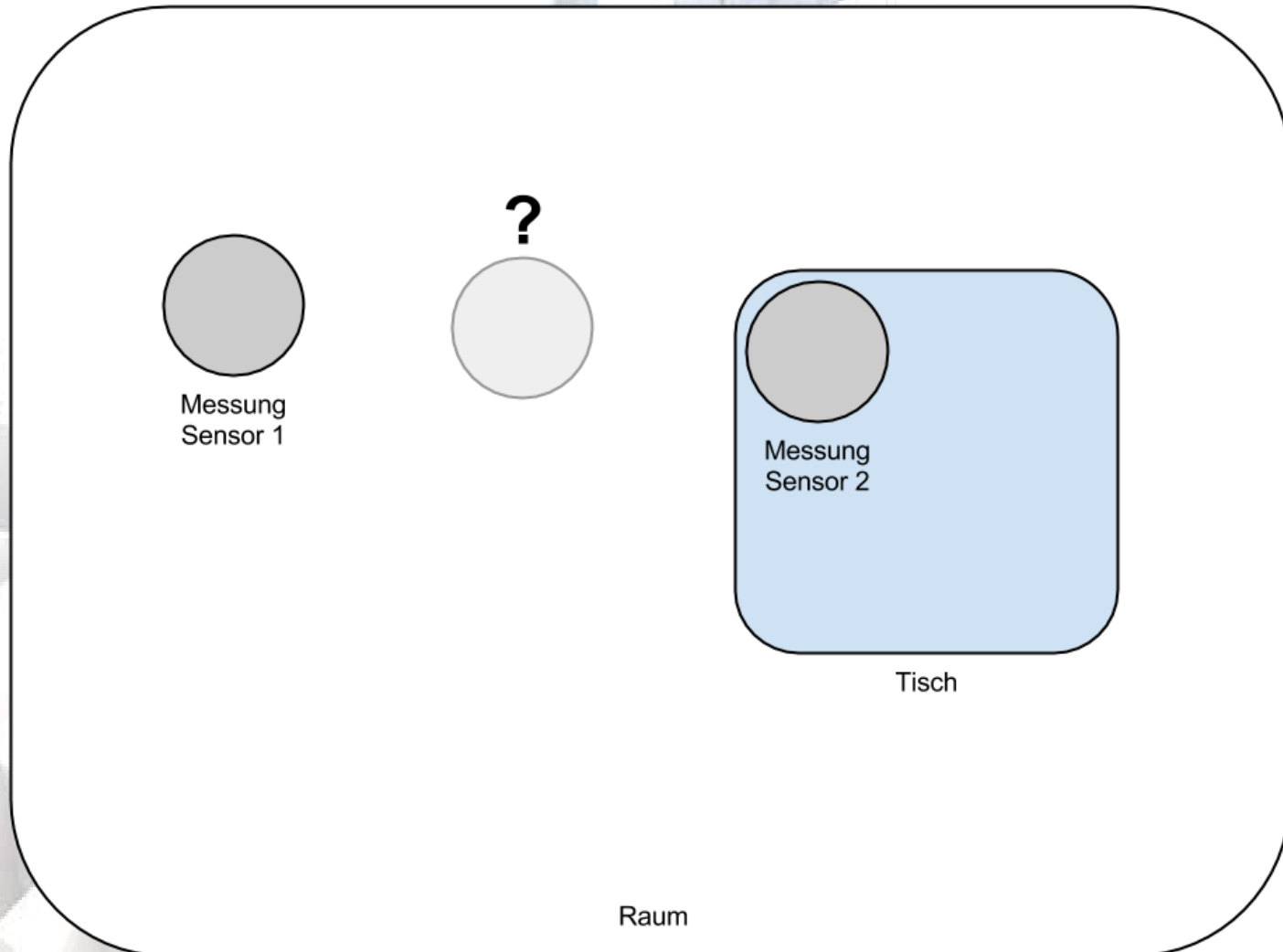
# Verfahren



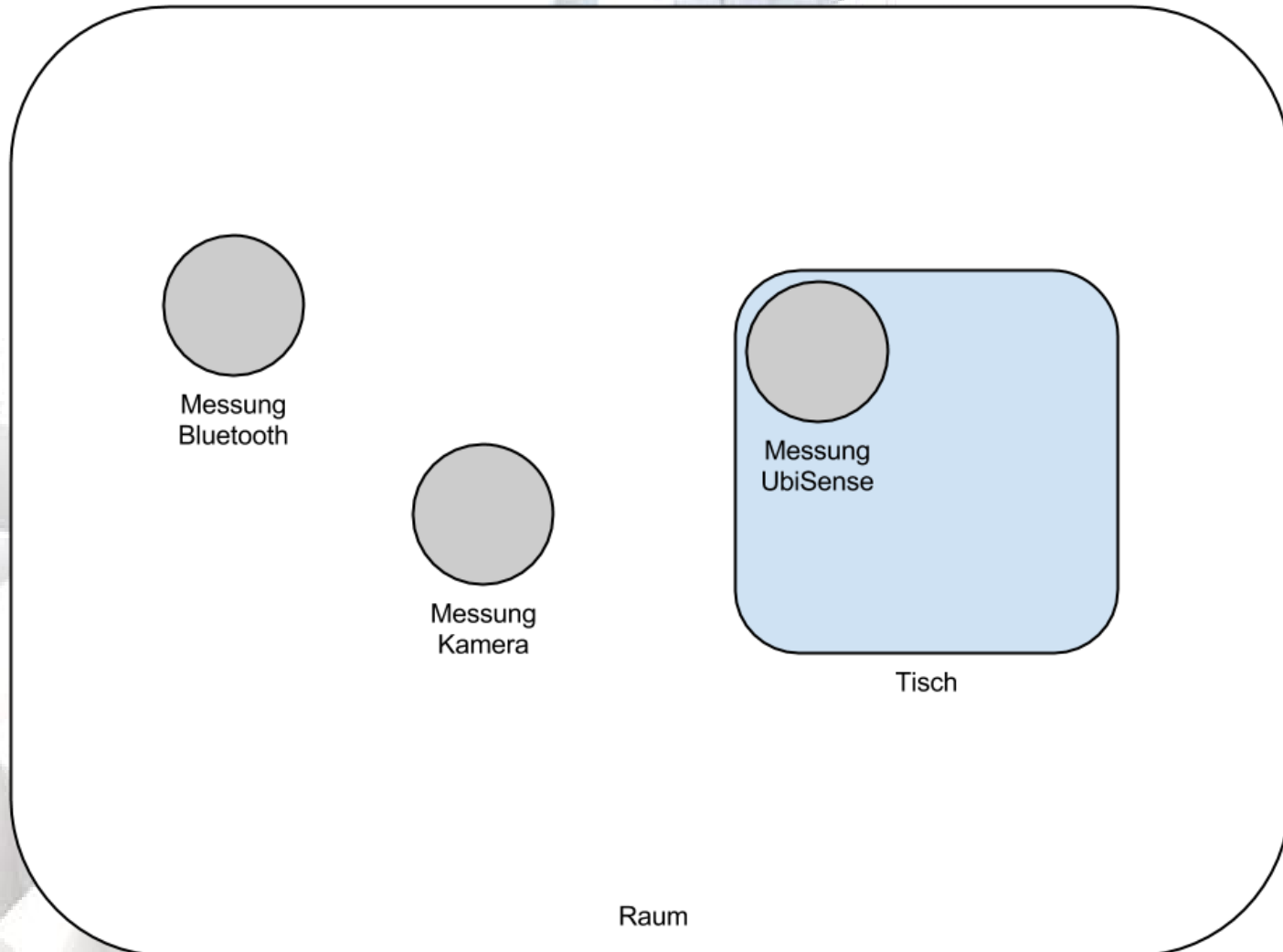
# Verfahren



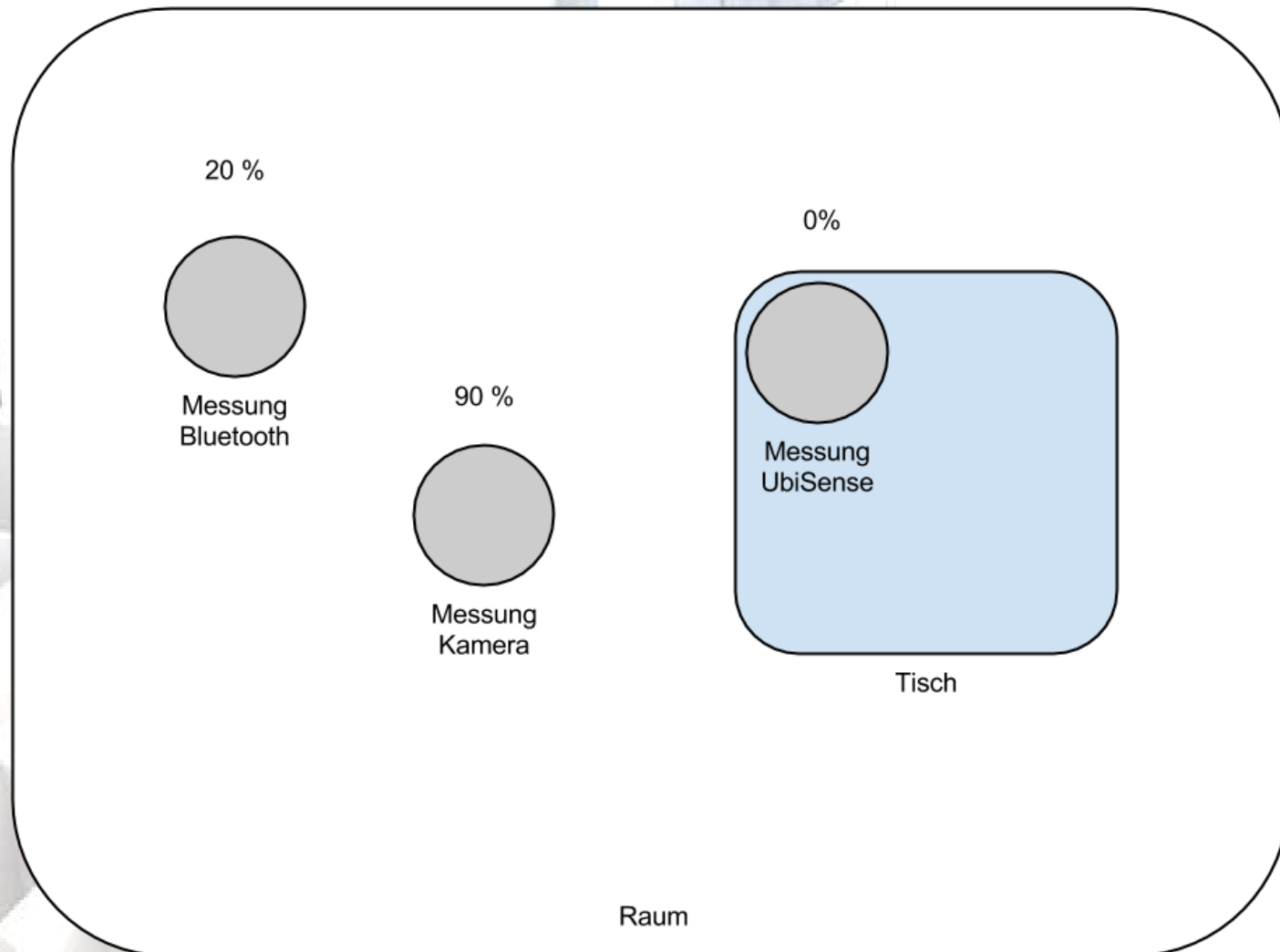
# Verfahren



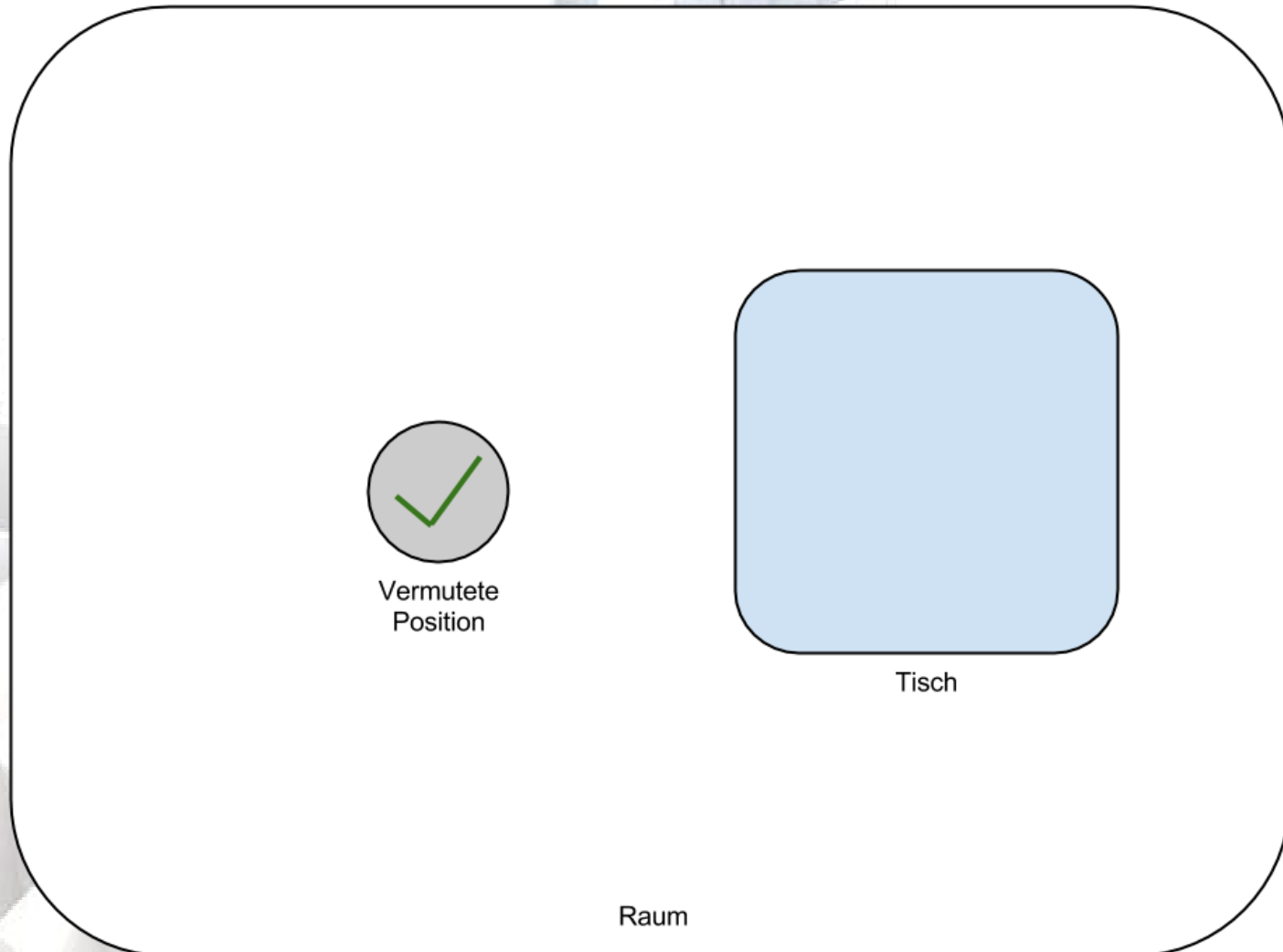
# Verfahren



# Verfahren



# Verfahren



# Verfahren

Naiver mathematischer Ansatz:

$$pos = \frac{\sum_{i=0}^n g_i \cdot Sensor_i}{n}$$

$$\{n \mid g > 0\}$$

Gewichtungen bei jedem Schritt korrigieren

Vorherige Messungen weiterverwenden

Neue Messungen begrenzt vorhersagen

# Verfahren

## Bayessches Theorem<sup>[15]</sup>

$$P(A | B) = \frac{P(B | A) \cdot P(A)}{P(B)}$$

## Rekursive Form<sup>[8, 15, 20]</sup>

$$P(x | Z^k) = \frac{P(Z_k | x) \cdot P(x | Z^{k-1})}{P(Z_k | Z^{k-1})}$$

# Verfahren

## Kalman Filter<sup>[15]</sup>

$$\bar{x}(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot P(x(t) | Z_t) dx$$



# Verfahren

Auch ganz interessant

Fuzzy-Logic

Regelbasierte Systeme

# Agenda

- Einführung in das Thema
- Motivation
- Anwendungsgebiete
- Ziele / Probleme
- Verfahren
- **Aktueller Forschungsstand**
- Ausblick

# Aktueller Forschungsstand

Offenes Feld mit vielen noch zu lösenden Problemen<sup>[20]</sup>

Mathematische Modelle sind z.T. noch in der Entwicklung<sup>[20]</sup>

Neuronale Netze<sup>[16, 17]</sup>

Aber: Sensor Fusion funktioniert

# Aktueller Forschungsstand

## Konferenzen

[IEEE MFI](#) - 2012 HH, aktuell San Diego

[UPINLBS](#) - Texas

[IPIN](#) - Korea

# Aktueller Forschungsstand

## Journals

[Information Fusion Journal](#) - Elsevier,  
weltweit

[Praxis der Informationsverarbeitung  
und Kommunikation](#) - Düsseldorf

[Institut für industrielle Informations-  
technik](#) - KIT

# Agenda

- Einführung in das Thema
- Motivation
- Anwendungsgebiete
- Ziele / Probleme
- Verfahren
- Aktueller Forschungsstand
- **Ausblick**

# Ausblick

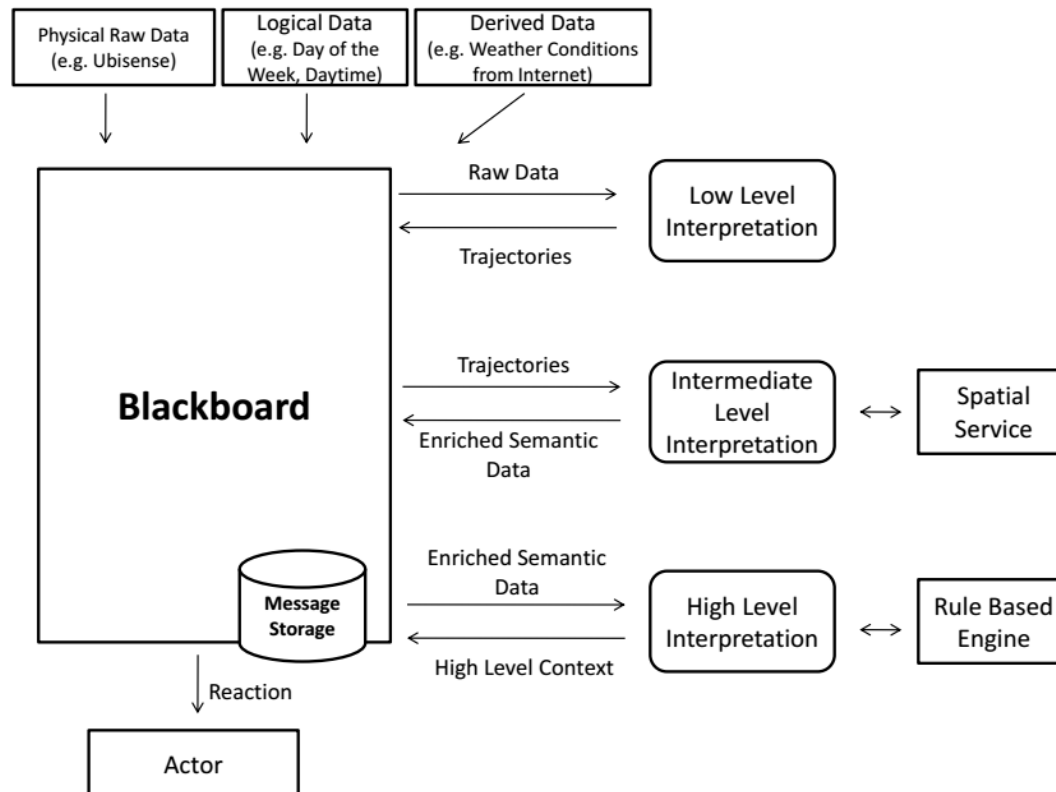
Passenden Algorithmus erarbeiten

Smartphone-Sensoren einbringen

Kostengünstige Erkennung evaluieren

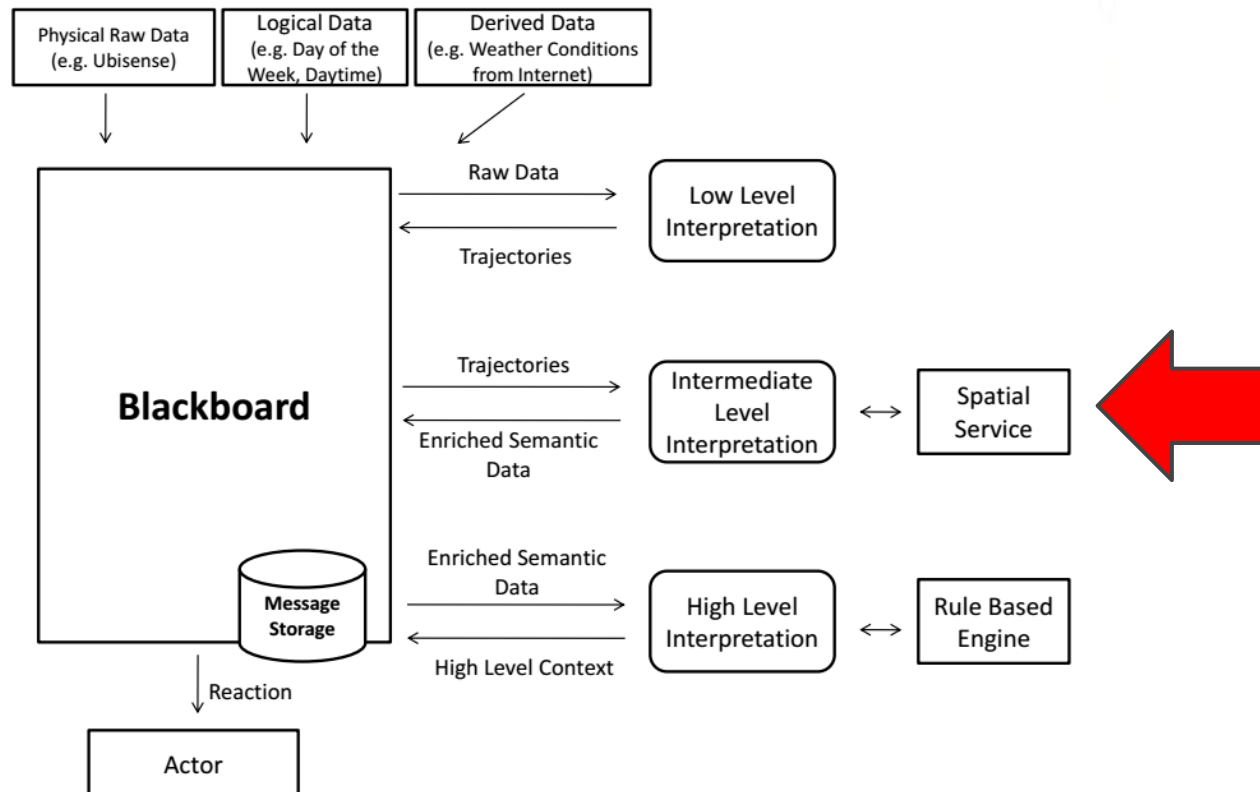
# Ausblick

## Middleware-Erweiterung im Living Place



# Ausblick

## Middleware-Erweiterung im Living Place



# Ausblick

Und danach?

Ortung mehrerer Personen

Kartengenerierung

# Danke und tschüß!





**Fragen? Was ist noch unklar?**

# Quellen

- [1] Dan Shatt, [Virtual Banking: A Guide to Innovation and Partnering](#), John Wiley & Sons, 2014
- [2] Thomas King et al., [Positionierung mit Wireless-LAN und Bluetooth](#), Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation Journal, vol. 29, 2006
- [3] Jens Ellenberg et al., [An Environment for Context-Aware Applications in Smart Homes](#), HAW Hamburg, Hamburg, 2011
- [4] Dennis Hollatz, Master-Thesis "[Entwicklung einer nachrichtenbasierten Architektur für Smart Homes](#)", HAW Hamburg, Hamburg, 2010
- [5] Bastian Karstaedt, Birgit Wendholt, [Anwendungen des IFC Produktdatenmodells in intelligenten Wohnungen](#), HAW Hamburg, Hamburg, 2010
- [6] Daniel Markgraf, [Gabler Wirtschaftslexikon](#), Abruf am 3.12.2014
- [7] Carola Otto, [Fusion of data from heterogeneous sensors with distributed fields of view and situation evaluation for advanced driver assistance systems](#). KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, 2013
- [8] Hugh Durrant-Whyte, Tom Henderson, [Springer Handbook of Robotics \(Kap. 25 Sensor Fusion\)](#), India, 2008
- [10] H.B. Mitchell, [Multi-Sensor Data Fusion: An Introduction](#), Springer, 2007
- [15] H. Durrant-Whyte, [Multi Sensor Data Fusion](#), Australian Centre for Field Robotics, Australia, 2001
- [16] Guo Wang, Dong Dai, [Algorithm of Multi Sensor Data Fusion Based on BP Neural Network and Multi-scale Model Predictive](#), IAES Journal Vol. 12 No. 7, China, 2014

# Quellen

- [17] Xiaohui Chen, [A Rough Neural Network Algorithm for Multisensor Information Fusion](#), IAES Journal Vol. 10 No. 6, China 2012
- [18] David Hall, James Llinas, [An Introduction to Multisensor Data Fusion](#), Proceedings of the IEEE Vol. 85 Issue 1, 2002
- [20] Bahador Khaleghi et al., [Multisensor data fusion: A review of the state-of-the-art](#), Information Fusion Vol. 14 Issue 4, Kanada, 2013

# Quellen

## Bilder

Architektur (S. 38-39)

<http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/arbeiten/papers/IPIN2011.pdf>

Datenprobleme (S. 18)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1566253511000558>

Location Based Services (S. 4)

<http://www.itespresso.fr/wp-content/uploads/2011/11/Paris-smartphone-application-tour-eiffel-%C2%A9-studiogriffon-com-Fotolia-com1.jpg>

Navigationsgerät (S. 30)

[http://i.auto-bild.de/ir\\_img/2/7/5/2/6/5/Der-TravelLucca-5-2-faehrt-im-Tunnel-ohne-GPS-Signal-495x330-cf1c3f46cd51407f.jpg](http://i.auto-bild.de/ir_img/2/7/5/2/6/5/Der-TravelLucca-5-2-faehrt-im-Tunnel-ohne-GPS-Signal-495x330-cf1c3f46cd51407f.jpg)

Sensor Fusion (S. 5)

<http://www.mouser.com/images/microsites/sensor-fusion-iot-fig01.jpg>

Smartphone (S. 9)

<http://sawvideo.com/sites/sawvideo/files/uploads/smartphone.jpg>

Taschenmesser (S. 9)

<http://www.gadget-test.de/riesen-schweizer-taschenmesser.jpg>

Winkender Bär (S. 41)

[http://cdn.gifbay.com/2014/09/oh\\_sharon\\_how\\_are\\_you-153809.gif](http://cdn.gifbay.com/2014/09/oh_sharon_how_are_you-153809.gif)