

**Künstliche Intelligenz:  
Chance oder Risiko?  
Hamburg, 04.07.2013**

AKADEMIE DER  
WISSENSCHAFTEN  
IN HAMBURG

# **Künstliche Intelligenz: Computer mit Augen, Ohren, Hand und Fuß - aber auch Verstand?**

Prof. Dr. rer. nat. Dr. h.c. mult.

**Wolfgang Wahlster**



**Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH  
Saarbrücken/Kaiserslautern/Bremen/Berlin**

**Tel.: (0681) 302-5252/4162**

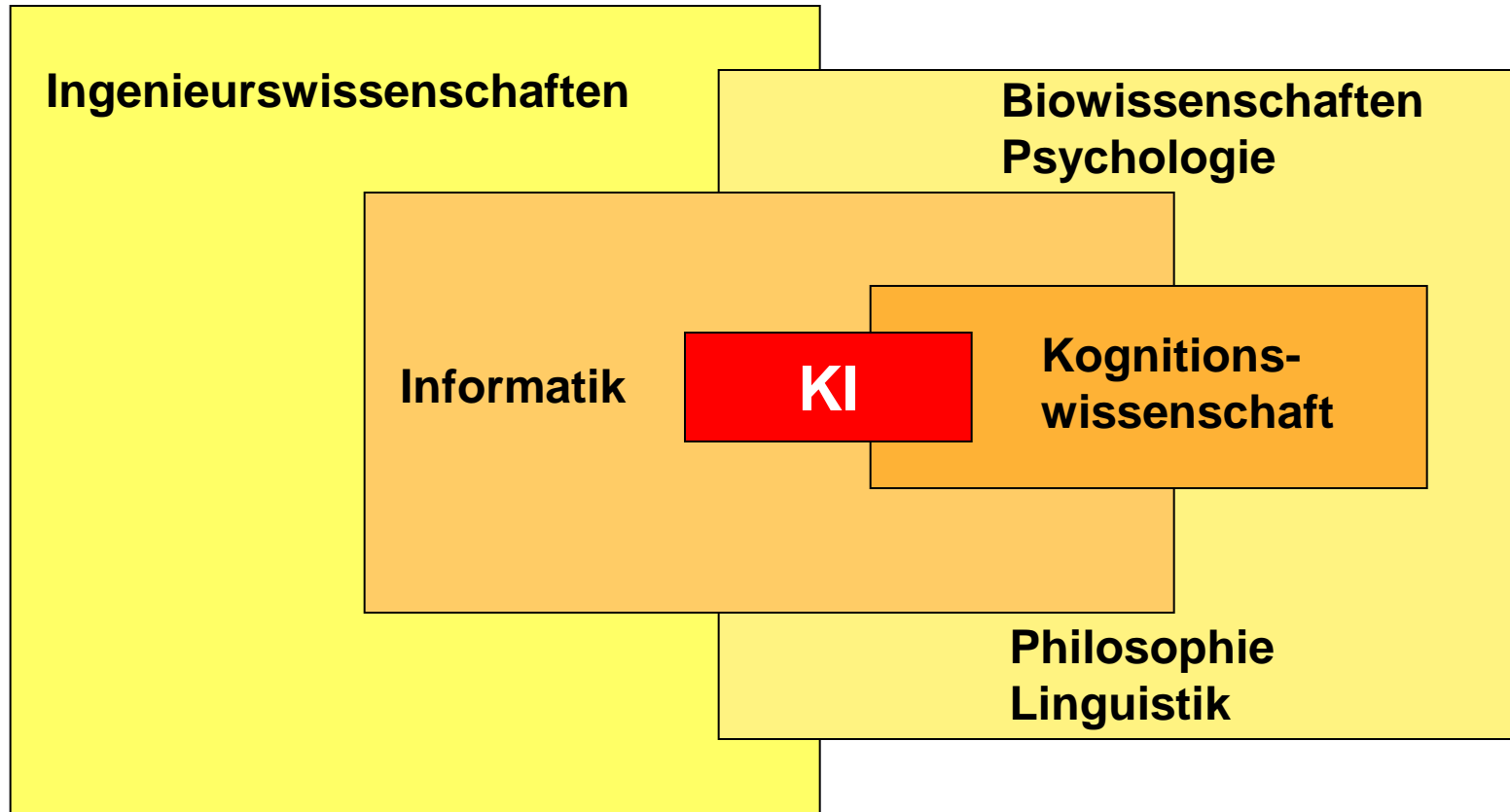
**Fax: (0681) 302-5383/5341**

**E-mail: [wahlster@dfki.de](mailto:wahlster@dfki.de)**

**[www.dfki.de/~wahlster](http://www.dfki.de/~wahlster)**

# Künstliche Intelligenz (KI) und Kognitions- wissenschaft

- Die KI hat:
- ingenieurwissenschaftliche Ziele
  - kognitionswissenschaftliche Ziele



Künstliche Intelligenz: Realisierung von intelligentem Verhalten und den zugrundeliegenden kognitiven Fähigkeiten auf Computern

# Das Fünfeck der Innovation



Standort Bremen



Außenstelle Osnabrück

Projektbüro Berlin



Standort Kaiserslautern



Standort Saarbrücken



# Gliederung

- 1. Merkmale kognitiver Agenten**
- 2. Intelligenz durch M2M-Kommunikation im Internet der Dinge**
- 3. Eingebettete Intelligenz am Beispiel der kommunizierender Autos und bio-inspirierter Roboter**
- 4. Ein Vergleich menschlicher und künstlicher Intelligenz**
- 5. Konklusion**

# Vergleich der Informations- verarbeitungsleistung: Mensch-Computer



$10^{11}$  Neuronen (100 Milliarden),  
 1 Billarde Synapsen  
 $10^{10}$  Operationen/Sek.  
 ca. 1400 g schwer  
 ca. Mensch ca. 9000 KJ Energietages-  
 bedarf: Nahrungsmittel min. 2000 € p.a.



K Computer, Fujitsu  
 640 000 Prozessoren mit  
 $5 \cdot 10^{14}$  Transistoren  
 $8 \cdot 10^{15}$  Operationen/Sek.  
 Mehrere Tonnen  
 ca. 8 Millionen € p.a.  
 Stromverbrauch

# Computer mit Hand und Fuß, Augen, Ohren und etwas Verstand: Fragen der Grundlagenforschung

Wie können Computer  
menschliche Sprache,  
Gestik und Mimik  
verstehen und erzeugen?

Wie können  
mobile Roboter  
Teams bilden und  
gemeinsam  
Ziele erreichen?

Wie können Computer  
Bilder und Filme  
interpretieren und  
erzeugen?

Wie können Computer  
für den Menschen  
unzugängliche Ort  
explorieren?



Wie können Computer  
aus Erfahrung lernen?

Wie können Computer  
zu intelligenten  
Assistenten  
für den Menschen  
werden?

Wie können Computer  
Emotionen von  
Menschen erkennen  
und darauf reagieren?

Wie können Computer  
auch aus unsicherer  
Information nützliche  
Schlussfolgerungen  
ziehen?

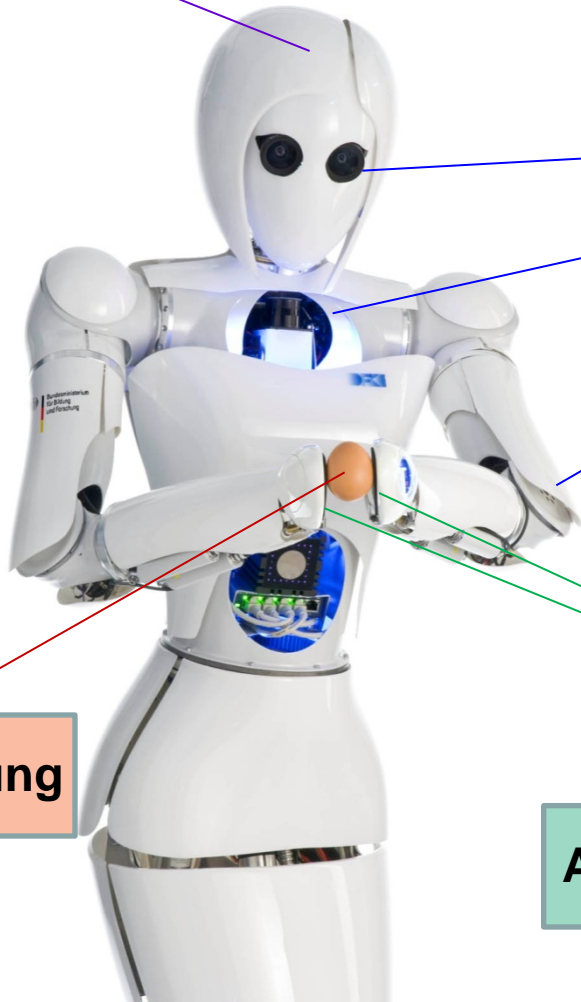
# Kognitive Agenten führen sensor- und planbasiert Handlungen in ihrer Umgebung aus

Intelligente Steuerung:  
Sensorbasierte Handlungsplanung

Sensoren (Wahrnehmung der Umgebung)

Umgebung

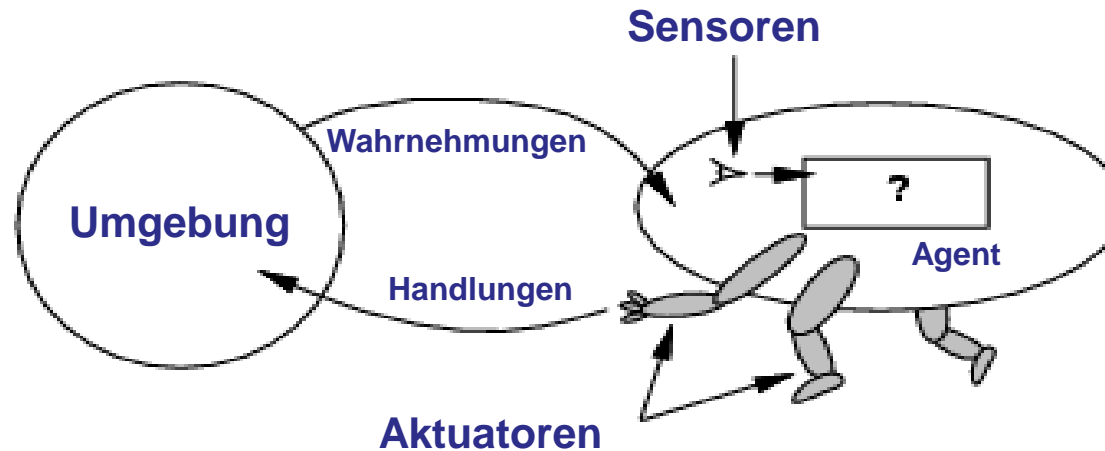
Aktuatoren (Änderungen in der Umgebung)





# Kognitive softwarebasierte Agenten

Ein kognitiver Agent ist ein Akteur, der seine Umgebung wahrnimmt und in der Umgebung handelt.



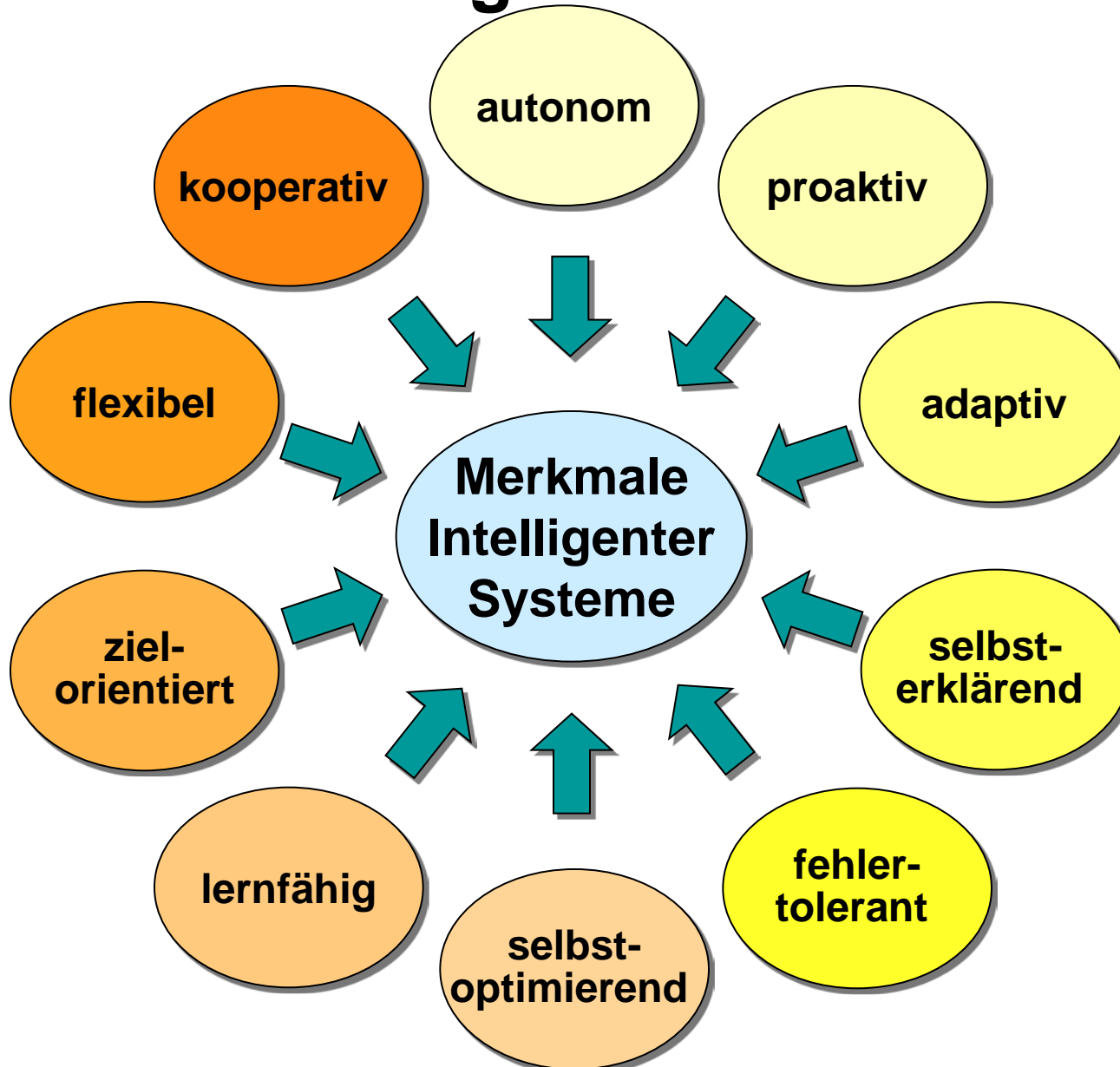
Die Agentenfunktion bildet Beobachtungsverläufe auf Aktionen ab:

$$[f: P^* \rightarrow \mathcal{A}]$$

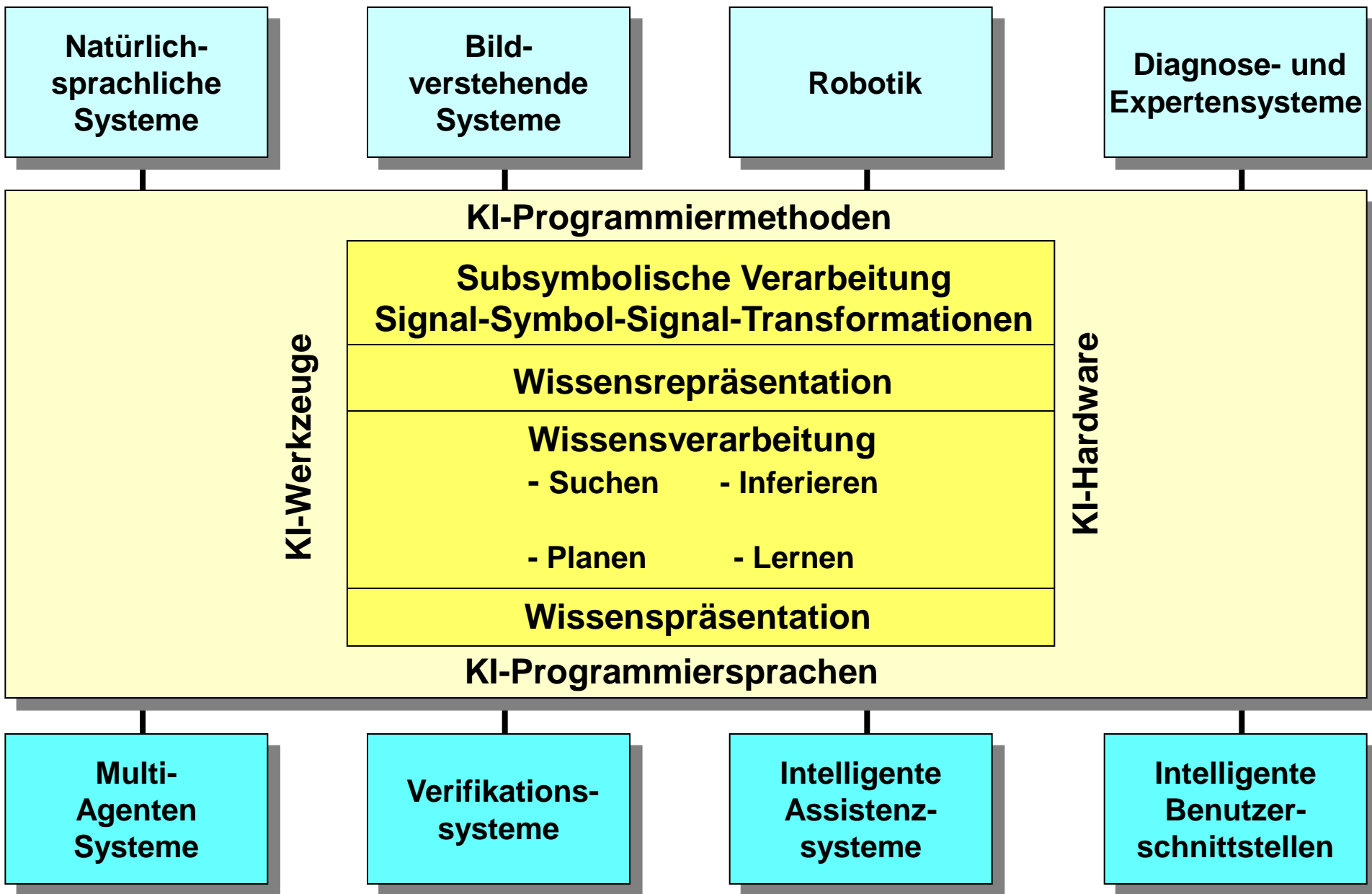
- Künstlicher Agent in der physischer Welt = **Roboter**
- Künstlicher Agent in einer virtueller Welt = **Softbot**



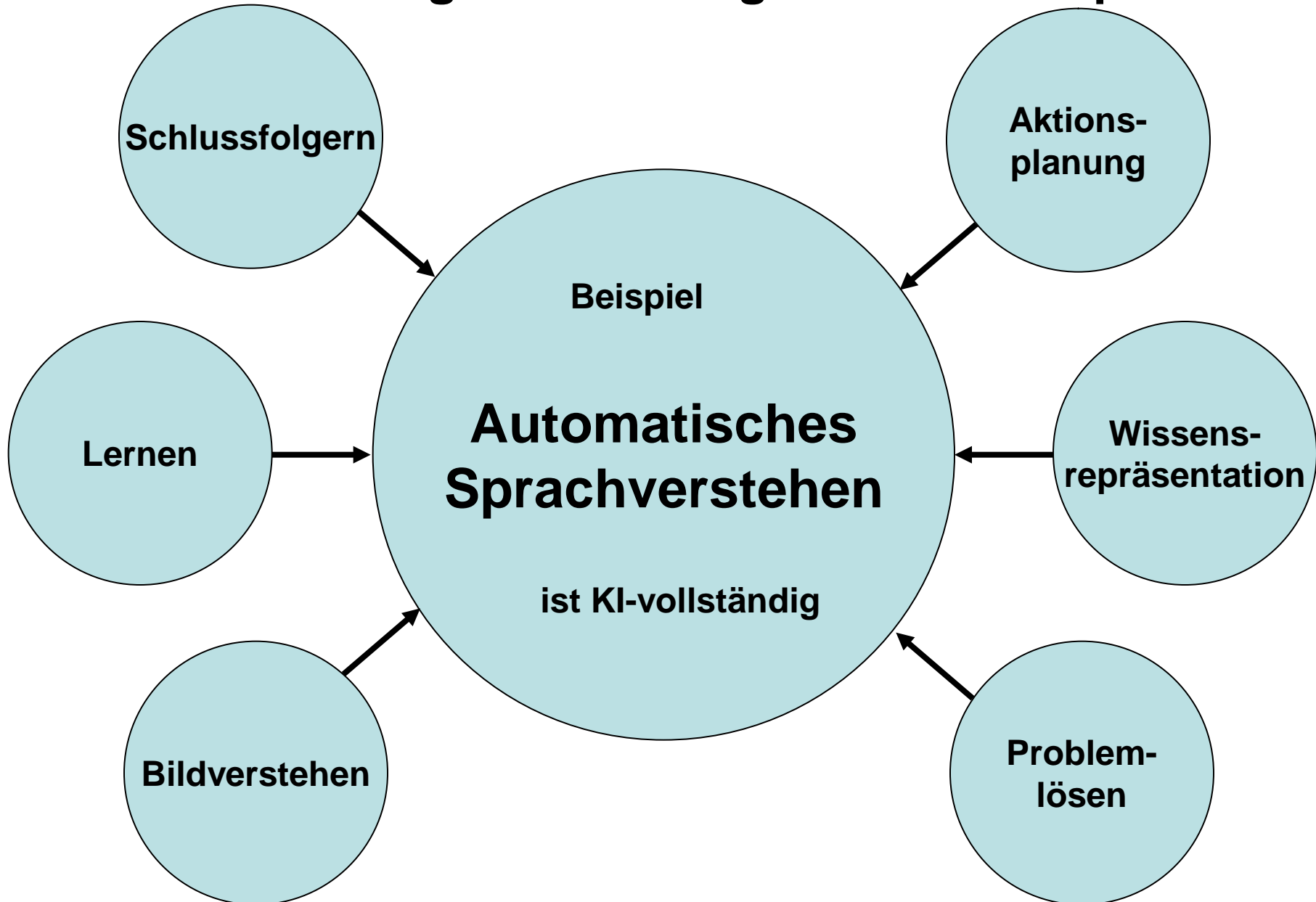
# Merkmale intelligenter IT-Systeme im Sinne der Künstlichen Intelligenz



# Kerngebiete und Anwendungsfelder der KI



# KI-Vollständigkeit: Einzelne Kognitive Leistungen sind mit allen anderen kognitiven Fähigkeiten verknüpft



# Biohybride Implantate und Exoskeletons



12 **Bleex-Exoskeleton**

**Cochlear  
Implantat**



**Netzhaut-Implantat  
(3x3 mm Chip)  
bei Retina-Pigmentosa**

# Exoskelette mit Künstlicher Intelligenz lassen Querschnittsgelähmte wieder laufen



# Durchbruchserfolge nach 50 Jahren Forschung zur Künstlichen Intelligenz

**KI-System schlägt  
Schachweltmeister**

Deep Blue / Deep Junior  
1997

**KI-System  
versteht u. übersetzt  
Telephongespräch**  
Verbmobil / C-STAR  
2001

**Drei große  
Herausforderungen**

**KI-System steuert  
fahrerloses Auto**

Stanley / VW Touareg  
2005





# Unsere sechs Zukunftslabore am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)



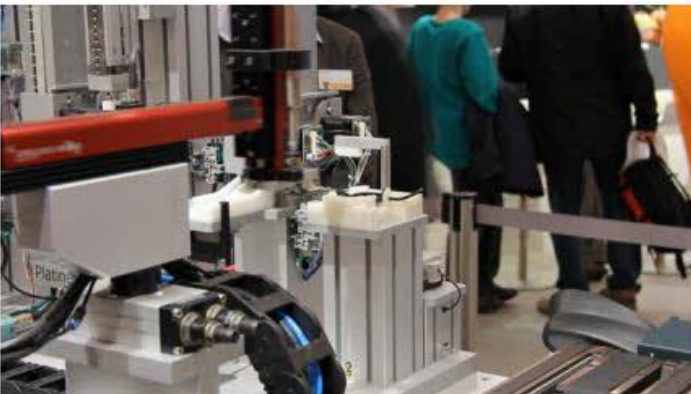
**Der Supermarkt  
der Zukunft  
IRL**



**Das Auto  
der Zukunft  
ADAS**



**Die Exploration  
der Zukunft  
RIC**



**Die Fabrik  
der Zukunft  
Smart Factory**



**Die Stadt  
der Zukunft  
Smart City**



**Die Seniorenwohnung  
der Zukunft  
BAALL**



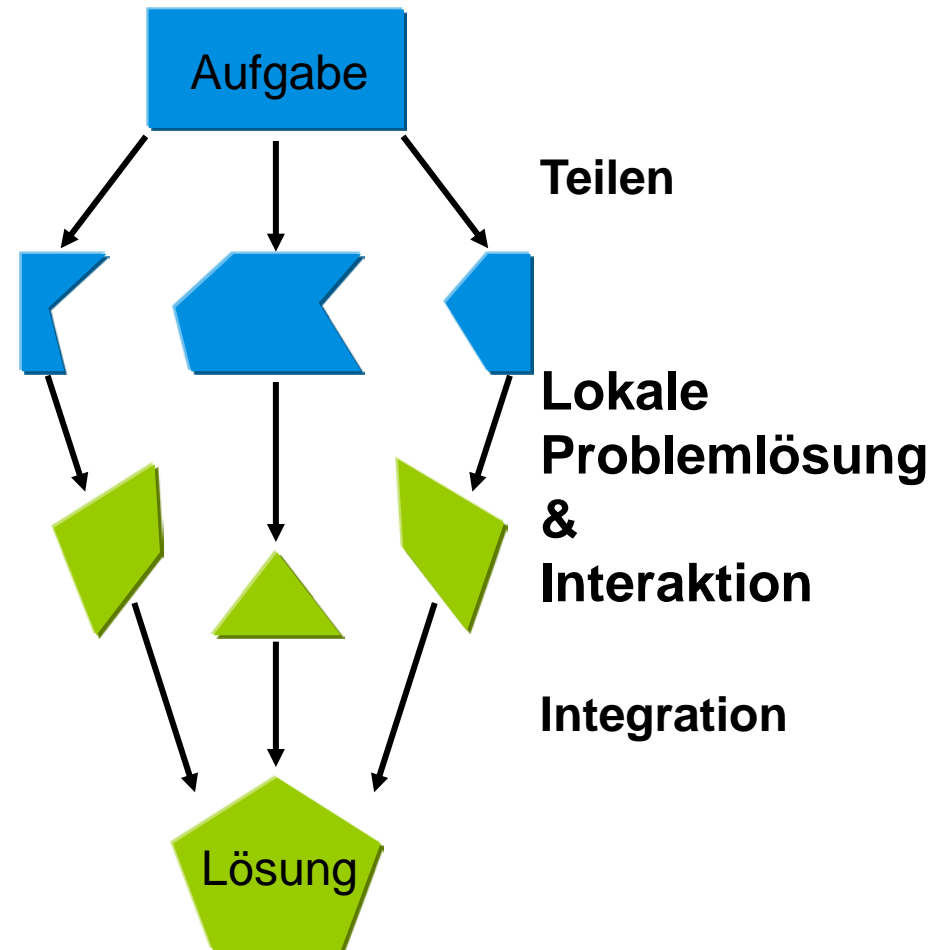
# Viele beschränkt intelligente Wesen können durch soziale Interaktion ein hochintelligentes Verhalten realisieren

Emergentes Problemlösungsverhalten

Teile und Herrsche



Metapher der Ameisenkolonie

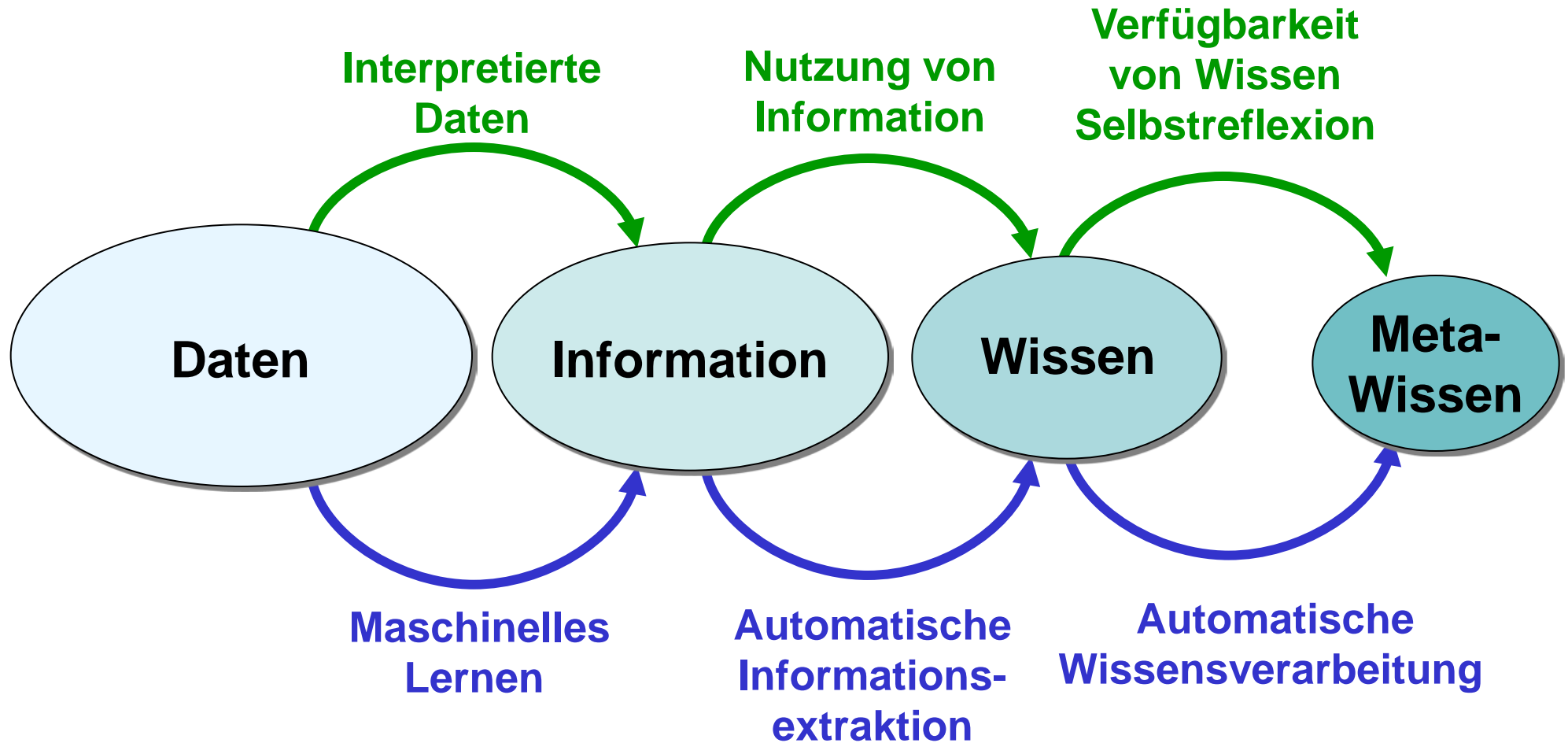


# Emergente Softwaresysteme: Simulation kollisionsfreien Fußgängerverhaltens

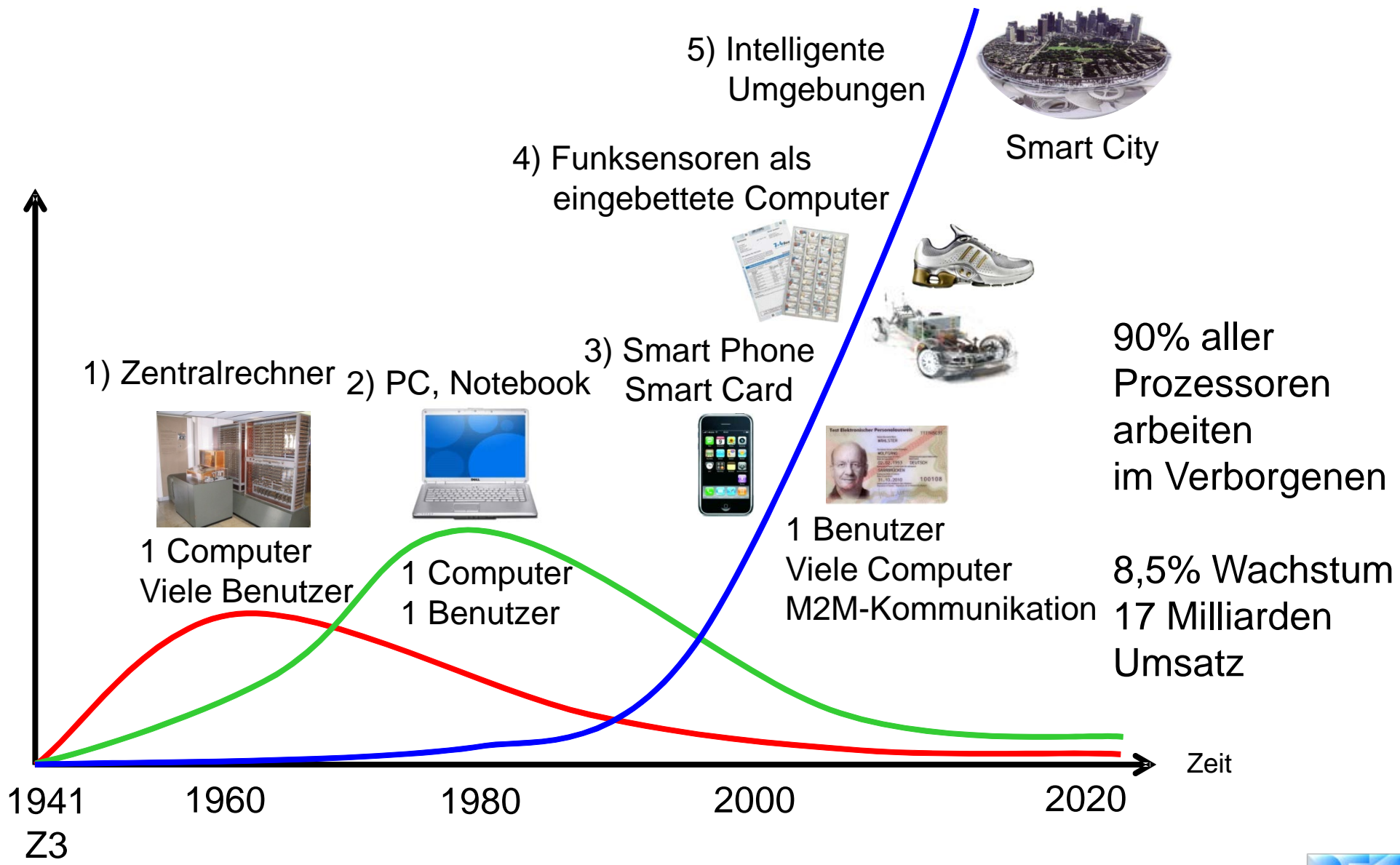


**Lokales Verhalten jedes Agenten führt zu globaler Kollisionsfreiheit**  
**Skalierbarkeit: 10, 100, 10 000 Agenten**

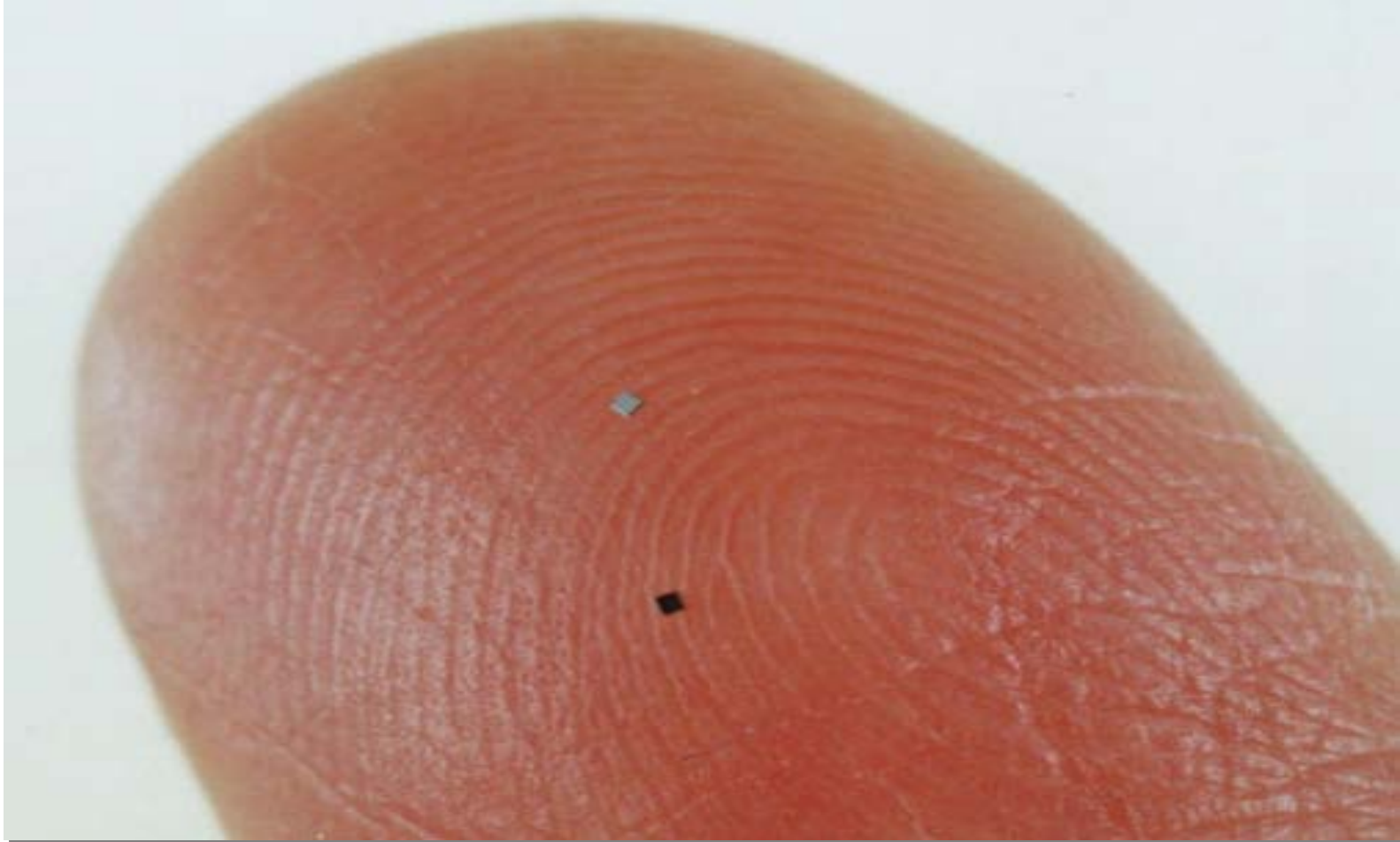
# Intelligenz beruht auf Wissensverarbeitung



# Vom Zentralcomputer über den PC und eingebettete Systeme zur intelligenten Umgebung



# Biokompatible Chips können implantiert oder verspeist werden



„Smart Dust“ = Elektronischer Staub (Hitachi Chip,  $0.15 \text{ mm}^2$ )

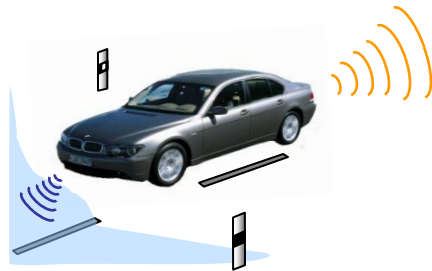


# M2M-Kommunikation im Internet der Dinge

## Eingebettete Systeme als Sender



Seniorenwohnung



Fahrzeug



Eilpaket

## Nachricht über Internet

Urgroßmutter in Wohnzimmer gestürzt, kommt ohne Hilfe nicht hoch

Aquaplaninggefahr direkt hinter Auffahrt Rüsselsheim-Mitte

Liege schon seit 6 Stunden im Zollamt in Mexico-City



## Eingebettete Systeme als Empfänger

Mitteilung an Handys aller Angehörigen

Mitteilung an Fahrerassistenzsystem aller Autos in der Umgebung

Mitteilung an Logistiksystem sowie Spediteur und Auftraggeber

# M2M-Kommunikation im Internet der Dinge

## Eingebettete Systeme als Sender



Hydraulik am Fließband

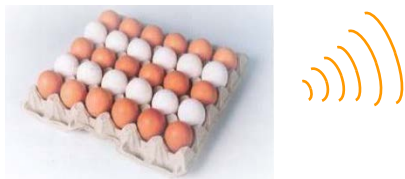
## Nachricht über Internet

Öldruck seit 10 Minuten fallend, Wartung in den nächsten 2 Stunden erforderlich



## Eingebettete Systeme als Empfänger

Mitteilung an Fabrikleitstand



Palette mit Frischeiern

Eier waren mehr als 25 Grad ausgesetzt - Salmonellengefahr



Mitteilung an Qualitätsmanagement



Medikamentenblister

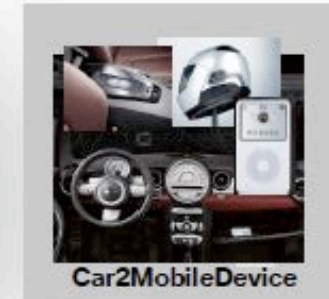
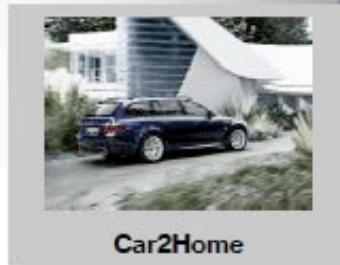
Pillen am Mittag vom Patienten nicht eingenommen



Mitteilung an Gesundheitsassistenzsystem

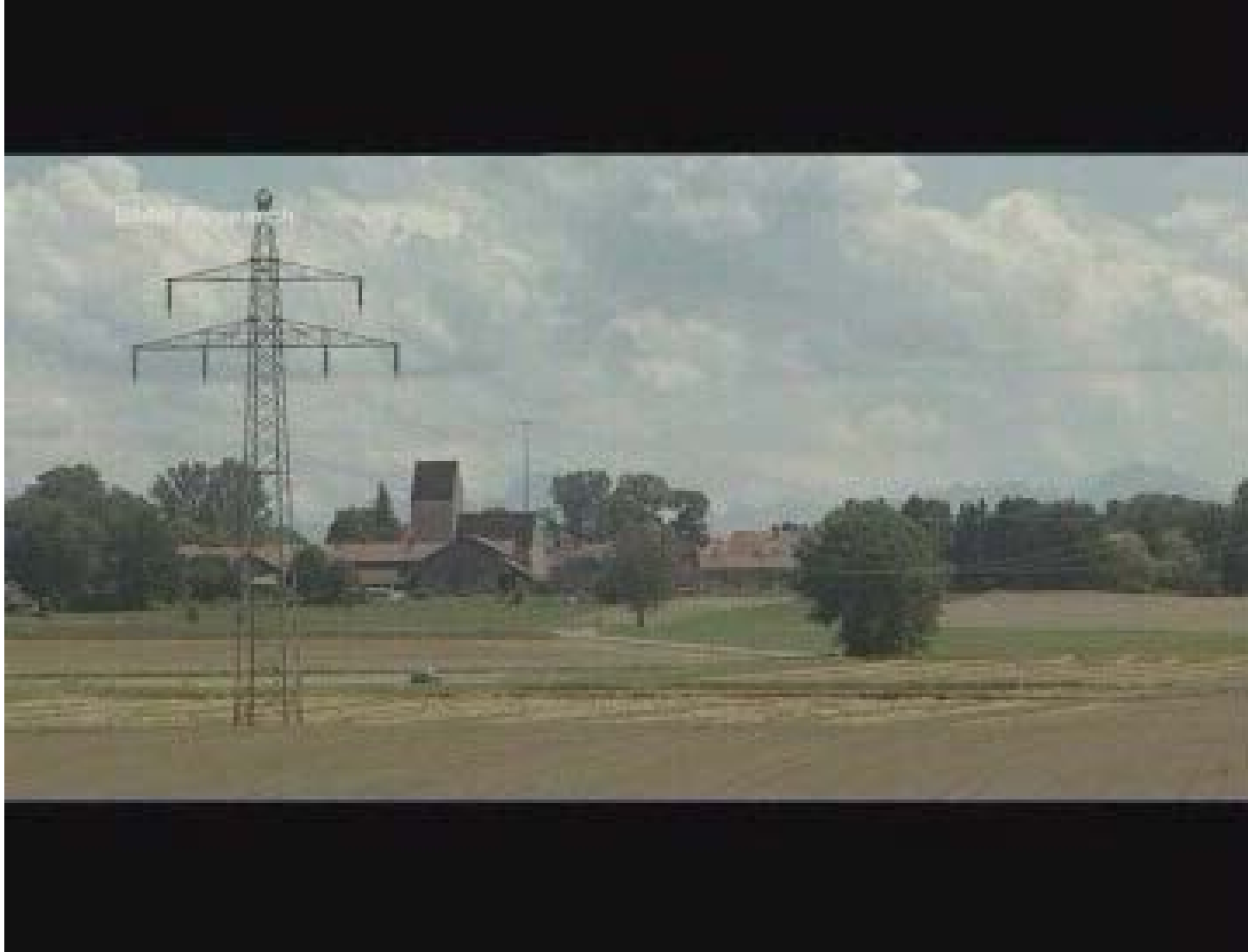


# Car2X-Kommunikation: Das Auto als fahrender Sensor-Knoten, mobiler Computer und mobiler Internet- Knoten



1. Mehr Sicherheit
2. Weniger CO2
3. Bessere Effizienz
4. Bessere Kommunikation

# Künstliche Intelligenz in kommunizierenden Autos verhindert Unfälle



# Automatische Austausch von Sensorischer Information

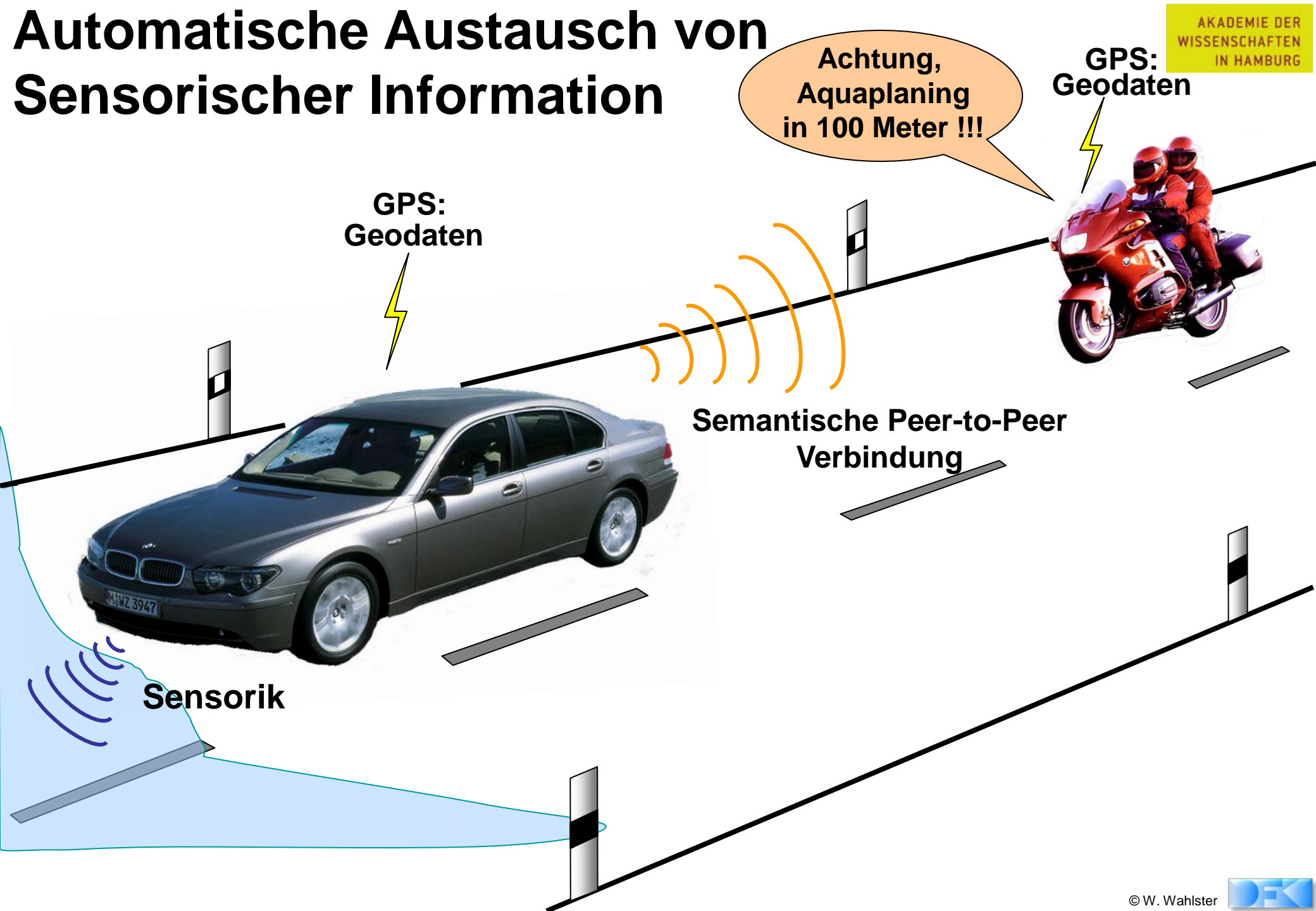
Achtung, Aquaplaning in 100 Meter !!!

GPS: Geodaten

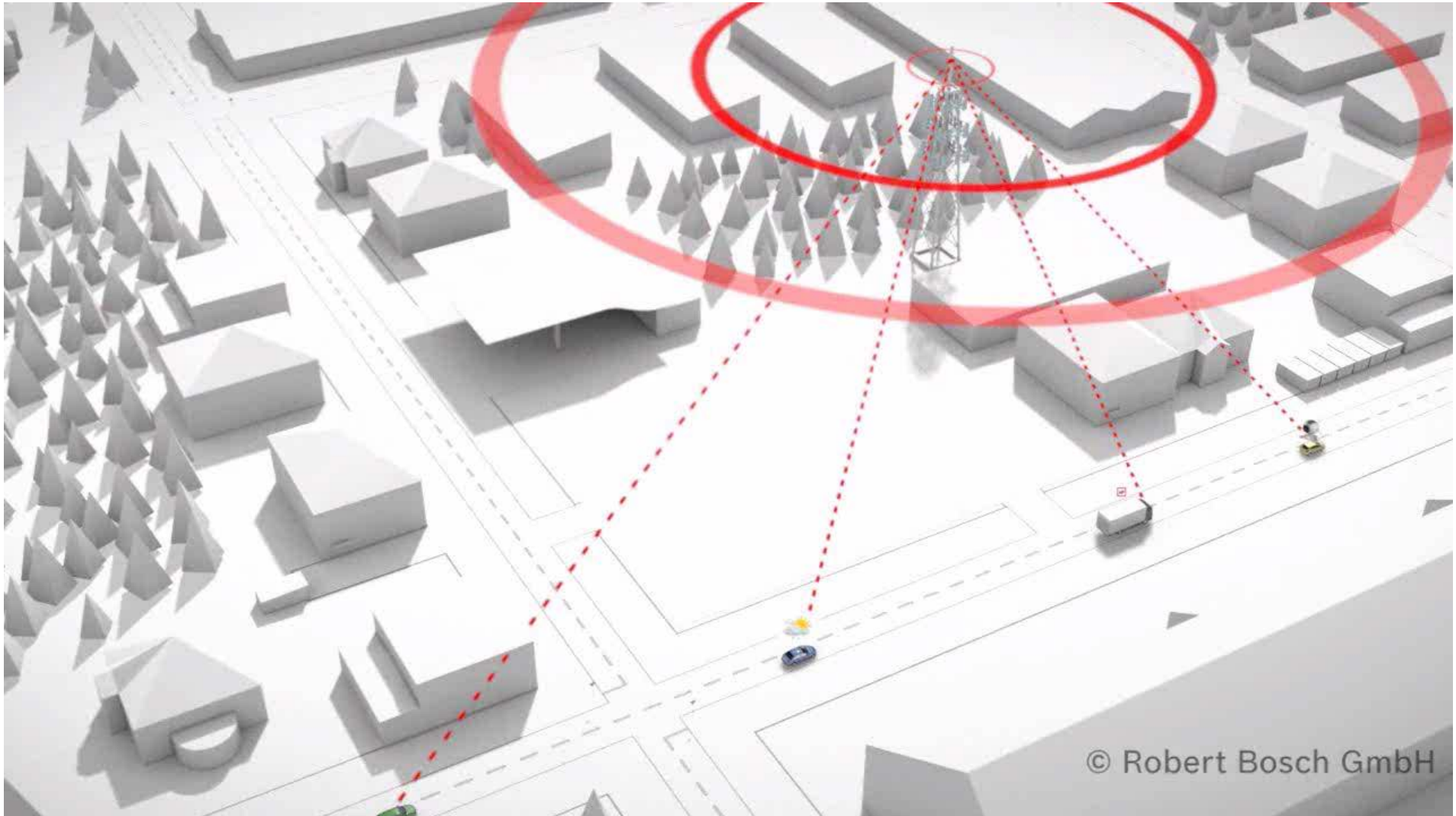
GPS: Geodaten

Semantische Peer-to-Peer Verbindung

Sensorik



# Informationsaustausch zwischen Fahrzeugen über drahtloses Internet



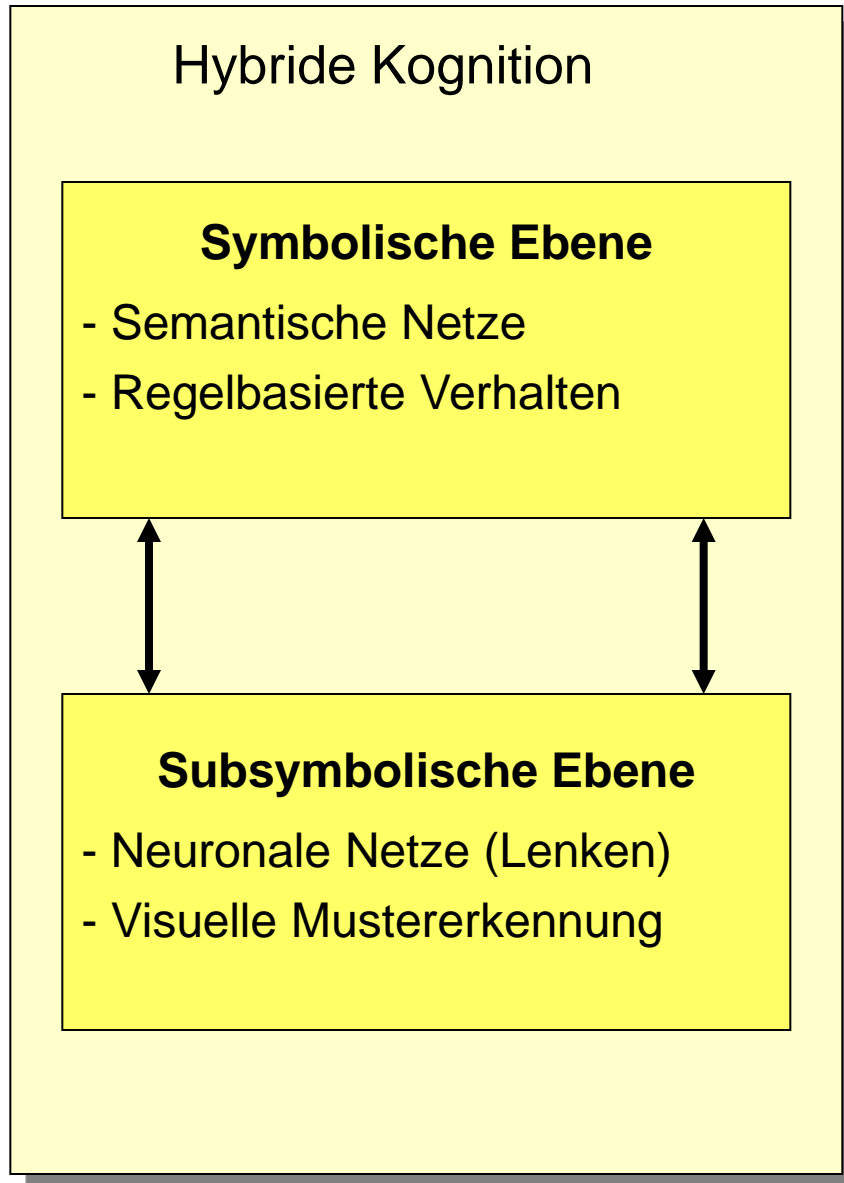
# Lokale Gefahrenwarnung über Car2X-Kommunikation



© Robert Bosch GmbH



# Das Zusammenspiel bewußter und unbewußter Kognitionsprozesse



## Beispiel: Autofahren

- Fahrzeug gemäß Verkehrsregeln und Zielvorgabe lenken
- wissensintensive höhere kognitive Prozesse mit Erklärungsmöglichkeit
- weniger zeit- und störkritische Verarbeitung



- Fahrzeug auf der Fahrbahn halten
- unbewußter senso-motorischer Prozeß, keine Erklärungsmöglichkeit
- sehr schnelle, robuste Verarbeitung

# Cyber-Physische Systeme für Mobilitätskonzepte der Zukunft

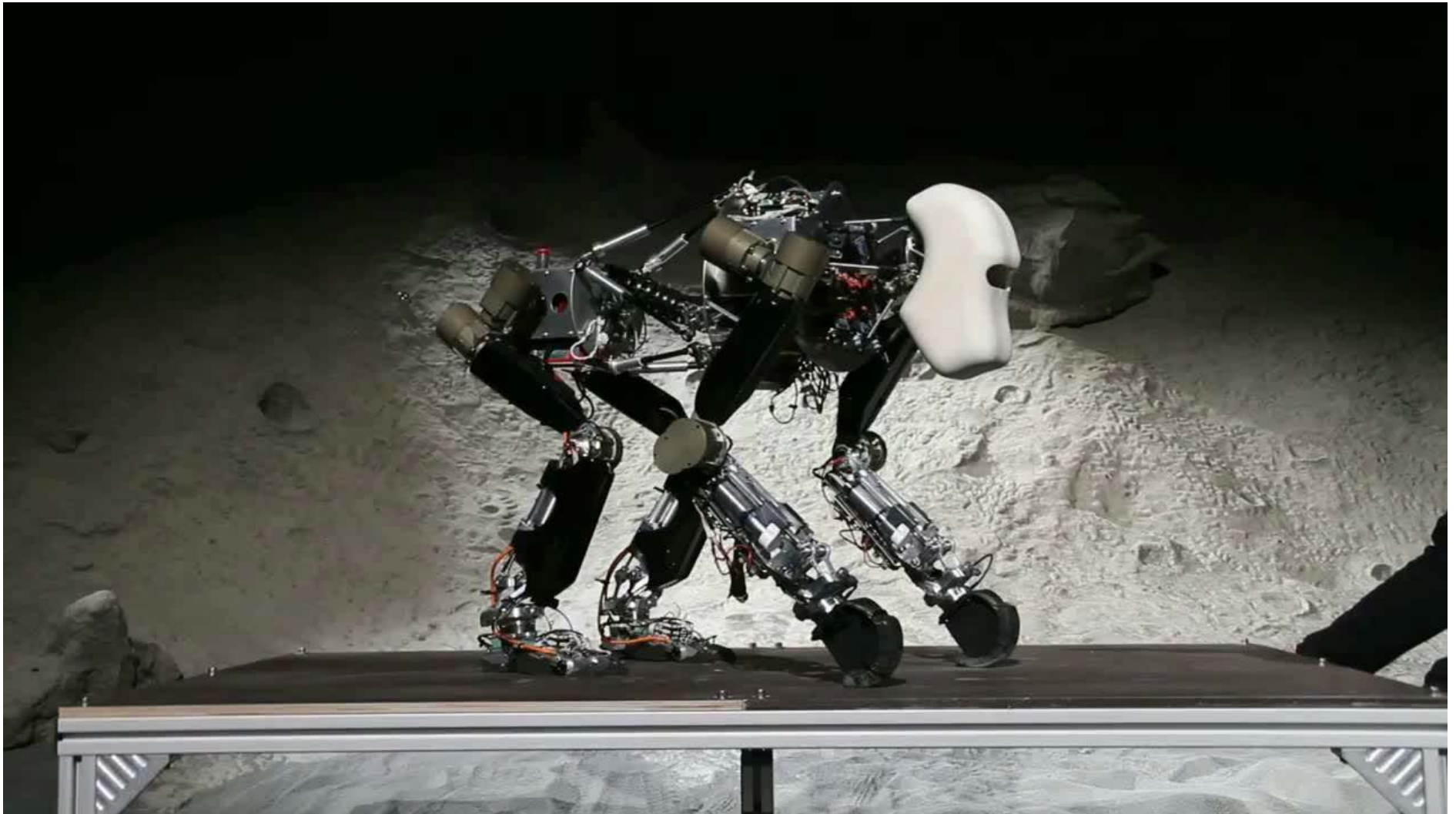


**Das vernetzte und wandlungsfähige  
Elektromobil EO des DFKI**



# Asguard: ein bioinspirierter DFKI-Roboter für schwieriges Gelände







## DFKI-Tauchroboter als Wasserschlange



# BigDog als robuster Roboter im Schnee und bei Glatteis



# Der weibliche Roboter AILA des DFKI beim Einkauf





# Humanoide Roboterfußballweltmeisterschaft: DFKI Weltmeister 2013 und Europameister 2013



# IKT in der Medizintechnik: eingebettete Systeme in Implantaten und im intelligenten Operationssaal



**Programmierbarer  
Herzschrittmacher**



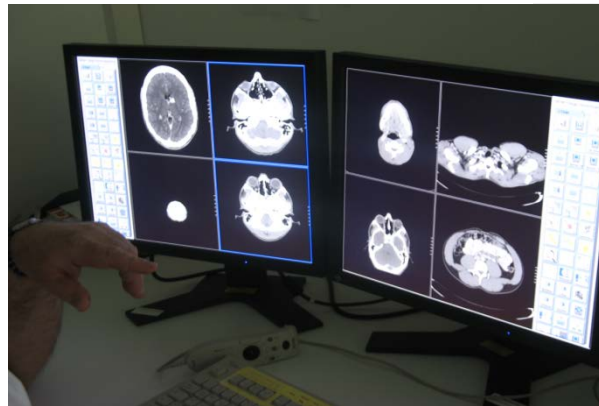
**Spracherkenner  
im Cochlear  
Implantat**



**Pille mit  
Funkkamera zur  
Darmuntersuchung**



**Netzhaut-Implantat  
bei Retina-Pigmentosa**



**THESEUS Medico: Relevante Bildinhalte am Arbeitsplatz des Arztes**

# Mit allen Sinnen mit Computern interagieren – ohne Tastatur und Maus



**Sprache**



**Graphik**



**Gestik**



**Biometrie**

**Multimodale  
Interaktion**








**Mimik**



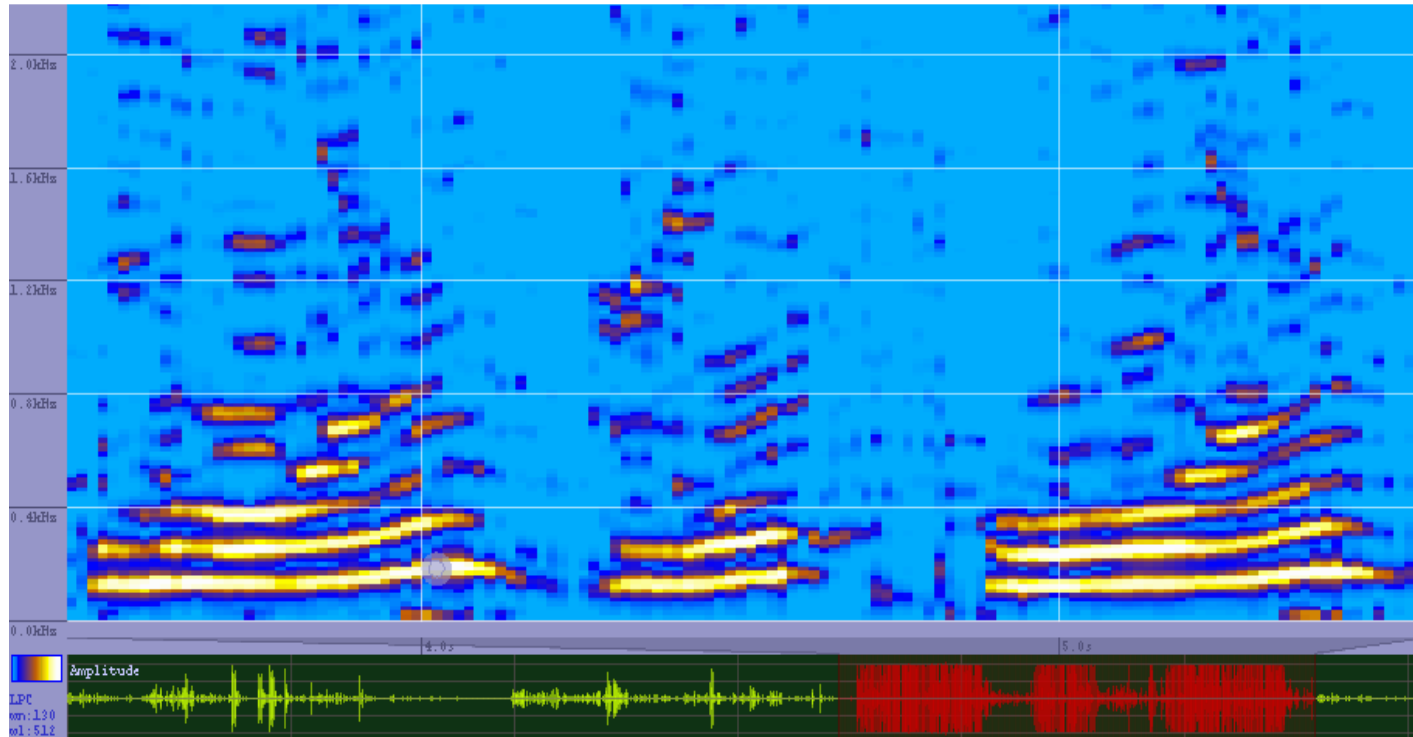
**Physische Aktion**

# Die Bandbreite menschlicher Perzeption

Sensor system	Gesamte Bandbreite (Bit/Sek.)	Bewußt wahrgenommene Bandbreite (Bit/Sek.)
 Sehen	10.000.000	40
 Hören	100.000	30
 Tasten	1.000.000	5
 Schmecken	1.000	1
 Riechen	100.000	1

nach: R. Kay 2001

# Warum ist Sprachverstehen für den Computer so schwer?



Urlauber wollen wieder me:r ans me:r“



# Mobile erweiterte Realität mit Künstlicher Intelligenz



# Künstliche Intelligenz versus Menschliche Intelligenz

## Dimensionen der Intelligenz



versus



### Sensomotorische Intelligenz

in Präzision von Sensorik und Aktuatorik in Spezialgebieten überlegen, aber nicht in der Kombination aller Sinne

### Kognitive Intelligenz

in Geschwindigkeit, Datenmengen, Expertenwissen und Ausdauer in Spezialgebieten überlegen, aber nicht in der Alltagsintelligenz in unerwarteten Situationen

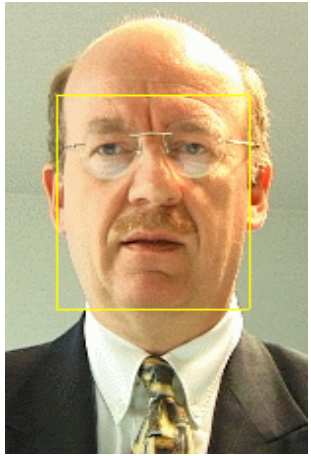
### Emotionale Intelligenz

mit einfachen Emotionsmodellen erst ganz am Anfang, Mensch ist eindeutig überlegen

### Soziale Intelligenz

Teamgeist bei Robotern (Fußball-, Rettungsmannschaft) erst ganz am Anfang, Mensch ist eindeutig überlegen

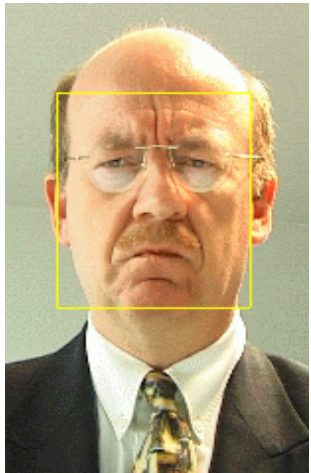
# Automatische Erkennung und Generierung von Emotionen



neutral



ärgerlich



neutral



ärgerlich



# Künstliche Intelligenz: besser als unser Gehirn?

$$[f: P^* \rightarrow \mathcal{A}]$$

0100010	$\frac{2\sqrt{2}}{9801} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(4n)! \cdot 1!}{(n!)^4} \cdot \frac{1!}{1!}$
0101001	$\frac{2\sqrt{2}}{9801} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(4n)! \cdot 1!}{(n!)^4} \cdot \frac{1!}{1!}$
1000100	$2 \cdot \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos(n\theta)}{\cosh(n\pi)}$

$$[f: P^* \rightarrow \mathcal{A}]$$

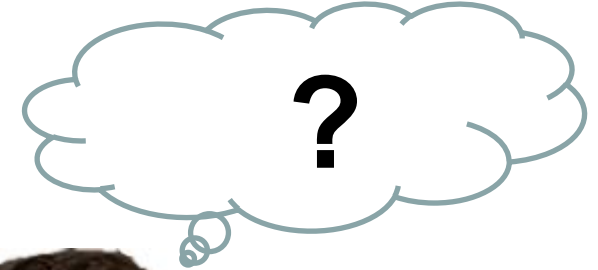
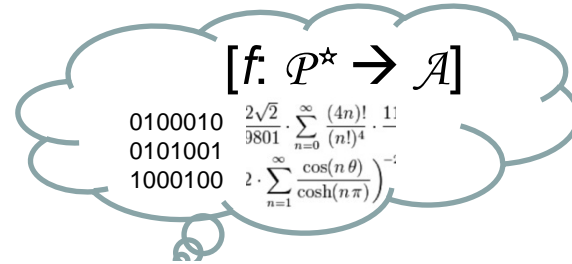
0100010	$\frac{2\sqrt{2}}{9801} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(4n)! \cdot 1!}{(n!)^4} \cdot \frac{1!}{1!}$
0101001	$\frac{2\sqrt{2}}{9801} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(4n)! \cdot 1!}{(n!)^4} \cdot \frac{1!}{1!}$
1000100	$2 \cdot \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos(n\theta)}{\cosh(n\pi)}$



**Antwort : Noch lange nicht !**

**Aber:**

# Künstliche Intelligenz ist besser als natürliche Dummheit.





# Konklusionen

1. Künstliche Intelligenz versucht, die Beschränkungen menschlicher Sensorik, Aktorik und Kognition durch Informatiksysteme zu überwinden.
2. Künstliche Intelligenz (KI) steht auch für **künftige Informatik**, weil man immer an die Grenzen des technisch Machbaren geht.
3. In der Alltagsintelligenz zur raschen Entscheidung in unerwarteten Situationen ist der Mensch den KI-Systemen klar überlegen, während reine Expertenaufgaben oft effizienter von KI-Systemen erledigt werden können.
4. KI-Systeme sind heute im Alltag als Assistenzsysteme im Auto, auf dem SmartPhone und in der Fabrik zu alltäglichen Helfen geworden.
5. Ethische Probleme entstehen bei Biohybrid-Systemen außerhalb medizinischer Anwendungen beim Einbau von Intelligenzverstärkern in menschliche Körper.

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit**

