

# Programmiermodelle für Mobile Cyber-physische Systeme

**Martin Richter** Christine Jakobs Matthias Werner

[martin.richter@informatik.tu-chemnitz.de](mailto:martin.richter@informatik.tu-chemnitz.de)



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
CHEMNITZ

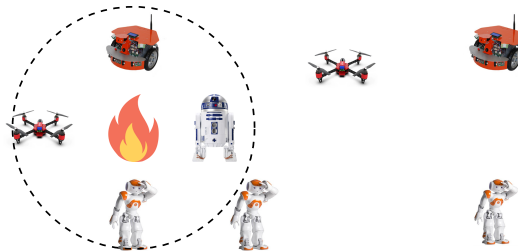
# Motivation

- ▶ Verteiltheit, Kommunikation, Mobilität, Heterogenität
- ▶ Interaktion mit der Umgebung
- ▶ Programmierung ist fehleranfällig und komplex
- ▶ Wie benötigen **Abstraktionen!**



# Grundlagen

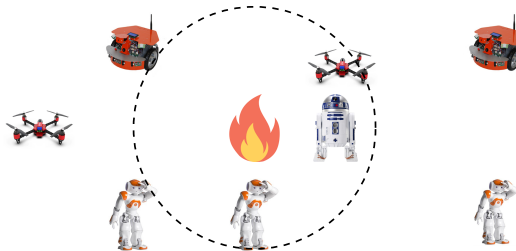
- ▶ Physische Phänomene, Ausführungseinheiten, Applikationen
- ▶ Mobilität in allen Bereichen
- ▶ Koordination entsprechend Umgebung und Applikationen



1 / 4

# Grundlagen

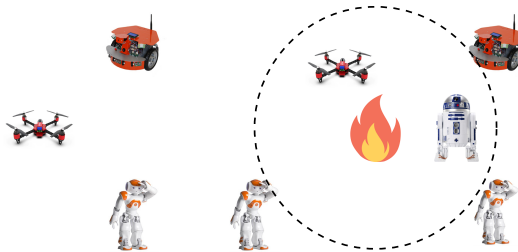
- ▶ Physische Phänomene, Ausführungseinheiten, Applikationen
- ▶ Mobilität in allen Bereichen
- ▶ Koordination entsprechend Umgebung und Applikationen



2 / 4

# Grundlagen

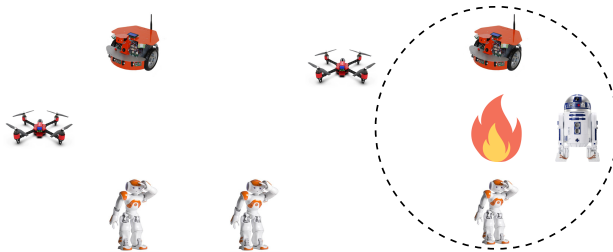
- ▶ Physische Phänomene, Ausführungseinheiten, Applikationen
- ▶ Mobilität in allen Bereichen
- ▶ Koordination entsprechend Umgebung und Applikationen



3 / 4

# Grundlagen

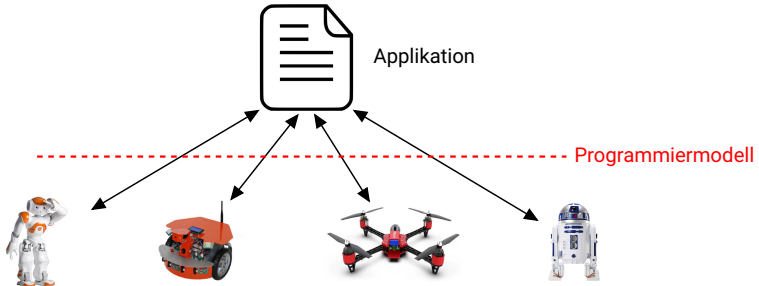
- ▶ Physische Phänomene, Ausführungseinheiten, Applikationen
- ▶ Mobilität in allen Bereichen
- ▶ Koordination entsprechend Umgebung und Applikationen



4 / 4

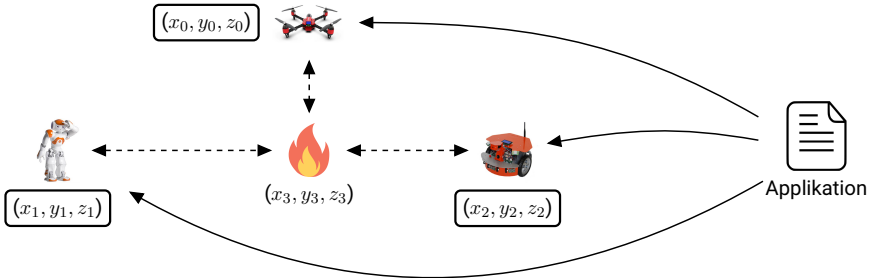
# Programmiermodelle

- ▶ Beschreiben Sicht des Programmierers auf das System
- ▶ Abstraktion von Systemeigenschaften (Transparenz)
- ▶ Steuerung/Beobachtung von Eigenschaften (Bewusstsein)



# Problemstellung

- ▶ Klassisch: Verteiltheits-, Orts- und Bewegungstransparenz
- ▶ CPS: orts- und bewegungsbewusstes Agieren von Geräten für Interaktion mit Umgebung
- ▶ Gewünscht: Verteiltheitstransparenz, Orts- und Bewegungsbewusstsein





## Ziel

**Besteht ein Bedarf an weiterer Forschung?**

## Ziel

# Besteht ein Bedarf an weiterer Forschung?

## 1. Architekturmodell für CPS

## Ziel

# Besteht ein Bedarf an weiterer Forschung?

1. Architekturmodell für CPS
2. Gewünschte Eigenschaften von Programmiermodellen auf verschiedenen Ebenen

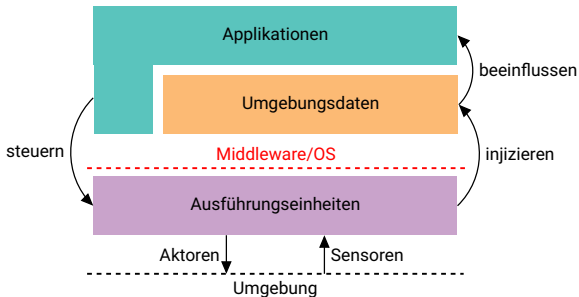
# Ziel

## Besteht ein Bedarf an weiterer Forschung?

1. Architekturmodell für CPS
2. Gewünschte Eigenschaften von Programmiermodellen auf verschiedenen Ebenen
3. Existieren entsprechende Modelle?

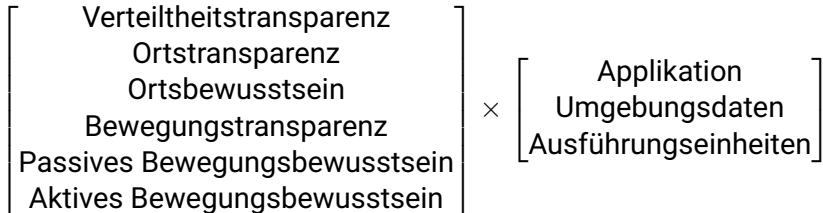
## Architekturmodell

- ▶ Applikationen und Daten verteilt über Ausführungseinheiten
- ▶ Umgebungsdaten sind Abbild von physischen Phänomenen
- ▶ Erzeugung durch Aggregation



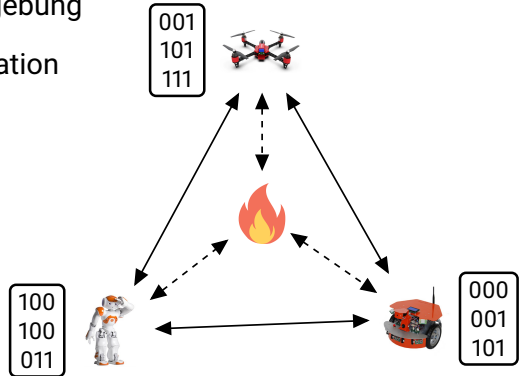
# Eigenschaften von Programmiermodellen

- ▶ Applikationen, Umgebungsdaten, Ausführungseinheiten (siehe Architekturmodell)
- ▶ Fokus auf Verteiltheit, Ort und Bewegung (aktiv oder passiv)
- ▶ **Transparenz oder Bewusstsein?**



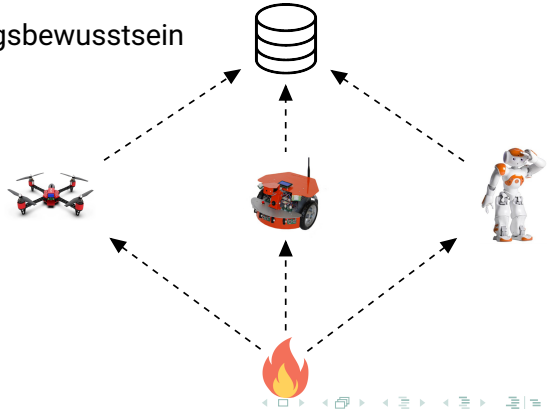
## Ausführungseinheiten: Gewünschte Eigenschaften

- ▶ Führen Applikationen aus und sammeln Daten
- ▶ Orts- und Bewegungsbewusstsein (aktiv oder passiv) für Interaktion mit Umgebung
- ▶ Heterogenität, Koordination



## Umgebungsdaten: Gewünschte Eigenschaften

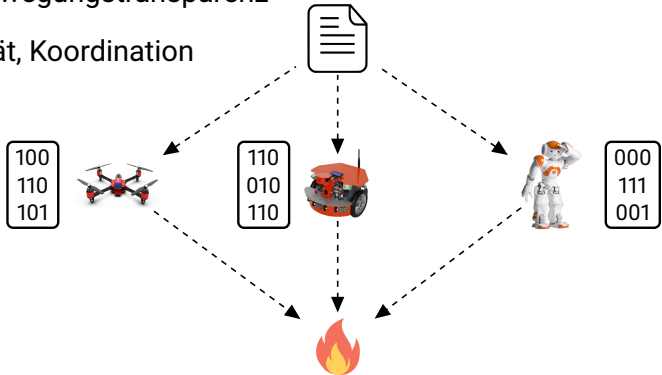
- ▶ Stellen mobile physische Phänomene dar
- ▶ Verteiltheitstransparenz (Aggregation)
- ▶ Orts- und Bewegungsbewusstsein (aktiv oder passiv)





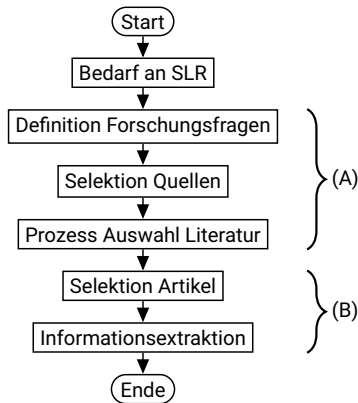
# Applikationen: Gewünschte Eigenschaften

- ▶ Verteiltheitstransparenz
- ▶ Orts- und Bewegungstransparenz
- ▶ Heterogenität, Koordination



# Systematische Literaturrecherche (SLR)

- ▶ Bisher: Eigenschaften von Modellen für Klassifikation
- ▶ Systematische Analyse existierender Ansätze mit Fokus auf mobile verteilte Systeme
- ▶ Kitchenham<sup>1</sup> and Biolchini et al.<sup>2</sup> als Templates
- ▶ Planung (A) and Ausführung (B)



<sup>1</sup> Kitchenham. Procedures for performing systematic reviews.

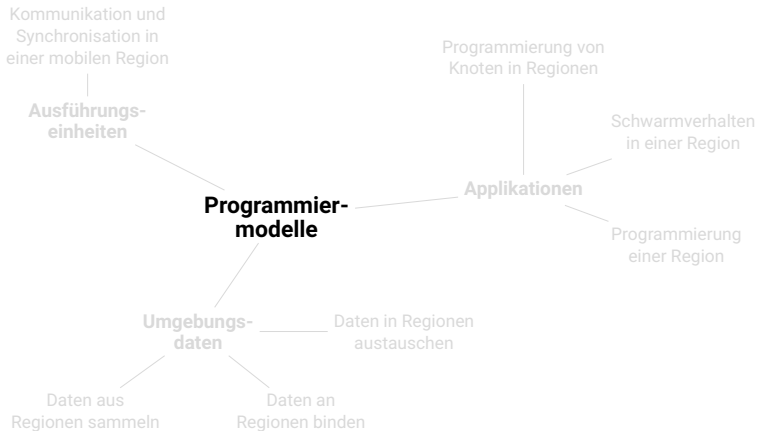
<sup>2</sup> Biolchini, Mian, Natali, and Travassos. Systematic review in software engineering.

# Ergebnisse

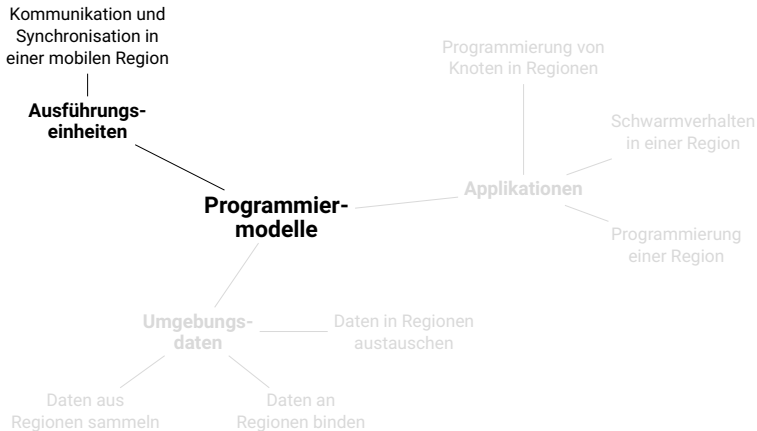
- ▶ 16 Ansätze gefunden, die
  1. Programmiermodelle für mobile verteilte Systeme betrachten
  2. Verteiltheit, Ort und Bewegung berücksichtigen
  
- ▶ Konzentrieren sich auf verschiedene Aspekte von mobilen CPS

Ebene \ Eigenschaft	Verteiltheits- transparenz	Orts- transparenz	Orts- bewusstsein	Bewegungs- transparenz	Bewegungs- bewusstsein	
					passiv	aktiv
Applikationen	5	2	5	4		3
Umgebungsdaten	4	5	7	8	1	3
Ausführungseinheiten	N/A	1	15	3	13	

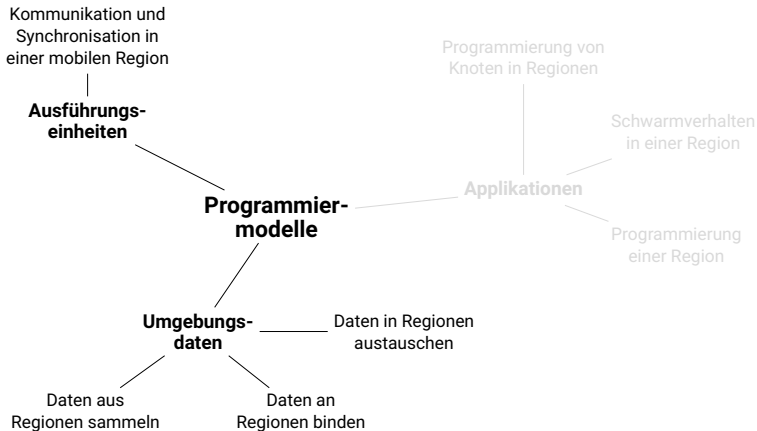
# Analyse



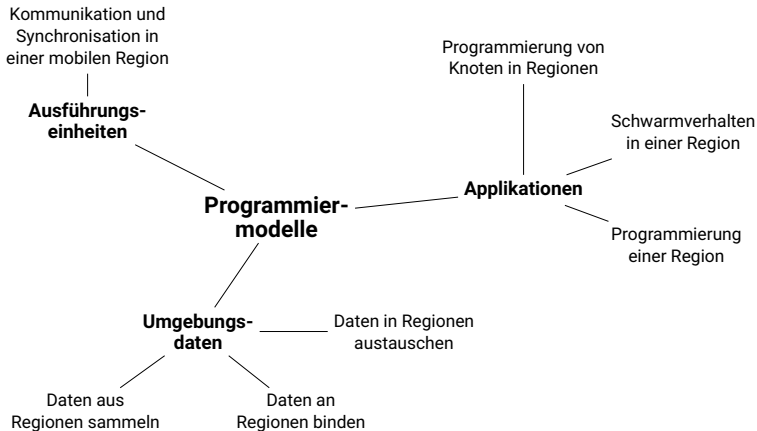
# Analyse



# Analyse



# Analyse



## Fazit

- ▶ Ausführungseinheiten: *Autonomous Virtual Mobile Nodes* von Dolev et al.
  - ▶ Kommunikation und Synchronisation in einer mobilen Region
- ▶ Daten: *Hovering Data Clouds* von Ebers et al.
  - ▶ Sammeln von Daten in mobilen Regionen (entsprechend physischer Phänomene)
- ▶ Applikationen: /
  - ▶ Keine Unterstützung von Koordination
  - ▶ Statische Regionen



## Fazit

- ▶ Ausführungseinheiten: *Autonomous Virtual Mobile Nodes* von Dolev et al.
  - ▶ Kommunikation und Synchronisation in einer mobilen Region
- ▶ Daten: *Hovering Data Clouds* von Ebers et al.
  - ▶ Sammeln von Daten in mobilen Regionen (entsprechend physischer Phänomene)
- ▶ Applikationen: /
  - ▶ Keine Unterstützung von Koordination
  - ▶ Statische Regionen



**Es besteht ein Bedarf an weiterer Forschung!**

# Ausblick

- ▶ Komposition und Anpassung existierender Modelle
- ▶ Formalisierung
- ▶ Berücksichtigung von Heterogenität
- ▶ Koordination von Ausführungseinheiten, auf Basis von Applikationen, Fähigkeiten, Ort und Bewegung

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

# Quellen

-  [R2D2] [https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/712Lwo7hMoL.\\_AC\\_SX425\\_.jpg](https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/712Lwo7hMoL._AC_SX425_.jpg)
-  [Drone] <https://i.all3dp.com/cdn-cgi/image/fit=cover,w=1284,h=722,gravity=0.5x0.5,format=auto/wp-content/uploads/2020/01/28160542/Drone-cover.jpg>
-  [Flame-Icon] [https://www.flaticon.com/free-icon/flame\\_426833](https://www.flaticon.com/free-icon/flame_426833)
-  [App-Icon]  
<https://www.iconsdb.com/black-icons/text-file-5-icon.html>
-  [Data-Icon] <http://icons.iconarchive.com/icons/icons8/ios7/512/Data-Database-icon.png>

# SLR Forschungsfragen

- ▶ Abgeleitet von Eigenschaften der Programmiermodelle
- ▶ Welche Eigenschaften besitzen existierende Modelle für mobile verteilte Systeme?

Ebene \ Eigenschaft	Verteiltheits- transparenz	Orts- transparenz	Orts- bewusstsein	Bewegungs- transparenz	Bewegungs- bewusstsein (passiv/aktiv)
Applikationen	X	X		X	
Umgebungsdaten	X		X		X
Ausführungseinheiten	N/A		X		X

## Auswahl von Quellen

- ▶ Anforderungen: Stichwortsuche, Online-Verfügbarkeit, englische oder deutsche Artikel
- ▶ Mehrere Testdurchläufe von Stichwortsuche
- ▶ Entsprechende Anpassung des Suchterms
- ▶ Gewählte Quelle ist *Google Scholar*

Quelle	# Ergebnisse
<i>IEEE Xplore</i>	4
<i>Springer Link</i>	95
<i>ACM Digital Library</i>	44
<i>Science Direct</i>	227
<i>Google Scholar</i>	452

# Durchführung der SLR

- ▶ Informationen in Form von Tabellen extrahiert
- ▶ Entsprechend Forschungsfragen und gewünschten Eigenschaften von Programmiermodellen

Ebene \ Eigenschaft	Verteilheits- transparenz	Orts- transparenz	Orts- bewusstsein	Bewegungs- transparenz	Bewegungs- bewusstsein	
					passiv	aktive
Applikationen	5	2	5	4		3
Umgebungsdaten	4	5	7	8	1	3
Ausführungseinheiten	N/A	1	15	3	13	