



Organic Computing

Vortrag im Rahmen von Advanced Seminar
„Computer Engineering“

Oleksandr Pavlichenko



Motivation

Einführung

Bausteine

Einsatzgebiete und Projektbeispiele

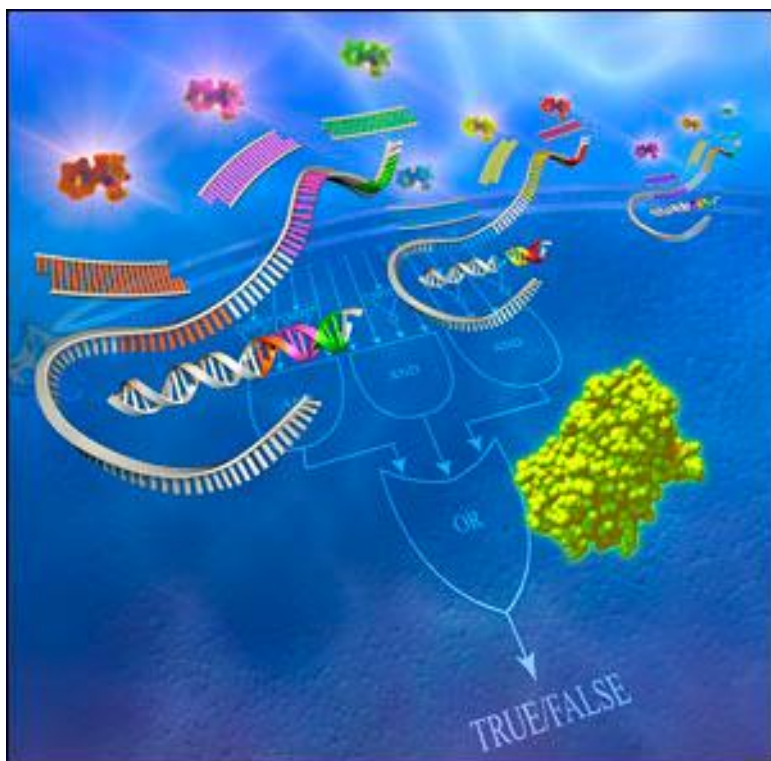
Zusammenfassung



- Immer höhere Anforderungen
 - Kleiner, schneller, energieeffizienter
- Quantitative Verbesserung der Technik
 - Mehr Transistoren, mehr Cores, mehr Cache, mehr Speicher
- Sehr große und komplexe Systeme
- Systeme sind statisch
 - Vorprogrammierte Reaktionen, keine Selbstentwicklung
- Umgebung ist dynamisch
- Bessere Menscheninteraktion ist gefordert



~~Organic Computing:~~



<http://www.photonics.com/Article.aspx?AID=29665>

- Kein Biocomputer
- Verwendung von konventionellen HW

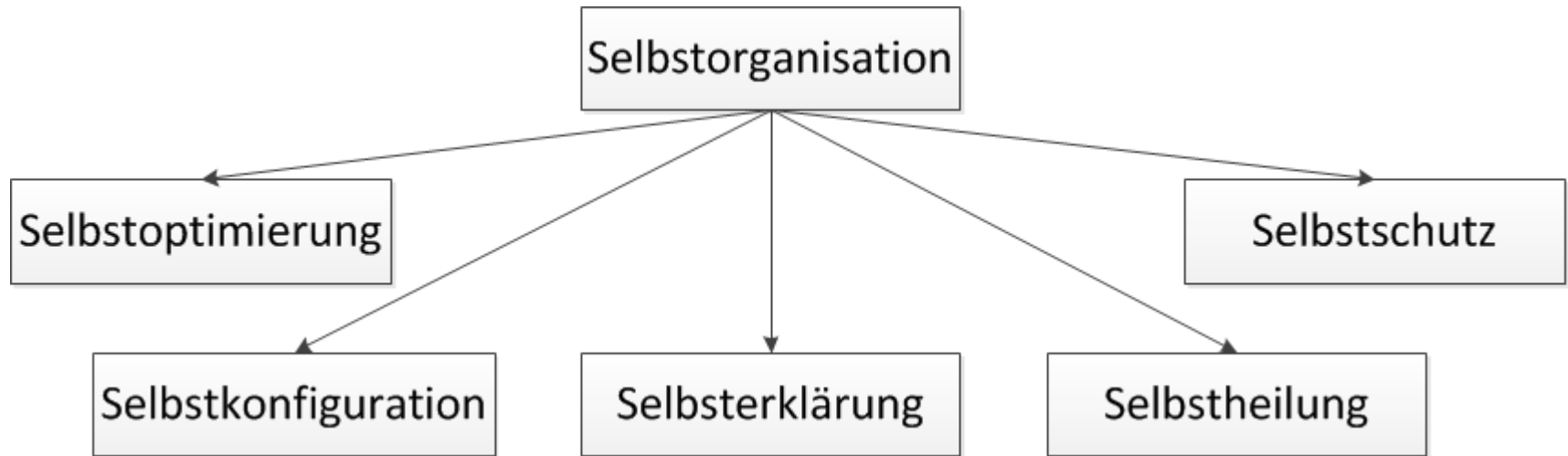


Ein neues Paradigma in Computersystemen:

- **Inspiriert von biologischen und chemischen Systemen**
 - Integration von lebensähnlichen Eigenschaften
 - Miteinander kommunizierende Subsysteme
 - Lernfähige und evolutionsfähige Systeme
- **Zielgesteuerte Systeme**
 - Erlauben abstraktere Aufgabenformulierung
 - Robustheit vs. Umgebungsänderungen
 - Fehlertoleranz
 - Flexibilität



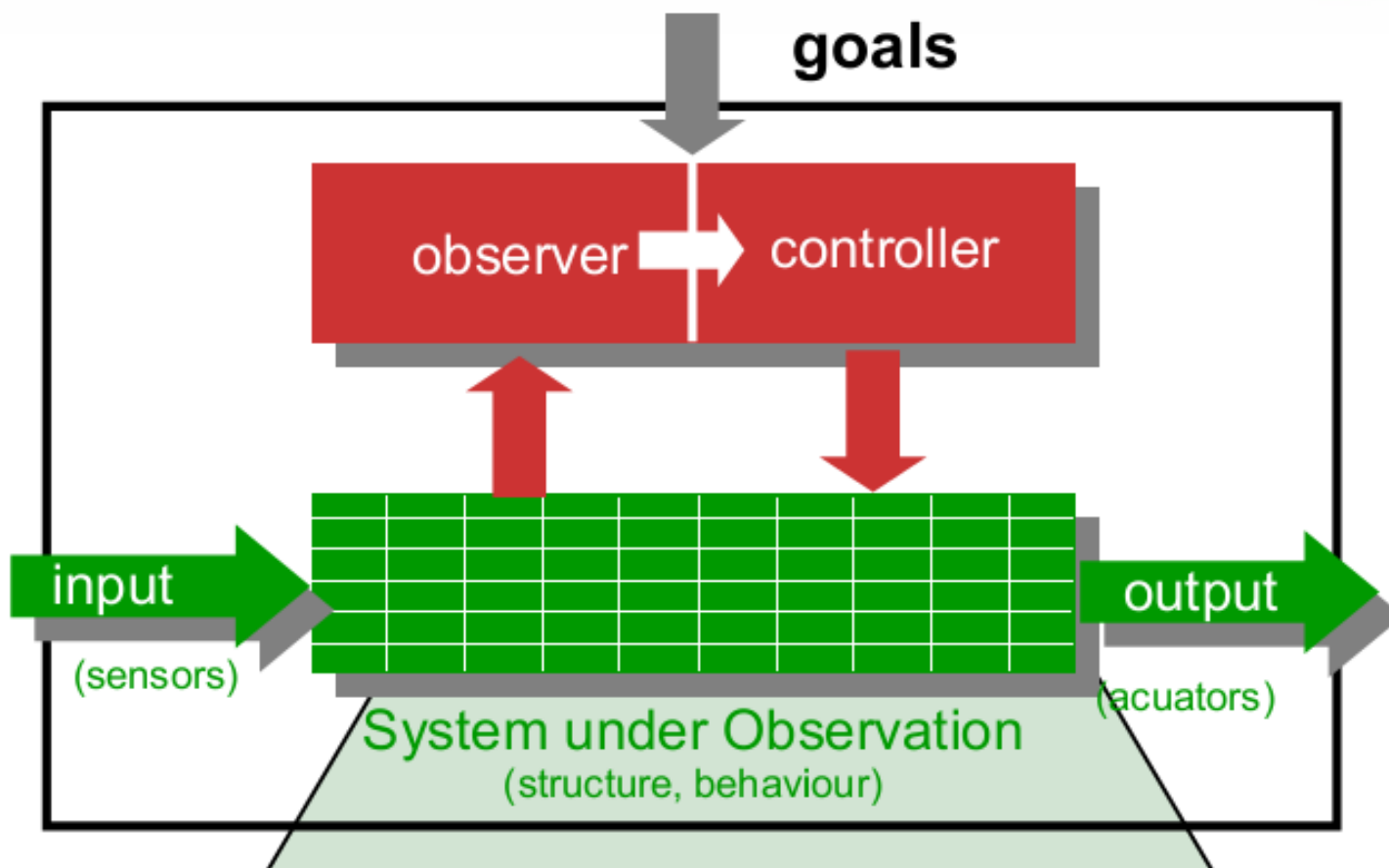
- **Selbst-x Eigenschaften**
 - Definition
 - Kontrollierte Selbstorganisation
 - Grad der Organisation
- **Lernen**
 - Lernvorgang
 - Kollaboratives Lernen
- **Evolution als Optimierung**



- **Unkontrollierte Selbstorganisation**
 - Chaotische Änderungen
 - Ergebnis unberechenbar
- **Gute Kontrollmethode gebraucht**



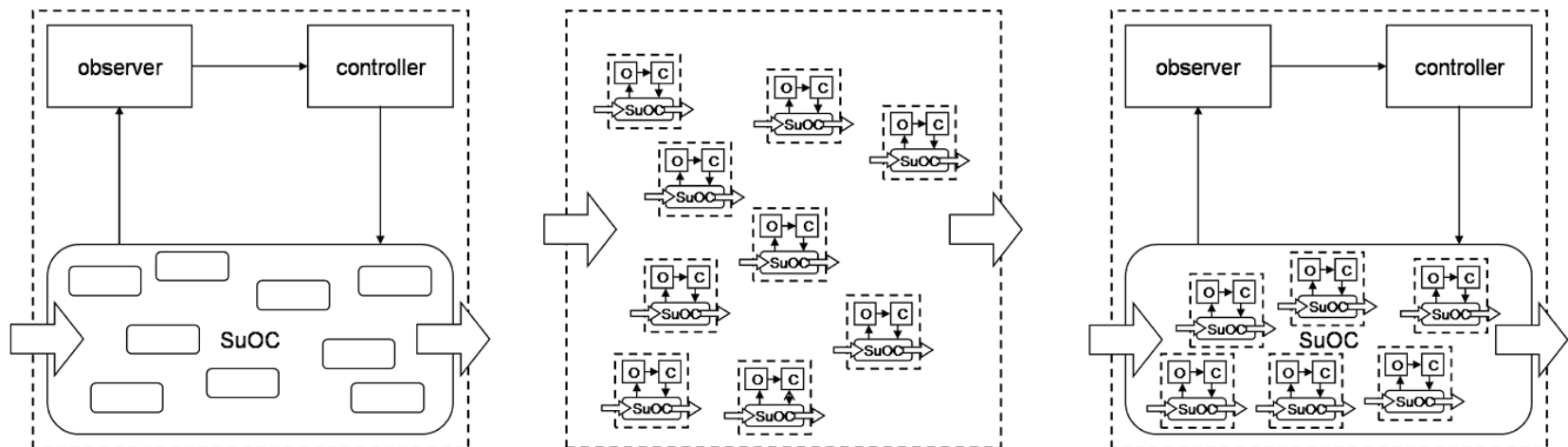
Observer-Kontroller Architektur als Lösung





Grad der Organisation

- **Schwach selbstorganisierend**
 - Ein Kontrollmechanismus (zentrale Organisation)
- **Selbstorganisierend**
 - Mehr als ein Kontrollmechanismus (dezentrale Organisation)
- **Stark selbstorganisierend**
 - Mindestens ein Kontrollmechanismus pro Subsystem (Mehrstufig)

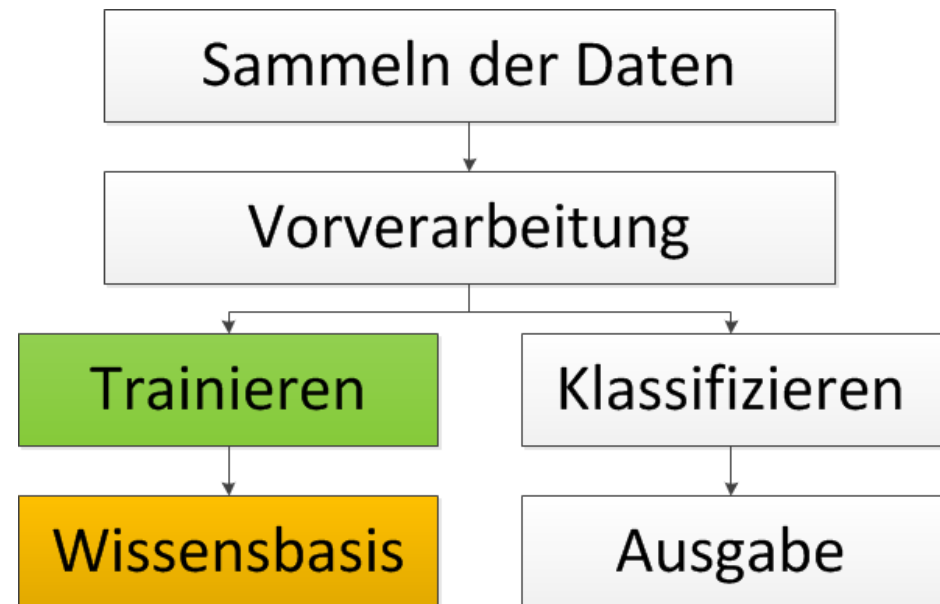


H. Schmeck, C. Müller-Schloer, E. Çakar, M. Mnif, and U. Richter: Adaptivity and self-organization in organic computing systems.



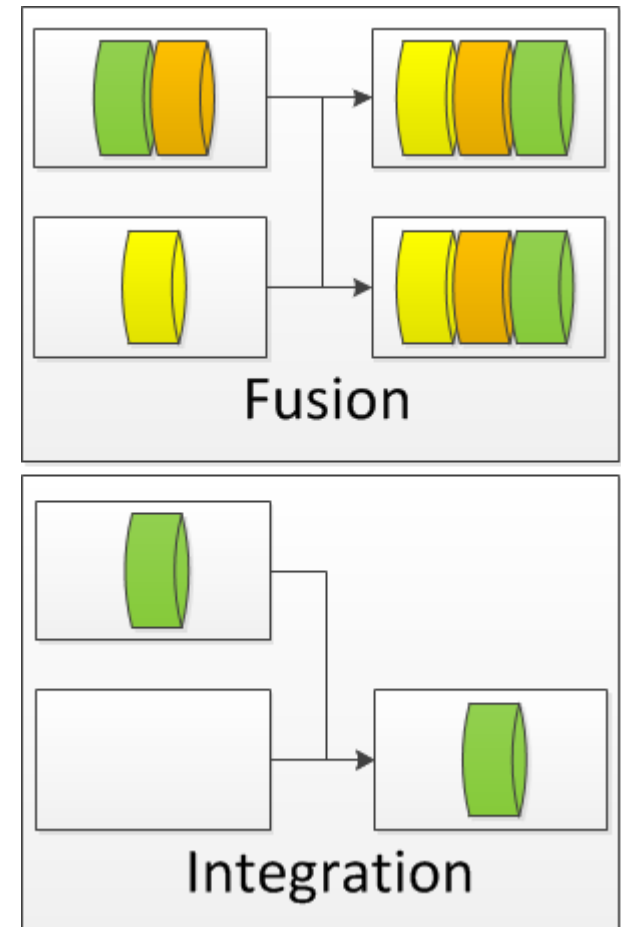
- Wichtig für autonome Systeme (nicht nur im OC-Kontext)
- Selbstregulation (Fehlerdetektion)
- Selbstoptimierung (online oder offline)
- Selbstschützen (Eingriffsdetektion)

Typischer Lernvorgang:



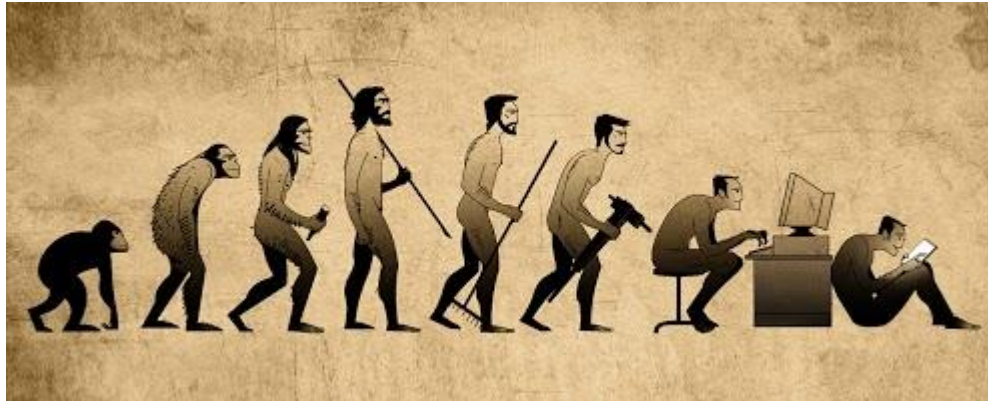


- Parallelisieren des Lernprozesses
- Wissensaustausch
 - Fusion
 - Integration
- Informationseigenschaften
 - Einzigartigkeit
 - Wichtigkeit
 - Aktualität





- Kleine selbstorganisierende Subsysteme
- Zusammensetzung von mehreren großen Systemen
- Bestimmung der besten Systemen
- Nächste Generation
- Komplex: Mutationen
- Langsam: zufälliges generieren von Systemen → evtl. kein Optimum



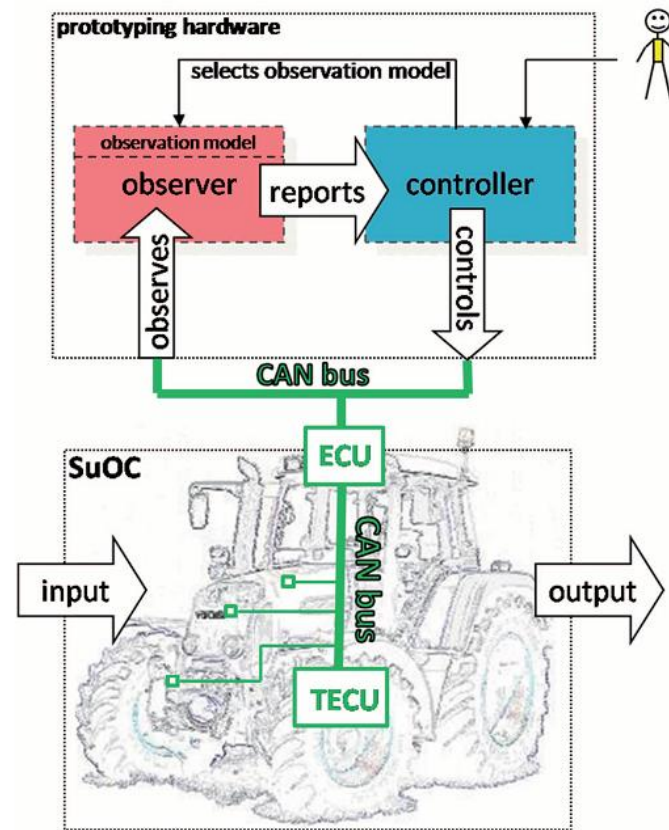
<http://priteshrane.blogspot.de/>



- Mikrokontroller (Aufzugkontroller)
- Robotik
- Netzwerkkontrolle (dynamische Flusskontrolle)
- Verkehrskontrolle (adaptives Routing)
- CPU-Entwicklung
- Softwareentwicklung
- RTOS



- Reduktion des Treibstoffverbrauchs
- Generische Observer-Kontroller Architektur als Basis
- Hierarchische Kontrolle als OC-Erweiterung
- Online und offline Lernen
 - Analyse von Arbeitszyklen
 - Sliding Window Methode
- Problemkomplexität



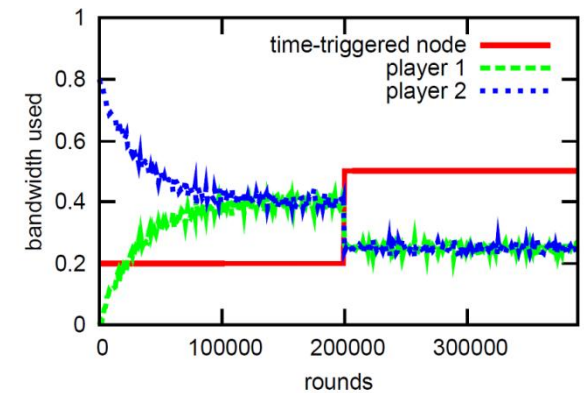
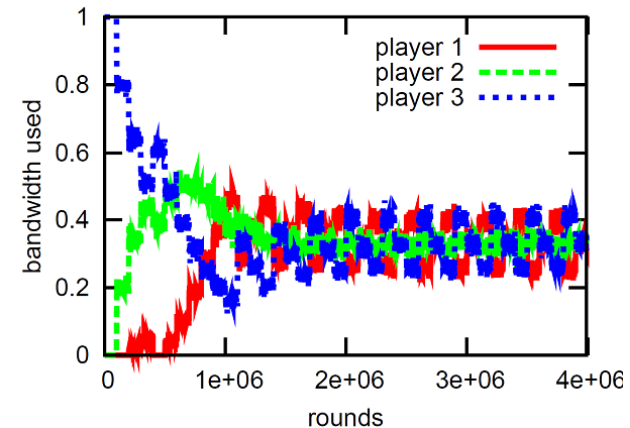
M. Wünsche, S. Mostaghim, H. Schmeck, T. Kautzmann,
M. Geimer: Organic Computing in Off-highway Machines



- **Moderne verteilte eingebettete Systeme werden immer komplexer**
- **Verwendung von OC Techniken zur Regelung von prioritätsbasierten Bussen**
 - Dezentralisierte Regelung
 - Selbstorganisierend
 - Selbstoptimierend
 - Evtl. weitere selbst-x Eigenschaften
- **Verbesserung der Kommunikationsqualität**
 - Faire Bandwidth-Verteilung
 - Minimierung von durchschnittlichen Verzögerungszeiten



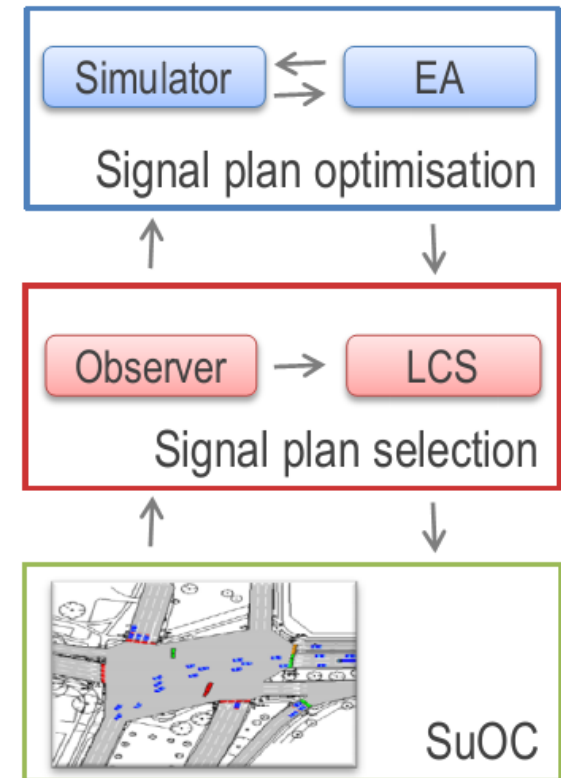
- **Bandwidth-basierte Kommunikation:**
 - Verbessertes prioritätsbasiertes Zugangsspiel
 - Fairness
 - Penalty Learning Algorithm
- **Sensor-Kontroller-Aktuator Schleife:**
 - Minimieren von mittleren Latenz
 - Dynamic Offset Adaptation Algorithm
- Beide Schemas verwenden online Optimierung
- Nur Software notwendig
- Hardwarelösungen werden untersucht





Verwendung von OC in Verkehrskontrolle und Verkehrsrouting:

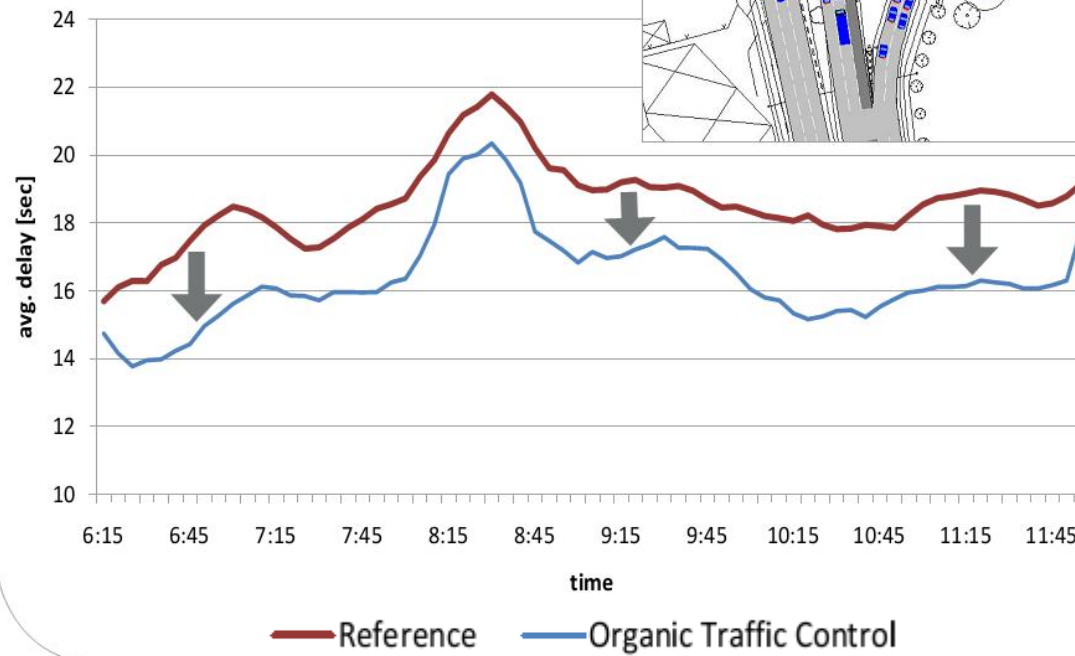
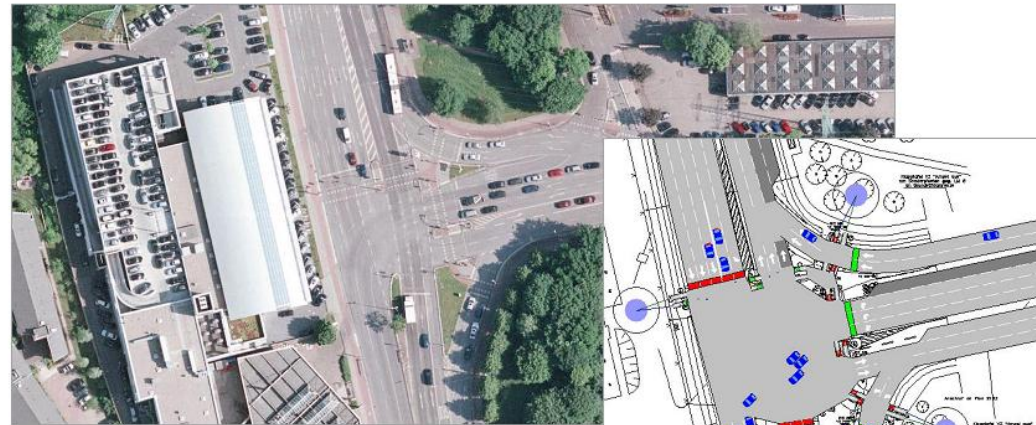
- Lokale Ampelregelung
 - Observer-Kontroller Architektur
 - Evolutionäres Algorithmus
 - Offline Plan Optimierung
 - Lernendes Klassifizierungssystem
 - Selektieren von aktiven Signalplan
 - Online Lernen
 - Online Regeloptimierung
 - Verringert die Wartezeiten



J. Branke, J. Hähner , C. Müller-Schloer , H. Prothmann, H. Schneck,
S. Tomforde: Organic Traffic Control (OTC³)



Projekt: Organic Traffic Control

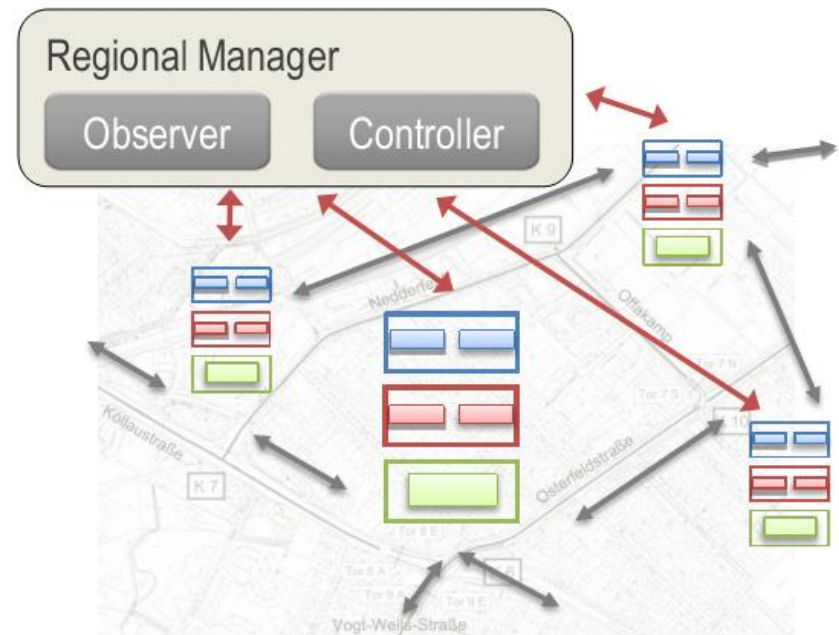


J. Branke, J. Hähner , C. Müller-Schloer , H. Prothmann, H. Schneck,
S. Tomforde: Organic Traffic Control (OTC²)



Projekt: Organic Traffic Control

- **Kollaborative Ampelregelung in einem städtischen Straßennetz**
 - Observer-Kontroller Architektur
 - Jeden Knoten besitzt ein lokales Ampelregelungssystem
 - Dezentralisierte Kontrolle
 - Lokal + Kommunikation
 - Nur direkte Nachbarn
 - Hierarchische Kontrolle
 - Zusätzliche Kontrollschicht
 - Interregionale Kommunikation
 - Globale Überwachung möglich



J. Branke, J. Hähner, C. Müller-Schloer, H. Prothmann, H. Schmeck, S. Tomforde: Organic Traffic Control (OTC²)



- Ein vielversprechendes Forschungsfeld
- Inspiriert von Biologischen und Chemischen Systemen:
 - Selbst-x Eigenschaften
 - Lernen
 - Evolution
- Observer-Kontroller Architektur als Grundlage
 - Komplexität unterschiedlich
 - Overhead beachten
- Hat verschiedenste Einsatzgebiete



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



- H. Schmeck, C. Müller-Schloer, E. Çakar, M. Mnif, and U. Richter: Adaptivity and self-organization in organic computing systems. *ACM Trans. Auton. Adapt. Syst.* 5, 3, Article 10 (September 2010), 32 pages. <http://doi.acm.org/10.1145/1837909.1837911>
- H. Schmeck: Organic computing – vision and challenge for system design. *In: Proceedings of the Parallel Computing in Electrical Engineering, International Conference on (PARELEC 2004)*, Washington, DC, USA, pp. 3–3. IEEE Computer Society Press, Los Alamitos (2004)
- C. Müller-Schöller, H. Schmeck, T. Ungerer: Organic Computing – A Paradigm Shift for Complex Systems, *Autonomic Systems*, Springer Basel AG (2011), ISBN 978-3-0348-0129-4
- J. Branke, J. Hähner, C. Müller-Schloer, H. Prothmann, H. Schmeck, S. Tomforde: Organic Traffic Control (OTC³), *SPP 1183 Organic Computing, 11th colloquium*, Munich, October 7th/8th, 2010



- J. Branke, J. Hähner , C. Müller-Schloer , H. Prothmann, H. Schmeck, S. Tomforde: Organic Traffic Control (OTC²), *DFG SPP 1183 Organic Computing*
- M. Wünsche, S. Mostaghim, H. Schmeck, T. Kautzmann, M. Geimer: Organic Computing in Off-highway Machines, *SOAR'10*, Washington, DC, USA
- T. Ziermann, S. Wildermann, J. Teich: Organic Self-organizing Bus-Based Communication Systems (OrganicBus), *Hardware-Software-Co-Design*, Universität Erlangen-Nürnberg (2011)