



Realtime Publish/Subscribe für Cyber-Physische-Systeme

KSWS AVA / Projekt AVA / NEIdI VHR

Dr.-Ing. Peter Danielis

Verteiltes Hochleistungrechnen (VHR)

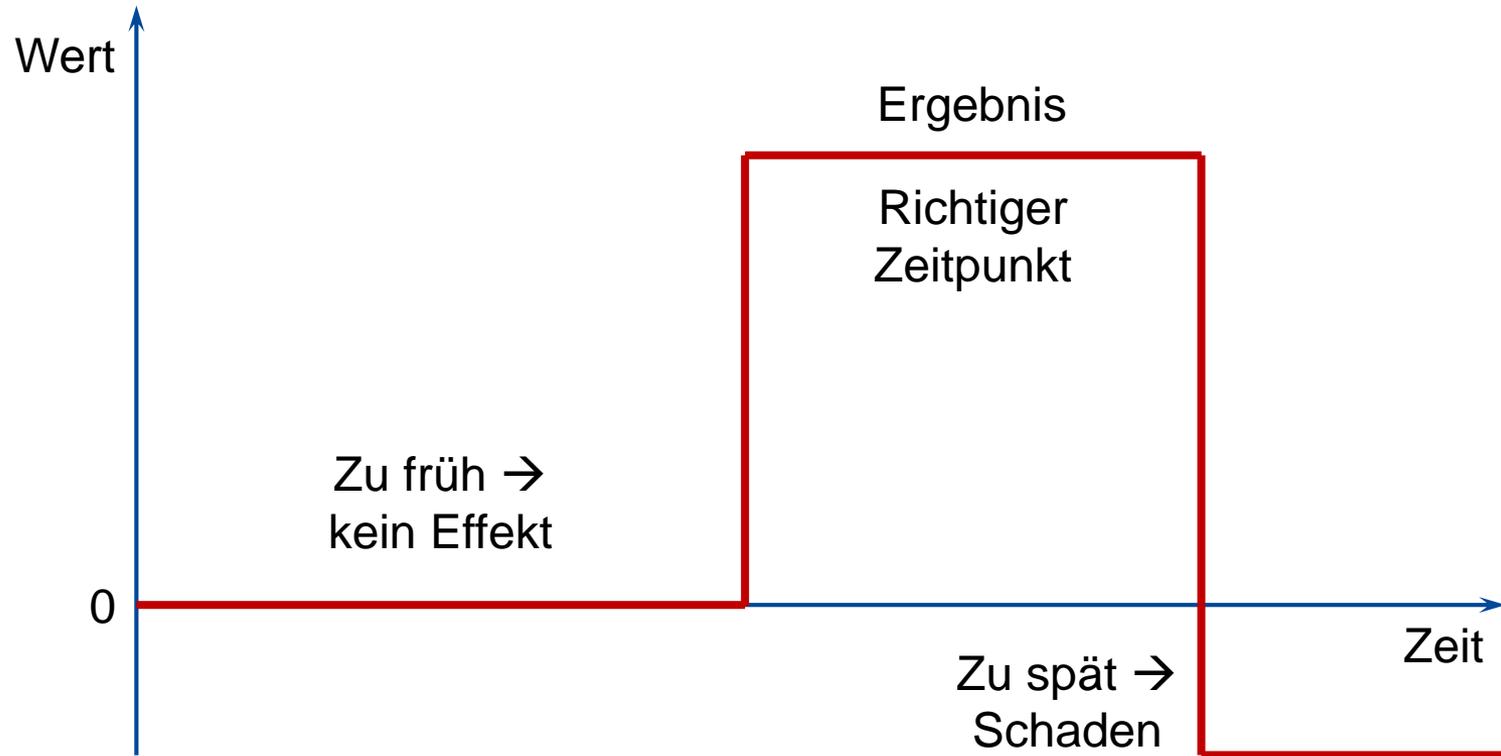
Dr.-Ing. Helge Parzyjgla

Architektur von Anwendungssystemen (AVA)

M.Sc. Eike Björn Schweißguth

Institut für Angewandte Mikroelektronik und Datentechnik (IMD)

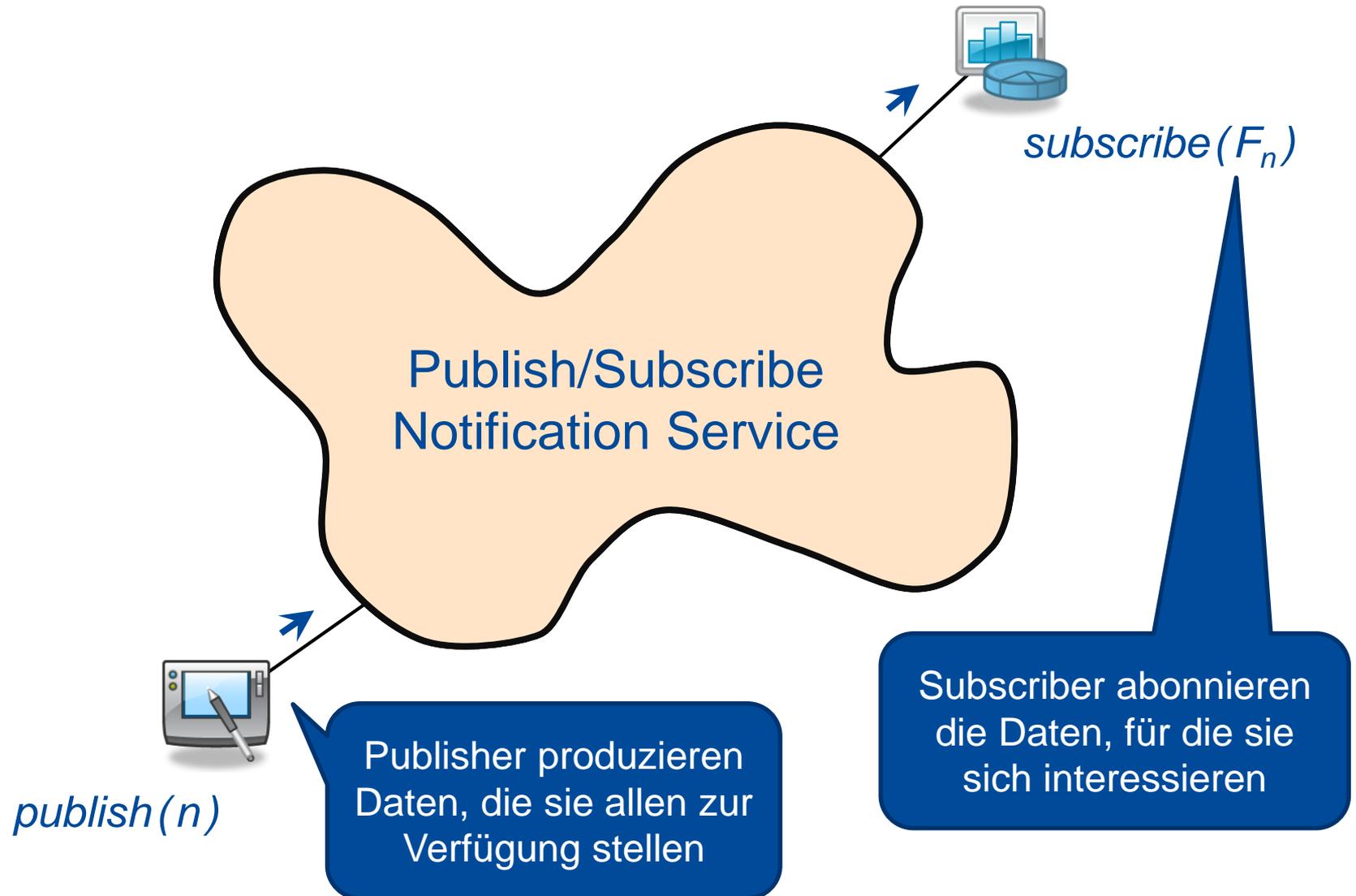
Was bedeutet Realtime/Echtzeit?



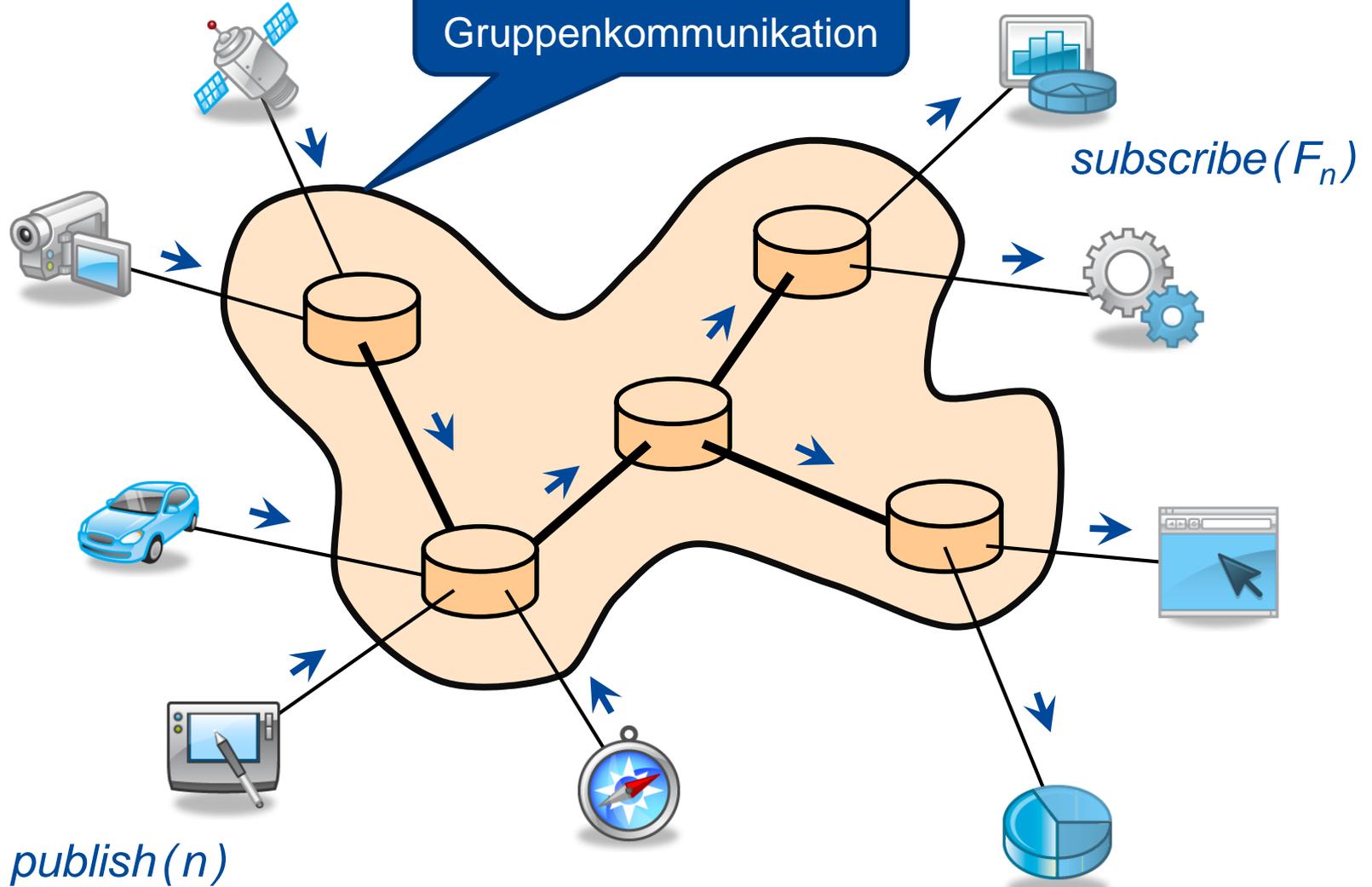
Nicht notwendigerweise schnell, sondern **vorhersagbar!**

→ Das **Richtige** zum **richtigen Zeitpunkt** tun.

Was ist Publish/Subscribe?



Skalierbare $m:n$ -
Gruppenkommunikation



Was sind Cyber-Physische Systeme?

- > Systeme bestehend aus Software-Komponenten und mechanischen bzw. elektronischen Teilen verbunden über ein Kommunikationsnetz
- > Wirken auf die reale, physische Welt ein
 - unterliegen physikalischen Gesetzen
 - haben zeitliche Anforderungen (Echtzeit)
- > Beispiele
 - > Industrieroboter
 - > Fertigungsstraße in der Smart Factory
 - > Rekonfigurierbare Produktionszelle einer Smart Factor
 - > Moderne (autonome) Fahrzeuge
 - > Steer/Fly-By-Wire
 - > Autopilotfunktionen jeglicher Art

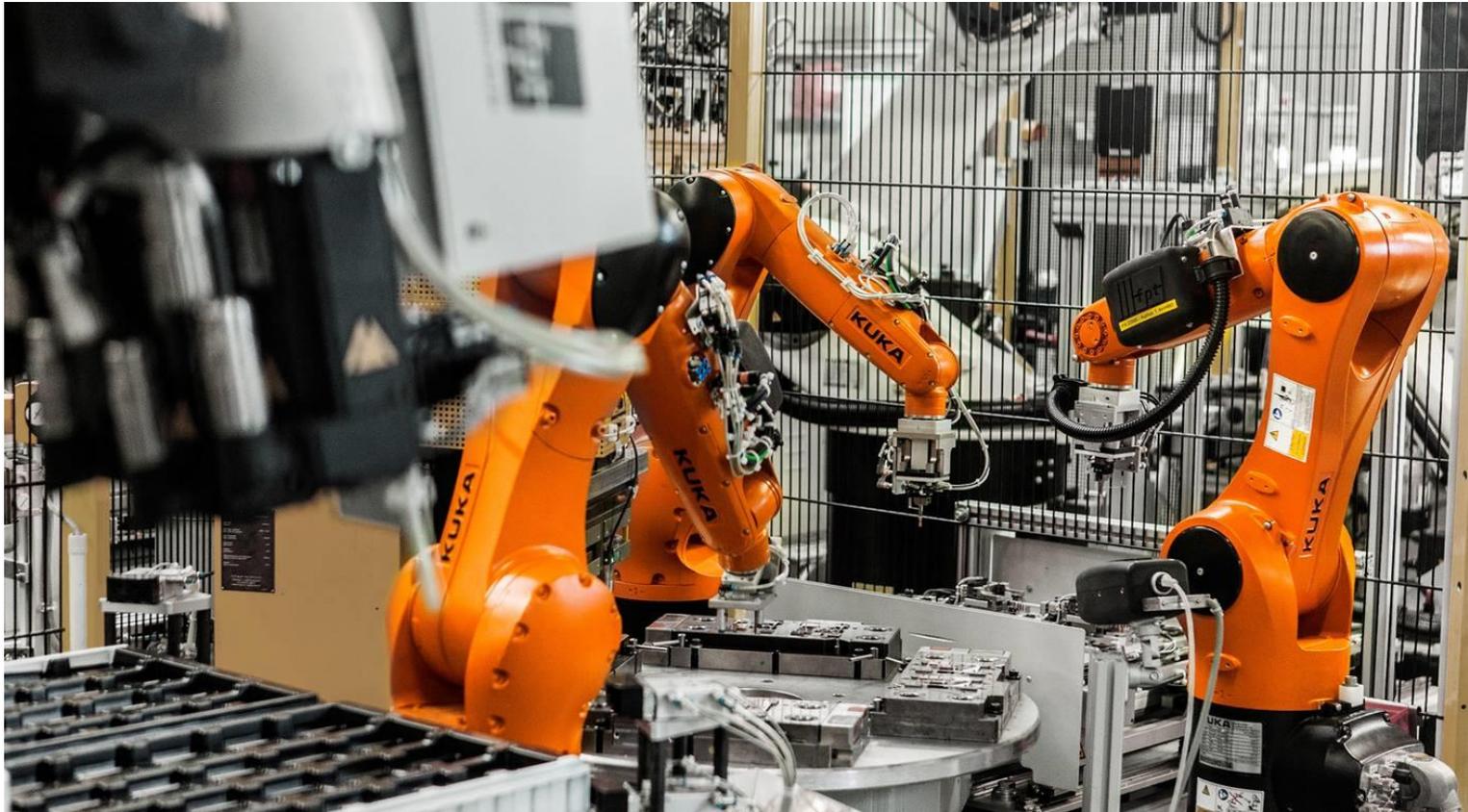
Industrieroboter in der Smart Factory



Fertigungsroboter von Kuka

Zeitkritische Kommunikation bei Übergabe eines Werkstücks.

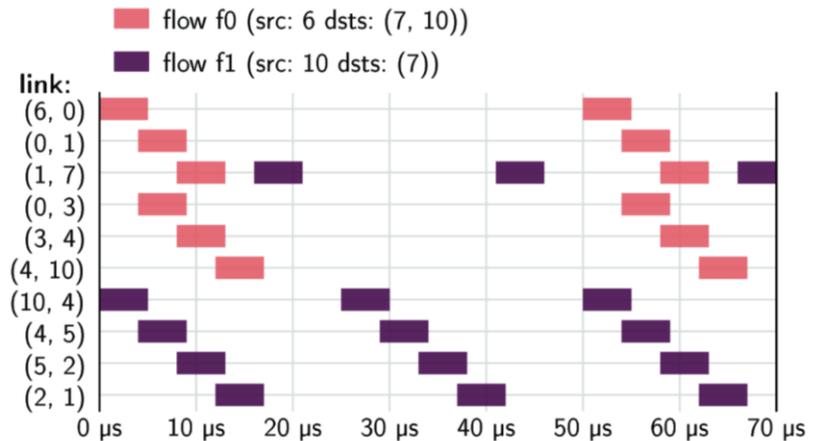
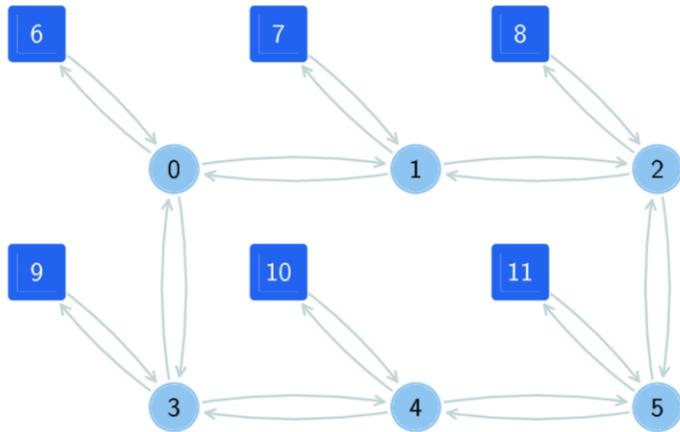
Rekonfigurierbare Produktionszelle



Fertigungsroboter von Kuka

Flexible Kommunikation bei Aufgabenänderung.

Geplante Echtzeitkommunikation



> Streams

- > Von Knoten 6 zu Knoten 7 und 10 (multicast)
- > Von Knoten 10 zu Knoten 7

> Ablaufplan (engl. Schedule)

- > Bestimmt wann welches Paket über welchen Link gesendet wird
- > Stets ohne Konflikte → nachweisbar korrekt
- > Anpassung bei Änderungen des Kommunikationsmusters
- > Zusätzlicher, weniger wichtiger Datenverkehr möglich

Projekte und Kooperationen

- > Echtzeitfähige Publish/Subscribe-Kommunikation
 - > Teil eines DFG-Projektes (VHR, AVA und IMD)
 - > Planung flexibler Kommunikationsmuster und Reservierung notwendiger Zeitslots auf den Kommunikationsverbindungen
 - > Abschätzung der Worst-Case-Laufzeit einer Publikation und deren (ggf. inhaltsbasierter) Filterung und Auslieferung
 - > Einsatzgebiet in der Smart Factory

- > Autonome Unterwasserfahrzeuge (AUVs)
 - > Zusammenarbeit mit dem Institut für den Schutz maritimer Infrastrukturen, Abteilung Resilienz maritimer Systeme, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) Bremerhaven

Aufgaben: Echtzeit-Publish/Subscribe

- > Datenmodelle und Filtermodelle
 - > Entwurf von Datenmodellen
 - > Entwurf zugehöriger Filtermodelle
 - > Prototypische Implementierung wahrscheinlich in C
- > Echtzeit-Eigenschaften
 - > Abschätzung der Worst-Case-Execution-Time (WCET)
 - > Analyse der Skalierbarkeit (#Filter, #Daten, #Subscriber)
 - > Testen/Messen der Implementierung
- > Entwicklungs- und Testplattform für Prototypen
 - > Skripte zur Konfiguration von TSN-Switches
 - > Generatoren für Testdaten
 - > Managementwerkzeuge jedweder Art

Aufgaben: Geplante Echtzeitkommunikation

- > **Ganzzahlige Lineare Optimierung (ILP)**
 - > Einarbeitung in formale Modellierung von ILP-Problemen
 - > Einarbeitung in Programmierung von ILP-Solver (→ Python)
- > Portierung eines gegebenen ILP-Modells von Gurobi nach CPLEX und PuLP
 - > Dokumentation notwendiger Portierungsschritte
 - > Evaluation der Komplexität und Laufzeit
- > ILP-Modelle zur Migration von Flows/Streams
 - > Entwicklung neuer Modelle zur Neuplanung von Teilen eines bestehenden Kommunikationsplans
 - > Migration von Flows/Stream auf andere Zeit-Slots und/oder neue Netzwerkpfade

Optional: Autonome Unterwasserfahrzeuge

- > Kooperative Navigation mehrerer AUVs
 - > Begrenzte Energie limitiert Bewegung und Sensorik
 - > Opportunistische Kommunikation durch Akustikmodems
- > Begrenzte Anzahl weiterführender Aufgaben in Absprache verfügbar
 - > Implementierung in Simulator OMNeT++ und C++
 - > Verbesserung von Bewegungsmodellen und der 3D-Visualisierung
 - > Modellierung der Sensorik (Energieverbrauch, Kopplung)
 - > Modellierung des Unterwassermediums und -kommunikation

Organisatorisches

- > Bis zu drei Teams
 - > Team A: Echtzeit-Publish/Subscribe
 - > Team B: Geplante Echtzeitkommunikation (ILP)
 - > Optional Team C: Autonome Unterwasserfahrzeuge

- > Entwicklungsmethodik
 - > Agile Entwicklung
 - > Drei Meilensteine bzgl. Entwurf, Implementierung, Bericht

Art und Umfang der Aufgaben nach Anzahl
und Interessen der Teilnehmer!

Anmeldung und Kontakt

> Eintrag in die richtige Stud.IP-Veranstaltung

1.  23846 (Vorlesung) KSWS: AVA
2.  23848 (Vorlesung) Neueste Entwicklungen der Informatik (Verteiltes Hochleistungsrechnen)
3.  23847 (Projekt) Projekt: AVA

> Fragen an Peter Danielis und Helge Parzyjegla per E-Mail

- > peter.danielis@uni-rostock.de
- > helge.parzyjegla@uni-rostock.de