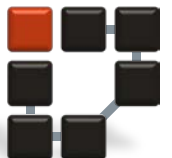


Vertiefungsrichtungen Kommunikationssysteme und Diskrete Simulation, Schwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik

Prof. Dr.-Ing. Reinhard German

Lehrstuhl Informatik 7
(Rechnernetze und Kommunikationssysteme)



Bachelor-Studium

Rechnerkommunikation
(SS, 2 VL + 2 UE, 5 ECTS)

Seminar
(5 ECTS)

Praktikum
(10 ECTS)

Bachelor- oder Master- Studium

Vertiefungsrichtung
Kommunikationssysteme

Kommunikationssysteme
(WS, 2 VL + 2 UE, 5 ECTS)


**Dienstgüte von
Kommunikationssystemen**
(SS, 2 VL + 2 UE, 5 ECTS)

Fahrzeugkommunikation
(SS, 2 VL + 2 UE, 5 ECTS)

Zukunft der Automobiltechnik
(WS, 2 VL, 2,5 ECTS)
(optional: WS + SS, 2 VL + 2 UE, 5 ECTS)

**Automotive Systems &
Software Engineering**
(SS, 2 VL + 2 UE, 5 ECTS)

**Smart Grids und
Elektromobilität**
(SS, 2 VL + 2 UE, 5 ECTS)


Schwerpunkt
*Informatik in der
Fahrzeugtechnik*

Simulation and Modeling I
(WS, 2 VL + 2 UE, 5 ECTS)

Simulation and Modeling II
(SS, Projekt, 5 ECTS)

**Dienstgüte von
Kommunikationssystemen**
(SS, 2 VL + 2 UE, 5 ECTS)

**Modellierung, Optimierung und
Simulation von Energiesystemen**
(WS, 2 VL + 2 UE, 5 ECTS)

Bachelor- oder Master- Studium

Vertiefungsrichtung
Diskrete Simulation

Master- Studium

Vertiefungsrichtung
Kommunikationssysteme

Advanced Networking
(WS, 2 VL + 2 UE, 5 ECTS)

Seminar
(5 ECTS)

Projekt
(10 ECTS)

Master- Studium

Vertiefungsrichtung
Diskrete Simulation

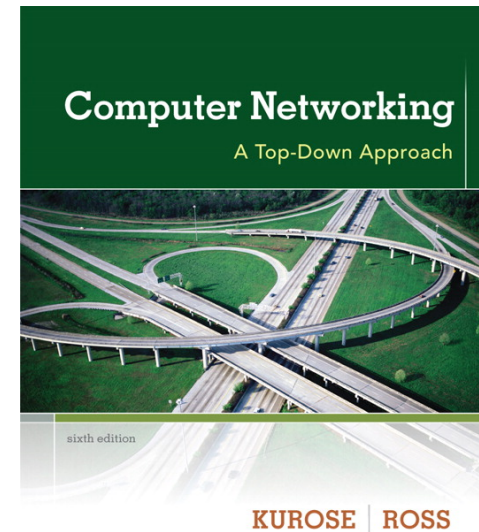
Seminar
(5 ECTS)

Projekt
(10 ECTS)

Rechnerkommunikation

jeweils SS, Prof. Dr.-Ing. Reinhard German

- Grundlagen der Rechnerkommunikation, zentrale Mechanismen, Protokolle und Architekturen
- Durchlauf der im Internet verwendeten Schichten von oben nach unten:
 - ➔ Einführung
 - ➔ Anwendungsschicht
 - ➔ Transportschicht
 - ➔ Netzwerkschicht
 - ➔ Sicherungsschicht
 - ➔ Physikalische Schicht
 - ➔ Netzwerksicherheit



Kommunikationssysteme

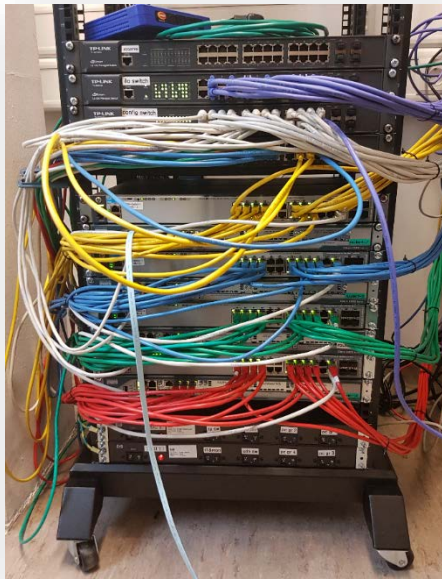
jeweils WS, Prof. Dr.-Ing. Reinhard German

- **von Leitungsvermittlung zu Netzvirtualisierung**: klassisches Telefonnetz (PSTN, ISDN), Konvergenz der Netzstrukturen (vom Zugang über DSL zu ALL-IP), Teletraffic Engineering, Transportnetze (SONET/SDH/optische Netze), Netzvirtualisierung (von ATM über MPLS zu SDN und NFV)
- **Multimediakommunikation** über paketvermittelte Netze: Streaming, Kodierung und Kompression, RTP, SIP, Multicast, IPTV
- **Dienstgüte** in paketvermittelten Netzen: Integrated Services, RSVP, Differentiated Services, Active Queue Management, Policing, Scheduling, Traffic Engineering
- **Drahtlose Kommunikation**: mobile Telekommunikation (GSM, UMTS, LTE, 5G), WiMAX, WLANs, Wireless Personal Area Networks (Bluetooth), drahtlose Ad-Hoc-Netze und Sensornetze (ZigBee)
- **Kommunikation in der Automatisierungstechnik**: industrielle Automatisierung (Industrial Ethernet, Time Sensitive Networks)

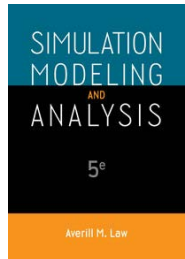
Kommunikationssysteme

■ Übung

- ➔ 2 Versuchsnetze für praktische Erfahrungen mit Netztechnologien
 - Rack mit mehreren IP-Routern, Switches und Hosts, weiterhin IP-Telefone und Asterisk-SW für VoIP
 - Signalisierung in Mobilfunksystemen

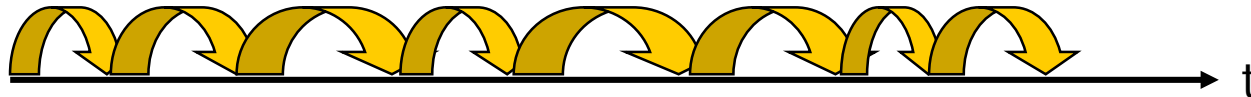


Simulation and Modeling



■ Schwerpunkt in Simulation und Modellierung I: Diskrete Ereignissimulation

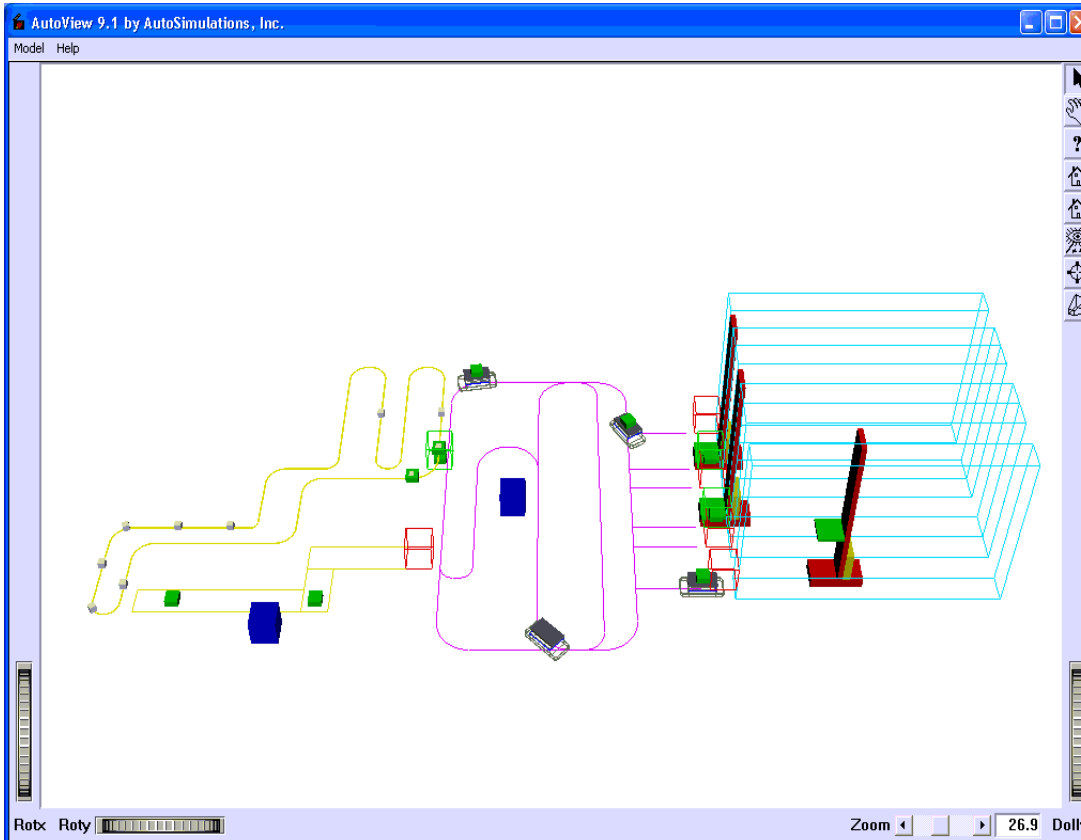
- Simulation eines Systems durch ein **Modell**, Ereignisse treten nur zu diskreten Zeitpunkten auf:



- z.B.: Eingang und Fertigstellung von Aufträgen in Fabrik, Ausfall einer Maschine, zu versendende Nachricht in einem Rechnernetz, ...
- das Eintreten der Ereignisse wird durch **Wahrscheinlichkeitsverteilungen** beschrieben
- **Simulation** = längere Ausführung des Modells auf Computer mit „Würfeln“ von Zufallszahlen + Erstellen von Statistiken für wichtige Ergebnisgrößen
- Modellvariation erlaubt Optimierung des Systems, z.B.: Fertigungssystem mit kleinen Durchlaufzeiten oder Rechnernetz mit hohem Durchsatz

Simulation and Modeling

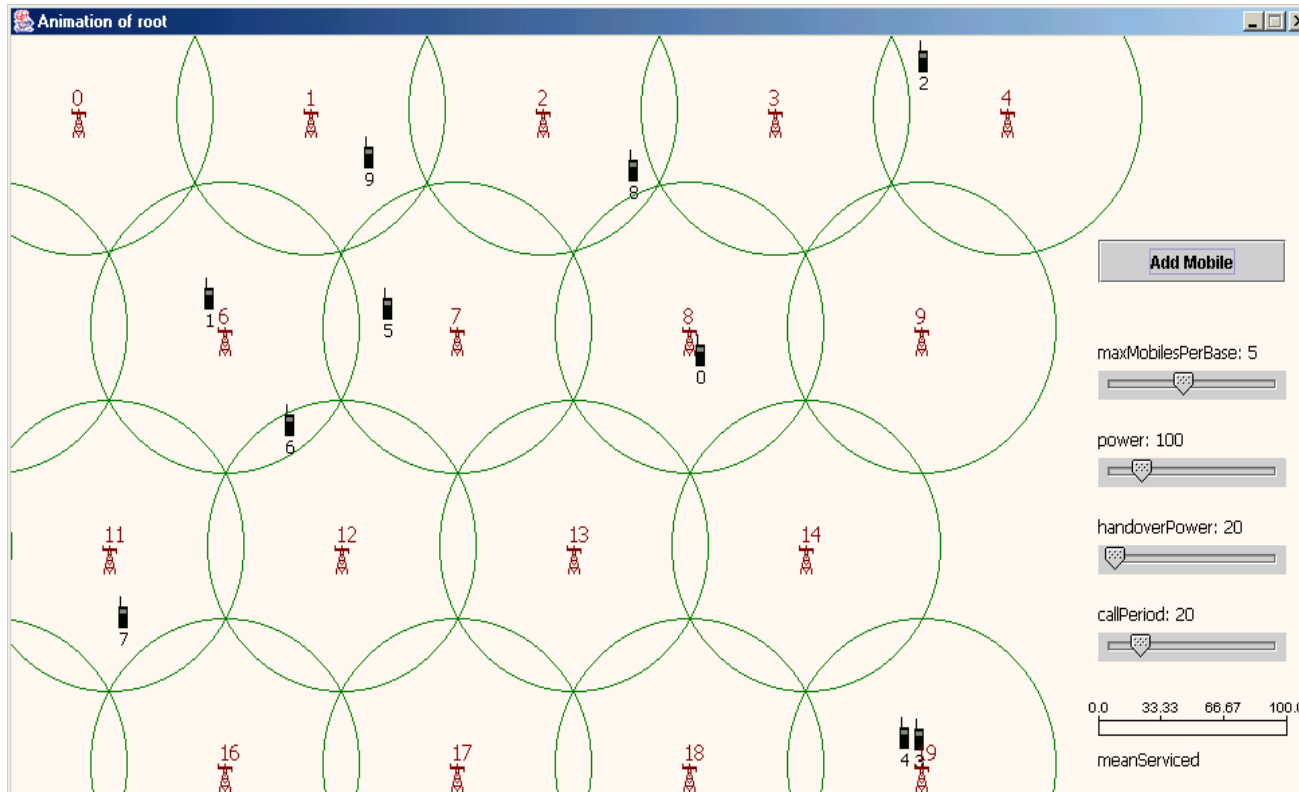
■ Animierte Simulation eines Fertigungssystems:



- Hochregallager, automatisches Transportsystem, Fließband
- Ankunftszeitpunkte von Aufträgen sind zufällig
- Art von Aufträgen ist zufällig
- Bearbeitungszeiten sind zufällig
- relevantes Maß: Durchlaufzeiten

Simulation and Modeling

■ Animierte Simulation eines Mobilfunksystems:

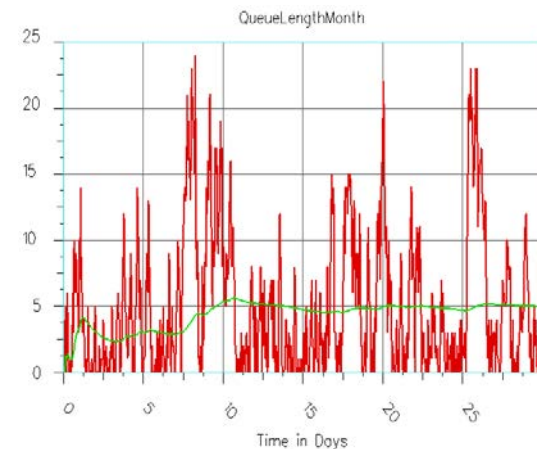
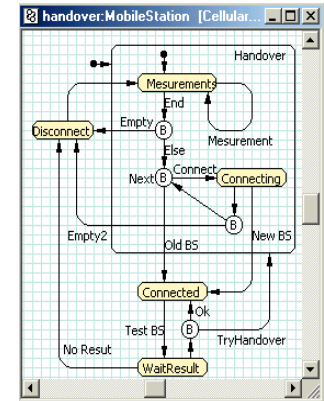
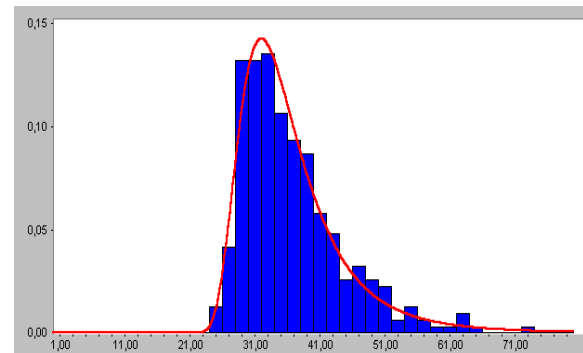


- Zellen, Basisstationen, Mobiltelefone
- Gesprächsbeginn und Dauer sind zufällig
- Bewegung ist zufällig
- relevantes Maß: blockierte und abgebrochene Gespräche

Simulation and Modeling

■ Inhalt der Vorlesung u.a.:

- Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik
- Arten der Simulation
- Eingabemodellierung
- Zufallszahlengeneratoren
- Ausgabeanalyse
- Modellierungsparadigmen
- Simulationssoftware
- kontinuierliche und hybride Simulation



Simulation and Modeling

- Simulation and Modeling II: **Simulationsprojekt**
 - aufbauend, jeweils im Sommersemester, 7,5 ECTS
 - Die Kenntnisse aus Simulation and Modeling I werden in größeren Simulationsprojekten erprobt. Teams aus 3 oder 4 Studierenden bearbeiten über das ganze Semester ein Simulationsprojekt.
 - Projekte sind z.B.: Fahrstuhlsteuerung, Mensa, Buslinie, Kreuzung, Tankstelle, Notfallzentrale, Kneipe, Bussystem im Automobil, ... eigene Projektideen sind möglich (gewünscht).
 - Das Projekt umfasst Projektplanung, Datenerhebung, Modellierung, Simulationsexperimente, Ausgabeanalyse, Validierung, Animation, Präsentation und Dokumentation.

Advanced Networking

jeweils WS, Dr.-Ing. Kai-Steffen Hielscher

■ Internet of Things

- Concepts, Challenges and Problems
- Protocols & Technology
 - REST, MQTT, CoAP, AMQP, XMPP, mDNS, UPNP
 - BLE, 6LoWPAN, EnOcean, LoRa/LoRaWAN, SigFox, PowerLine, mobile communication
- Applications
 - Smart Grid, Industrie 4.0, ...

■ Fog & Cloud Computing

■ Software Defined Networking

- Concepts
- Interfaces and Protocols
 - OpenFlow
- Network Functions Virtualization

Advanced Networking

■ Exercises

→ Internet of Things

- Experiments with IoT devices and protocols
 - ESP8266 (D1 mini), Arduino IDE
 - various sensors and actuators
 - smart sockets
 - own project ideas

→ Software Defined Networking

- Mininet virtual network
- SDN Lab
- 4 HP SDN switches (4 ports each)
- 8 Zodiac FX OpenFlow switches (24 ports each)
- 12 servers
- 1 SDN controller

Advanced Networking

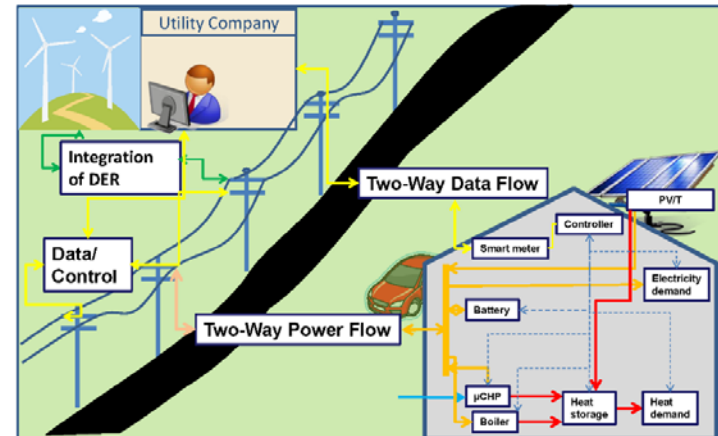
■ Impressions from the Lab



Smart Grids und Elektromobilität

jeweils SS, Prof. Dr.-Ing. Marco Pruckner

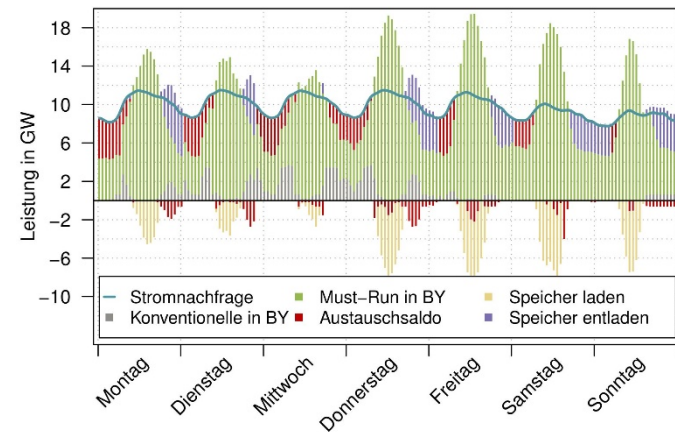
- Vision und Strategie für die elektrischen Netze der Zukunft
- Smarte Erzeugung elektrischer Energie
- Aufbau und Betrieb von Übertragungs- und Verteilnetzen
- IKT als Rückgrat des Smart Grids
- Ladetechnologien für E-Fahrzeuge
- Systemintegration von E-Fahrzeugen
- Umweltaspekte



Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen

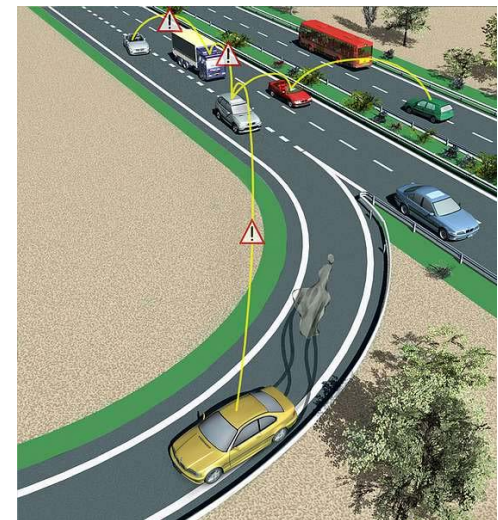
jeweils WS, Prof. Dr.-Ing. Marco Pruckner

- Einführung in die Energiewirtschaft
- Systemtechnische Methoden der Energieplanung
 - Datenanalyse
 - Mathematische Optimierung
 - Simulationsmethoden
 - Behandlung von Unsicherheiten
- Energiemodelle
 - Nachfragemodelle
 - Kraftwerkseinsatzmodelle
 - Kraftwerksausbaumodelle



Studienschwerpunkt „Informatik in der Fahrzeugtechnik“

- mit Informatik-Bachelor und -Master grundlegende und umfassende fachliche Ausbildung
- komplexe Prozesse in der Automobilindustrie stellen spezifische Anforderungen an Berufseinsteiger
- insbesondere wird eine Steigerung der Kenntnis der Schritte entlang der Prozesskette in der Automobilindustrie gewünscht
- die Themen Elektronik, Software, Vernetzung mit stark steigender Bedeutung



Studienschwerpunkt „Informatik in der Fahrzeugtechnik“

- leichtgewichtige Anpassung durch Studienschwerpunkt statt neuem Studiengang
- Verankerung in grundlegendem Informatik-Studium zur Absicherung der fachlichen Tiefe und branchenunabhängigen Einsatzfähigkeit
- frühzeitige Berücksichtigung der Fragestellungen bzgl. Elektronik, Software, Vernetzung in der Fahrzeugtechnik aus verschiedenen Blickwinkeln
- durch eine besondere Kombination von Lehrveranstaltungen
- in Kooperation mit Industrie
- Bescheinigung im Abschlusszeugnis
- kann auf Erfahrungen z.B. aus INI.FAU aufbauen

Studienschwerpunkt „Informatik in der Fahrzeugtechnik“

■ Im Masterstudium

- 3 Vertiefungsrichtungen (je 10 ECTS) aus „Hardware-Software-Co-Design“, „Kommunikationssysteme“, „Rechnerarchitektur“, „IT-Sicherheit“, „Programmiersysteme“ und „Verteilte Systeme und Betriebssysteme“
- Nebenfach (15 ECTS) „Maschinenbau“, „Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik“
- Projekt (10 ECTS) mit Fahrzeugindustrie
- Wahlpflichtfächer (15 ECTS) u.a.:
 - „Fahrzeugkommunikation“, 5 ECTS VL+UE, INF7
 - „Entwurf und Analyse eingebetteter Netzwerke des Automobilbaus - Von der Theorie zur Praxis“, 5 ECTS VL+UE, Lehrauftrag für Dr. Streichert (Daimler)
 - „Challenges for Simulation in the Automotive Industry“, Anwendung numerischer Simulation in der Automobilindustrie, 2,5 ECTS VL, Lehrauftrag für Dr. Mayer (mscsoftware)

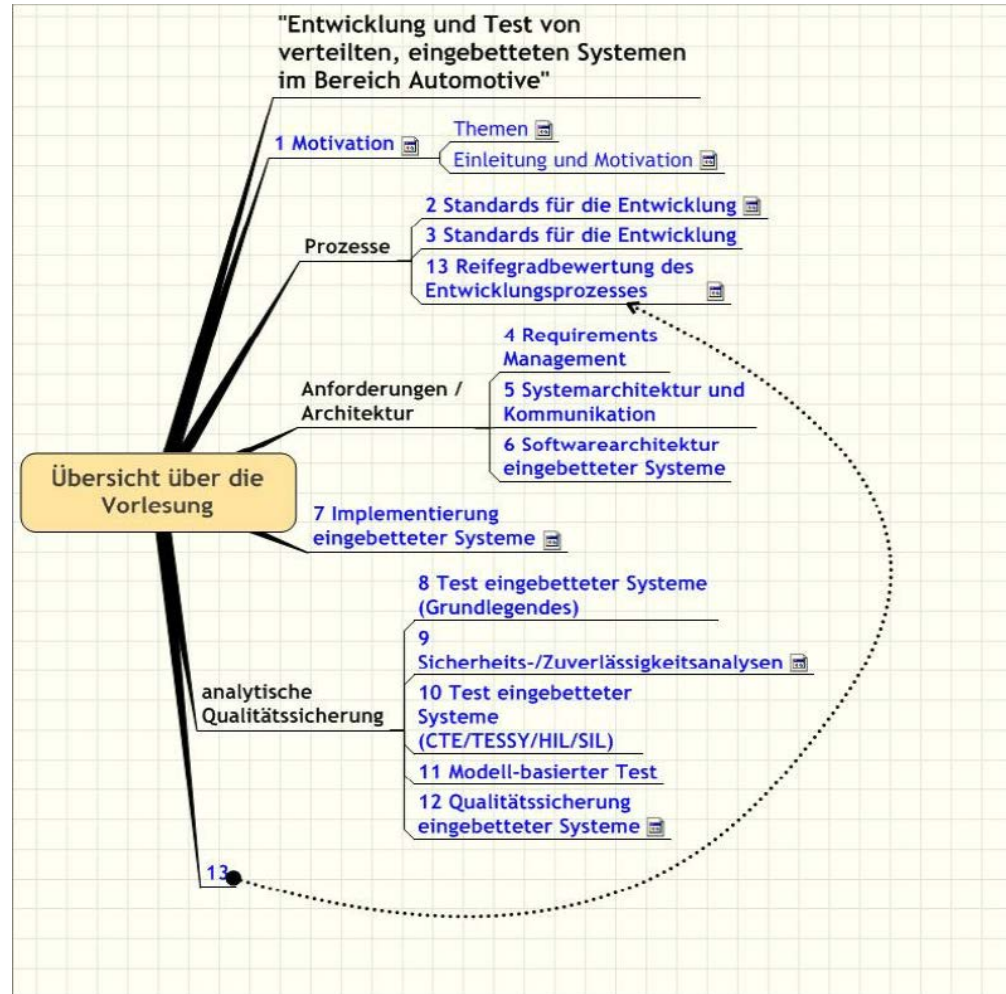
Zukunft der Automobiltechnik

jeweils WS, Dr.-Ing. Uwe Koser (Audi AG)

- Kundenszenarien
- Fahrzeugelektronik
- Virtuelle Produktentwicklung
- Antriebsstrang
- Chassis
- Integrale Sicherheit
- Qualität
- Umweltaspekte
- Exkursion

Entwicklung und Test von verteilten, eingebetteten Systemen im Bereich Automotive

jeweils WS, Dr.-Ing. Uwe Hehn (method.park)



Fahrzeugkommunikation

jeweils SS, Dr.-Ing. Kai-Steffen Hielscher

■ Interne Vernetzung

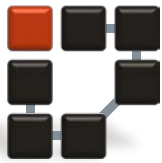
- HW-, SW- Architekturen von Steuergeräten, Vernetzungsarchitekturen (Bussysteme, Gateways)
- Bussysteme (CAN, LIN, FlexRay, MOST), PHY, MAC, Transport-, Diagnose- und Anwendungsprotokolle
- Fahrassistentenfunktionen, X-By-Wire, Multimedia: Radio, Telefon, Video, Navigation, Internet
- mögliche zukünftige Architektur basierend auf Ethernet und IP
- Security
- Überblick über Kommunikation in Fahrzeugen außer Automobilen

■ Externe Vernetzung

- Car2X-Kommunikation, X = Car, Infrastructure, Home, ...
- Infrastruktur-basiert und Ad-Hoc
- Verkehrsinformationssysteme, TMC(pro), Maut, WAVE, UMTS
- Security
- Überblick über Kommunikation zwischen Fahrzeugen außer Automobilen

Bachelor-/Masterarbeiten, Tätigkeit als stud. Hilfskraft

- studentische Hilfskraft in Lehrveranstaltungen (u.a. RK, KS, Informatik für Nebenfach)
- Bachelor-/Masterarbeit in einem unserer Forschungsprojekte



Lehrstuhl Informatik 7 (Rechnernetze und Kommunikationssysteme)

Menschen und Organisation

- ca. 20 Mitarbeiter
zzgl. externer Doktoranden
- **Juniorprofessur für Energieinformatik:**
Prof. Dr.-Ing. Marco Pruckner
- **Lehrbeauftragte:**
Dr.-Ing. Uwe Hehn (Method Park Software AG),
Dr.-Ing. Uwe Koser,
Dr. Christian Allmann (AUDI AG)

- Kontaktprofessor von INI.FAU
- Wissensch. Sprecher Themenplattform Vernetzte Mobilität des ZD.B
- Projekt Speicher-Simulation am Energie Campus Nürnberg (EnCN)



Forschungsthemen

- **Protokolle und Architekturen vernetzter Systeme**
- **Quality-of-Service:** Simulation, Analyse, Test
- **Smart Mobility:** Vernetzung, V2X, Softwaretest
- **Smart Energy:** Vernetzte Energiesysteme, Smart Grid, Elektromobilität
- Industriekommunikation



Fahrzeugkommunikation

Veins: Vehicles in Network Simulation

SUMO/OMNeT++, OpenStreetMap

Vergleich von ITS-G5 und WAVE

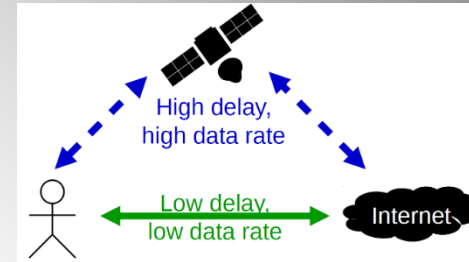
Simulation von Privatsphärenschutz in Fahrzeugnetzen

Elektromobilitätsszenarien

3D in Verkehrs- und Netzwerksimulation

In Aufbau: D2D mit 5G, geringe Latenz, Network Slicing, Virtuelle

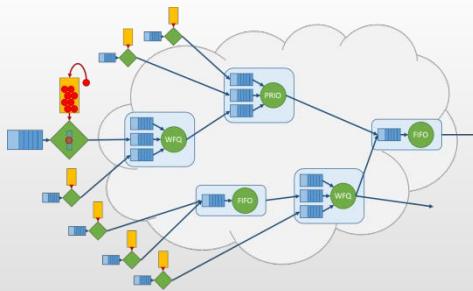
Mobilitätswelt, Machine Learning



Kommunikationssysteme

Transparente Multichannel-Kommunikation über IPv6 (BMW i, mit DLR und SatInternet), Smart Grid- + IoT-Kommunikation

Grundlegende Forschungsthemen



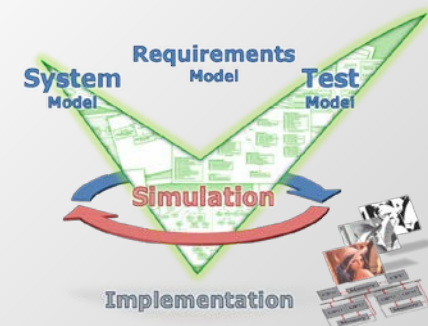
Echtzeitkommunikation

Network Calculus

QoS-Garantien für die industrielle Kommunikation

CAN/FlexRay, Industrial Ethernet

Network Calculus Engine (SINETPLAN)



Systems Engineering

Modellierung, Analyse, Test, Simulation

standardkonform durch

SysML, MARTE, ALF, UTP, MOFM2T

SimTAny (Eclipse), Heterogene Bildsysteme

INI.FAU-Projekte (abgeschlossen):

- Sicherheitsrelevante Sensordaten
- Modellgestützter Entwurf eines Safety Computer Modules
- Time Usage Model in EXAM
- Teststrategien für die Sicherheitselektronik der Zukunft
- Absicherung der Datenqualität der elektronischen Wagenbegleitkarte
- Nebenläufigkeit in zeiterweiterten Benutzungsmodellen zum Test im Automotive Bereich

**Testfallauswahl mit statistischer
Qualitätsgarantie,
Simulatorkopplung**

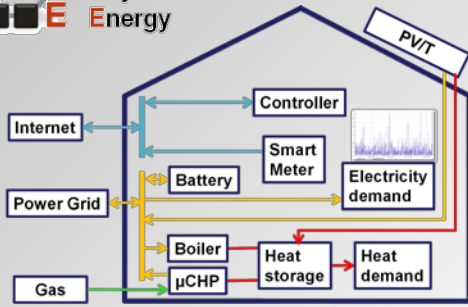
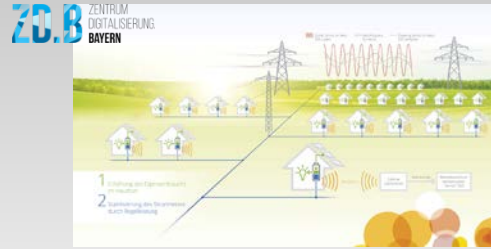
Projekte im Bereich Smart Mobility

INI.FAU-Projekte und interne Promotionen (aktuell):

- Virtualisierte Bewertung von modularen Hardware-in-the-Loop-Prüfstandskonzepten
- DSL für Requirements Engineering für Automotive SW
- Zuverlässigkeitsanalyse von Multisensor-Systemen
- Produktlinien-Fehlerbäume
- Umfeldsimulation von Fahrassistenzfunktionen
- Effiziente Metamodelle für IVC
- Audi Virtuelles Testgelände

Themenplattform Vernetzte Mobilität im ZD.B

- Mobility Innovation Competition @ Campus (MICC)
- Etablierung von Verbundprojekten
- Leitprojekt Virtuelle Mobilitätswelt:
Reale Verkehrsdaten + simulierte Daten +
Analytics + weitere Simulatoren, Erprobung
neuer Fahrfunktionen und Mobilitätsmodelle



i7-AnyEnergy: Simulation vernetzter Energiesysteme,

EnCN2: Speicherung erneuerbarer Energien mittels Wärme

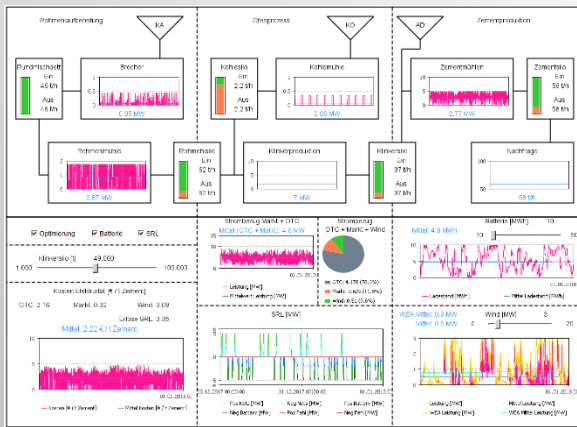
SWARM: verteilte Batteriespeicher mit Primärregelleistung,
Multi-Battery Systems (Siemens Campus Future Energy Systems),
Zellularer Ansatz + Blockchain

Smart Metering Labor: Kommunikationsanbindung von Smart Metern

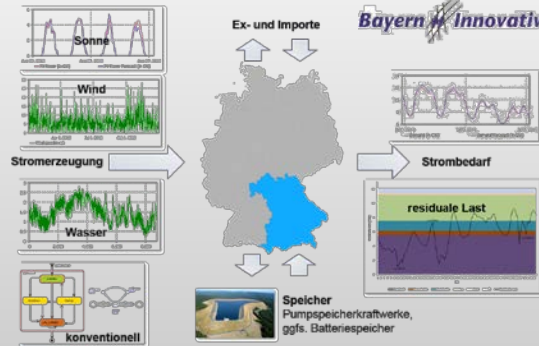
Software Defined Networking, QoS

Projekte im Bereich Smart Energy

Industrieprozesse: Potentiale durch Windkraft und Batteriespeicher



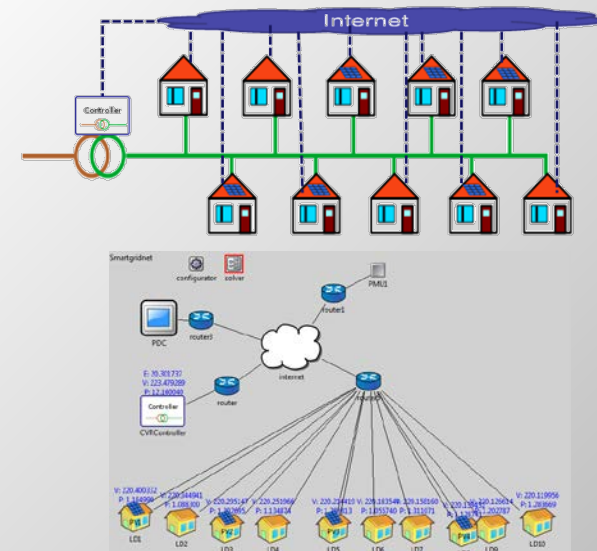
KOSiNeK: Optimierung, Simulation, Netzanalyse (BMW)
PalGrid: elektrisches Energiesystem Palästinas (BMBF)

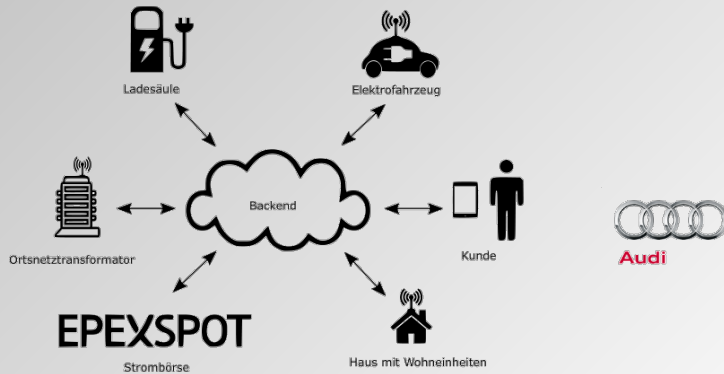


Gefördert durch:

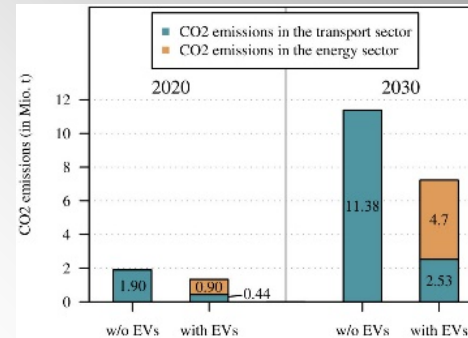
 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

SGsim: Real-Time Smart Grid Simulator





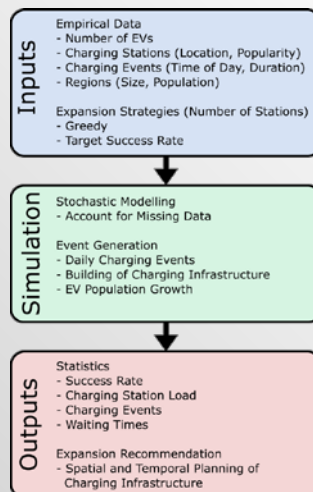
Optimierung von Ladevorgängen für Elektrofahrzeuge im Smart Grid



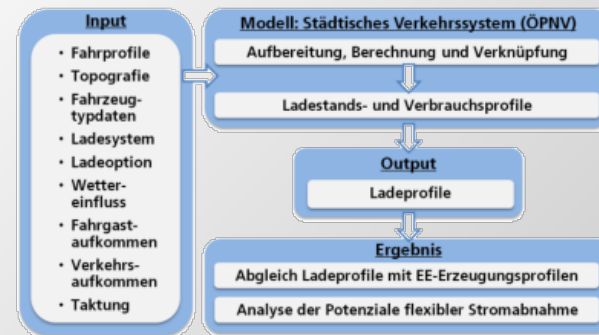
Central European Green Corridors: Substitution von CO₂-Emissionen durch Schnellladestationen

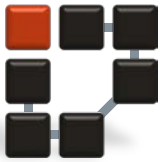
Projekte im Bereich Energieinformatik / Elektromobilität

Ausbau und regionale Verteilung der Ladeinfrastruktur in Bayern

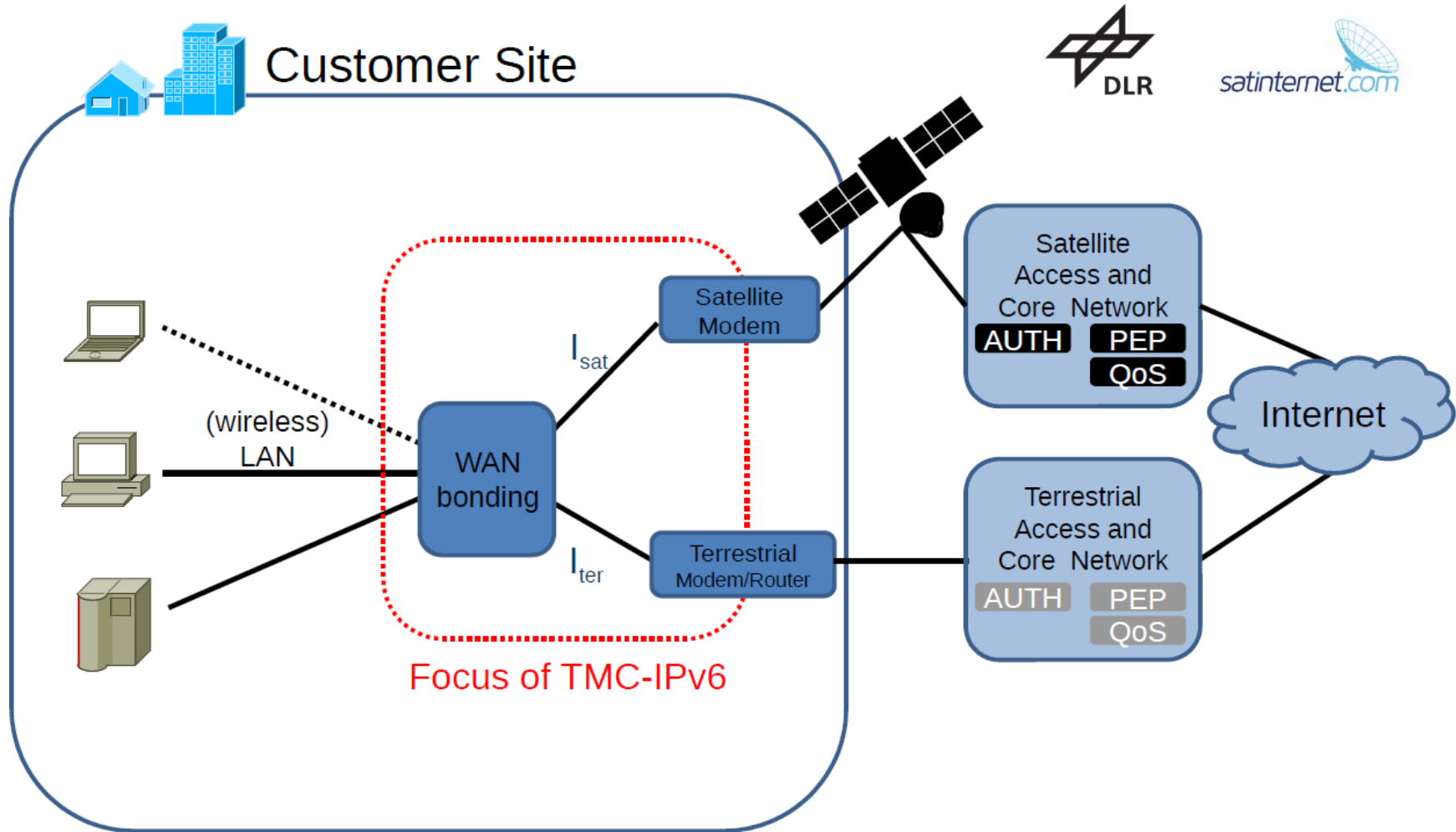


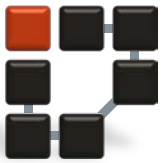
Modellgestützte Analyse der Verwendung von Strom aus EE für den ÖPNV



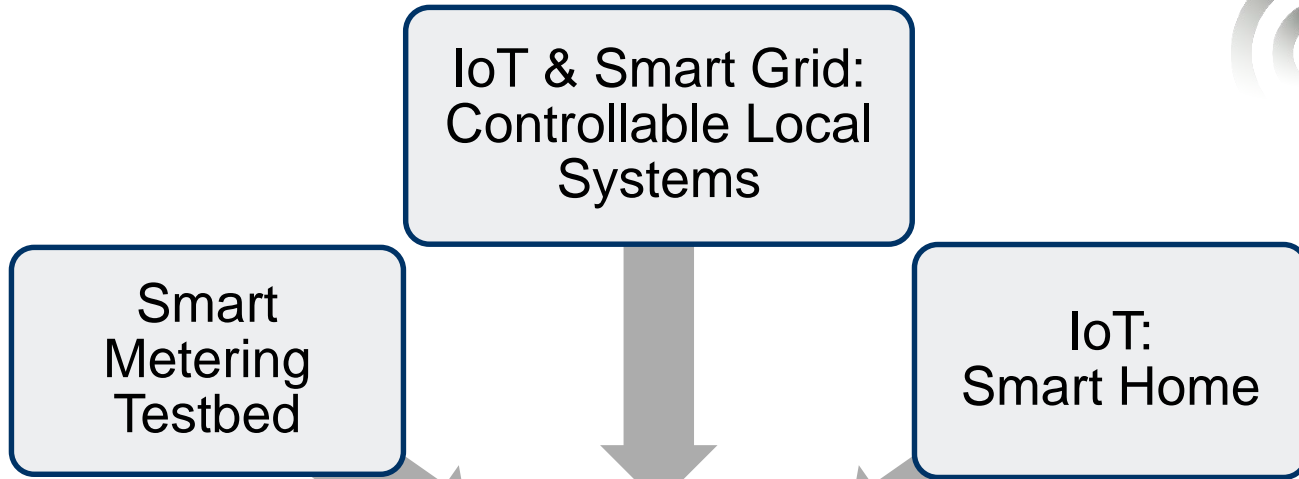
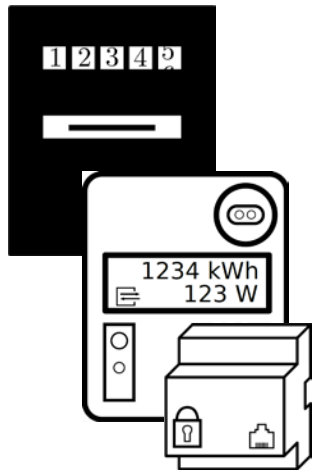


Transparent Multichannel IPv6 (TMC-IPv6)

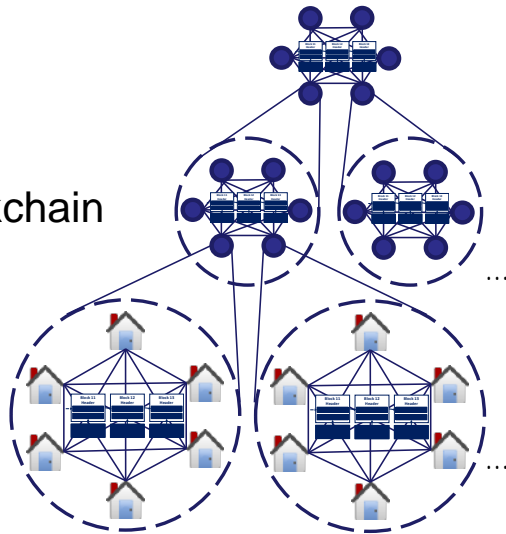


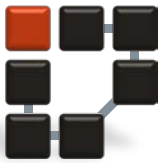


Smart Grid- & IoT-Kommunikation, Blockchain



Blockchain





■ Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

■ Kontakt:

- Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
- Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)
Informatik 7 (Rechnernetze und Kommunikationssysteme)
- Martensstr. 3, 91058 Erlangen
- Tel: +49 (0) 9131 85 - 27916
- Fax: +49 (0) 9131 85 - 27409
- reinhard.german@fau.de
- <http://www7.cs.fau.de/>

