DRSS
Digital Rail
Summer School

Bildquelle: *Tim Grams*, online unter
https://derbloggendebahner.de/downloads/

Digital Rail

Auftaktveranstaltung

23. April 2024 – 10.15 Uhr

Agenda

- Einführung und Motivation
- Vorstellung der Fachgebiete
- Lehrveranstaltung
  - Ablauf
  - Projektvorstellung
- Nächste Schritte

Digital Rail: Domänenwissen aus 3 Dimensionen

Zulassung (EN 50126 ff., CSM)

Sicherheitsnachweis

Nachweis (= praktischer Beweis) und Gutachten, dass das System (Gesamtsystem) immer einen Sicheren Zustand annimmt

Wie kann moderne IT im Rahmen bestehender Gesetze und Vorgaben zugelassen und in Betrieb genommen werden?
Wie kann IT bei den aktuellen Herausforderungen im Bahnwesen helfen?
….

Digital LST

Bahnbetrieb: Züge fahren

Produktionsprozesse des Bahnbetriebes (Fahrdienstvorschrift, Signalbuch)

Geschwindigkeiten, Längen/Abstände, Fahrstraßen, Fahrerlaubnisse

BTSF
(Betrieblich-Technische Systemfunktionen; FRS & SRS = Functional & System Requirement Specification)

Informatik (Softwaretechnik)

Modellgetriebene Entwicklung, V-Modell, Agil
Simulation, Verifikation, Komponenten, Test, Fehlerinjektion,Kontinuierliche Integration, DevOps

Co-Simulation, IoT-Labor, Feldtest Reallabor / Living Lab

Nichtfunktionale Systemeigenschaften: Echtzeit, Fehlertoleranz, Sicherheit

Digital Rail
Struktur

- Interdisziplinäre Zusammenarbeit (übergreifend)
- Screencasts zu diversen Themen (inkl. Sprechstunden; Details unter: https://hpi.de/drss)
- Gastvorlesungen
- Exkursionen
- Summerschool
- Projektarbeit in kleinen (interdisziplinären) Gruppen

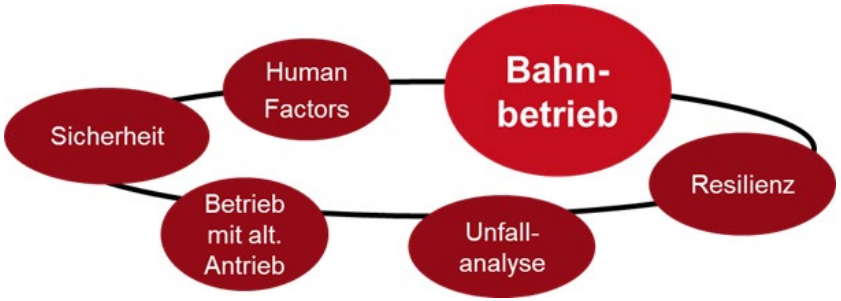
Vorstellung der Fachgebiete

TU Berlin
Fachgebiet Bahnbetrieb und Infrastruktur

Ziel in Lehre und Forschung:

Betrachtung des Schienenverkehrs als Gesamtsystem

www.railways.tu-berlin.de



Ausstattung

- Eisenbahn-Betriebs- und Experimentierfeld
- Virtuelles Betriebsfeld
- Fahrsimulatoren

Hasso-Plattner-Institut, Universität Potsdam
Professur für Betriebssysteme & Middleware

“Middleware for Predictable Systems”

- Paradigms, design patterns, implementation strategies
- Real-time, dependability, security

Operating Systems

- New concepts for new hardware paradigms (NUMA, GPU, FPGA, POWER)
- Programming models for accelerators and local-area distributed systems

Wide-Area Distributed Systems – Grid, Cloud, IoT

- Predictable behavior in heterogeneous distributed systems
- Service-oriented cloud computing environments

Embedded Systems

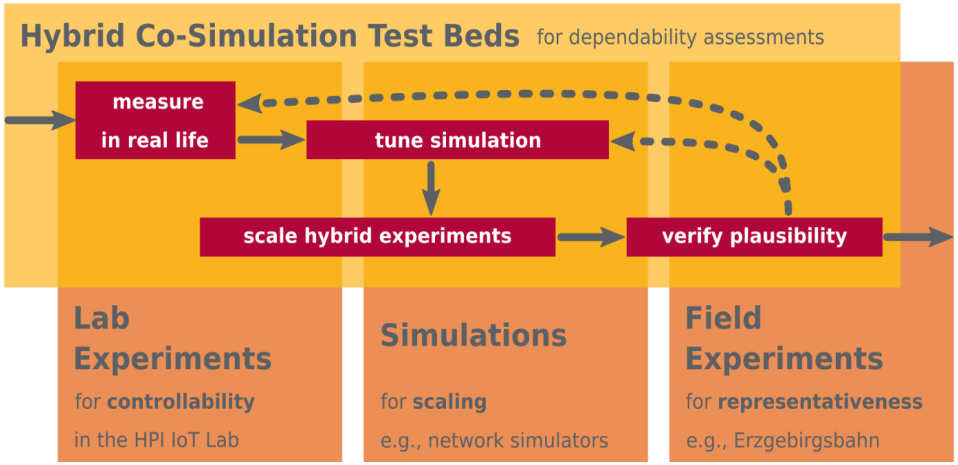
- Analytical redundancy, online replacement, dynamic (re-)configuration of component software

contacts (osm.hpi.de/people)

- Arne Boockmeyer, Dirk Friedenberger Lukas Pirl, Robert Schmid, Prof. Andreas Polze

Betriebssysteme & Middleware (HPI)
Labor für IoT

- building, DIY, testing, …
- coupling of domains
- model-driven and -supported approaches
- automation & alternatives to specialized test hardware
- focus on interoperability and dependability
- hybrid, co-simulated, and distributed setups



Betriebssysteme & Middleware (HPI)
Labor für Digital Rail

Digitalisierung Entwicklung, Zulassung, Abnahme, Betrieb

- Generierung von Software aus Spezifikationen
- Automatisierte, Verteilte Tests

Neutraler Grund zw. Herstellern und Betreibern

- Verteilte Laborumgebung
- Interoperabilitätstests, Co-Simulation

Wechselnde Hardware, teils Prototypen

- Achszähler (Frauscher, Siemens)
- Object Controller (Thales)
- Weichenantriebe (voestalpine, Pintsch)
- Lichtsignal (Thales)

Betriebssysteme & Middleware (HPI)
verteilte Laborumgebung *EULYNX live lab*

DRSS

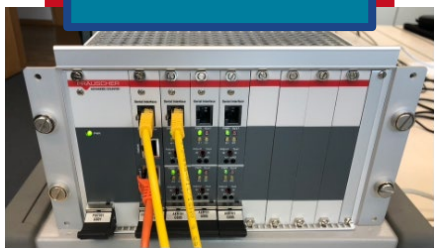
kubernetes

Test-beschreibung

Orchestrator

Interlocking-Simulation

Laborknoten — RaSTA-Bridge



HPI IoT-Lab, Potsdam

Laborknoten — RaSTA-Bridge

Brunel, Hildesheim

Laborknoten — RaSTA-Bridge

Digital Rail Lab, Scheibenberg

Laborknoten — RaSTA-Bridge

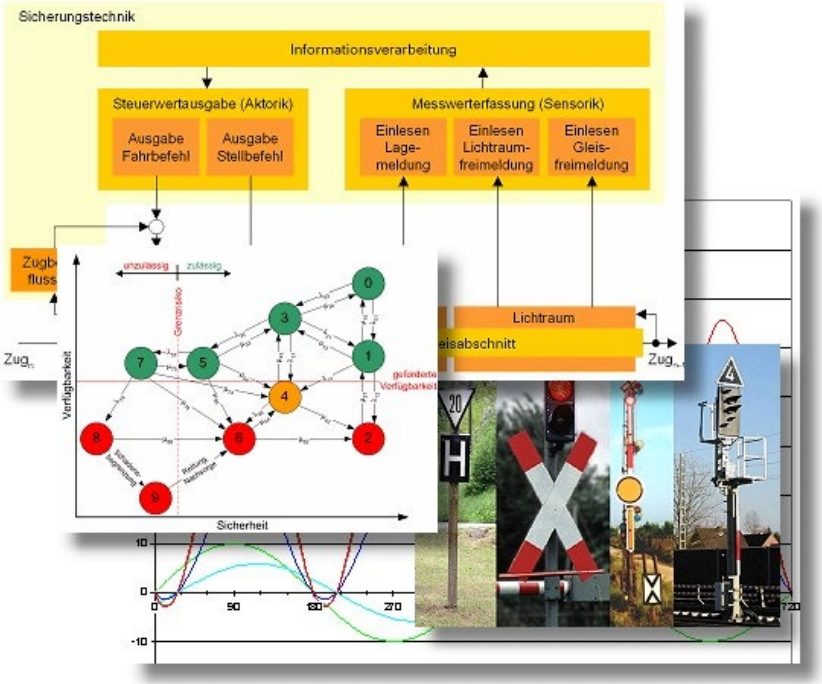
DLR, Braunschweig

TU Dresden
Professur für Verkehrssicherungstechnik

Wissenschaftlicher Gegenstand:
Steuerung und Sicherung spurgeführter Verkehrssysteme
Dafür werden folgende wissenschaftlichen Disziplinen vereint:

- Sicherheitswissenschaft
- Eisenbahnbetriebswissenschaft
- Automatisierungstechnik

https://tud.de/vst



TU Chemnitz
Professur Betriebssysteme

TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

DRSS

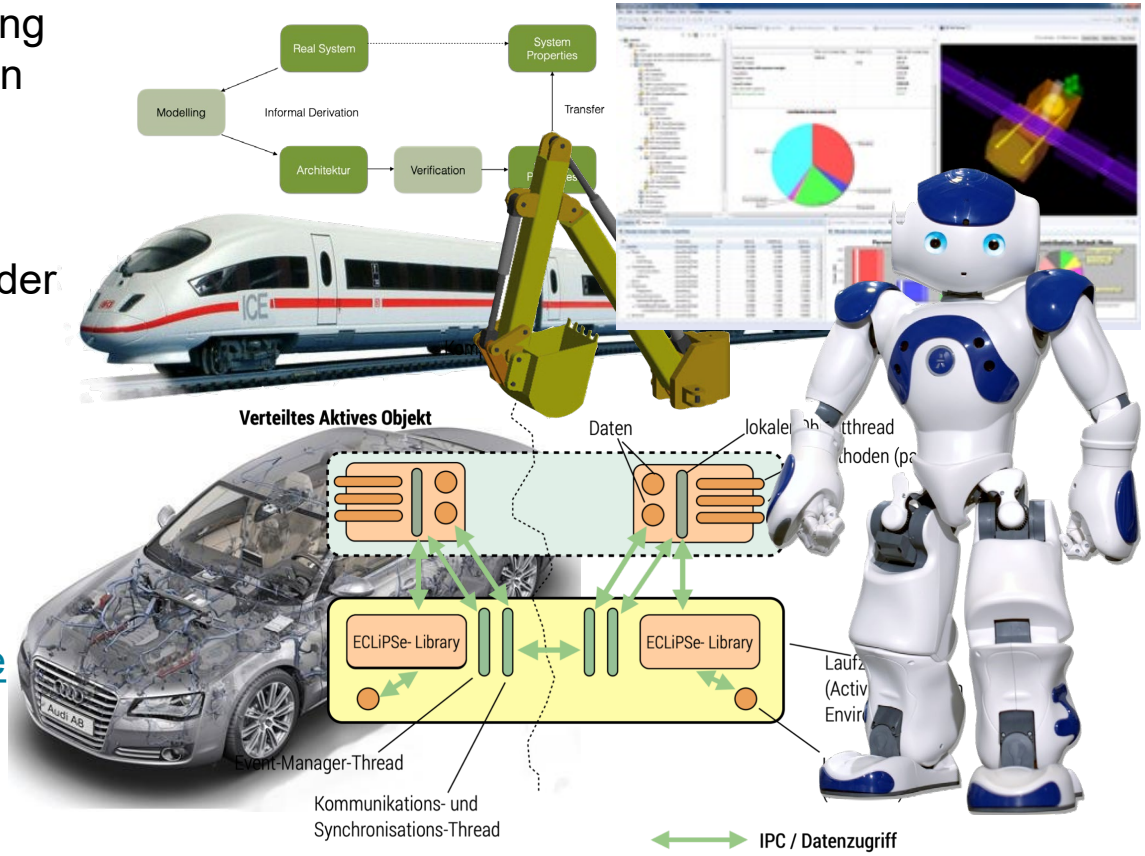
Forschungsschwerpunkte:

- Modellierung und Gewährleistung meta-funktionaler Eigenschaften
- Moderne Laufzeitsysteme für dynamische Anwendungen

Anwendung vorwiegend im Bereich der mobiler Systeme, insbesondere Transportation Systeme

- Automobile
- Bahn
- Raumfahrt
- Nutzfahrzeuge

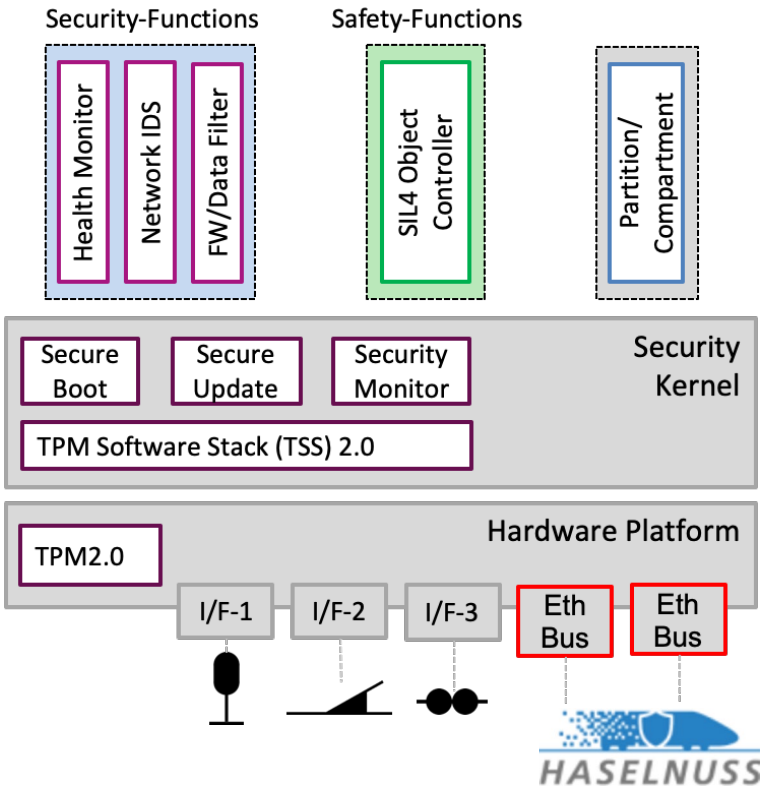
https://osg.informatik.tu-chemnitz.de



Universität Passau
Lehrstuhl für Technische Informatik

Forschungsschwerpunkte:

- IT-Sicherheit, hardware-nahe Sicherheit
- Sichere Kritische Infrastrukturen
- Digitalisierung im Schienenverkehr



INCYDE

IT Sicherheit für Kritische Infrastrukturen

(zusammen mit Universität Passau)

Schwerpunkte im Kontext Rail:

Beratung/ Spezifikation

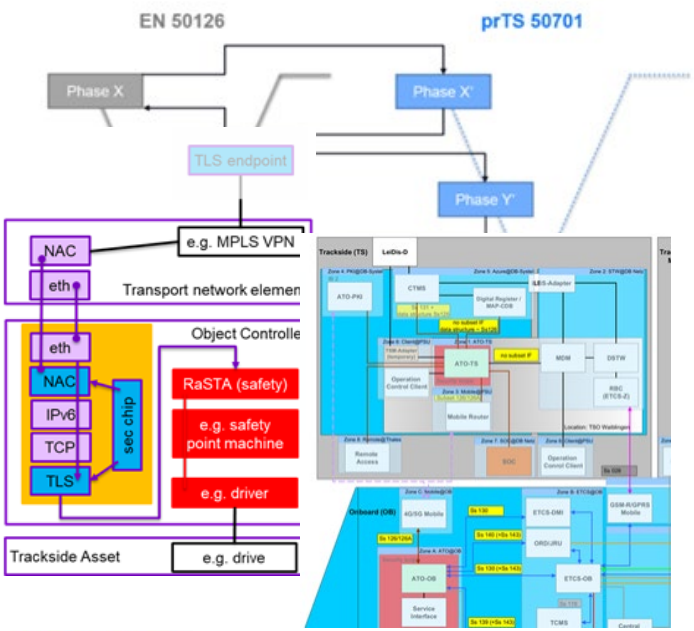
- Bedrohungs- Risikoanalyse
- Maßnahmenableitung- und Umsetzung, Betriebsführung, Testen
- IEC 62443, prTS 50701 konform
- Digitale Stellwerkstechnik, ATO, ETCS
- Fahrzeugtechnik
- Technologieprognose / Forschung

Begutachtung/ Bewertung

- Security Konzept
- Spezifikation
- Betriebsführungskonzept
- Security Case
- Testplanung
- Netzwerke (offen+geschlossen)

Standar-disierung

- EULYNX & RCA
- OCORA
- VDE 831-10x
- ERTMS Users Group



TH Wildau
Professur für nachhaltige Verkehrssysteme

DRSS

Technische Hochschule Wildau
Technical University of Applied Sciences
WILDAU

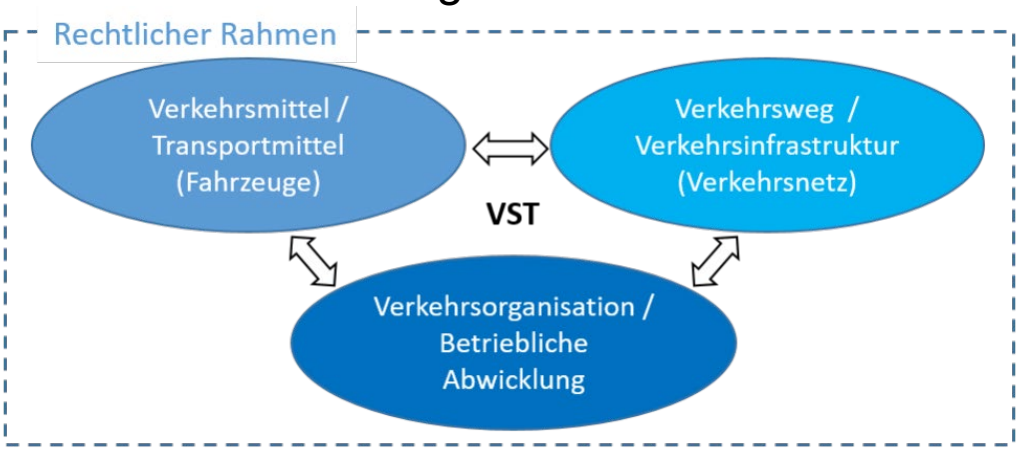
Ziel in Lehre und Forschung:

- grundlegendes Gesamtverständnis des Systems Verkehr aus Sicht der Nutzer und Betreiber von Fahrzeugen und Betriebszentralen

Themengebiete der Professur:

- Verkehrstelematik, IT im Verkehr und Datenmanagement im Personenverkehr
- Leit- und SIcherungstechnik
- Fahrerassistenzsysteme

https://www.th-wildau.de/vst/



Die Lehrveranstaltung

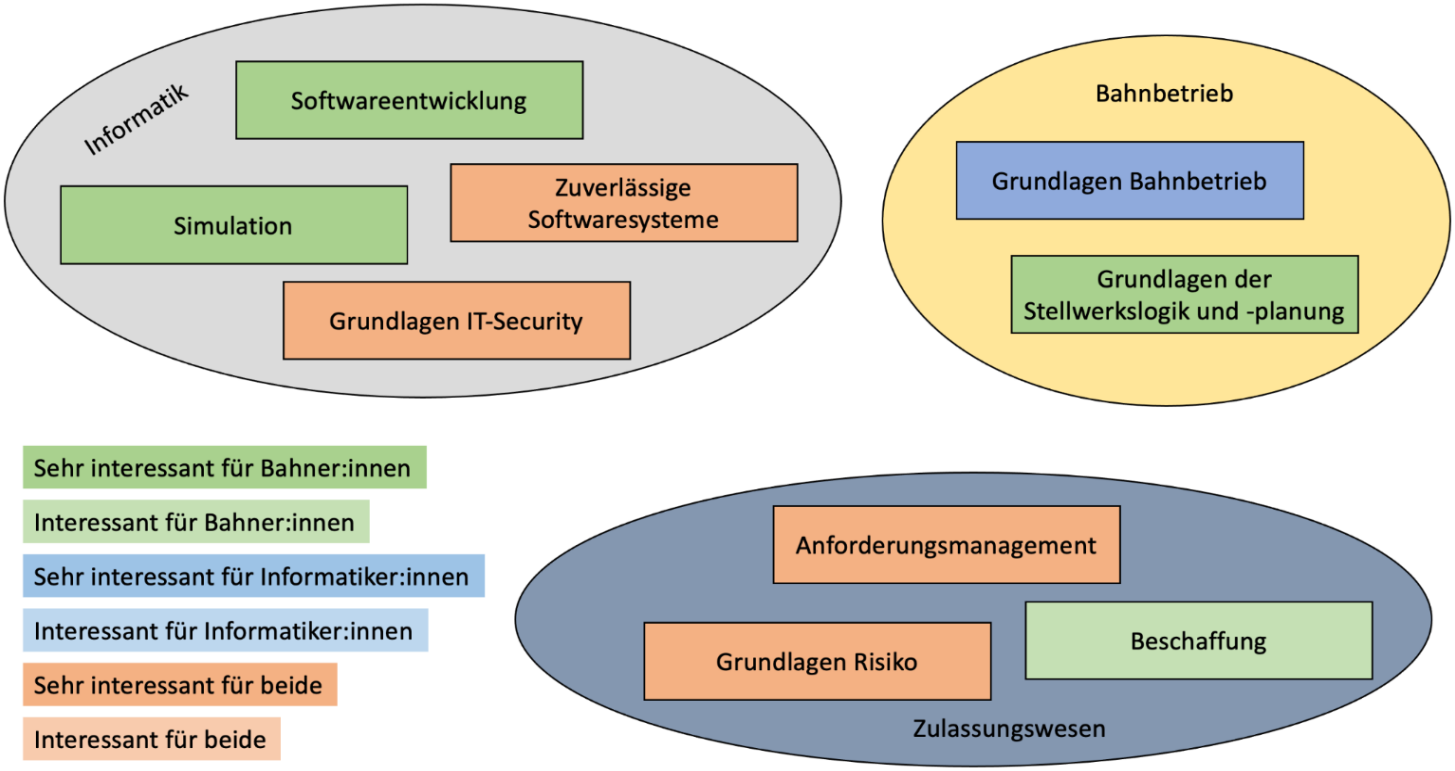
Struktur

- Interdisziplinäre Zusammenarbeit (übergreifend)
- Screencasts zu diversen Themen (inkl. Sprechstunden; Details unter: https://hpi.de/drss)
- Gastvorlesungen
- Exkursionen
- Summerschool
- Projektarbeit in kleinen (interdisziplinären) Gruppen

- Bewertung nach Maßgabe der Heimat-Universitäten

Digital Rail
Screencasts

- Zu hörende Screencasts: https://osm.hpi.de/drss/2024/



Die genaue Auswahl der Videos erfolgt in Abstimmung mit der Heimat-Uni und dem Projekt

Digital Rail
Gemeinsame Veranstaltungen

- Vorlesungsplanung: demnächst unter https://osm.hpi.de/drss/2024/
- Gastvorträge jeweils dienstags, online ab 10.15 Uhr:
  - 30. April 2024: Post-Quantum Cryptography, Martin Rehberg DB Systel
  - 11. Juni 2024, IT Security bei der Bahn, Oliver Knapp
  - **Donnerstag**, 20. Juni 2024 ProVI LST
  - 25. Juni 2024, Systemarchitektur DSD an der Schnittstelle von Bahnbetrieb und IT (Arbeitstitel) , Oliver Lemke
  - tba: Carsten Sattler, Siemens Mobility GmbH

Gemeinsame Veranstaltungen

- Exkursionen
  - Dienstag, 4. Juni 2024: Eisenbahn-Betriebs- und Experimentierfeld (EBuEf)
  - tba, BahnTechnologie Campus Havelland GmbH, kurz BTC Havelland

Digital Rail
Bewertung

Bitte alle auf Korrektheit prüfen!!!

- TU Berlin
  - 6 ECTS
  - Note: 50% MC-Test zu Inhalten ausgewählter Screencast, 50% Projekt
- HPI
  - 6 ECTS
  - Note: 50% Prüfung zu Inhalten ausgewählter Screencasts, 50% Projekt
- TH Wildau
  - 5-6 ECTS je nach Studiengang
  - Note: 50% MC-Test zu Inhalten ausgewählter Screencast, 50% Projekt
- TU Chemnitz
  - 5 ECTS (Anrechenbare Module sind im OPAL-Kurs zu finden)
  - Note: 50% mündliche Prüfung zu Inhalten ausgewählter Screencasts/ 50% Projekt

Digital Rail
Bewertung

- TU Dresden
  - 5 ECTS
  - Note: Bewertung der Projektarbeit und Präsentation
- Uni Passau
  - 12 ECTS
  - Note: Bewertung der Projektarbeit und Präsentation (+ interne Präsentationen)

Digital Rail
Projekte

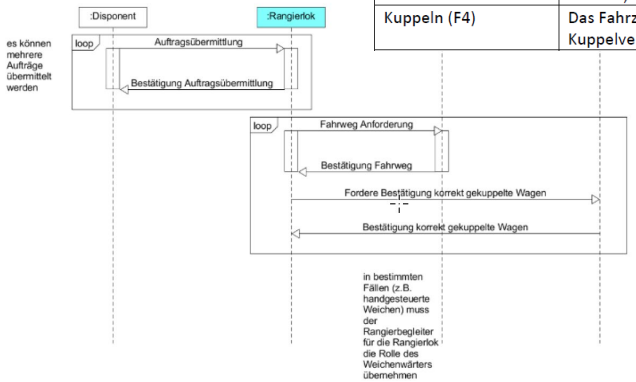
- Partner bieten ein oder mehrere Projekte an
- Beginn, Ablauf, Umfang, Anforderungen sind mit der jeweiligen verantwortlichen Einrichtung zu klären
  - #1: Automatisches Rangieren: Anforderungen und Implementierung (TU Berlin)
  - #2: EuLynx (HPI, TU Dresden)
  - #3: Modellbasierte Sicherheits- und Risikoanalyse für Eisenbahnbetriebsprozesse (Uni Passau)
  - #4: Sicherheit von Betriebsszenarien (TU Chemnitz, TH Wildau)

Automatisches Rangieren: Anforderungen und Implementierung (I)

- Das BBI-Projekt wird sich mit dem Thema Rangierroboter auseinandersetzen.
- Rangieren ist sehr personalintensiv → hohe Kosten für EWV
- Im ersten Teil des Projekts wird das Thema Anforderungsableitung inkl. Risikobetrachtung behandelt.
- Im zweiten Teil des Projekts werden Sie selbst ein IT System designen und zum Abschluss einen Modellbahn-Rangierroboter steuern. IT-Kenntnisse werden nicht vorausgesetzt, sondern im Rahmen der Vorlesung vermittelt.
- Arbeit in Kleingruppen
- Präsenz und Online-Termine
- Auftakt für das bbi-Projekt am 30.4. 12 Uhr (online)

Automatisches Rangieren Anforderungen und Implementierung (II)

Geschwindigkeit kontrollieren (F.1)	Die Fahrgeschwindigkeit muss permanent entsprechend einer vom Routing vorgegebenen Sollgeschwindigkeit geregelt werden. 25 km/h dürfen nicht überschritten werden.	
Anfahren (F1.1)	Schleuderfreies Anfahren muss gewährleistet werden.	1
Anhalten (F1.2)	Beim Erreichen der Zieldistanz muss angehalten werden.	2
Nothalt (F1.3)	Bei einem Nothaltauftrag muss sofort die Leistung abgeschaltet und eine Schnellbremsung eingeleitet werden.	3
Ziel vorgeben (F2.1)	Über den Aufgabenmanager wird ein Fahrziel vorgegeben.	-
Route ermitteln (F2.2)	Die Software muss selbstständig alle fahrbaren Routen von der aktuellen Position zum vorgegebenen Ziel ermitteln und dem Aufgabenmanager melden.	-
Anforderung des Fahrwegs (F2.3)	Zur Sicherung des Fahrwegs muss das Betriebspersonal beauftragt werden, um den Fahrweg einzustellen.	
Bestätigung der korrekten Fahrweglage (F2.4)	Das Betriebspersonal muss aufgefordert werden, die korrekte Lage der Fahrwegelemente zu bestätigen.	
Richtung wählen (F3)	Die Fahrtrichtung muss entsprechend der Route richtig gewählt werden, bevor angefahren wird.	1
Kuppeln (F4)	Das Fahrzeug muss bei entsprechendem Auftrag automatisch eine Kuppelverbindung mit einem Wagen herstellen oder auflösen.	2

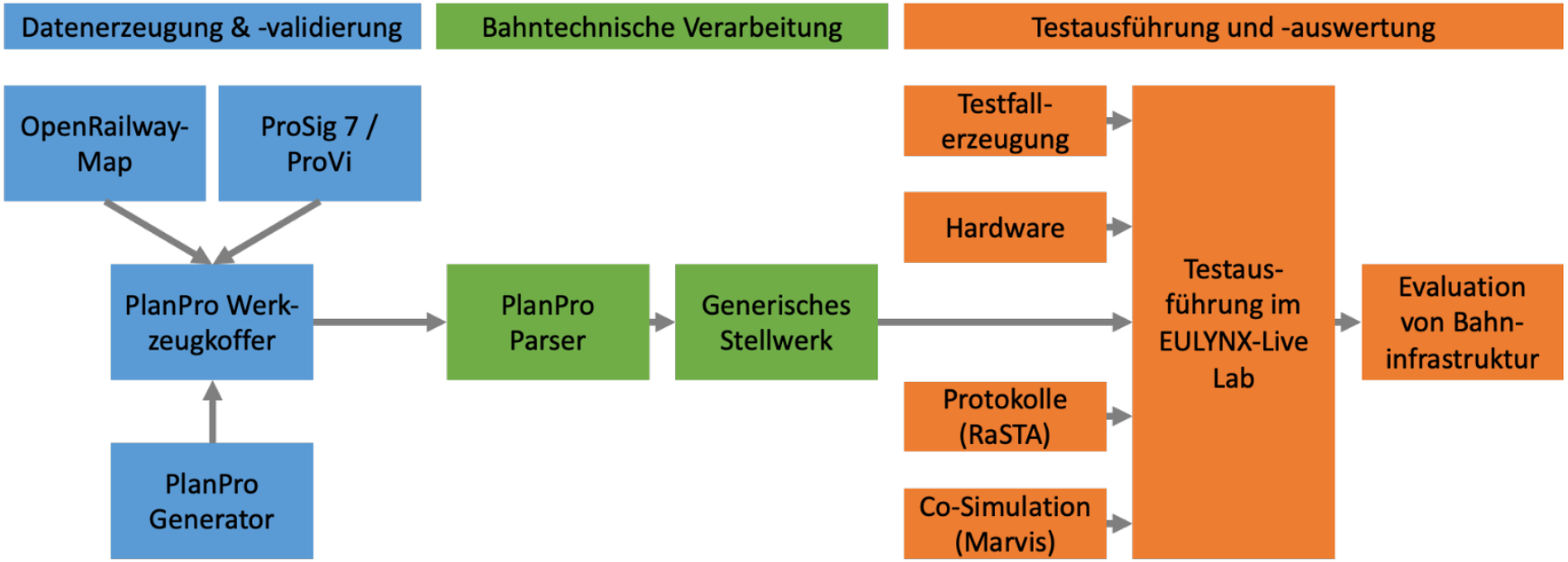


Consequence	Frequency	Possibility	Probability	Risikominderung	SIL
C3	F1	x	W1	d	2

EULYNX

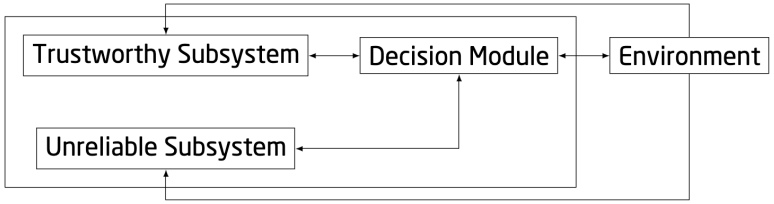
- Herausforderungen durch Verkehrswende & Digitalisierung
  - mehr Kapazität, schnellerer Ausbau, Prozesse beschleunigen
- benötigt modernes Software-Engineering
  - Co-Simulation, kontinuierliches Testen, Fehlerinjektion, …
- Adaption moderner Methoden und Werkzeuge in die Bahnwelt
  - durchgängige digitale Datenhaltung: Planung bis Inbetriebnahme
  - Automatisierung und kontinuierliches Integrieren
  - Standardisierung/Interoperabilität zwischen Herstellern

Projektübersicht:



Simplex-Architektur: Softwareupdates für Bahnkomponenten

- Funktionale Sicherheit in den Softwarekomponenten muss durchgängig gewährleistet werden
- Funktionsupdates im nicht-sicherheitskritischen Teil sind wünschenswert
- Lösung: Überwachungskomponente, die die Verlässlichkeit des sicherheitskritischen Systemteils durchgehend überwacht



Simplex-Architektur [Sha 01]

Projektidee: Achszählsystem (z.B. Siemens, Thales) upgraden mit einer selbstprogrammierten Simplex-Überwachung

Modellbasierte Sicherheits- und Risiko-analyse für Eisenbahnbetriebsprozesse

Was sind modellbasierte Methoden?

- werden genutzt um komplexe Systeme präzise und nicht-redundant zu beschreiben
- nutzen oft eine domänenspezifische Modellierungssprache
- Beispiele sind: SGAM für Smart Grids, ARAM für Automotive, NIST für Cybersecurity

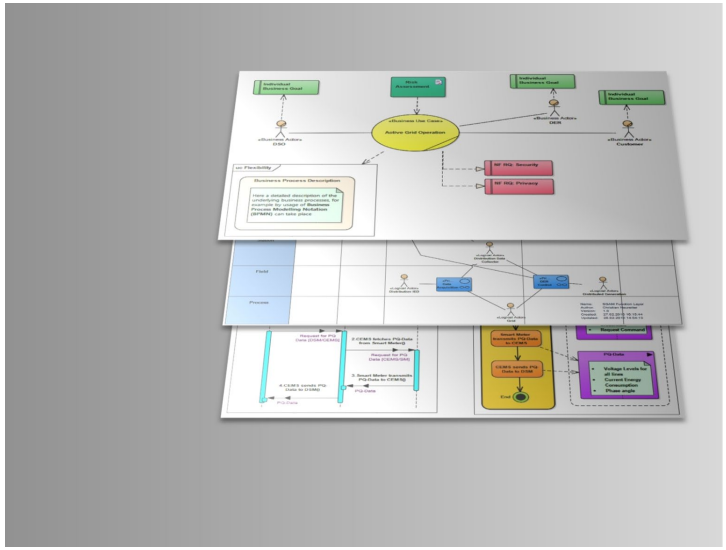


Foto: https://dsse.at/sgam/

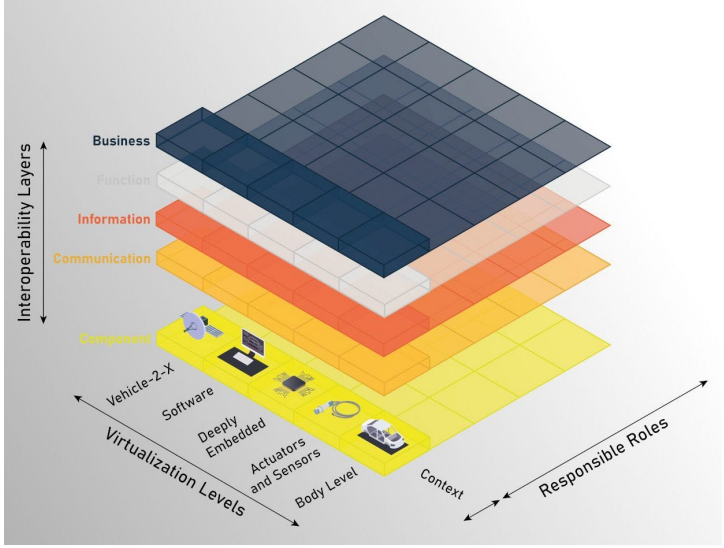


Foto: https://dsse.at/aram/

Modellbasierte Sicherheits- und Risiko-analyse für Eisenbahnbetriebsprozesse

(1) Identifizierung von modellbasierten Sicherheits- und Risikoanalysemethoden

- Recherche zu existierenden modellbasierten Ansätzen für Sicherheits- und Risikoanalysen

(2) Entwicklung einer modellbasierten Methode zur Sicherheits- und Risikoanalyse

- Entwicklung eines modellbasierten Ansatzes für Sicherheits- und Risikoanalysen

(3) Durchführung einer Sicherheits- und Risikoanalyse

- Durchführung einer Sicherheits- und Risikoanalyse anhand der entwickelten Methode

(4) Entwicklung eines Demonstrators für Cyberangriffe

- Entwicklung eines Demonstrators, welcher Cyberangriffe visualisiert

#3 Projektarbeit

Modellbasierte Sicherheits- und Risiko-analyse für Eisenbahnbetriebsprozesse

DRSS

Ziele:

- Entwicklung einer Methodik zur modellbasierten Sicherheitsanalyse
- Programmierung eines Demonstrators zur Visualisierung von Sicherheitsrisiken
- Verständnis für modellbasierte Ansätze und Entwicklungsmethoden

Euer Beitrag:

- Gutes Teamwork, Spaß am gemeinsamen “Tüfteln”
- Selbstständiges Arbeiten
- Programmiergrundkenntnisse

Euer Benefit:

- Tiefe Einblicke ins System Bahn und die Digitalisierung
- Networking über verschiedenste Partner in Industrie und Wirtschaft
- Security in Kritischen Infrastrukturen
- Hacking = Fun

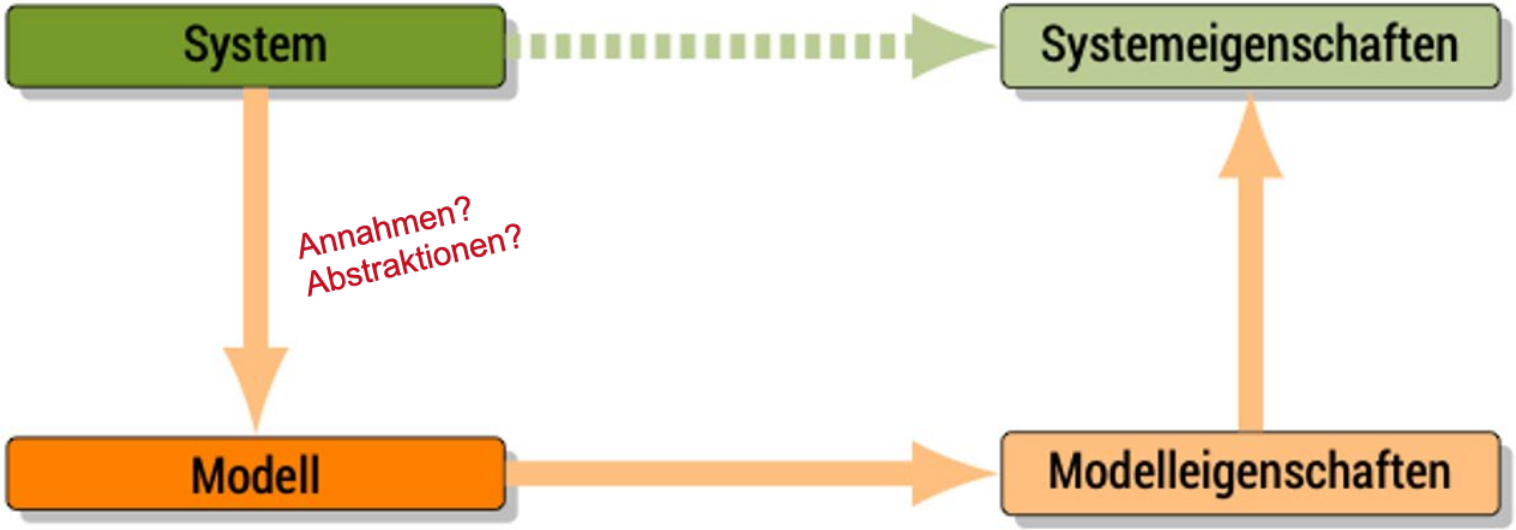
Sicherheit von Betriebsszenarien

- Testen und Auditieren …
  - können “nur” **Fehler** aufzeigen, nicht aber ihre Abwesenheit (Korrektheit des Systems)
  - funktionieren weitgehend nur für eine konkrete Implementation

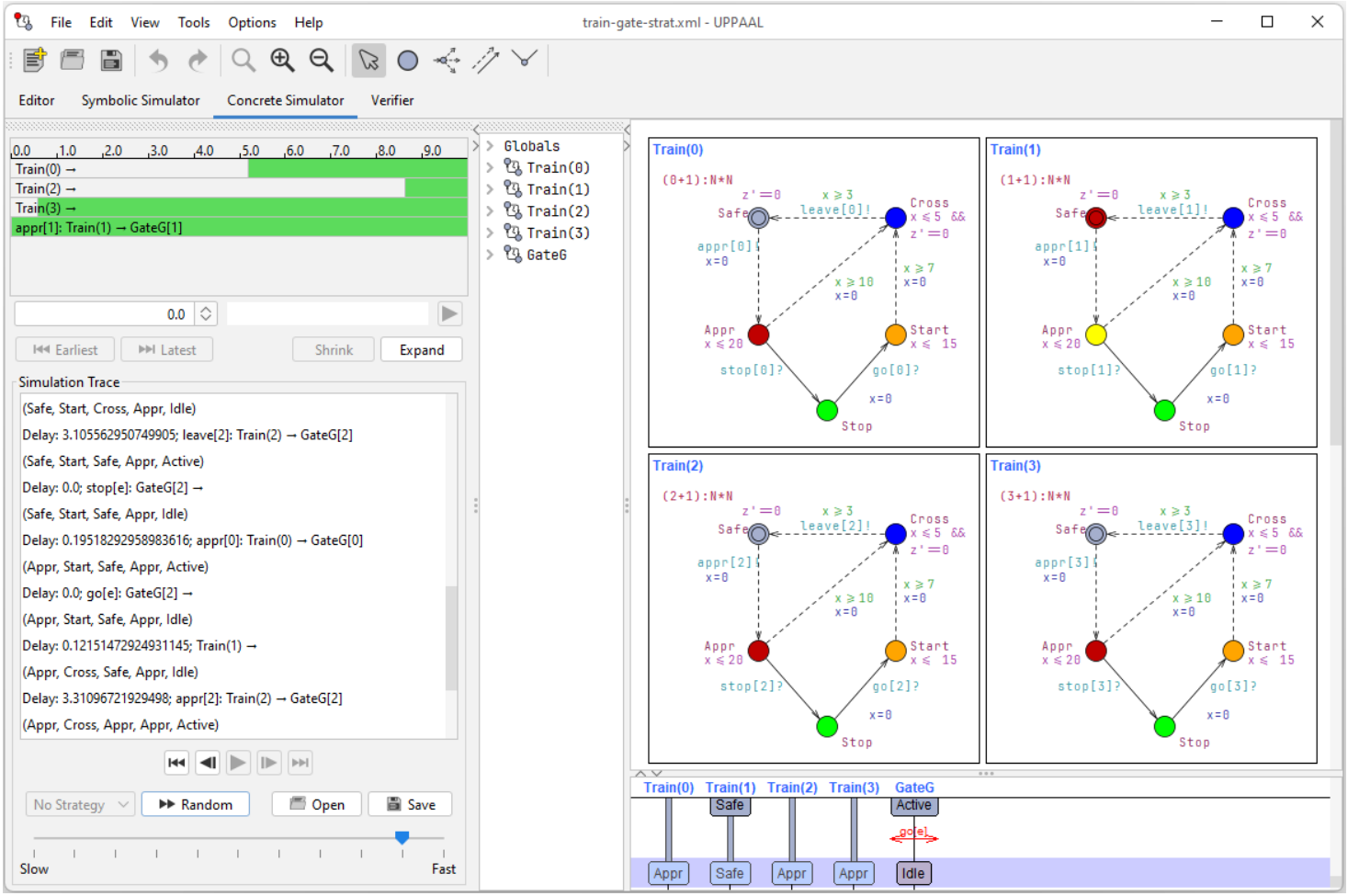
→ Reichen “Testen und Auditieren” für die Sicherheit im Bahnbereich aus?
→ Welche Alternativen gibt es?

- Formale Methoden …
  - können die **Korrektheit** für bestimmte Eigenschaften **beweisen**
  - können auf Implementation **und** Spezifikation angewendet werden

Sicherheit von Betriebsszenarien



Sicherheit von Betriebsszenarien



Sicherheit von Betriebsszenarien

Ziele

- Betrachtung eines ausgewählten Betriebsszenarios (beispielsweise des Betriebsablaufs an einem Bahnübergang o.ä.)
- Übersetzen der für das Szenario geltenden, informalen Betriebsbeschreibungen (Richtlinien) in ein formales Modell
- Auffindung von Uneindeutigkeiten und impliziten Annahmen (z. B. “Bahnsystemwissen” und allgemeine Regeln der Technik, die in der Richtlinie nicht aufgeführt sind)
- Ergänzen/Berücksichtigen der impliziten Annahmen im formalen Modell
- Beweis der Korrektheit oder möglicher Schwachstellen
- ggf. Ableitungen aus der formalen Modellbetrachtung auf den realen Bahnbetrieb

Sicherheit von Betriebsszenarien

Euer Beitrag:

- Lust auf neue Perspektiven
- Spaß an der fachübergreifenden Zusammenarbeit (Bahnsystem/-wissen & Informatik)
- Spaß an der Zusammenarbeit im Team mit Studierenden anderer Hochschulen/Unis, Fachrichtungen, Semester, …
- Spaß am Denken in abstrakten Modellen und auf bisher vielleicht ungewohnten Wegen

Euer Benefit:

- Schulung in Modellierung und formalem Denken
- Kennenlernen eines State-of-the-Art Tools (Uppaal, u.a. bei Airbus im Einsatz)
- Freude an der Arbeit im Team, beim Austausch von (neuen) Ideen und Sichtweisen

Digital Rail
Projekte - Ansprechpartner

- #1: Automatisches Rangieren: Anforderungen und Implementierung (TU Berlin; timo.ramsdorf@tu-berlin.de)
- #2: EULYNX (HPI: robert.schmid@hpi.de, Clemens Tiedt)
- #3: Model-based Safety and Risk Analysis for Railway Operating Processes (andreas.weber@uni-passau.de, Uni Passau)
- #4: Sicherheit von Betriebsszenarien (TU Chemnitz: jonas.henschel@informatik.tu-chemnitz.de, TH Wildau: martin.lehnert@th-wildau.de)

Summerschool
Camp Edition

- 28. bis 30. August 2024 in der Prignitz (Mittwoch nachmittag bis Freitag nachmittag)
- Organisation zusammen mit der DB Systel
- Summerschool besteht aus Workshops, Vorträgen, Exkursionen, Networking
- Teilnehmer sind Studierende und Firmenvertreter
- Anmeldung, Kosten etc. in den kommenden Wochen

Organisatorisches

- Foliensatz kann auf der Webseite hpi-Webseite heruntergeladen werden: https://osm.hpi.de/drss/2024/
- ToDos für alle Studierenden bis 29.4. 14 Uhr:
  - Mail an die Verantwortlichen für das jeweils gewählte Projekt
  - in die Mailingliste eintragen (für allgemeine Infos etc.): **https://lists.tu-berlin.de/mailman/listinfo/railways-kursverteiler.dr2024**
  - Projektverantwortliche stimmen mit ihrer Gruppe den Auftakttermin ab
  - Wichtig: man kann auch ein Projekt an einer Uni machen, zu der man nicht gehört, aber es gelten die Prüfungsmodalitäten der Heimatuni

Ansprechpartner (allgemein)

Birgit Milius (TUB)
birgit.milius@tu-berlin.de

Andreas Polze (HPI)
andreas.polze@hpi.de

Simon Unger (Uni Passau)
simon.unger@uni-passau.de

Andreas Weber (Uni Passau)
andreas.weber@uni-passau.de

Matthias Werner (TUC)
mwerner@informatik.tu-chemnitz.de

Ulrich Maschek (TUD)
ulrich.maschek@tu-dresden.de

Max Schubert (INCYDE)
max.schubert@incyde.com

Martin Lehnert (TH Wildau)
martin.lehnert@th-wildau.de