

Auftaktveranstaltung Digital Rail 2026

Agenda

- Einführung und Motivation
- Vorstellung der Fachgebiete
- Lehrveranstaltung
 - Struktur
 - Projekte
- Nächste Schritte

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?
....

Digitale LST

Bahnbetrieb: Züge fahren

Produktionsprozesse des Bahnbetriebes
(Fahrdienstvorschrift, Signalbuch)

Geschwindigkeiten, Längen/Abstände,
Fahrstraßen, Fahrerlaubnisse

BTSF

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

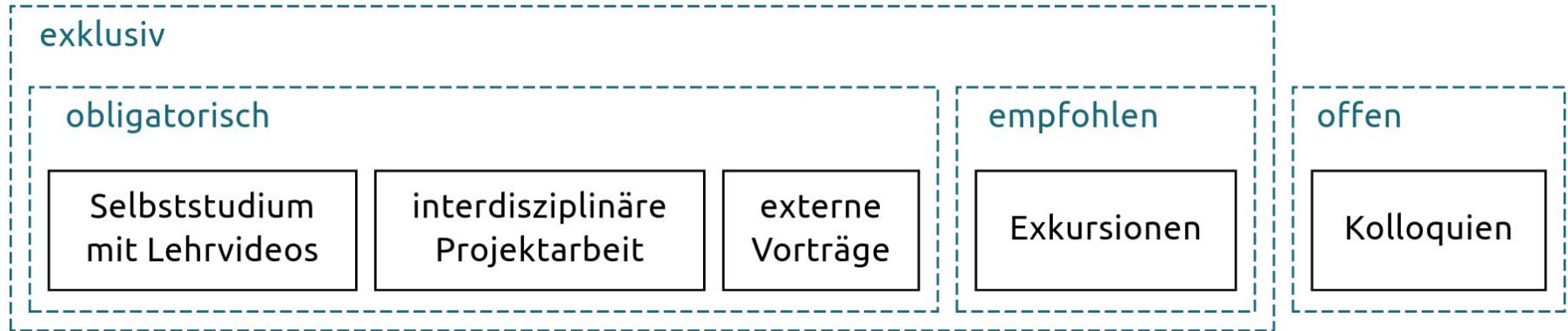
Informatik (Softwaretechnik)

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



- Lehrvideos
 - aus den verschiedenen Domänen
 - Projektarbeit
 - bevorzugt domänenübergreifend und interdisziplinär
 - externe Vorträge
 - aus Industrie und Betrieb
 - Exkursionen
 - Sprechstunden
-
- Bewertung nach Maßgabe der Heimatuniversität

Termine (aktueller Stand)

Vorträge: Di, 14-15:30 Uhr, digital

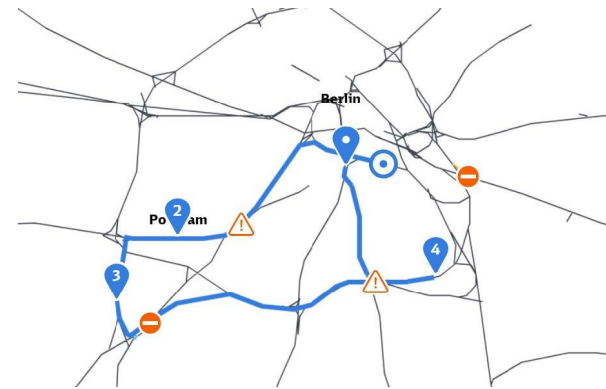
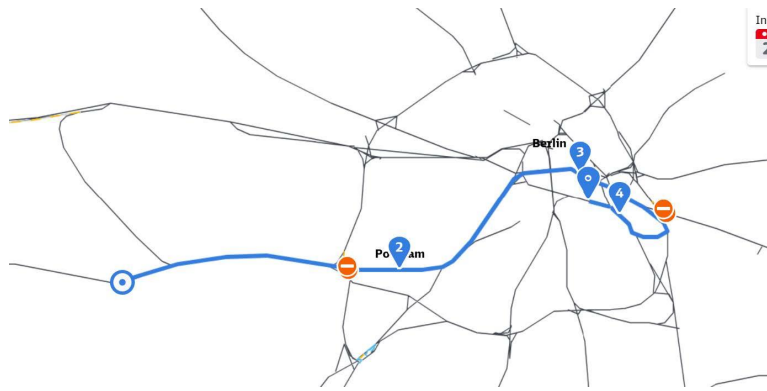
- 02.06.: *Von der Strecke in die Datenbank – Entwicklung einer Software zur teilautomatisierten Bestandsdatenerfassung auf Basis von LIDAR-Scans*
(SIGNON Deutschland)
- 09.06.: *SMO Security-Proxy: Safety-Kritische Software-Entwicklung*
(Siemens Mobility)
- 16.06.: *Beschleunigung der Zulassung - Projekt VZLS*
(DB InfraGO, TU Berlin)
- 07.07.: *Digitale Planung bei SMO*
(Siemens Mobility)

Exkursionen:

- 04.05.: *advancedTrainLab*, HPI
- 12.05.: 12-16 Uhr: Exkursion EBUef, TU Berlin
- 26.05.: Exkursion Rbf Wustermark, TU Berlin, HPI

advancedTrainLab: 04.05.

- Einstieg Potsdam Hbf, ca. 11:55 Uhr
- Ausstieg Berlin Südkreuz, ca. 16:00 Uhr
- Anmeldung zur *advancedTrainLab* Exkursion per Mail an die Verantwortlichen für das jeweils gewählte Projekt bis zum 28.04.



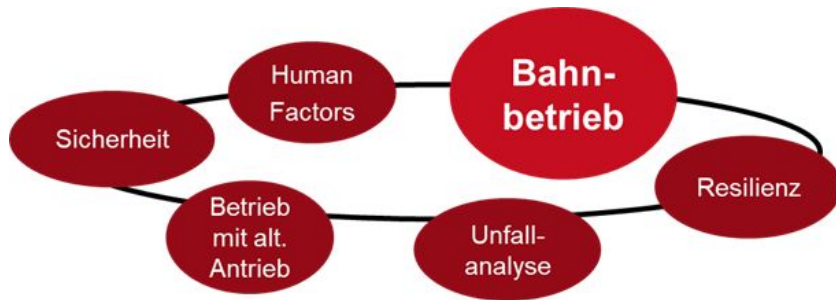
Vorstellung der Fachgebiete



Ziel in Lehre und Forschung:

Betrachtung des Schienenverkehrs als Gesamtsystem

www.railways.tu-berlin.de



Ausstattung

- Eisenbahn-Betriebs- und Experimentierfeld
 - Echte Stellwerke bedienen
- Fahrsimulatoren



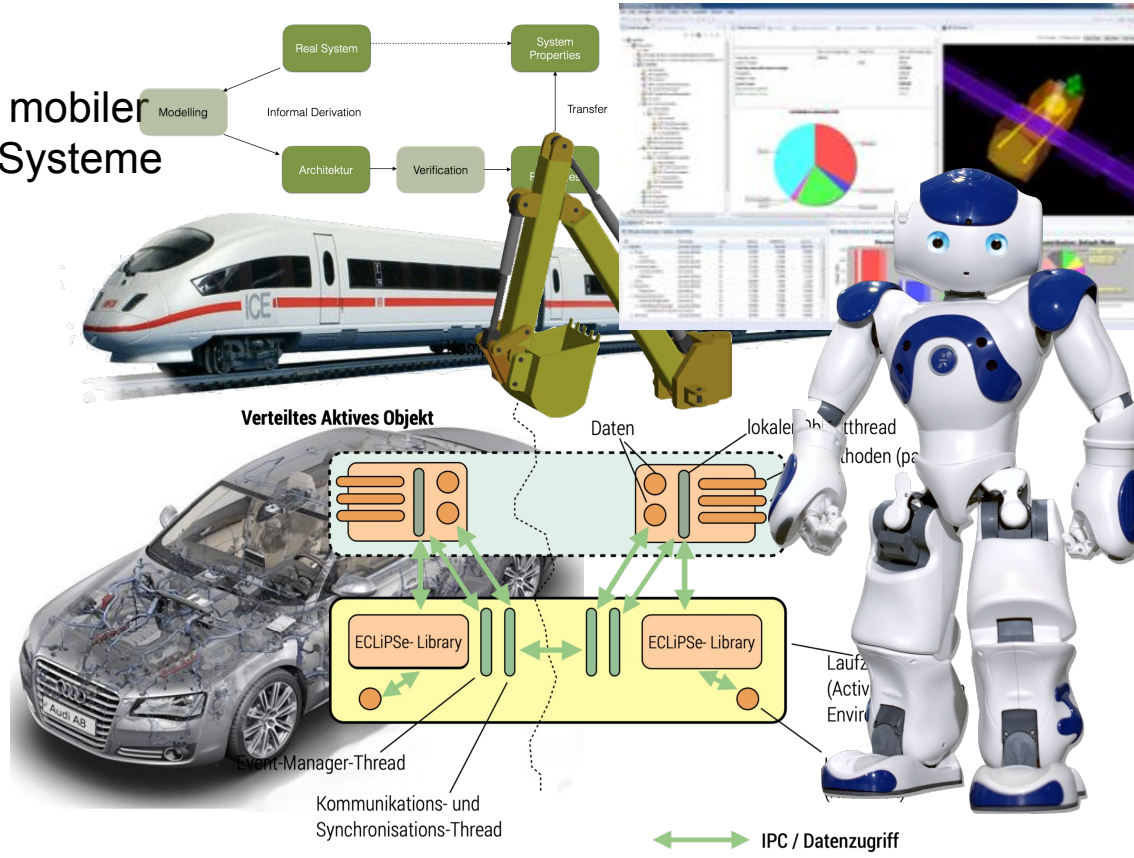
Forschungsschwerpunkte:

- 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

osg.informatik.tu-chemnitz.de



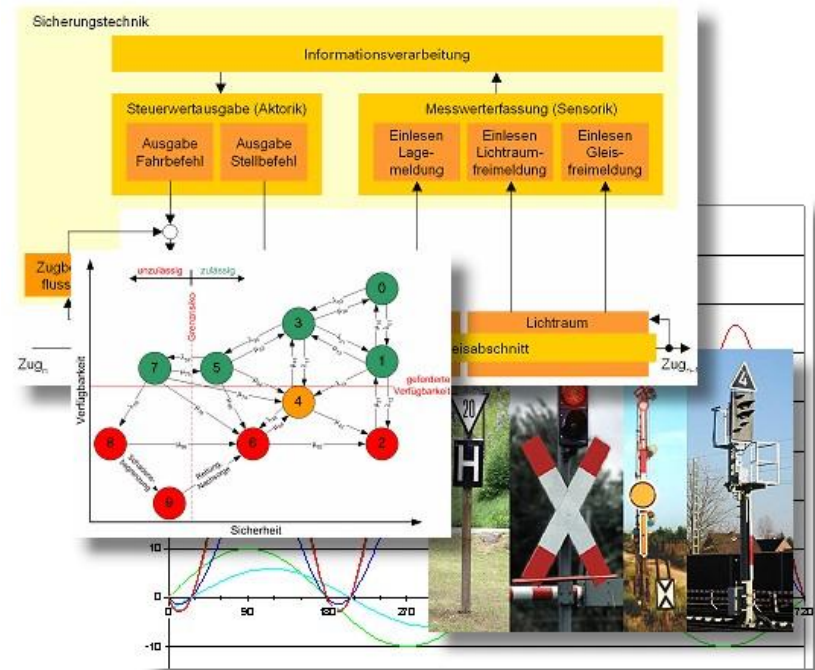
Wissenschaftlicher Gegenstand:

Steuerung und Sicherung spurgeführter Verkehrssysteme

Dafür werden folgende wissenschaftlichen
Disziplinen vereint:

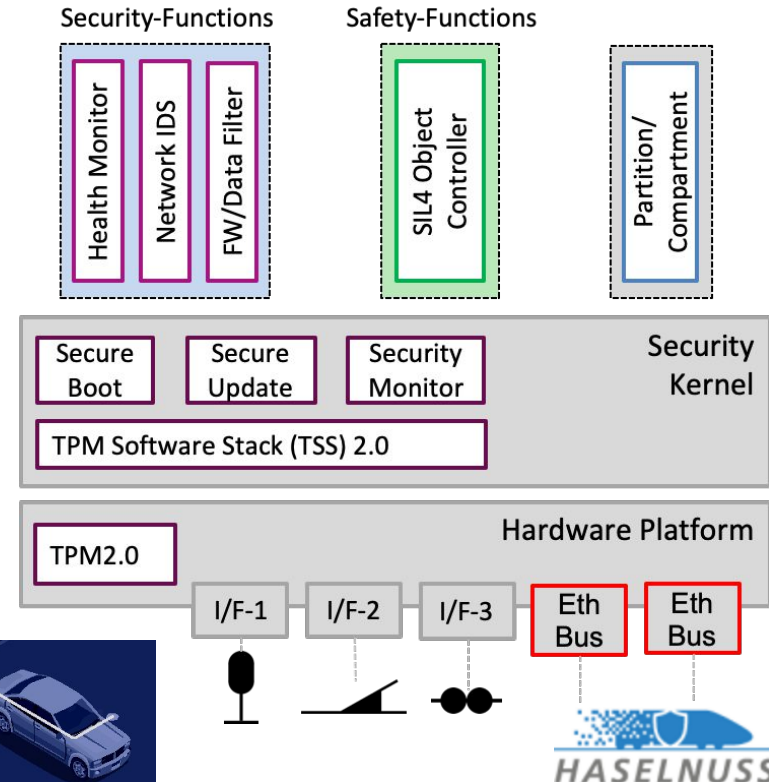
- Sicherheitswissenschaft
- Eisenbahnbetriebswissenschaft
- Automatisierungstechnik

tud.de/vst



Forschungsschwerpunkte:

- IT-Sicherheit, Hardware-nahe Sicherheit
- Sichere kritische Infrastrukturen
- Digitalisierung im Schienenverkehr



Hasso-Plattner-Institut, Universität Potsdam

Professur für Betriebssysteme & Middleware



“Middleware für vorhersagbares Systemverhalten”

- Paradigmen, Entwurfsmuster, Implementierungsstrategien
- Echtzeit (*real-time*), Verlässlichkeit, IT-Sicherheit

Betriebssysteme

- Neue Konzepte für neue Hardwareparadigmen (NUMA, GPU, FPGA, POWER)
- Programmiermodelle für Beschleuniger und lokal verteilte Systeme

weit verteilte Systeme – Grid, Cloud, IoT

- vorhersagbares Verhalten in heterogenen verteilten Systemen
- dienstorientierte Cloud-Umgebungen

eingebettete Systeme

- analytische Redundanz, Reparatur im Betrieb, dynamische (Re)Konfiguration

Förderprojekte und Industriekooperationen zu Digitalisierung im Bahnwesen

- [Rail2X](#), [RailChain](#), [DiAK](#), [FlexiDug](#), DB, SBB, Siemens, RGYRAIL, INCYDE, Dralle, Systems Lab 21, ...

Kontakte (osm.hpi.de/people)

- Katja Assaf, Lukas Pirl, Robert Schmid, Dirk Friedenberger,
Prof. Andreas Polze

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)

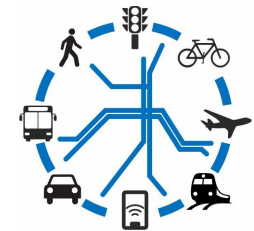


Ziel in Lehre und Forschung:

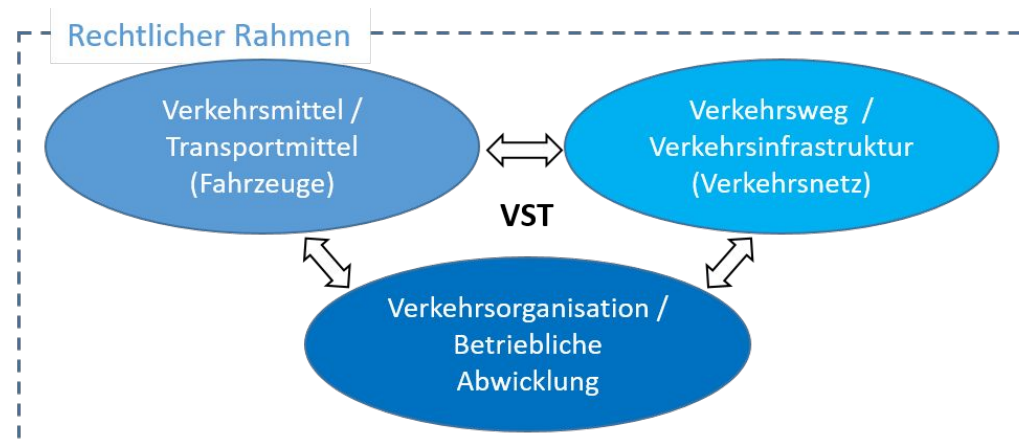
- grundlegendes Gesamtverständnis des Systems Verkehr aus Sicht der Nutzer und Betreiber von Fahrzeugen und Betriebszentralen

Themengebiete der Professur:

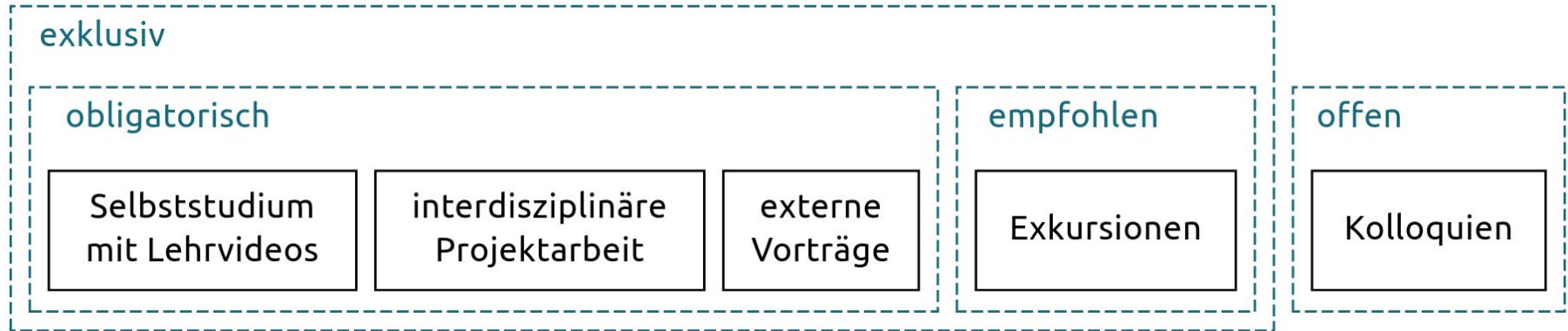
- Verkehrstelematik, IT im Verkehr und Datenmanagement im Personenverkehr
- Leit- und Sicherungstechnik
- Fahrerassistenzsysteme



th-wildau.de/vst/

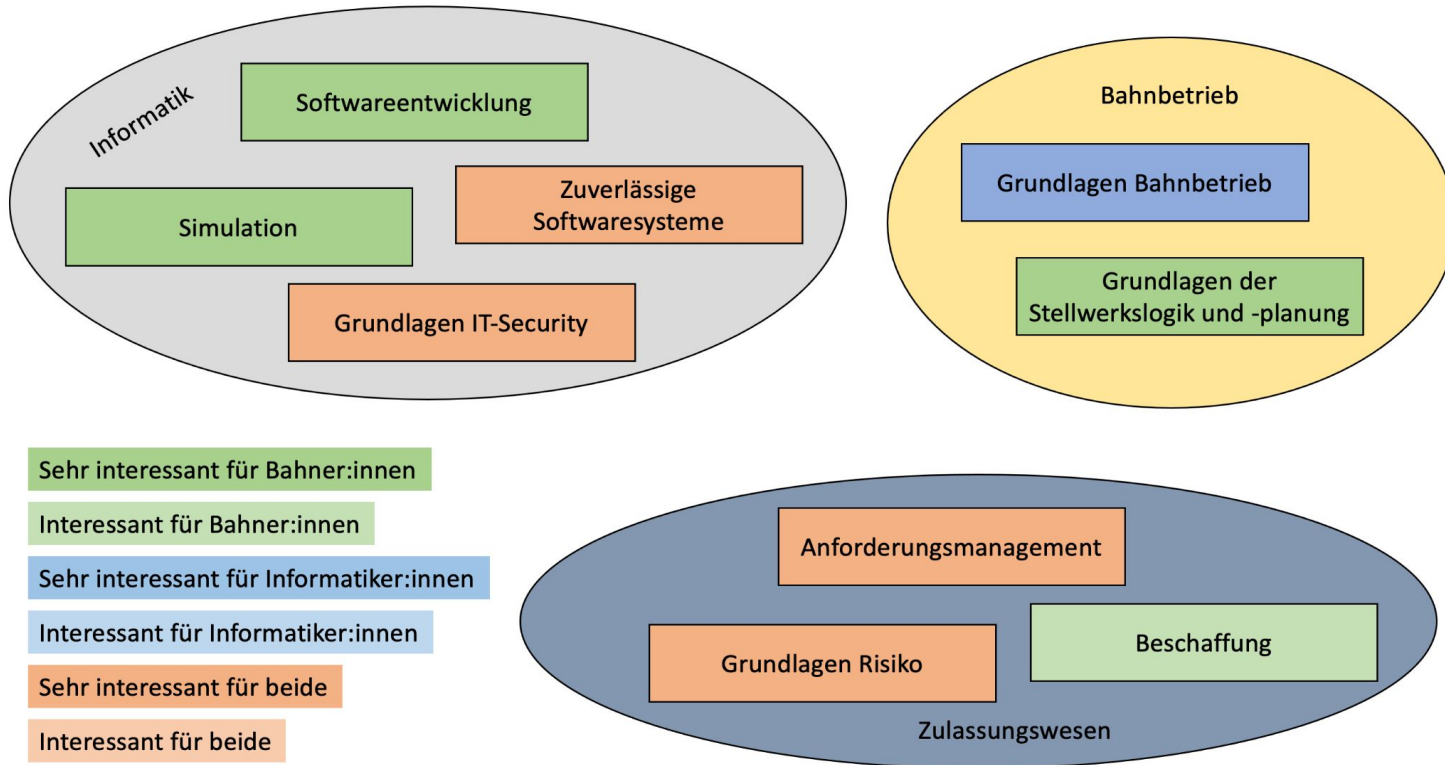


Die Lehrveranstaltung



- Lehrvideos
 - aus den verschiedenen Domänen
 - Projektarbeit
 - bevorzugt domänenübergreifend und interdisziplinär
 - externe Vorträge
 - aus Industrie und Betrieb
 - Exkursionen
 - Sprechstunden
-
- Bewertung nach Maßgabe der Heimatuniversität

Zu hörende Lehrvideos: osm.hpi.de/drss/2026/curriculum



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

Gemeinsame Veranstaltungen

- Vorlesungsplanung: osm.hpi.de/drss/2026/curriculum
- Gastvorträge dienstags ab 14:00 Uhr, Videokonferenz
- [Bahnsystemkolloquium](#)
 - ausgewählte Donnerstage, 14:50 – 16:20 Uhr
- [Eisenbahnwesen-Seminar](#)
 - Montags, 18:15 – 19:45 Uhr
- [Verkehrswissenschaftliches Kolloquium Wildau](#)
 - 22.04., 06.05., 17.06., 15:00 Uhr
(dieses Semester mit Fokus auf Umweltwirkung und Stadtverkehr)
- Exkursionen
 - Dienstag, 12.05.: Eisenbahn-Betriebs- und Experimentierfeld (EBuEf)
 - Dienstag, 26.05.: Rbf Wustermark

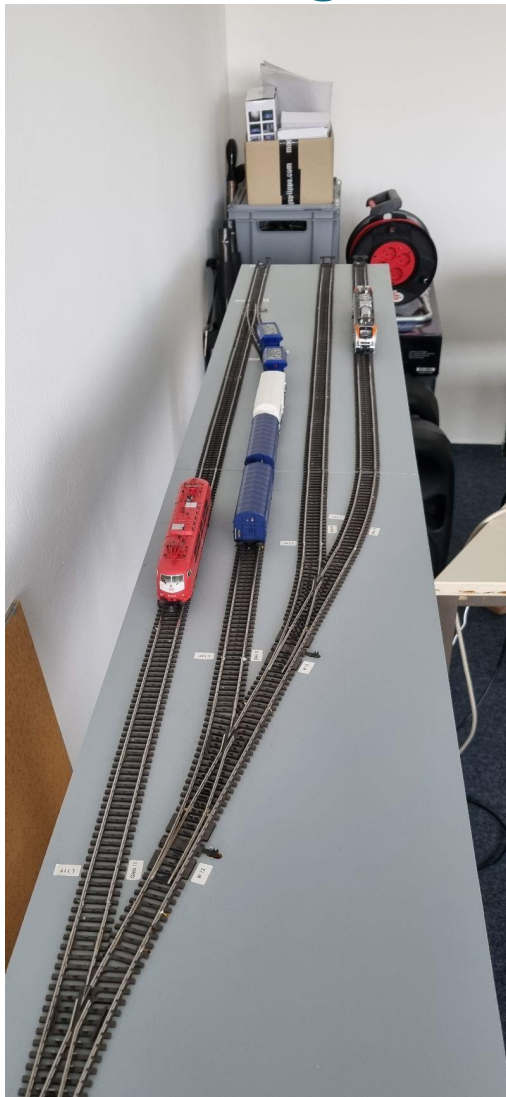
- TU Berlin
 - 6 ECTS: 50 % MC-Test zu Inhalten ausgewählter Lehrvideos, 50 % Projekt
- HPI
 - 6 ECTS: 50 % Prüfung zu Inhalten ausgewählter Lehrvideos, 50 % Projekt
- TH Wildau
 - 5-6 ECTS je nach Studiengang:
50 % MC-Test zu Inhalten ausgewählter Lehrvideos, 50 % Projekt
- TU Chemnitz
 - 5 ECTS: Projektbearbeitung + mündliche Prüfung zu den Lehrvideos
 - nach Absprache bis zu 8 ECTS, bei entsprechender Mehrarbeit im Projekt
- TU Dresden
 - 5 ECTS: Note: Bewertung der Projektarbeit und Präsentation
- Uni Passau
 - 12 ECTS:
Bewertung der Projektarbeit und Präsentation (+ interne Präsentationen)

- Partner bieten ein oder mehrere Projekte an
- Beginn, Ablauf, Umfang, Anforderungen sind mit der jeweiligen verantwortlichen Einrichtung zu klären
 - Automatisches Rangieren: Anforderungen und Implementierung (TU Berlin)
 - IT Security Analysis RaSTA - Revisited (HPI)
 - Absicherung von EULYNX-Kommunikation mit Quanten-Schlüsseln (TUC, HPI)
 - ETCS/Zugbeeinflussung (TUD)
 - Resilienter Bahnbetrieb (UPa)

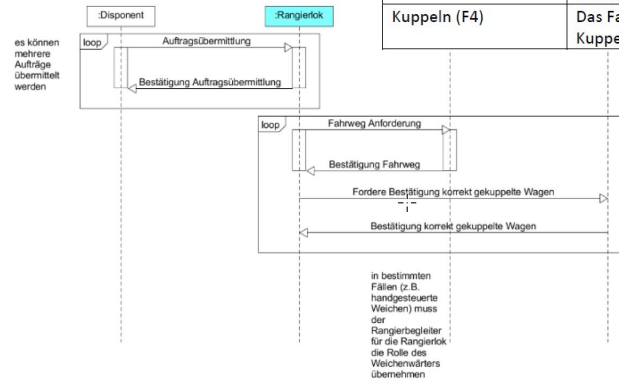
Automatisches Rangieren: Anforderungen und Implementierung (I)

- Das BBI-Projekt wird sich mit dem Thema Rangierroboter auseinandersetzen.
- Rangieren ist sehr personalintensiv → hohe Kosten für EWW
- 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 des Projekts aufgefrischt.
- Arbeit in Kleingruppen
- Präsenz und Online-Termine
- Auftakt für das bbi-Projekt am 28.4. 12:15 Uhr (SG12 002)

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 Nothaltbefehl 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 Fahrrichtung 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

RaSTA ist das sichere Bahnprotokoll für digitale LST.

Motivation

- Bei fehlerhafter Konfiguration sind Angriffe denkbar.
- RaSTA ist ein bahnspezifisches Protokoll zur Kommunikation zwischen Stellwerk und Objektcontrollern.
- RaSTA verlässt sich auf einen MD4 zur Sicherung der Nachrichten.
- Vorarbeiten (HVA+18, UKS+22) zeigen potentielle Schwachstellen.

Projektziel

- Welche bekannten Angriffe auf den MD4 sind tatsächlich durchführbar?
- Nachweis, dass TLS alle bekannten Angriffe verhindern kann.

Projektlauf

- Reproduzieren bekannter Angriffe auf selbstgenerierte openRasta Daten (DRSS 2022)
- Reproduzierbarkeit bekannter Angriffe auf Traces vom Hersteller evaluieren
- Optional: Erzeugen eigener Traces im Labor

Sicher in der Zukunft

- RaSTA wird in modernen Systemen in TLS verpackt, somit sind die Angriffe nur noch in Altsystemen relevant

Absicherung von EULYNX-Kommunikation mit Quanten-Schlüsseln

Situation

- EULYNX-Kommunikation wird mit TLS über TCP abgesichert
- TLS nutzt asymmetrische Kryptographie, um symmetrische Schlüssel für eigentliche Kommunikation auszuhandeln

Problem

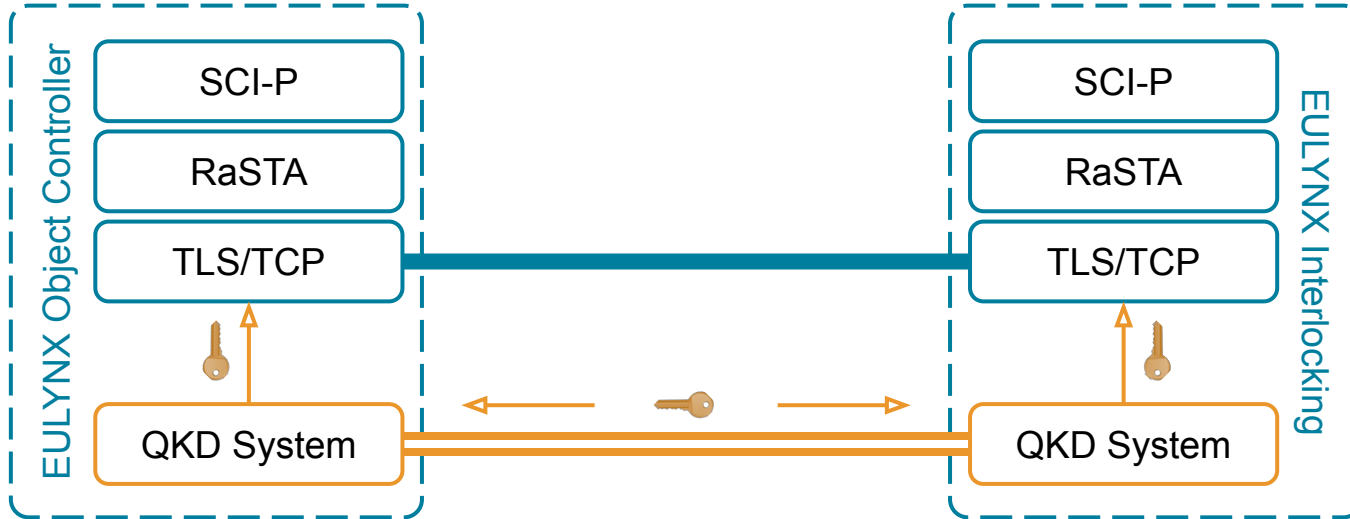
- klassische asymmetrische Verfahren sind durch Quantencomputer angreifbar

Frage

- Wie können wir symmetrische Schlüssel sicher erzeugen und verteilen?

Absicherung von EULYNX-Kommunikation mit Quanten-Schlüsseln

Integration von QKD in EULYNX



Beispiel Scheibenberg



Absicherung von EULYNX-Kommunikation mit Quanten-Schlüsseln

Fragestellung für das Projekt

- Wie schnell müssen Schlüssel generiert werden, um einen Fahrplan ausführen zu können?

Ziele

- Recherche realistischer Szenarien
- Einlesen der Eingabedaten aus RailML-Dateien
- Automatisiertes Starten einer Simulationsumgebung
- Simulative Analyse der Fragestellung

Betreuung

- Jonas Henschel
- Lukas Pirl

ETCS/Zugbeeinflussung

Cyber-Security-Abschätzung zu APS

Motivation

- Entwicklung einer innovativen Sicherungstechnik für ETCS Level 2 mit Zugintegrität

Projektziel

- Im Rahmen dieser Arbeit soll eine Vorstudie erarbeitet werden, die potenzielle Angriffsvektoren auf das APS identifiziert, kategorisiert und systematisch bewertet

Projekttablauf

- AP 1: System- und Schnittstellenanalyse
- Einarbeitung in die Architektur und relevanter Schnittstellen des Zielsystems APS (Kombination Stellwerk/RBC, ETCS L2 mit TIMS)
- AP 2: Methodische Bedrohungsanalyse
- Identifikation potenzieller Cyber-Security-Gefährdungen für die APS-Funktionen
- AP 3: Erarbeitung und Bewertung von Angriffsszenarien
- AP 4: Ableitung erster Mitigationsmaßnahmen (Risikominderungsmaßnahmen)
- AP 5: Praktische Demonstration in Labor- oder Simulationsumgebung (noch nicht geklärt)

Ansprechpartner

richard.kretzschmar@tu-dresden.de

ETCS/Zugbeeinflussung

Ortung mit GNSS und virtuellen Balisen Motivation

- Günstige, instandhaltungsfreundliche Infrastruktur
- Perspektivisch Integration GNSS in TSI
- Forschungsgegenstand in Europe's Rail

Projektziel

- Virtuelles Labor/EVC/Lernumgebung für ETCS
- Ortung, Ortungsfehler und ETCS-Variable sollen auf eigenem Smartphone erlebbar werden

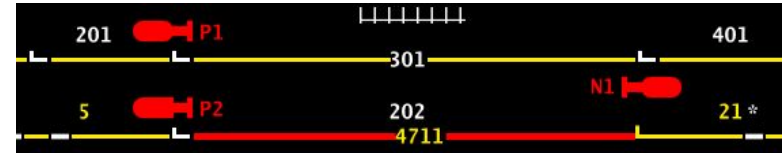
Projekttablauf

- Planung geeigneter Ortungspunkte (z. B. Straßenbahnhaltestellen)
- Anzeige Fahrzeugposition auf Karte
- Visualisierung vertrauenswürdige Zuglänge
- Demonstration verschiedener Ortungsfehler

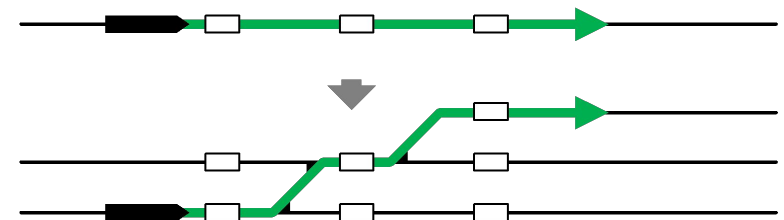
Ansprechpartner

martin.sommer@tu-dresden.de

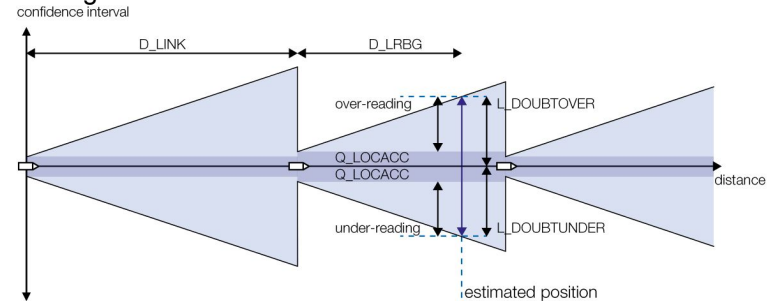
konventionell: Freimeldeabschnitte



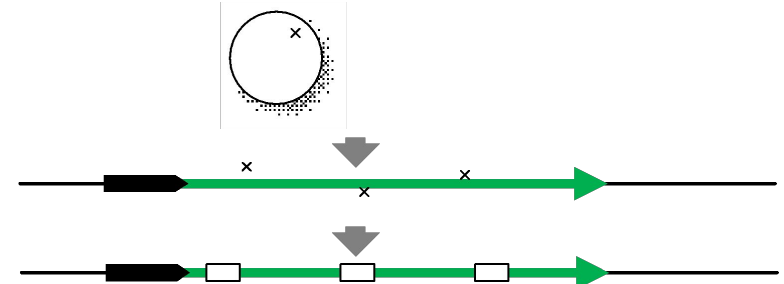
ETCS: zusätzlich Abstand zur letzten Balisengruppe



Ortungsfehler bei Balisen



Ortung mit GNSS



ETCS/Zugbeeinflussung

Visualisierung von ETCS-Daten

Motivation

- ETCS DMI ist für die Schnittstelle Mensch – Maschine im Eisenbahnbetrieb optimiert
- keine didaktisch sinnvolle Darstellung von ETCS-Variablen, zum Lernen ungeeignet

Projektziel

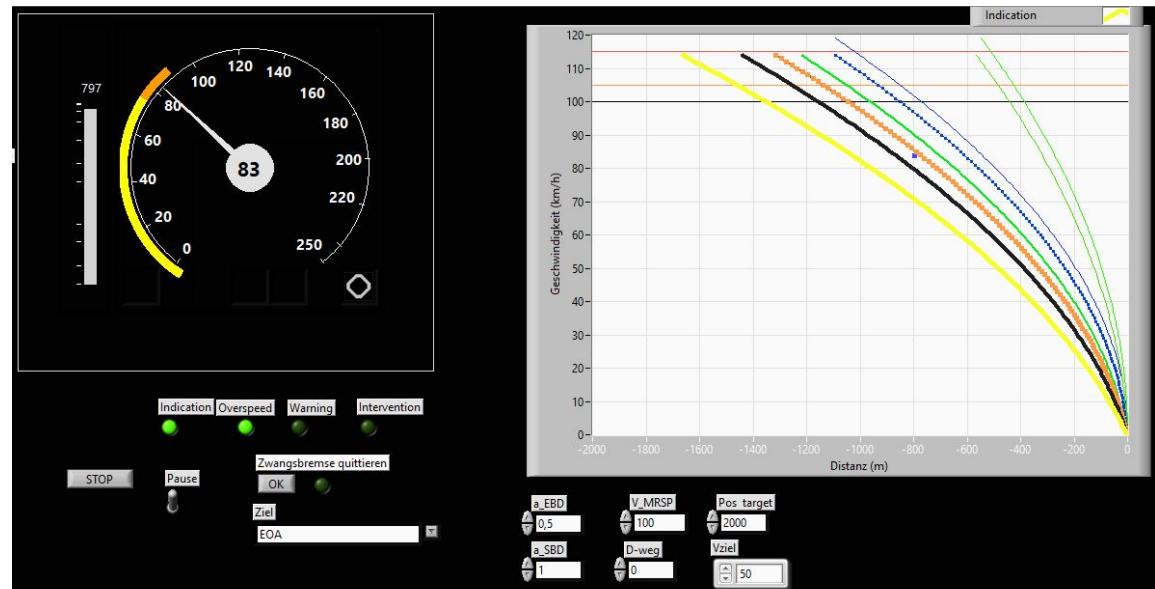
- Virtuelles Labor/EVC/Lern-umgebung für ETCS
- Visualisierung Bremskurven und weiterer ETCS-Variablen auf Laborrechner und Smartphone

Projekttablauf

- Auswahl von ETCS-Variablen
- Entwurf von Anzeigeelementen
- Anzeige von Systemzuständen aus Simulation
- Nutzung von „Echtdaten“ aus Smartphone auf geeigneter Strecke

Ansprechpartner

martin.sommer@tu-dresden.de



Entwicklung von Assistenzsystemen

Verwendung stochastischer Algorithmen für bahnbetriebliche Assistenzsysteme Motivation

- Rasante technische Fortschritte, Bahninfrastruktur großflächig und weniger anpassungsfähig
- Assistenzsysteme ermöglichen jetzt die Technologie der Zukunft

Projektziel

- Untersuchung von Kamera als potentiell Sensor
- Untersuchung der Leistungsfähigkeit und Verhalten und Feinabstimmung offener Modelle



Ansprechpartner

lorant.meszlenyi@uni-passau.de

Implementation of RaSTA in Rust

Re-Implementierung von RaSTA in Rust mit konstantem Speicher

- Rust verspricht Speichersicherheit und Determinismus
- RaSTA

Projektziel

- Vollständige und modulare Implementierung des RaSTA Protokolls
- Verwendung COTS Rust Softwarecomponenten für sichere Implementierung der Kryptographie
- Modulare Architektur erlaubt Erweiterung

Projekttablauf

- Untersuchung von RaSTA
- Implementierung in Rust
- Testung und Verifikation
- Interoperabilitätstestung

Ansprechpartner

lorant.meszlenyi@uni-passau.de



Implementierung eines vermaschten Netzwerkes

für die Rückfallebene

Motivation

- Rasante Verbreitung der drahtlosen IoT Geräte außerhalb des Bahnwesens
- Bahnbetrieb benötigt alternative Signalisierungswege

Projektziel

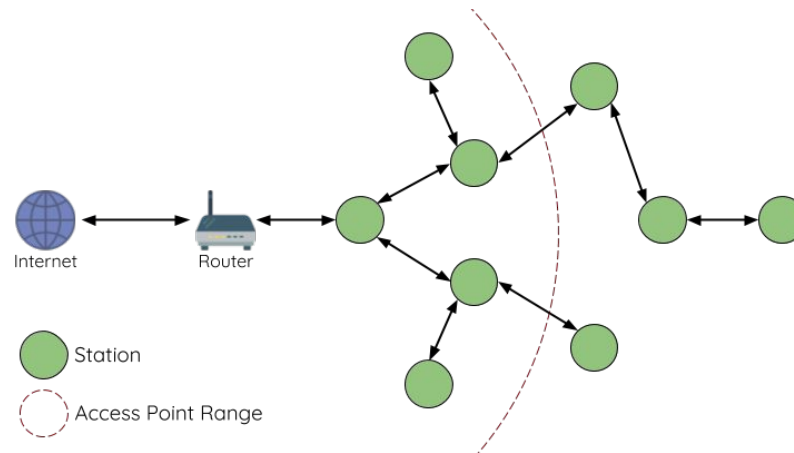
- Implementierung eines vermaschten Netzwerkes mittels COTS Geräten
- Untersuchung der Eigenschaften des Netzwerkes aus bahnbetrieblicher Sicht

Projektlauf

- Einarbeitung in die Technologie
- Entwurf eines Netzwerkprotokolls
- Implementierung
- Testung unter simulierten realen Bedingungen

Ansprechpartner

lorant.meszlenyi@uni-passau.de



Projekte - Ansprechpartner:innen

- Automatisches Rangieren: Anforderungen und Implementierung
timo.ramsdorf@tu-berlin.de
- IT Security Analysis RaSTA - Revisited
katja.assaf@hpi.de
- Absicherung von EULYNX-Kommunikation mit Quanten-Schlüsseln
jonas.henschel@informatik.tu-chemnitz.de, lukas.pirl@hpi.de
- ETCS/Zugbeeinflussung
martin.sommer@tu-dresden.de
- Resilienter Bahnbetrieb
lorant.meszlenyi@uni-passau.de

- Dieser Foliensatz kann bald auf der HPI-Webseite heruntergeladen werden
 - osm.hpi.de/drss/2026/curriculum
- Aufgaben für alle Studierenden bis 28.04. 13:30 Uhr:
 - E-Mail an die Verantwortlichen für das jeweils gewählte Projekt
 - in die studentische Mailingliste eintragen (unser *und* euer Medium)
lists.hpi.uni-potsdam.de/listinfo/drss26-stud
 - Projektverantwortliche stimmen mit ihrer Gruppe den Auftakttermin ab
 - Wichtig: gern ein Projekt einer fremden Uni wählen
 - es gelten die Prüfungsmodalitäten der Heimatuni
 - Anmeldung zur *advancedTrainLab* Exkursion (04.05.) per Mail an die Verantwortlichen für das jeweils gewählte Projekt

Ansprechpartner:innen

Birgit Milius (TUB)

birgit.milius@tu-berlin.de

Andreas Polze (HPI)

andreas.polze@hpi.de

Lóránt Meszlényi (Uni Passau)

lorant.meszlenyi@uni-passau.de

Lukas Iffländer (HTW Dresden)

lukas.ifflander@htw-dresden.de

Matthias Werner (TUC)

mwerner@informatik.tu-chemnitz.de

Ulrich Maschek (TUD)

ulrich.maschek@tu-dresden.de

Martin Lehnert (TH Wildau)

martin.lehnert@th-wildau.de



hpi.de/drss

Auftaktveranstaltung Digital Rail 2026