

Technische Universität Dresden
Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“
Institut für Bahnfahrzeuge und Bahntechnik
Professur für Elektrische Bahnen

Feldversuch eHighway Schlesweig-Holstein

Technik und Betrieb

8. Forum Elektromobilität Schleswig-Holstein

23. November 2020

Prof. Dr.-Ing. Arnd Stephan



Bildquelle: FuE Zentrum FH Kiel GmbH

Professur für Elektrische Bahnen

Planung und Betrieb elektrischer Verkehrssysteme



Bildquelle: IFB GmbH



Bildquelle: TU Dresden



Bildquelle: Siemens AG



- Energieerzeugung/ -übertragung
- Energieverteilung/ -zuführung
- Elektrisches Fahrzeug
- Rückstromführung, Beeinflussung
- Fahrzeug- und Anlagenbetrieb

Vorab ...

Völlig klar:

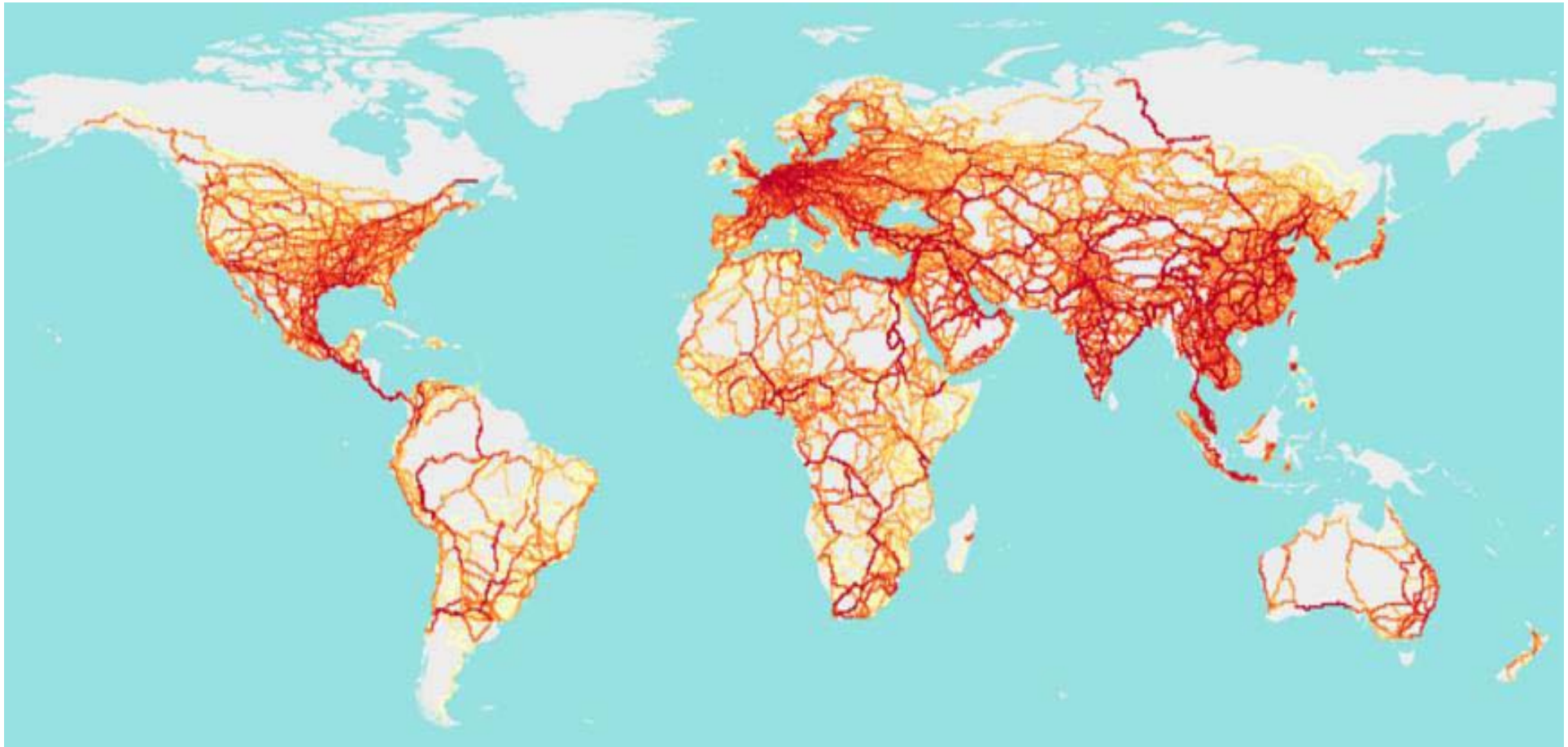
- ... der Güterfernverkehr gehört auf die Schiene.
- ... der Schienengüterverkehr muss elektrisch fahren.
- ... die Schiene muss weiter ausgebaut und elektrifiziert werden.



Aber was machen wir ...

- *... wenn die Schiene das mittelfristig nicht mal ansatzweise leisten kann?*
- *... wenn der weitere Ausbau der Schiene Jahr(zehnt)e dauern wird?*
- *... wenn es massive lokale Widerstände gegen den Ausbau gibt?*
- *...*

Hintergrund: Straßengüterverkehrsdichte 2050



Quelle: ITF - Transport Infrastructure Needs for Future Trade Growth (2016)

... dann aber wenigstens elektrisch.

Mediale Erwartungshaltung zur Elektromobilität ...

Alles wird elektrisch ...

- ... Fahrräder, Mopeds, Autos, Transporter, Busse, Lkw, Schiffe, vielleicht sogar Flugzeuge ...
- ... mit super-leistungsfähigen Batterien in unbegrenzter Menge ...
- ... produziert aus nachwachsenden Rohstoffen, die umweltfreundlich und menschenwürdig gewonnen werden ...
- ... ohne hässliche und gefährliche Stromleitungen und Kraftwerke ...
- ... und die *Cloud* hilft dabei ganz bestimmt auch ... *irgendwie* ...

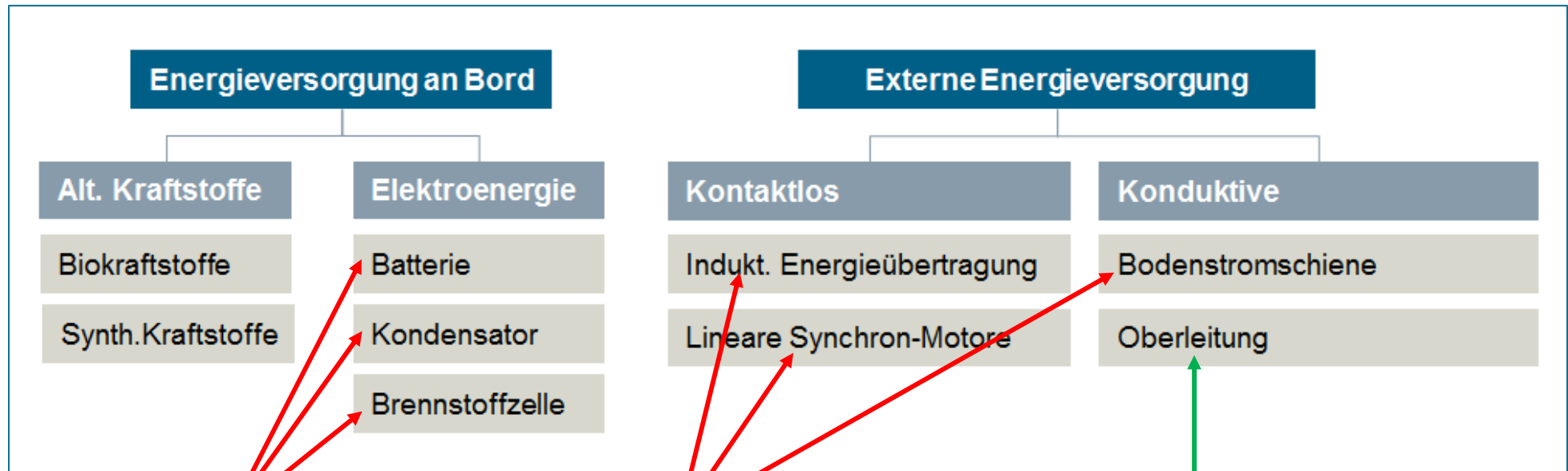
Fazit: Jetzt wird die Welt wirklich ganz schnell besser.

Ach, wenn's doch nur so einfach wär ...

Eine naheliegende Möglichkeit wäre ...



Technische Elektrifizierungsoptionen



Neubau der Lade-/ Tankinfrastruktur

- geringe Leistung
- begrenzte Reichweite
- keine Standards

Neubau der Fahrbahn (!)

- teuerstes Teilsystem
- sensibelstes Element
- Funktionsintegration
- Fahrbahn / Energie (!!!)

Neubau der Energieversorgung

- weltweit eingeführt
- standardisiert
- langzeiterprobt

Oberleitungen über Straßen gibt es seit Langem ...



Die neue Oberleitung für Autobahnen ...

Bildquelle: TU Dresden

... leistungsfähig und hoch verfügbar
... mit Know-how und Komponenten aus der Bahntechnik
... nicht überall erforderlich

eHighway-Oberleitung für Autobahnen

- Zweipolige Gleichstrom- (DC) **Oberleitung bis 100 km/h**
- Nennspannung **DC 600 V** (mit Toleranzen nach EN 50163)
- Standard-Fahrdrahthöhe **5,10 m** ü. FOK (Minimum 4,70 m)
- Stützpunktabstand bis zu **65 m**
- **Doppelketten-Fahrleitung** mit Tragseilen, Hängerabstand 3 m
- **Hohe Längszugkräfte** für geringen Durchhang und Windabtrieb
- **Elastische Nachspannung** zur Temperaturkompensation
- **Hochfeste Kupferfahrdrähte** 150 mm² (Magnesium-legiert)
- **Fahrbahnmittige Längsführung** des Fahrdrachts auch in Kurven
→ sogenanntes „Windschiefes Kettenwerk“

Zweipolige Doppelketten-Fahrleitung



Windschiefes Kettenwerk

Bildquelle: TU Dresden



... der erste Versuch

Windschiefes Kettenwerk

Bildquelle: TU Dresden

... die reale Ausführung



Sonderkonstruktion Deckenstromschiene



Fahrstromversorgung – nach Bahnstandard

- **Gleichstrom-** (DC) Energieversorgung mit **Unterwerken** an der Trasse
- Unterwerksleistung **2 ... 4 MW**
- **Netzanschluss** der Unterwerke an 10 / 20 / **30 kV**-Mittelspannungs-Kabelnetze oder –Freileitungen
- Unterwerksabstand 2 ... 3 km
- **Dioden-Gleichrichter** (Standard) oder aktive IGBT-Umkehrstromrichter
- Richtungsselektive Speisung mit zweiseitiger Einspeisung
- Elektrische Schutztechnik nach Bahn-Standard mit spezifischen Weiterentwicklungen (z.B. zur Riss-Detektion)

Das gibt es gleichartig für Trolleybusse, Straßenbahnen und Metros.

Gleichstrom-Unterwerk – nach Bahnstandard

Bildquelle: TU Dresden

FeSH - Unterwerk 2



Gleichstrom-Unterwerke und Einspeisung



Der Lkw für den eHighway



Bildquelle: FuE Zentrum FH Kiel GmbH

Fahrzeug- und Antriebstechnologie

- **Diesel-/ Elektro-Hybrid-Lkw** mit Stromabnehmer
- Elektrischer Antriebsstrang mit Permanent-erregter Synchronmaschine (PEM)
- Bereitstellung der Antriebsleistung aus Oberleitung oder Dieselmotor
- Ergänzung durch Batteriespeicher optional
- Automatisierter Traktionswechsel: Oberleitung / Diesel / Batterie
- Leistungs- und Energiemanagement in Antriebsregelung integriert
- **Neuentwickelter zweipoliger Stromabnehmer**
- Automatisiertes **An- und Abdrahten** bei maximaler Fahrgeschwindigkeit
- Umschaltbare Fahrzeugisolation

Auf dem Weg zur Anwendung: 3 deutsche Feldversuche

Streckenführung



➤ Hessen

- Projekt: ELISA
- A5 Zeppelinheim-Weiterstadt



➤ Schleswig-Holstein

- Projekt: FESH
- A1 Reinfeld - Lübeck



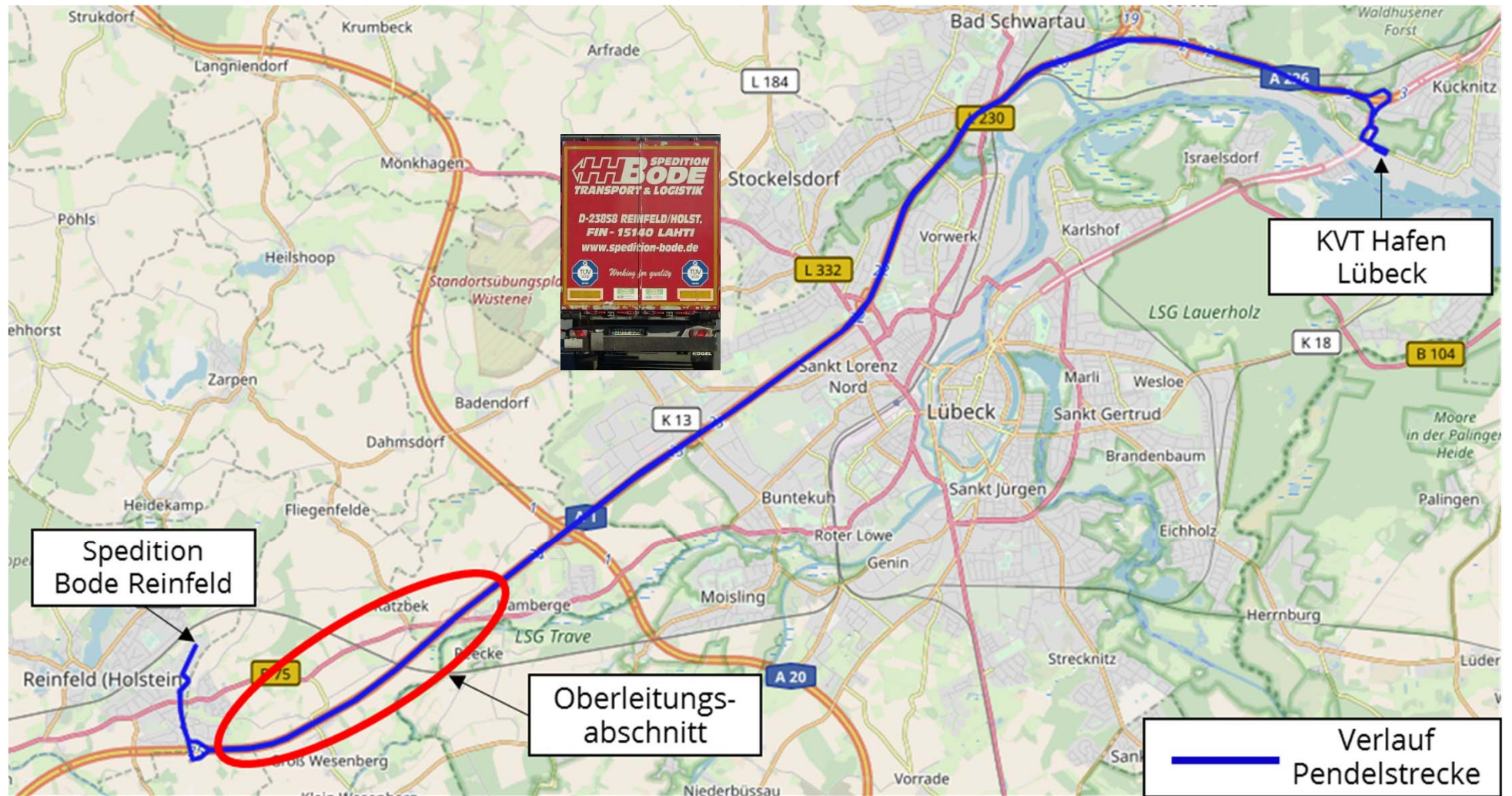
➤ Baden-Württemberg

- Projekt: eWay-BW
- B462 Kuppenheim-Gaggenau



Bildquellen: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (links, mitte); Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg (rechts)

Feldversuch eHighway Schleswig-Holstein: FeSH



Bildquelle: OpenStreetmap, Bearbeitung: Markus Werner

Pendelstrecke Reinfeld – Lübeck Hafen – Reinfeld: 2 x 27,5 km

Feldversuch eHighway Schleswig-Holstein: FeSH



Bildquelle: OpenStreetmap, Bearbeitung: Markus Werner

Elektrifizierter Abschnitt auf BAB 1: 2 x 5 km

Feldversuch: Systemverhalten unter Realbedingungen

Integrations- und Migrationsanforderungen der Technologie

- Planungsprozesse einschließlich Genehmigungsverfahren
- Bauphasen und Baustellenorganisation
- Inbetriebnahme, Zulassung und Abnahme
- Logistik und Geschäftsmodelle

Technische Eignung und Wirtschaftlichkeit

- Stabilität im Fahrzeug- und Anlagenbetrieb
- Netzverträglichkeit
- Energiebedarf und Emissionen
- Verfügbarkeit

Verkehrliche Aspekte

- Spurnutzung und Überholverhalten
- Psychologische Effekte bei Fahrern und Nutzern
- Sichtbarkeit der Beschilderung
- Instandhaltung unter Betriebsbedingungen
- Notfall- und Rettungskonzepte



Bildquelle: FuE Zentrum FH Kiel GmbH



Bildquelle: FuE Zentrum FH Kiel GmbH

Akzeptanzforschung

Auch Sie können sich dazu äußern ...

- **Online-Umfragebogen der Universität Jena im Rahmen der Akzeptanzforschung zum eHighway**

entweder über

- ehighway.sh

oder über

- https://www.unipark.de/uc/eHigh_FESHII/

Ansprechpartnerin ist Frau Ilona Kryl.

Ausblick: Was ist zu erwarten?

- Die Elektrifizierung von Autobahnen kann ein Baustein für die De-Carbonisierung des Straßenverkehr sein. – *Technisch sollte es gehen.*
- Gegenwärtig scheint es die einzige Technologie für die Langstrecke auf der Straße zu sein, die einerseits die Klimaziele erfüllen kann und andererseits technologisch auch ausrollbar ist.
- Das System kann wirtschaftlich sein. – *Dies hängt maßgeblich von den Randbedingungen ab – weniger von der Technologie selbst.*
- Die Technologieentwicklung ist aktuell noch nicht abgeschlossen. *Einige Kernkomponenten (wie Stromabnehmer, Hybridantrieb, Struktur der Energieversorgung) bedürfen noch einer Weiterentwicklung.*
- **Forschungsprojekte und praktische Feldversuche sind unabdingbar.** *Sonst reden wir nur darüber und lernen gar nichts.*
- Der Zweck der Feldversuche ist es, Erfahrungen bei der Integration in den Straßenraum, die Energieversorgung, die Verkehrsdurchführung und die Logistik zu sammeln.



Bildquelle: FuE Zentrum FH Kiel GmbH

Kontakt



Prof. Dr.-Ing. Arnd Stephan

Telefon: +49 (0) 351 463-36730

E-Mail: arnd.stephan@tu-dresden.de

Technische Universität Dresden

Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“

Institut für Bahnfahrzeuge und Bahntechnik

Professur für Elektrische Bahnen

01062 Dresden

www.E-Bahnen.de