

FAPS

Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke

Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung
und Produktionssystematik

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



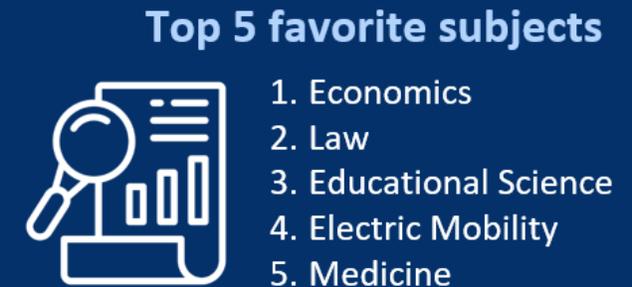
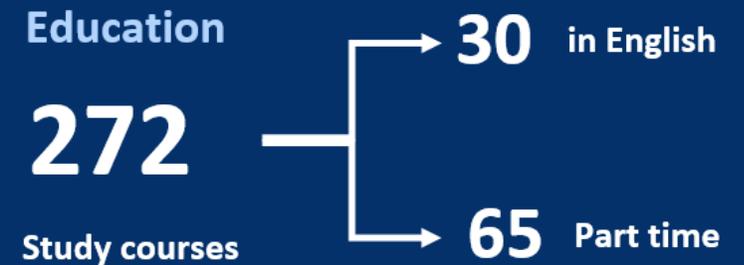
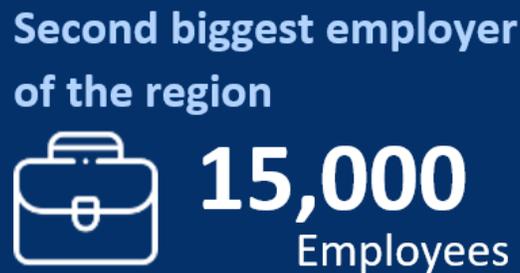
Friedrich-Alexander-Universität
Technische Fakultät

Technologie trifft Mobilität: Kontaktlose Energieübertragung als Baustein der Transformation in der Automobilindustrie

Prof. Dr.-Ing. Florian Risch, Anja Preitschaft
Zukunftswerkstatt Automotive EMN, Coburg
02.04.2025

Technologie trifft Mobilität: Kontaktlose Energieübertragung als Baustein der Transformation in der Automobilindustrie

1.	Lehrstuhl FAPS (FAU Erlangen-Nürnberg) und E ROAD-Center (Fraunhofer IISB)	
2.	Technologie und Anwendungsgebiete der kontaktlosen Energieübertragung	
3.	Elektrifizierung des Schwerlastverkehrs durch die kontaktlosen Energieübertragung	
4.	Wertschöpfungspotentiale der kontaktlosen Energieübertragung	
5.	Fazit und Ausblick + FAQ-Runde	



Die Friedrich-Alexander-Universität besteht aus fünf Fakultäten und ist in allen Forschungsbereichen stark vertreten.



Faculty of
Humanities,
Social
Sciences, and
Theology

FAU Phil

Faculty of
Business,
Economics,
and Law

FAU ReWi

Faculty of
Medicine

FAU Med

Faculty of
Science

FAU Nat

Faculty of
Engineering

FAU Tech

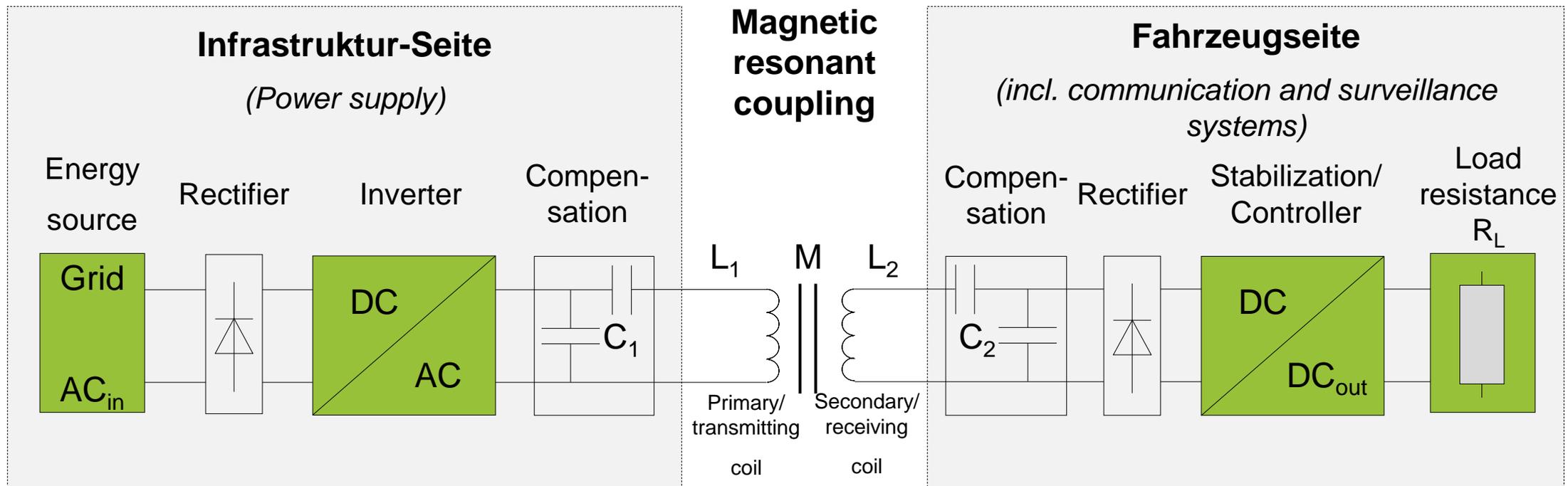
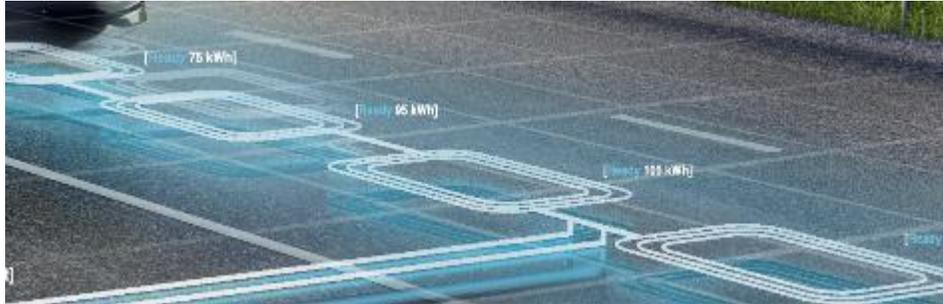
Der Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik konzentriert sich auf die Fertigung mechatronischer Produkte.

Prof. Dr. Jörg Franke				Prof. Dr. Florian Risch				
Robotik	Medizin-technik	Automatisierungstechnik	Engineering-Systeme	Elektromotorenproduktion	Batterie-montage	Elektronik-Produktion	Signal- und Leistungs-vernennung	Electric Road Systems
								
								
Technische Fakultät Erlangen				Auf AEG Nürnberg			Hallstadt	

Technologie trifft Mobilität: Kontaktlose Energieübertragung als Baustein der Transformation in der Automobilindustrie

1.	Lehrstuhl FAPS (FAU Erlangen-Nürnberg) und E ROAD-Center (Fraunhofer IISB)	
2.	Technologie und Anwendungsgebiete der kontaktlosen Energieübertragung	
3.	Elektrifizierung des Schwerlastverkehrs durch die kontaktlosen Energieübertragung	
4.	Wertschöpfungspotentiale der kontaktlosen Energieübertragung	
5.	Fazit und Ausblick + FAQ-Runde	

Die Technologie der kontaktlosen Energieübertragung für Elektrofahrzeuge basiert auf dem Prinzip der elektromagnetischen Induktion und resonanten Kopplung.



Pre-Check für die Bewertung des Nutzenpotentials der kontaktlosen Energieübertragung für mobile Anwendungsfelder.

E

Eigenschaften

- **Automatisierung** des Ladevorgangs
- Erhöhter **Ladekomfort** (kein manuelles Anstecken)
- Erhöhte **Sicherheit** und **Resilienz** der Ladelösung
- **Reduktion Verschleiß** durch fehlende mechanische Kontakte
- **Zukunftssicherheit** für autonome Systeme

G

Gewicht

- **Leichtere Batteriespeicher** möglich durch häufigere Ladeintervalle
- Einsparung mechanischer Ladebuchsen und Kabelverbindungen

Q

Qualität

- **Geringerer Wartungsaufwand** durch fehlende Steckverbindungen
- Hohe Sicherheit durch **galvanische Trennung**
- **Witterungsunabhängig**, da keine offenen Kontakte erforderlich

K

Kosten

- Einsparungen durch **reduzierten Wartungsaufwand**
- Einsparungen durch **kleinere Energiespeicher**
- Steigerung **Lebensdauer** der Systeme

Z

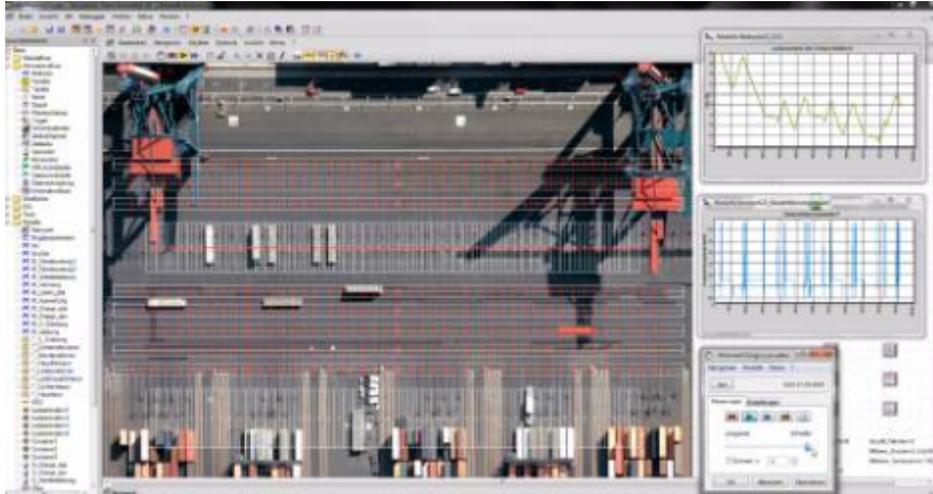
Zeit

- **Reduzierte Ladezeit** durch automatisiertes Laden
- Kein Zeitverlust durch manuelles Anschließen und Abstecken
- Höhere **Systemverfügbarkeit** durch geringere Nebenzeiten und geringere Ausfallraten
- Möglichkeit zum **Laden in der Bewegung**

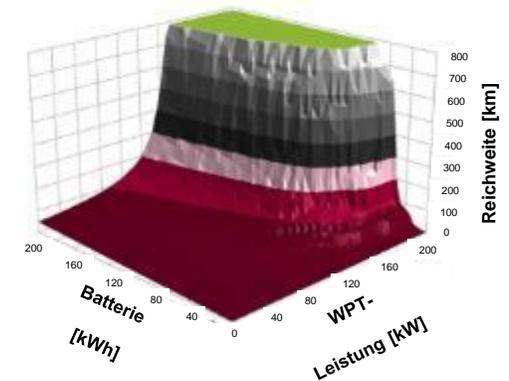
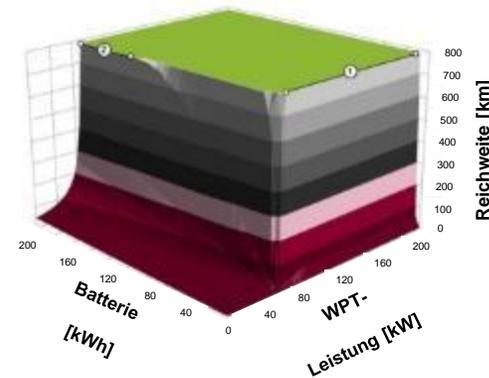
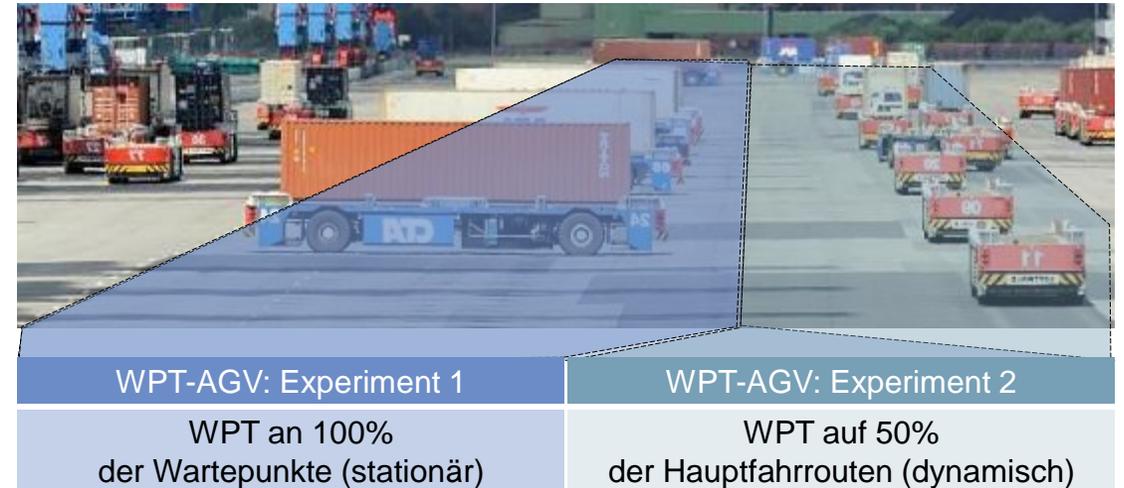
Die Evaluierung potentieller Anwendungsfelder wird durch die Vielzahl möglicher Parameterkombinationen erschwert.



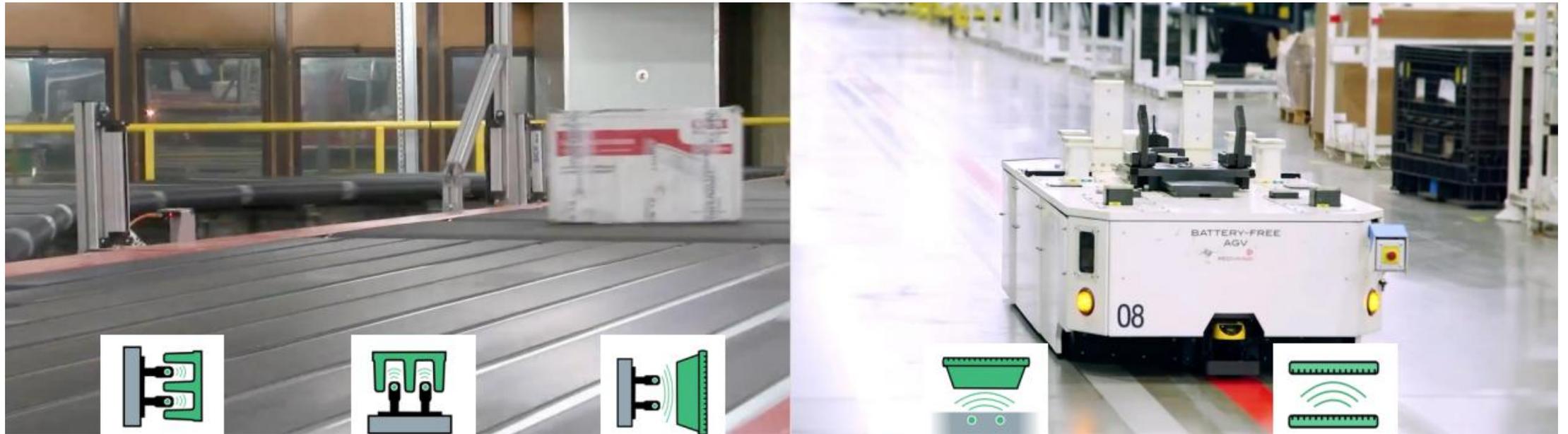
Simulations-basierte Ansätze erleichtern die Planung und Evaluierung der potentiellen Anwendungsfelder.



- Anwendungsfelder mit **komplexen Fahrzyklen** und **klar definierten Systemgrenzen** bieten sich für den entwickelten Simulationsansatz an.
- Zusammenhang zwischen **Lade- und Energiespeichertechnologie**.
- **Unterschiedliche Antriebskonzepte** (hybrid, rein elektrisch, Batteriewechsel) können simuliert werden.

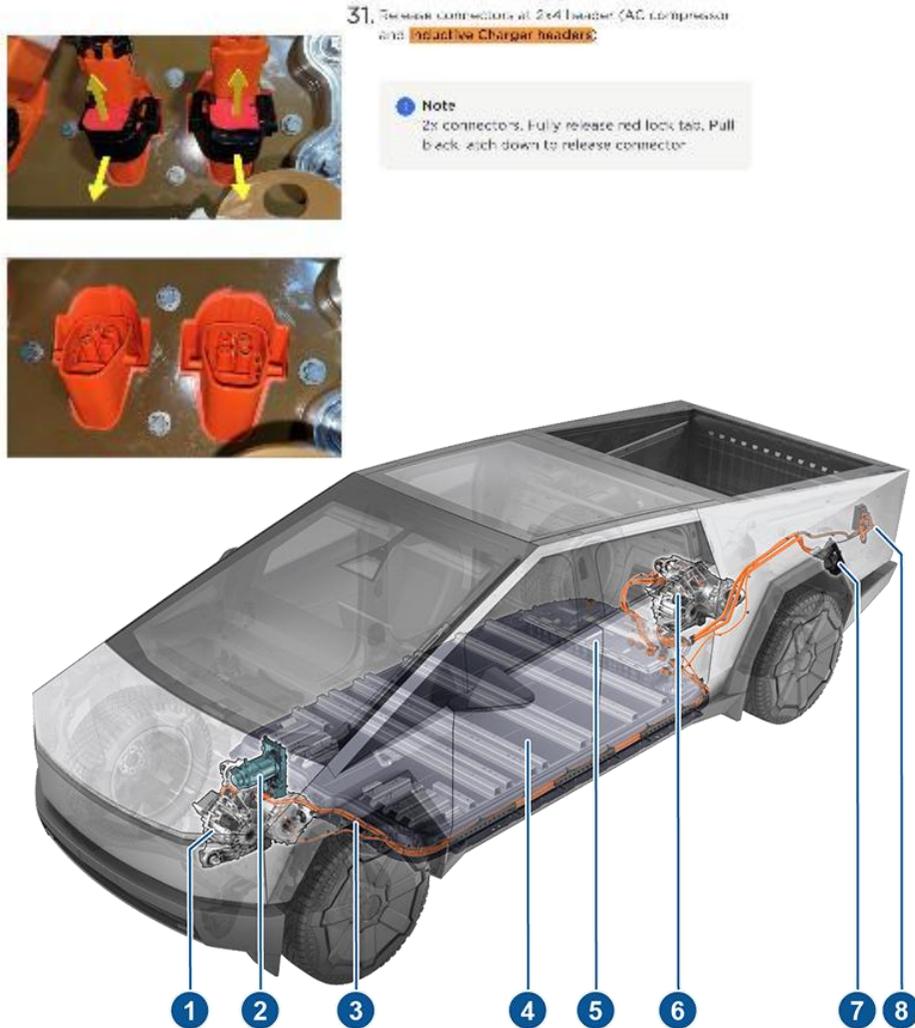


Die Technologie der kontaktlosen Energieübertragung ist bereits in einer Vielzahl an Anwendungsfelder im Einsatz.



Quelle: ENRX

Beispiel PKW: Tesla entwickelt sich vom „Inductive Charging Ready“ (Cybertruck) hin zum Ansatz „Inductive Charging Only“ (Cybercab) mit der Technologie vom dt. Start-Up Wiferion.



Technologie trifft Mobilität: Kontaktlose Energieübertragung als Baustein der Transformation in der Automobilindustrie

1.	Lehrstuhl FAPS (FAU Erlangen-Nürnberg) und E ROAD-Center (Fraunhofer IISB)	
2.	Technologie und Anwendungsgebiete der kontaktlosen Energieübertragung	
3.	Elektrifizierung des Schwerlastverkehrs durch die kontaktlosen Energieübertragung	
4.	Wertschöpfungspotentiale der kontaktlosen Energieübertragung	
5.	Fazit und Ausblick + FAQ-Runde	

Herausforderung und Anforderungen zur vollständigen Elektrifizierung und damit Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs.

Herausforderungen im Straßengüterverkehr

Verkehrssektor als CO₂-Emittent	20% der CO ₂ -Emissionen stammen weiterhin aus dem Verkehrssektor
Reduktionsziele CO₂ bis 2050	Sektorübergreifendes Ziel der Bundesregierung: Klimaneutralität bis 2045
Wachstum im Güterverkehr	Verdreifachung der globalen Güterverkehrsleistung bis 2050
Modal Split	Straßengüterverkehr ca. 70% Schienengüterverkehr ca. 20%



Die Technologie der kontaktlosen Energieübertragung ermöglicht die Dekarbonisierung des Schwerlastverkehrs.

Vorteile der kontaktlosen Energieübertragung

Stationäre und dynamische Anwendungsfelder in einem System einsetzbar

Einsatz **kleinerer Batteriesysteme** möglich

Vermeidung höher Ladeleistung (kein Megawatt-Charging)

Vermeidung von Lastspitzen (im Vergleich zu MW-Charging)

Höhere Reichweite
→ **24/7** Betrieb möglich

Automatisierte Fahrfunktionen führen zu **automatisierten Ladefunktionen**

Signifikanter **technologischer Fortschritt** in Elektronik und Spulendesign

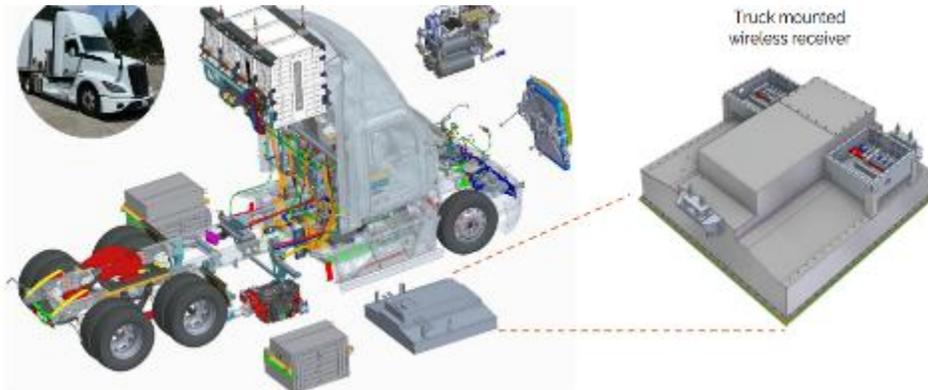


Es existieren zwei grundsätzliche Konzepte für sogenannte „Electric Road Systems“ für eine Elektrifizierung des Schwerlastverkehrs mittels Energieübertragung während der Fahrt.

Anforderungen an Infrastruktur	Konduktiv / Oberleitung	Induktiv / Spulensysteme
Einfluss auf Betriebsabläufe	 <p>Bildquelle: Siemens eHighway</p>	
Langer Lebenszyklus	Keine Stops zum Laden mehr notwendig	Keine Stops zum Laden mehr notwendig
Wartung / Resilienz	Gegeben; Abhängig von technologischem Fortschritt in Normung weiterhin zu verankern	Gegeben; Abhängig von technologischem Fortschritt in Normung weiterhin zu verankern
Interoperabilität verschiedener Fahrzeugsysteme	Verschleißeffekte durch Oberleitung / Beschädigungsgefahr der Systeme	Wartungsarme Systeme / Erprobung im Rahmen E MPower und Folgeprojekte
Bauliche Integrierbarkeit	Eingeschränkt auf LKW-/ Bus-Systeme mit Pantografen	Hoch, in Normung weiterhin zu verankern
Wirtschaftlichkeit / Betriebskosten	Aufwändig durch Masten / Oberleitungen	Aufwand durch Management Units; Zielbild: Automatisierte Verlegung Spulen
Skalierbarkeit der Technologie	Reduktion Wartungsaufwand & Verschleiß notwendig	Hoher Wirkungsgrad durch Magnetic Resonance im Realbetrieb auf Teststrecken zu validieren
	Erfordert hohe initiale Investition; Planungsmodelle essentiell	Hohe initiale Investition sukzessive weiter zu senken; Planungsmodelle essentiell

Es existieren bereits erste Pilotprojekte zur kontaktlosen Energieübertragung für die Elektrifizierung des Schwerlastverkehrs.

ASPIRE,
UTAH, USA



ELECTREON, SMARTROAD,
GOTLAND, SCHWEDEN



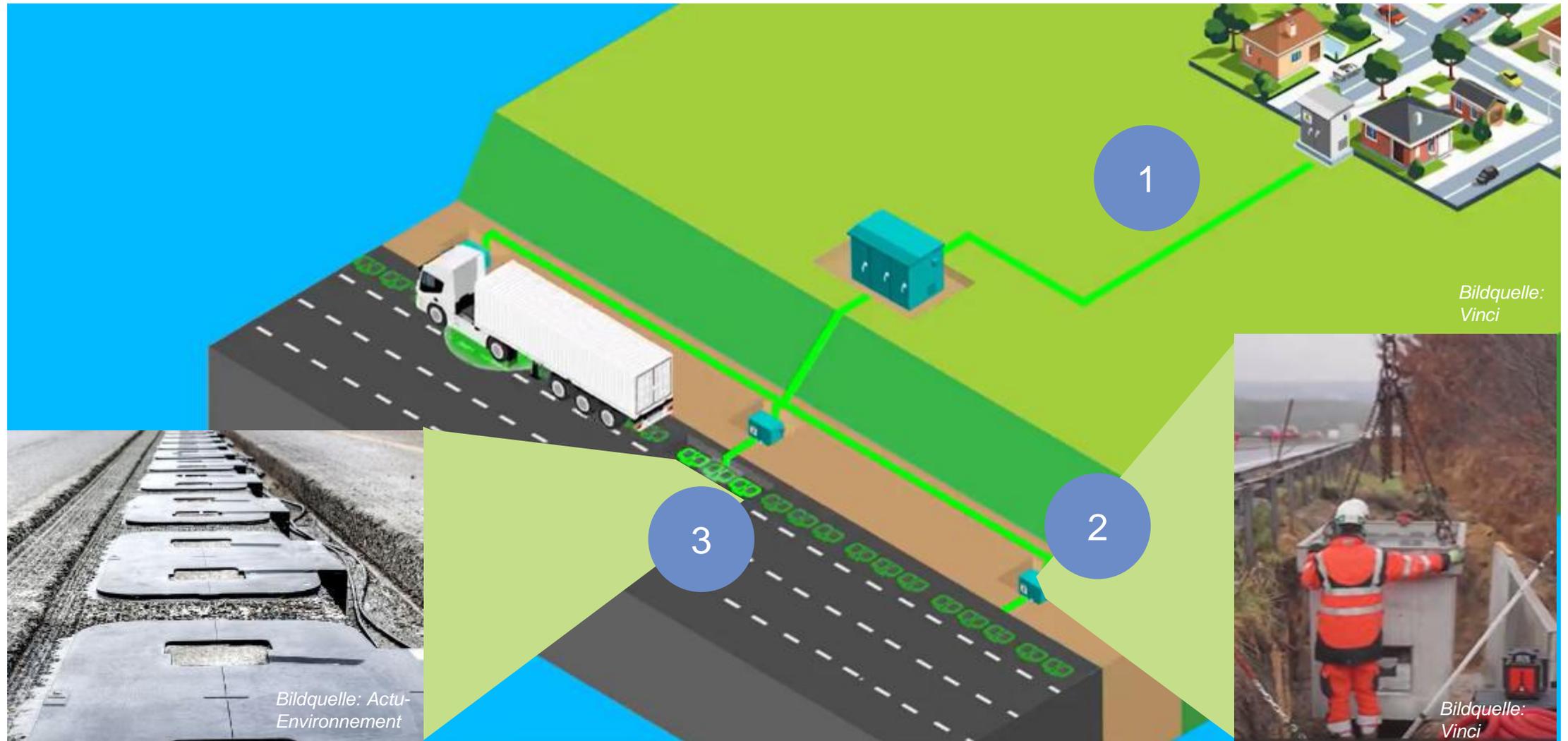
Motto des französischen Autobahnprojekts auf der A10 „Charge As You Drive“ mit Betonung der Vermeidung umfangreicher Batteriesysteme zur Gewährleistung hoher Reichweiten.



Electric Road System auf Basis des aktuellen technologischen Ansatzes mit DD-Spulen und der Anbindung an eine Management Unit je 100 Meter.



Electric Road System auf Basis des aktuellen technologischen Ansatzes mit DD-Spulen und der Anbindung an eine Management Unit je 100 Meter.



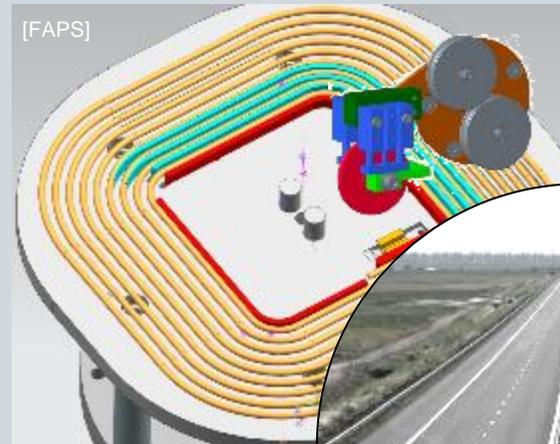
Ziel des Forschungsprojekts E|MPower ist die Entwicklung einer durchgängig industrialisierten und digitalisierten Prozesskette zum Bau und Betrieb induktiver ERS.

Projektziel: Erschließung der gesamten Wertschöpfungskette für den Bau und Betrieb einer elektrifizierten Straße, von der Spulenproduktion bis zum Betrieb, mittels innovativer Messverfahren und digitaler Lösungen.



Projektlaufzeit:
01.07.2022 bis 30.06.2025

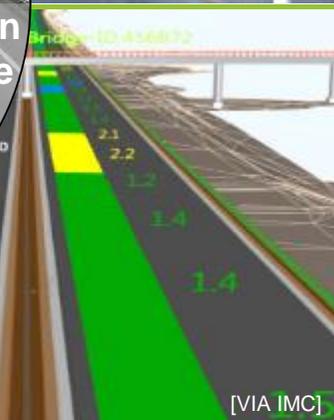
Prozesse zur Fertigung von Spulensystemen



Prozesse zum Bau induktiver ERS



Der Bau eines elektrifizierten Autobahnabschnitts soll die Prozessfähigkeit der Technologien demonstrieren.



Qualitätsüberwachung von ERS

Digitalisierung der Prozesskette

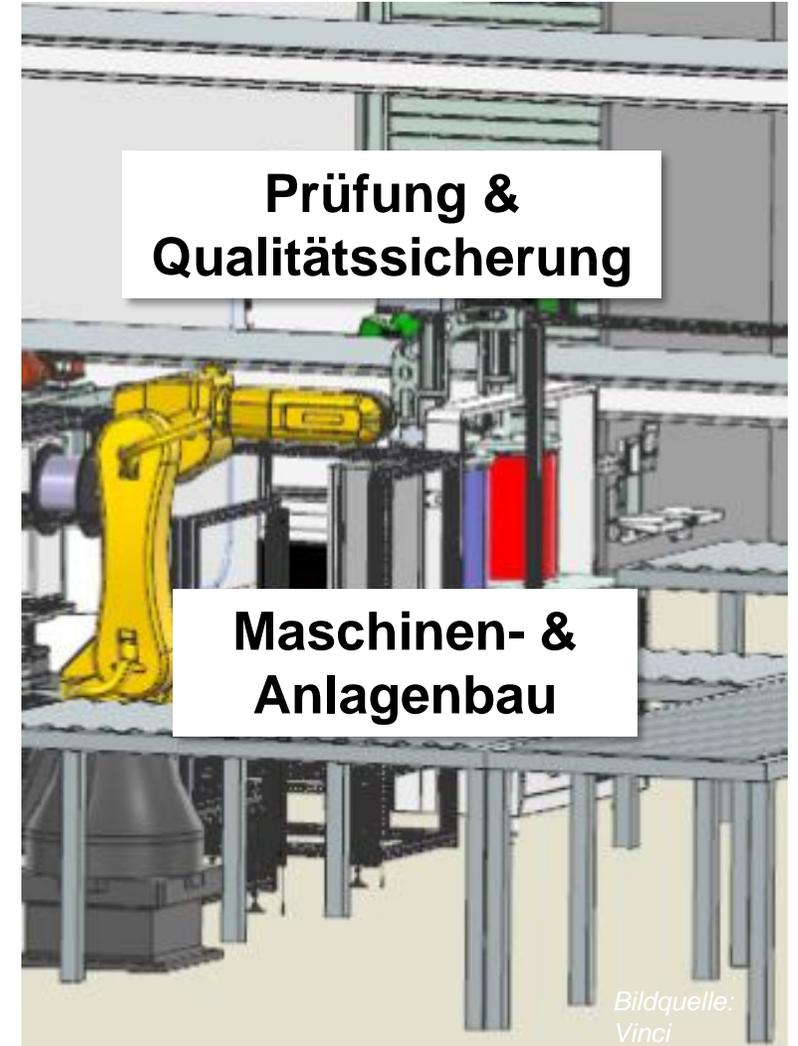
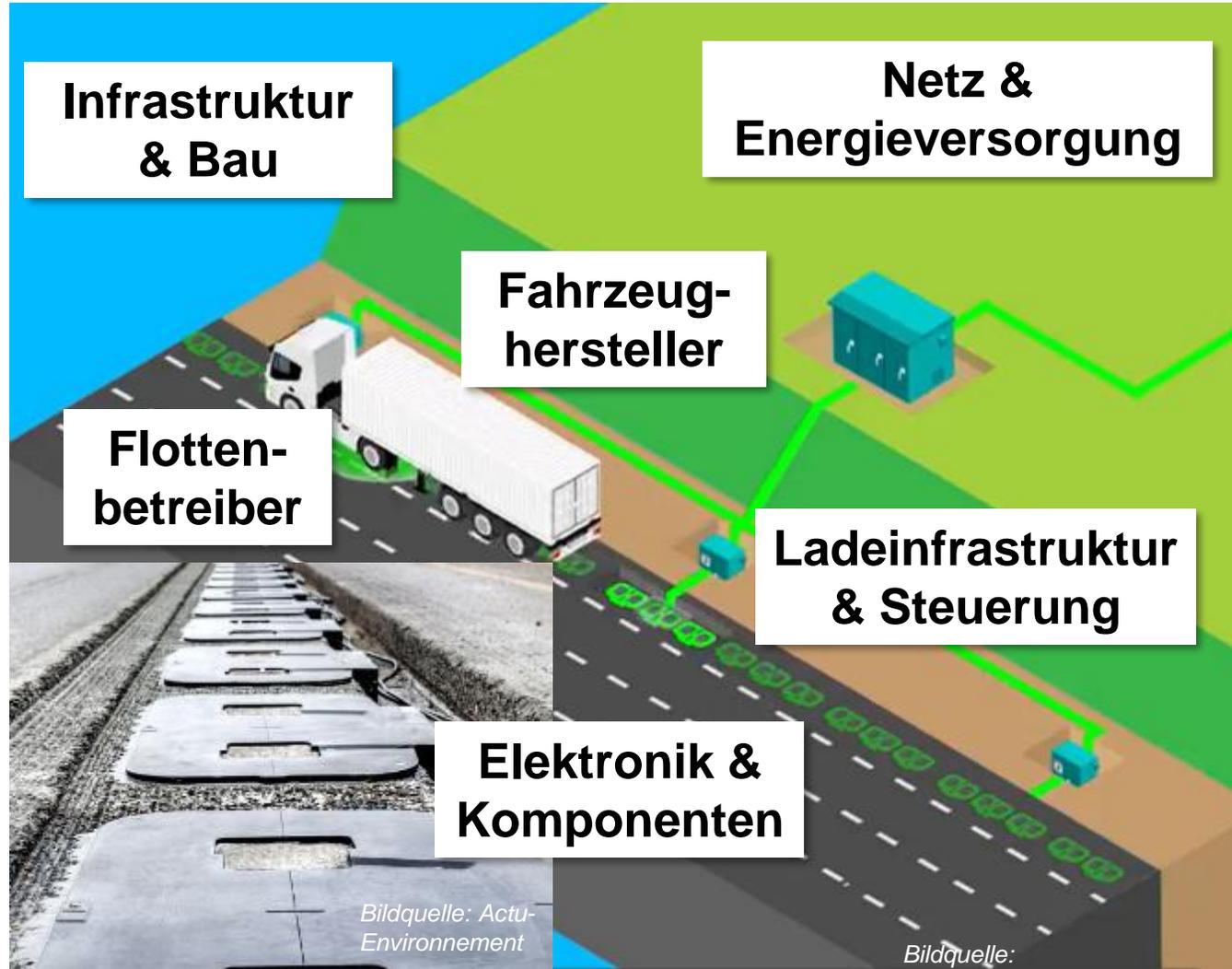
Auf der Bundesautobahn A6 wird im Richtung Nürnberg im Rahmen eines Deckenloses der Autobahn GmbH eine Teststrecke für die kontaktlose Energieübertragung realisiert.



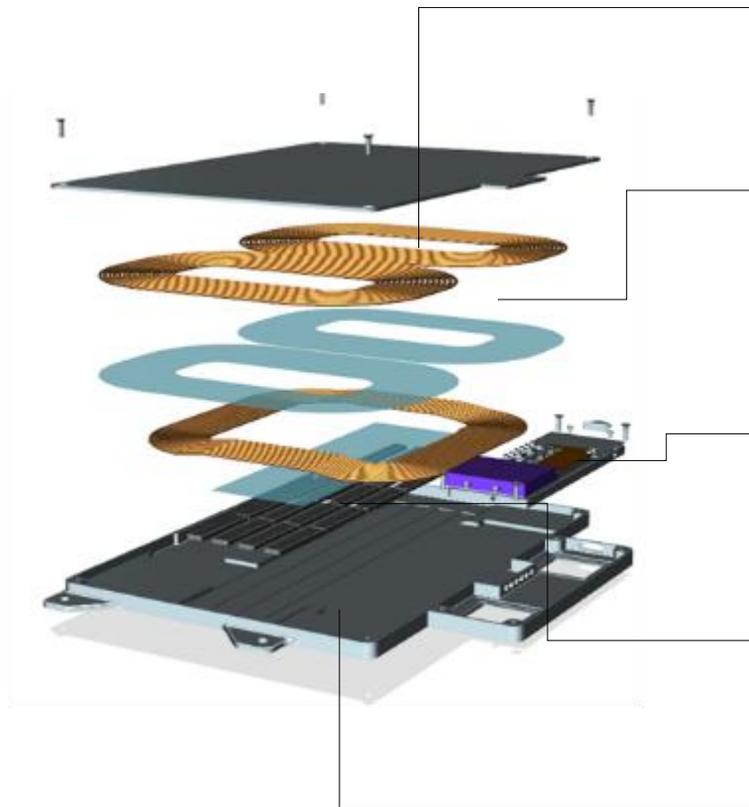
Technologie trifft Mobilität: Kontaktlose Energieübertragung als Baustein der Transformation in der Automobilindustrie

1.	Lehrstuhl FAPS (FAU Erlangen-Nürnberg) und E ROAD-Center (Fraunhofer IISB)	
2.	Technologie und Anwendungsgebiete der kontaktlosen Energieübertragung	
3.	Elektrifizierung des Schwerlastverkehrs durch die kontaktlosen Energieübertragung	
4.	Wertschöpfungspotentiale der kontaktlosen Energieübertragung	
5.	Fazit und Ausblick + FAQ-Runde	

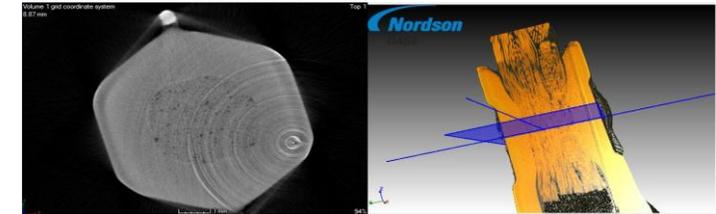
Entlang der Systemkette ergeben sich eine Vielzahl an Wertschöpfungspotentialen.



Kontaktlose Energieübertragungssysteme bestehen aus einer Vielzahl unterschiedlicher Materialien, die es zu verarbeiten gilt.

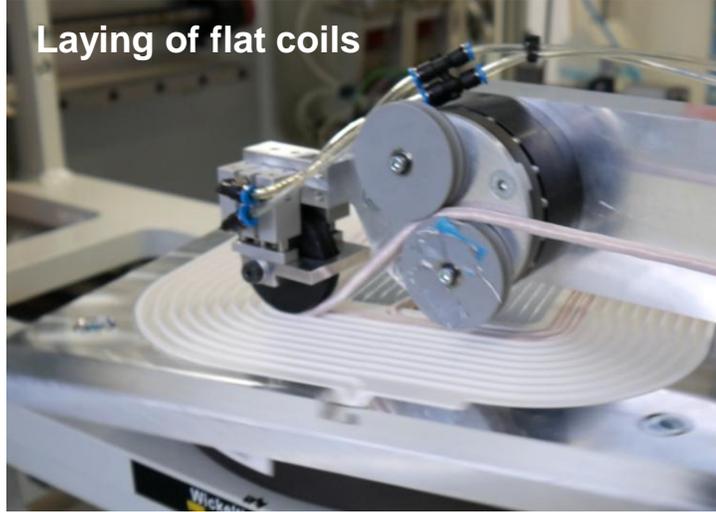


- Komplexe Handhabung biegeschlaffer **HF-Litzen** v.a. bei innovativen Wickelbildern.
- **Kontaktierungsverfahren** (Laser, Heiß-Crimpen, US-Schweißen) müssen AC-Strombelastbarkeit aufweisen.
- **Elektronikintegration** komplex durch potentielle EMF Probleme und Vielzahl Zusatzkomponenten (IKT, FOD, LOP, POS).
- **Ferrite** müssen lebensdauerstabil in Pad integriert werden.
- **Gehäuse und Verguss** weisen großen Potentiale in Bezug auf Gewicht und Taktzeitreduktion auf.



Der Lehrstuhl FAPS erforscht verschiedene Herstellungsverfahren für Systeme zur kontaktlosen Energieübertragung.

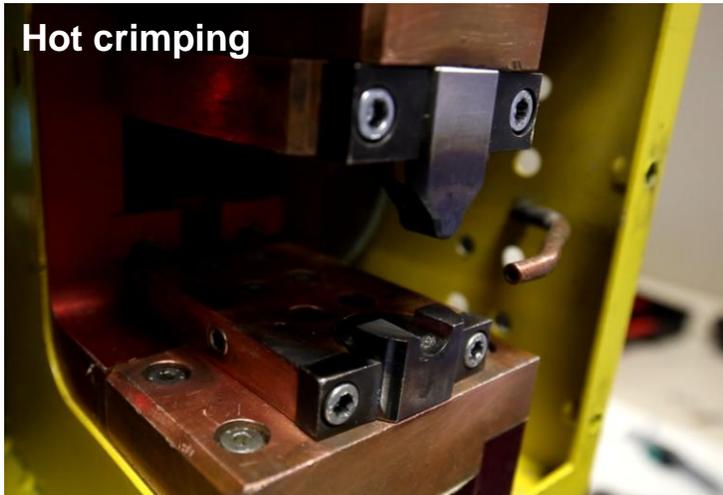
Laying of flat coils



Placement of ferrite structures



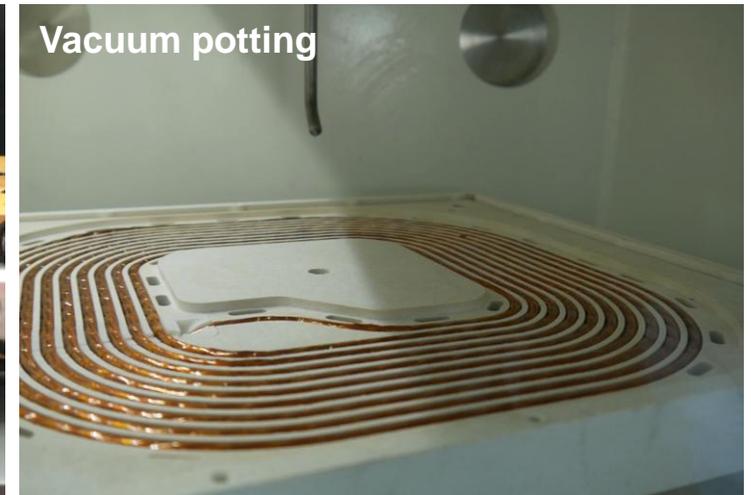
Hot crimping



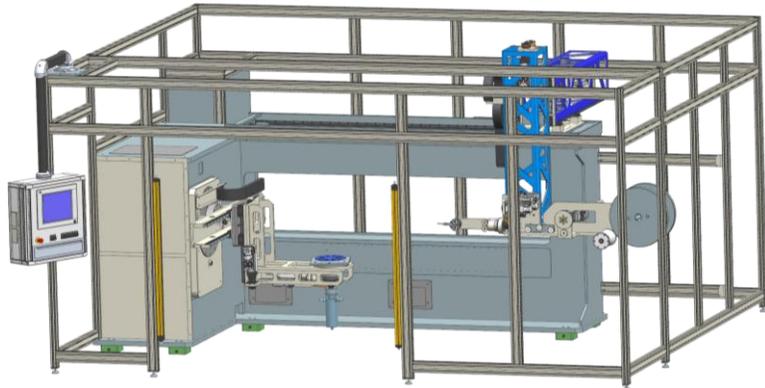
Ultrasonic crimping



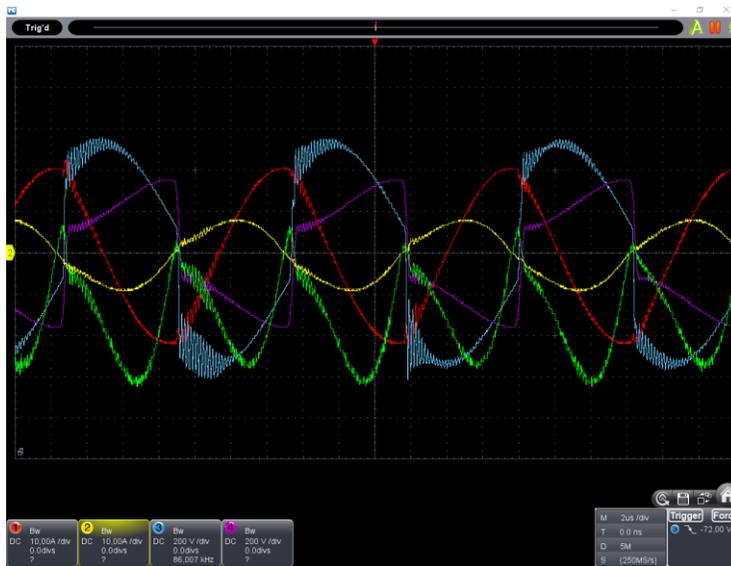
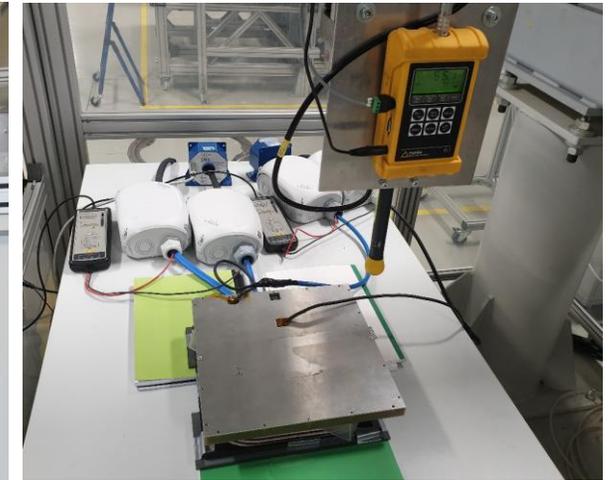
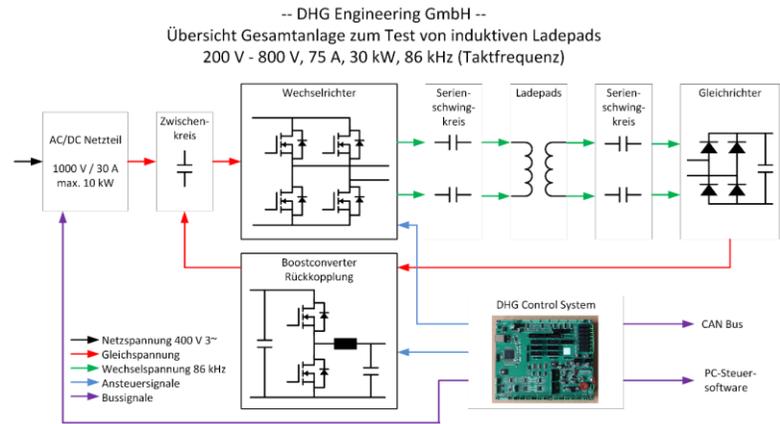
Vacuum potting



Für die Verlegung von HF-Litzen werden am Lehrstuhl mit Kooperationspartnern automatisierte Anlagensysteme entwickelt.



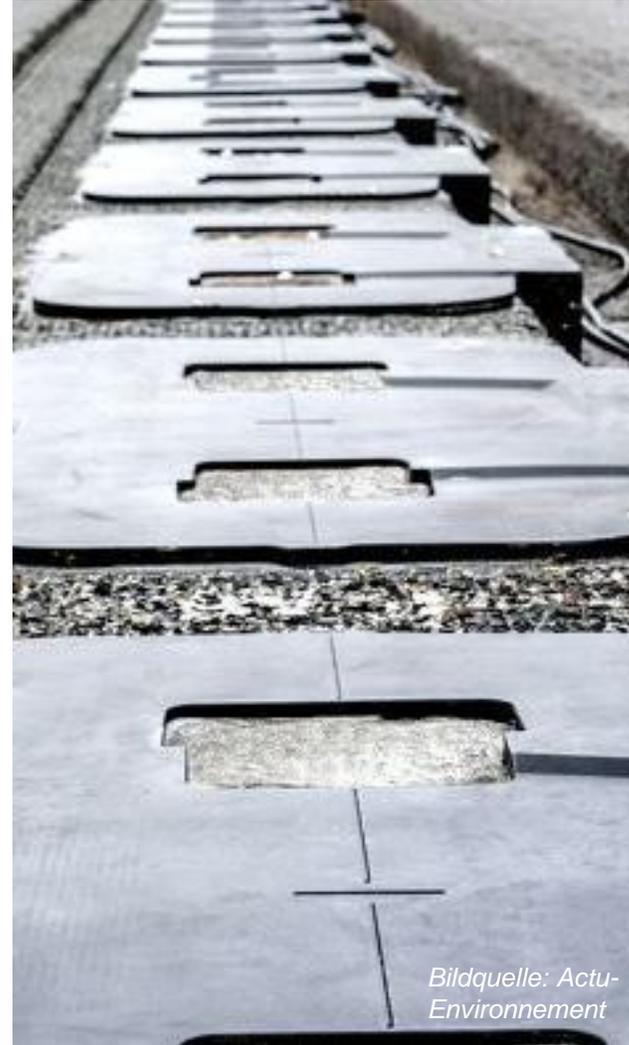
Um IPT-Systeme und Fertigungsprozesse zu testen und zu qualifizieren, wurde ein Prüfstand entwickelt, der 30 kW bei 800 V mit SiC-Modulen übertragen kann.



Technologie trifft Mobilität: Kontaktlose Energieübertragung als Baustein der Transformation in der Automobilindustrie

1.	Lehrstuhl FAPS (FAU Erlangen-Nürnberg) und E ROAD-Center (Fraunhofer IISB)	
2.	Technologie und Anwendungsgebiete der kontaktlosen Energieübertragung	
3.	Elektrifizierung des Schwerlastverkehrs durch die kontaktlosen Energieübertragung	
4.	Wertschöpfungspotentiale der kontaktlosen Energieübertragung	
5.	Fazit und Ausblick + FAQ-Runde	

Systeme zur kontaktlosen Energieübertragung entwickeln sich mit hoher Geschwindigkeit in mehreren Generationen und bieten das Potential der weiteren Signifikanten Kostenreduktion.



- Dezentralisierung / Integration Management Unit
- Weitere Steigerung Wirkungsgrad durch Vermeidung HF-Litzen in der Kabelzuführung zu den Spulen
- Hoch-Automatisierte Montage und Verlegeoperationen (Analogie Gleisbau)



E|Road-Center im Cleantech Innovation Park Hallstadt auf dem Gelände des ehemaligen Michelin Werks.

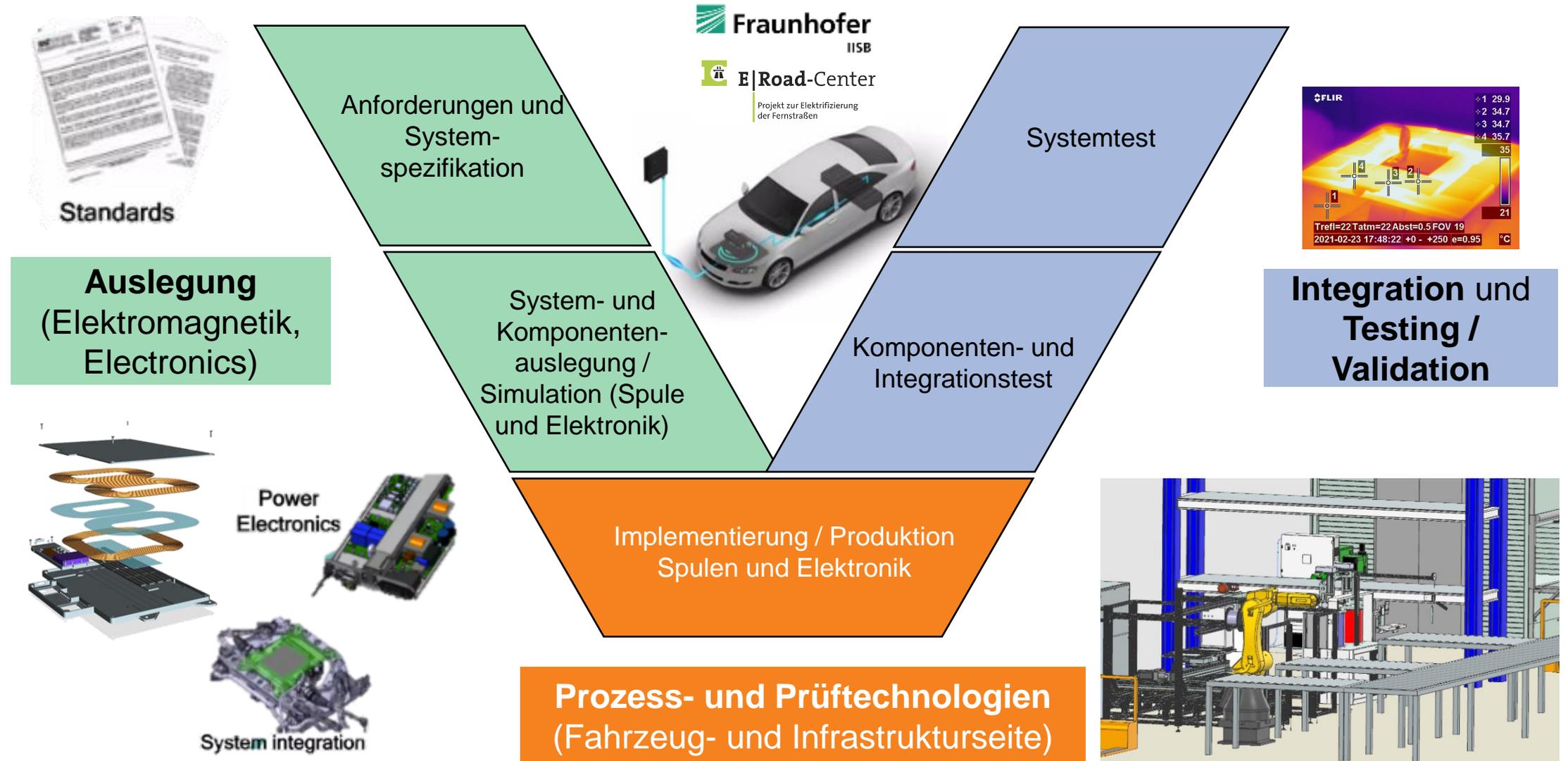


E|Road-Center

Projekt zur Elektrifizierung der Fernstraßen



Das Projekt profitiert von der engen Zusammenarbeit zwischen dem Fraunhofer IISB und dem Lehrstuhl FAPS der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU).





Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke

**Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung
und Produktionssystematik**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



Friedrich-Alexander-Universität
Technische Fakultät

Danke