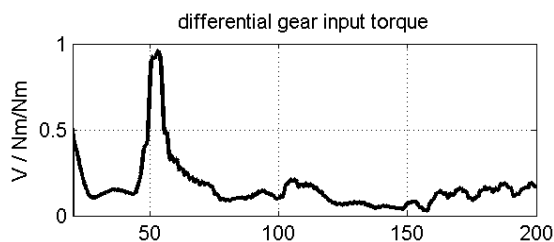
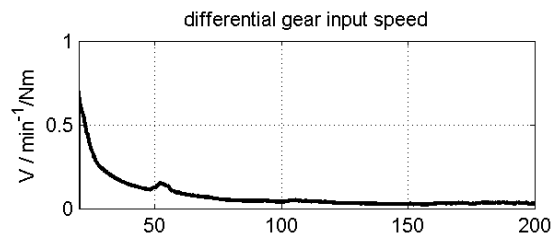
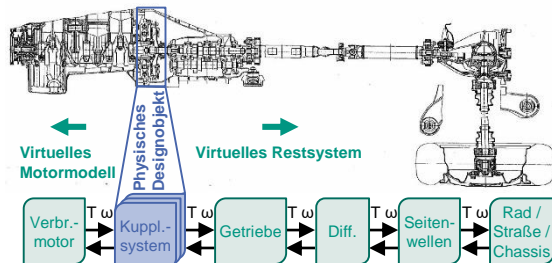


## Detailliertes Anwendungsbeispiel

### Analyse der Triebstrangschwingungs-Sensitivität

- Physisches Kupplungssystem bei virtueller Abbildung der verbrennungsmotorischen Drehungleichförmigkeit und des restlichen Triebstrangs durch Elektromotoren
- Ermittlung von Potentialgrenzen aktueller Schwingungsberuhigungssysteme im Pkw-Triebstrang
- Unterteilung eines Pkw-Triebstrangs in physische und virtuelle Teilsysteme:



**Beispielhafte Untersuchungsergebnisse**  
Amplitudengang bei 1000 min<sup>-1</sup>, 300 Nm, 1.Gang

## Kontakt

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
IPEK ▪ Institut für Produktentwicklung

Dipl.-Ing. Sascha Ott  
Geschäftsführer

Campus Süd, Gebäude 50.33  
Gotthard-Franz-Straße 9 | 76131 Karlsruhe  
Telefon +49 721 608-43681  
E-Mail sascha.ott@kit.edu

[www.ipek.kit.edu](http://www.ipek.kit.edu)



## Herausgeber

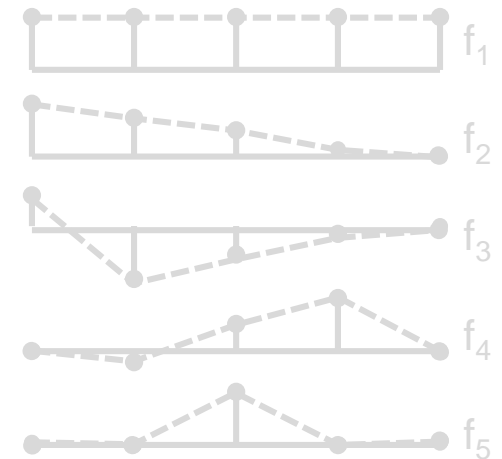
IPEK ▪ Institut für Produktentwicklung  
Kaiserstraße 10 | 76131 Karlsruhe

Stand März 2019  
© IPEK 2019

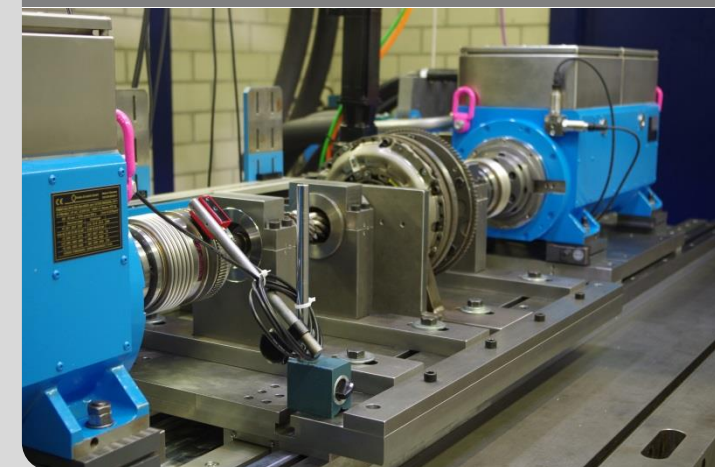
[www.kit.edu](http://www.kit.edu)

## PPP

### Power Pack Prüfstand



IPEK ▪ Institut für Produktentwicklung



## Technische Daten

### Elektromotoren

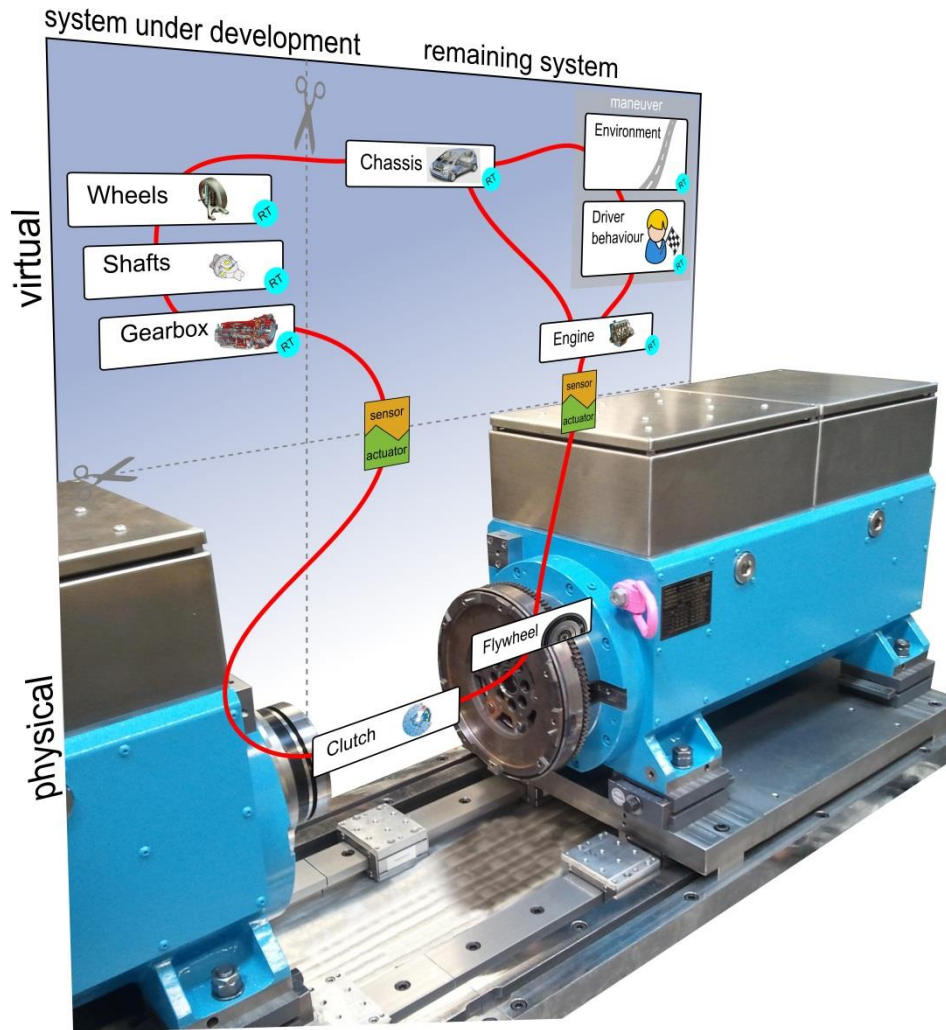
- nom. Leistung: 2 x 209 kW
- max. Drehzahl: 9.000 min<sup>-1</sup>
- max. Drehmoment: 500 Nm
- Drehmomentanregung bis 500 Hz
- Rotorträgheit: 0,037 kgm<sup>2</sup>

### EtherCAT® Feldbussystem

- Echtzeitfähiges Ethernet
- Datenübertragungsrate: 4 kHz
- Flexible Einbindung verschiedenster Sensoren über Beckhoff-Klemmen
- EtherLab® Master

### Echtzeit-Umgebung

- Jäger ADwin-Pro II:
  - Triebstrang-Simulation und digitale Signalverarbeitung mit Taktfrequenz bis 20 kHz
- Regelung und Steuerung durch flexible MATLAB®/Simulink®-Modelle
- Automatischer Betrieb, z.B. für Dauerläufe
- Analoge und digitale Schnittstellen
- FPGA Signal I/O



Visualisierung des XiL-Ansatzes mit Übergang von physischem zum virtuellem Teilsystem

### Flexibles Schienensystem

- Kurze Rüstzeit beim Umbau des Prüfaufbaus und genaue Ausrichtung der Motoren
- Große Anzahl möglicher Prüfaufbauten

## Beispielhafte Untersuchungen

### Kupplung-in-the-Loop

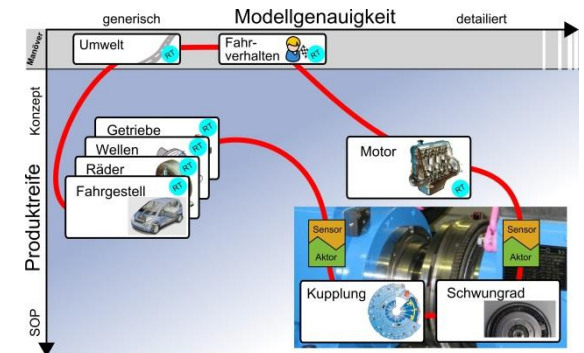
Untersuchung von Kupplungssystemen unter beanspruchungsähnlichen Randbedingungen mit Abbildung der verbrennungsmotorischen Drehungleichförmigkeit durch Elektromotoren

### Getriebe-in-the-Loop

Analyse der Gesamttriebstrangdynamik unter Verwendung einzelner physischer Komponenten mit virtuell vorhandenem Resttriebstrang zur Ermittlung der Ruff- und Ruckeempfindlichkeit (Abb. links)

### ZMS-in-the-Loop

Untersuchung von Einzelkomponenten, z.B. des ZMS-Übertragungsverhaltens mit frei konfigurierbarem, virtuellem Verbrennungsmotormodell (Abb. unten)



Darstellung verschiedener Stufen der Modellgenauigkeit und Produktreife