

MATLAB EXPO 2017

Systemtechnischer Flugsimulator für Forschung und Lehre

Robert Doering, M.Sc. und Daniel Apenbrink, B.Sc.
27. Juni 2017, München

Forschungsorientierte
Lehre an der TUHH



Was bedeutet das?

Projektarbeit

Fachlabor

Seminararbeit

Früher

Studiengangsreform

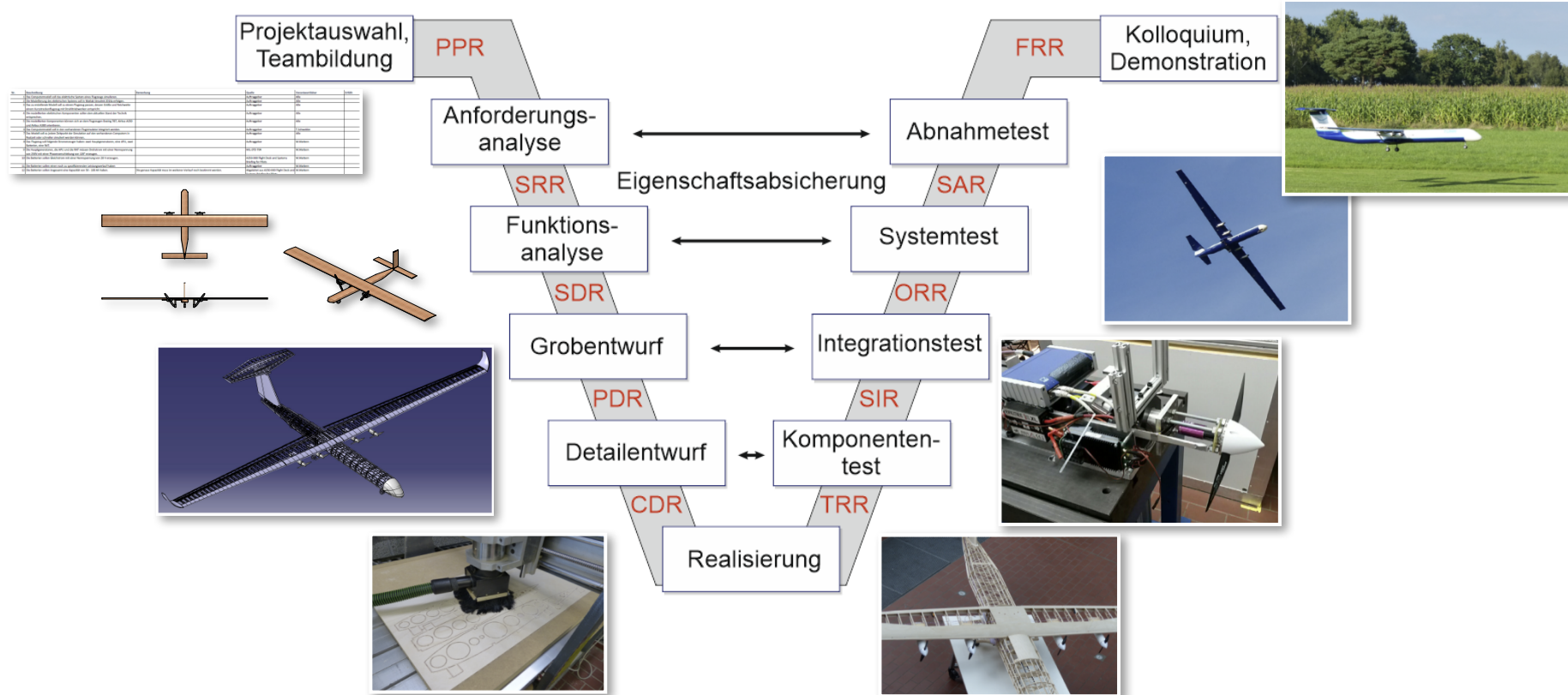


Systemtechnisches
Entwicklungsprojekt



Heute

Semesterübergreifende Systementwicklung entlang des V-Modells



- **Systemtechnischer Flugsimulator**
- **Konzeptionierung**
- **Implementierung**
- **Integration**
- **Fallbeispiel**
- **Zusammenfassung**

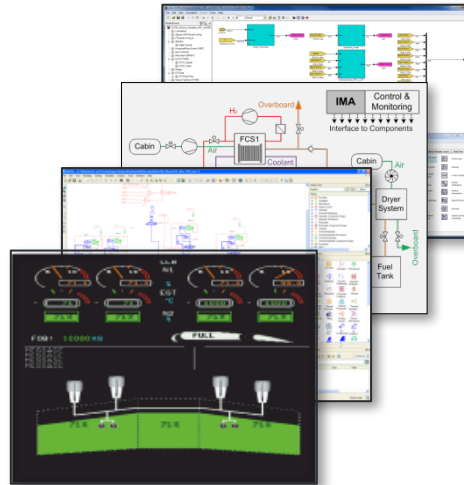
Simulator

- Bewertung von Systemarchitekturen auf Gesamtflugzeugebene
- Kopplung von System- und Flugzeugdynamik
- Konzeption von Displayanwendungen
- Szenariobasiertes Testen mit Pilot-in-the-Loop

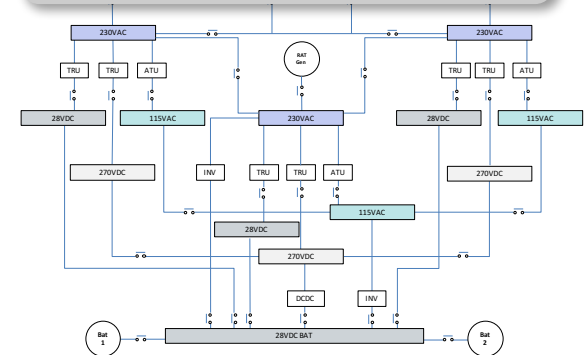


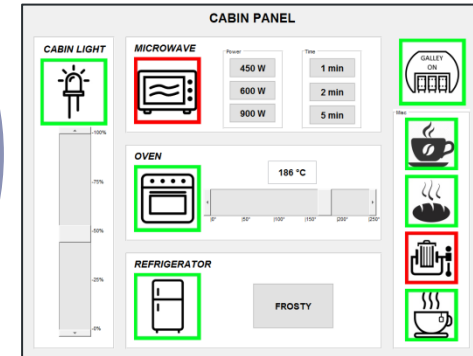
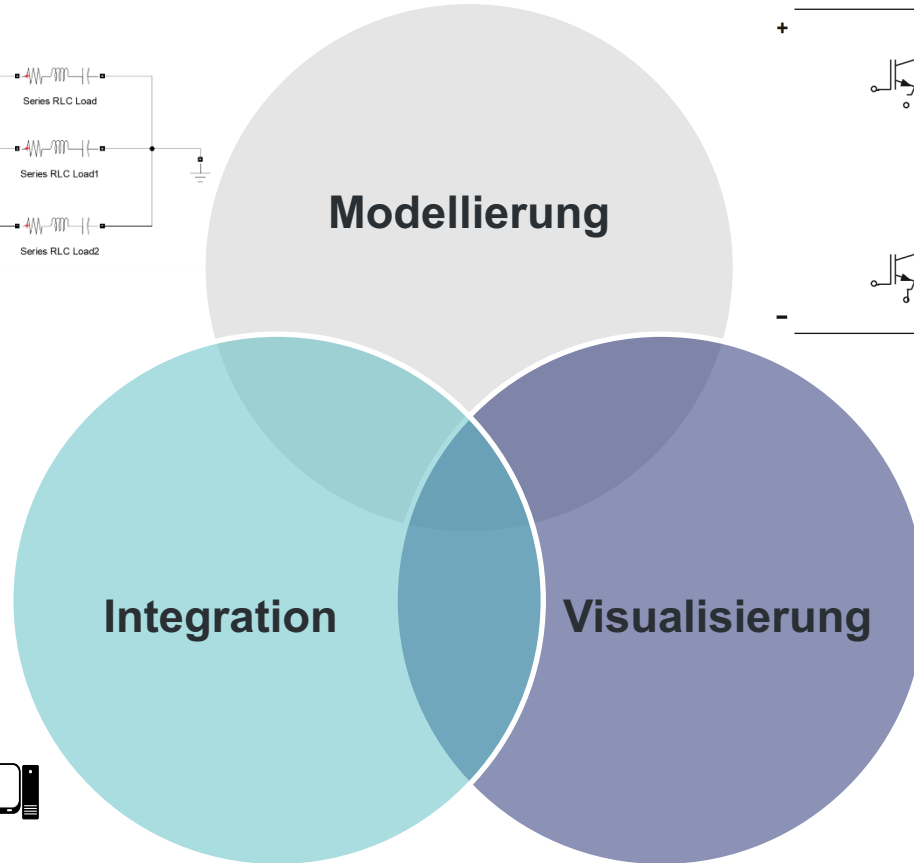
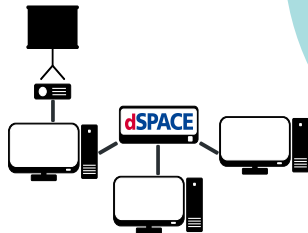
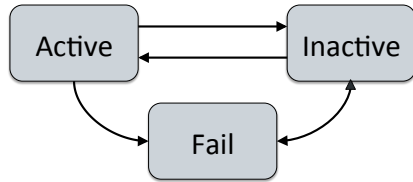
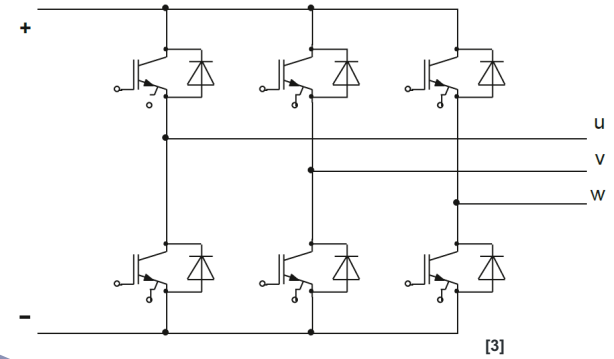
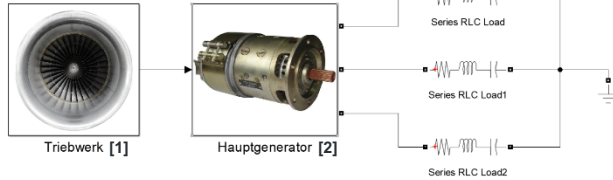
Integrierte Systeme

- Flugmechanisches Modell
- Multifunktionales Brennstoffzellensystem
- Hydraulisches System
- Cockpit-Displays



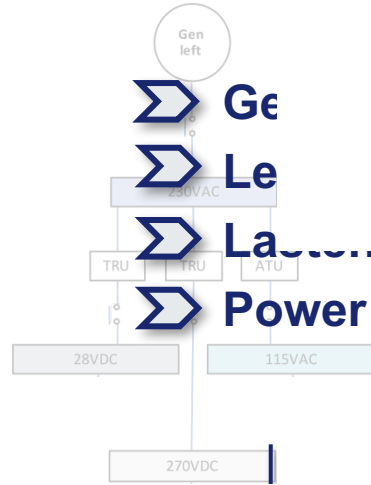
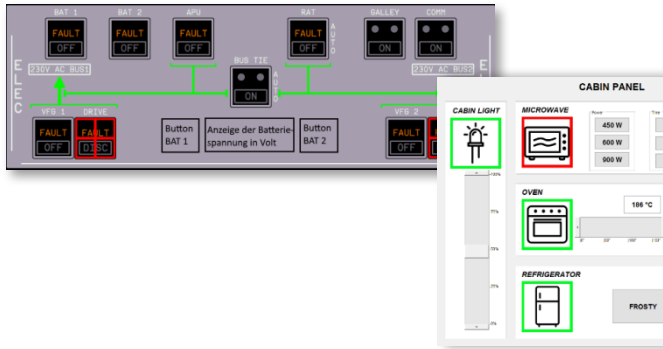
Elektrisches System





Modellierung

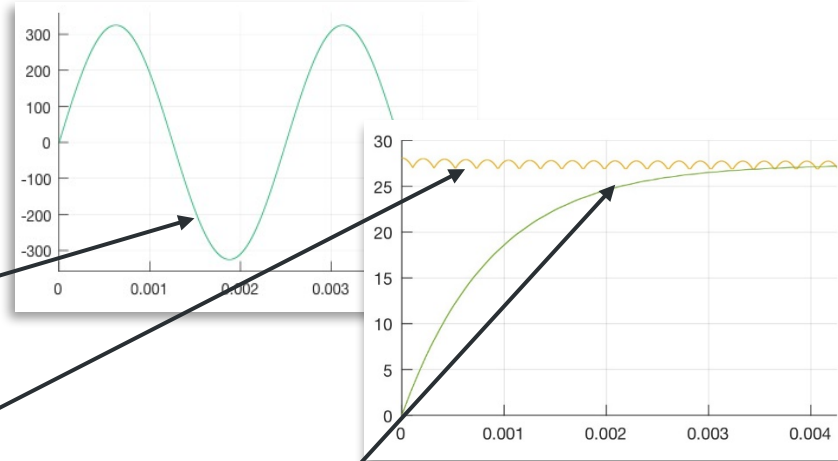
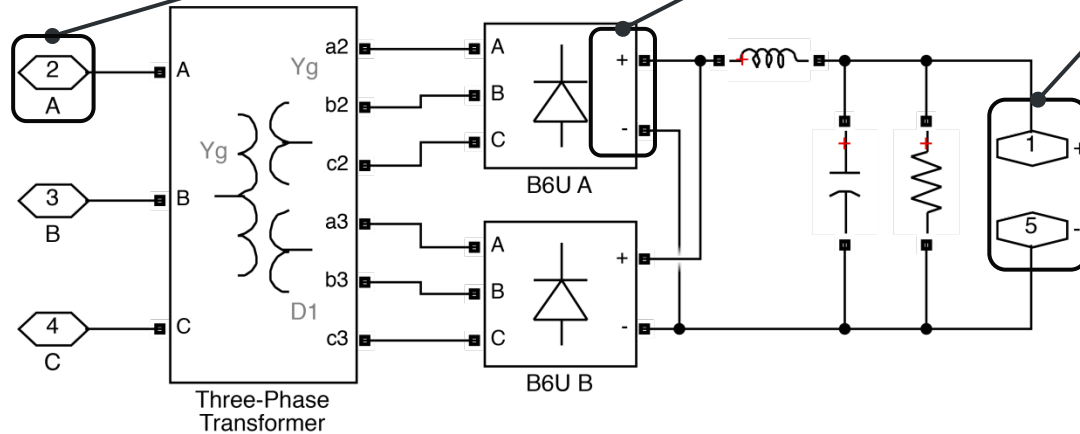
- Ableitung einer Systemarchitektur aus Anforderungsliste
- Unterschiedliche Spannungsarten
- Redundante Architektur hinsichtlich:
 - Quellen
 - Sammelschienen
 - Wandlern
- Rekonfigurierbar



Beispiel:

Transformer Rectifier Unit

- Basierend auf Simscape Power Systems
- Transformieren der Wechselspannung
- Gleichrichten durch B2-6U Schaltung
- Filtern der Restwelligkeit durch Tiefpass-Filter



Herausforderungen

- Echtzeitsystem (dSPACE)
- Vielfältige Hard- & Software-Komponenten
- Uni- & bidirektionale Kommunikation (Ethernet und CAN-Bus)
- Vielfältige Wechselwirkungen



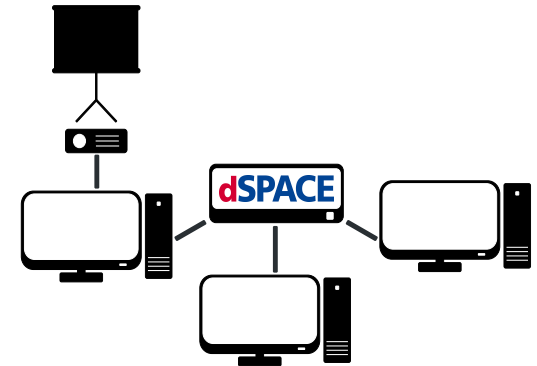
Echtzeitfähige Modelle benötigt



Detaillierte Modelle nicht echtzeitfähig

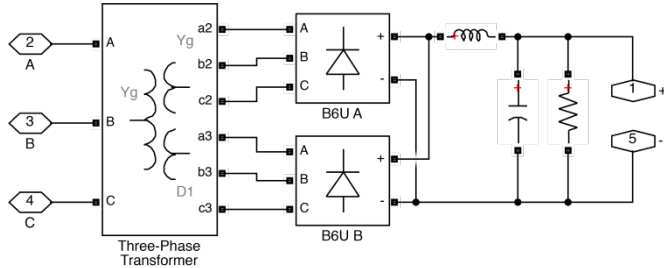


Maßnahmen erforderlich



Reduktionstechniken

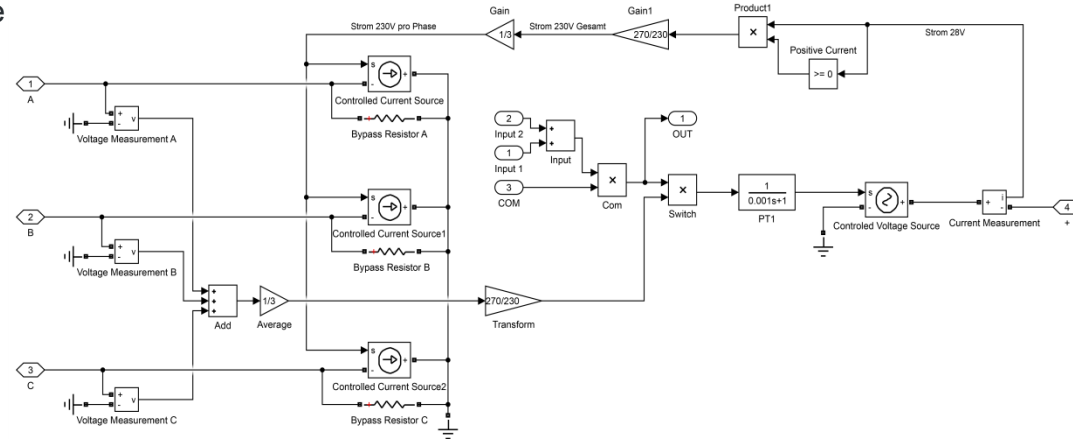
- Gleichungsbasierte Techniken:
 - Zustandsraumbasiert
 - Frequenzbasiert
- Modellbasierte Techniken:
 - Linearisierung von Komponentenverhalten
 - Vereinfachung physikalischer Zusammenhänge



Detaillierte Architektur einer TRU

Angewandtes Verfahren

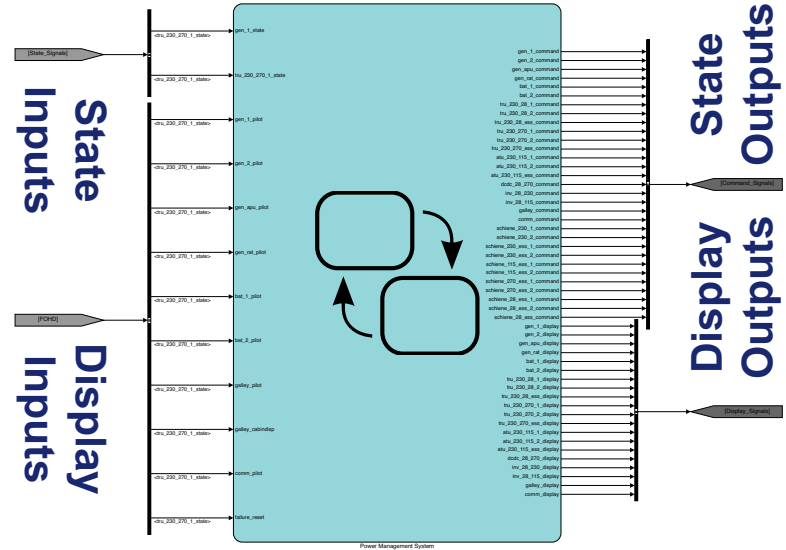
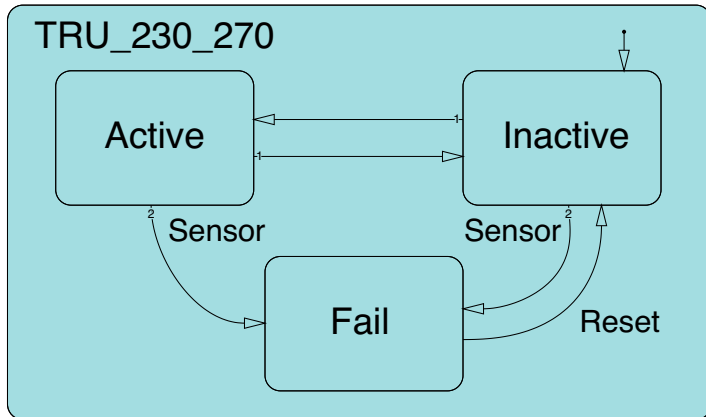
- Effektivwert-Modelle
- Idealisiertes Komponentenverhalten



Idealisierte Architektur einer TRU

Power Management System

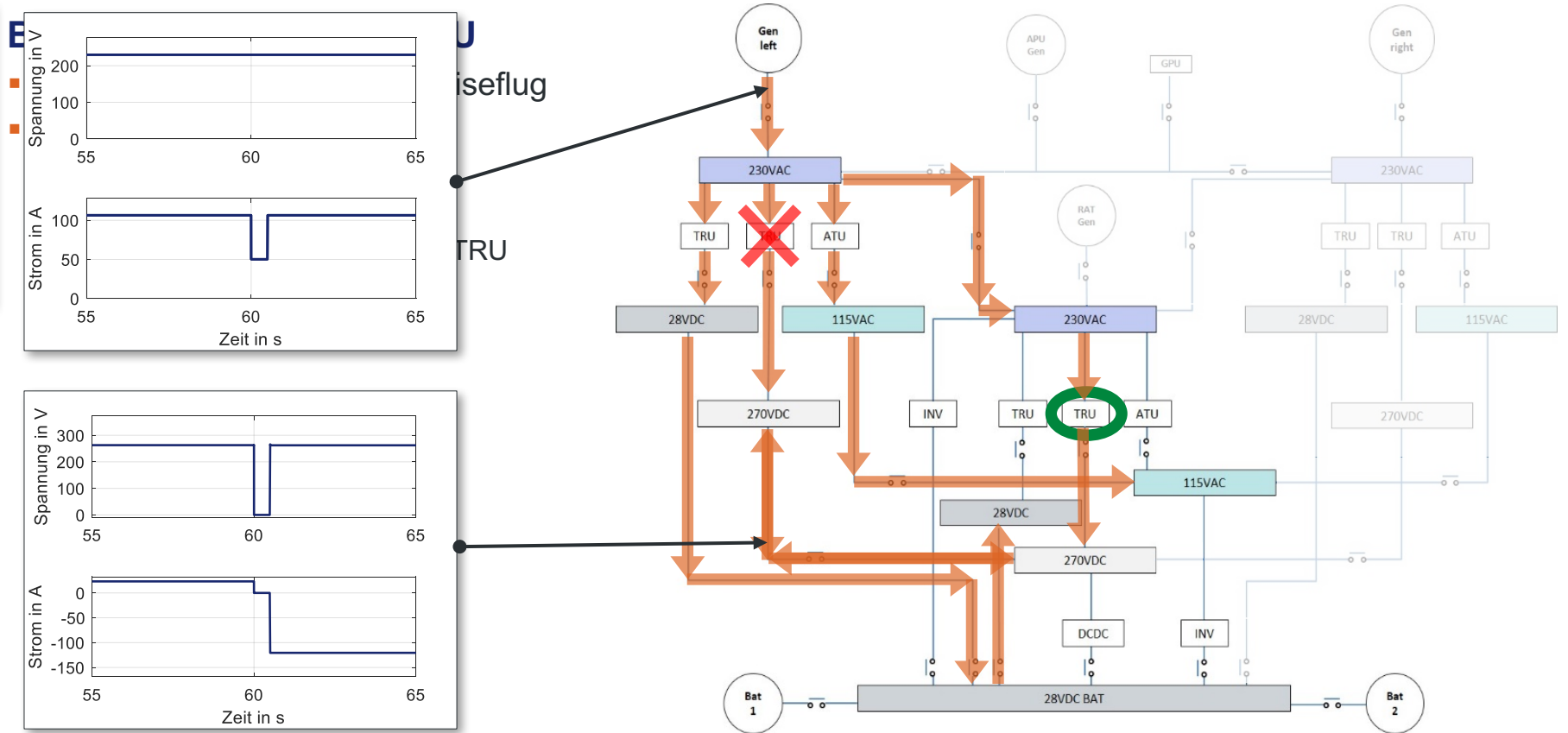
- Systemautomation mittels Stateflow
- Implementierung von:
 - Schnittstellen zum elektrischen Netz und Displays
 - Verarbeiten von Inputsignalen
 - Reaktion auf Fehlerfälle



Beispiel: Transformer Rectifier Unit

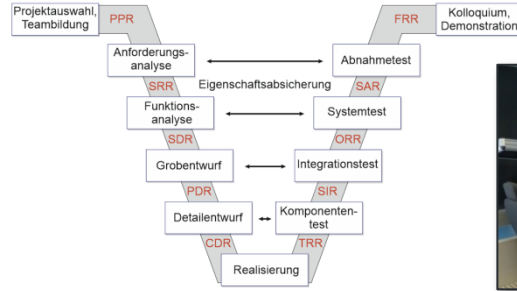
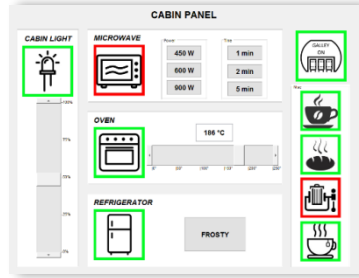
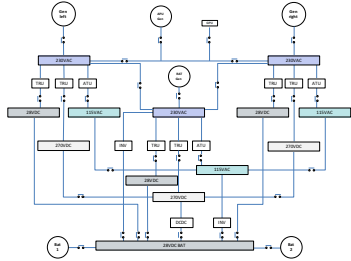
- Abbildung der möglichen Zustände
- Zustandsabhängige Ausgabe von:
 - Schaltsignalen für andere Komponenten
 - Darstellungsinformationen für Displays
- Fehlerfallerkennung durch Sensorik

Demonstration: Verhalten im Fehlerfall



Systemtechnisches Entwicklungsprojekt

- Semesterübergreifende Systementwicklung
- Teamprojekt
- Elektrisches Netz eines Verkehrsflugzeuges

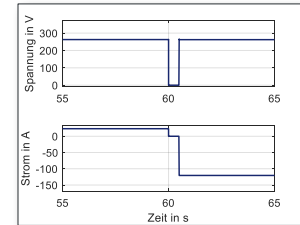
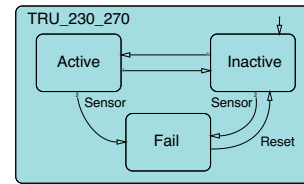
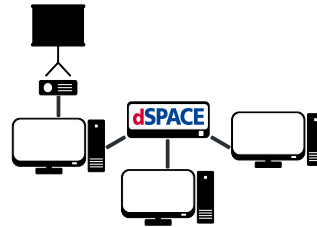


Konzeption & Implementierung

- Entwicklung von Netzarchitektur & Displaykonzepten
- Implementierung komplexer Modelle in Simscape Power Systems
- Umsetzung der Displays in SCADE und MATLAB

Integration & Demonstration

- Effektivwert-Modelle
- Power-Management
- Demonstration: TRU-Ausfall



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Haben Sie Fragen?

Kontakt:

Robert Doering, M.Sc.
Institut für Flugzeug-Systemtechnik
TU Hamburg
Hamburg, Deutschland
robert.doering@tuhh.de

Daniel Apenbrink, B.Sc.
TU Hamburg
Hamburg, Deutschland
daniel.apenbrink@tuhh.de



[1] anjelismith578.wordpress.com

[2] pixabay.com

[3] Busch, Rudolf: Elektrotechnik und Elektronik, 5. Auflage, Vieweg + Teubner, 2008

[4] lifewire.com