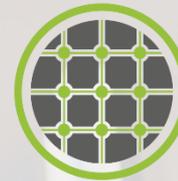




High Power Charging

Umweltfreundlich, Kundenfreundlich und Flächendeckend
Abschlusspräsentation

30.04.2024 | Dortmund



SmartGridTecLab
Dortmund



technische universität
dortmund

- Überblick Gesamtvorhaben
 - Motivation und Ziele
 - Projektübersicht
- Ergebnispräsentation ef.Ruhr
- Ergebnispräsentation TU Dortmund
- Labordemonstration
- Mittagspause
- Besuch bei Compleo

Motivation



> Elektrifizierung des Transportsektors, flächendeckende HPC-Infrastruktur



> Integration von HPC-Systemen in Niederspannungsnetze

> Netzdienliche Ladeinfrastruktur erforderlich um flächendeckende Installation zu ermöglichen



Ziele



- Entwicklung und Demonstration eines innovativen HPC-Systems zur Installation im Niederspannungsnetz
- Umweltfreundliche, kundenfreundliche und flächendeckend einsetzbare Lösung
- Umsetzung basierend auf ...



Hohe Ladeleistung



Erneuerbare Energien



Batteriespeichern

Partner:   

Planerische Phase (APs 1-3)

Analyse / Regionalisierung
von Szenarien



Elektromobilität im Mittel-
und Niederspannungsnetz



Technische Anforderungen
für Weiterentwicklung

Demonstration und Bewertung (APs 4-6)

Umsetzung des Konzepts
auf der Testplattform



Demonstration



Bewertung System,
Handlungsempfehlungen

Vorbereitung Labor und
Hardware

Tests mit Prototyp
in realen Messungen

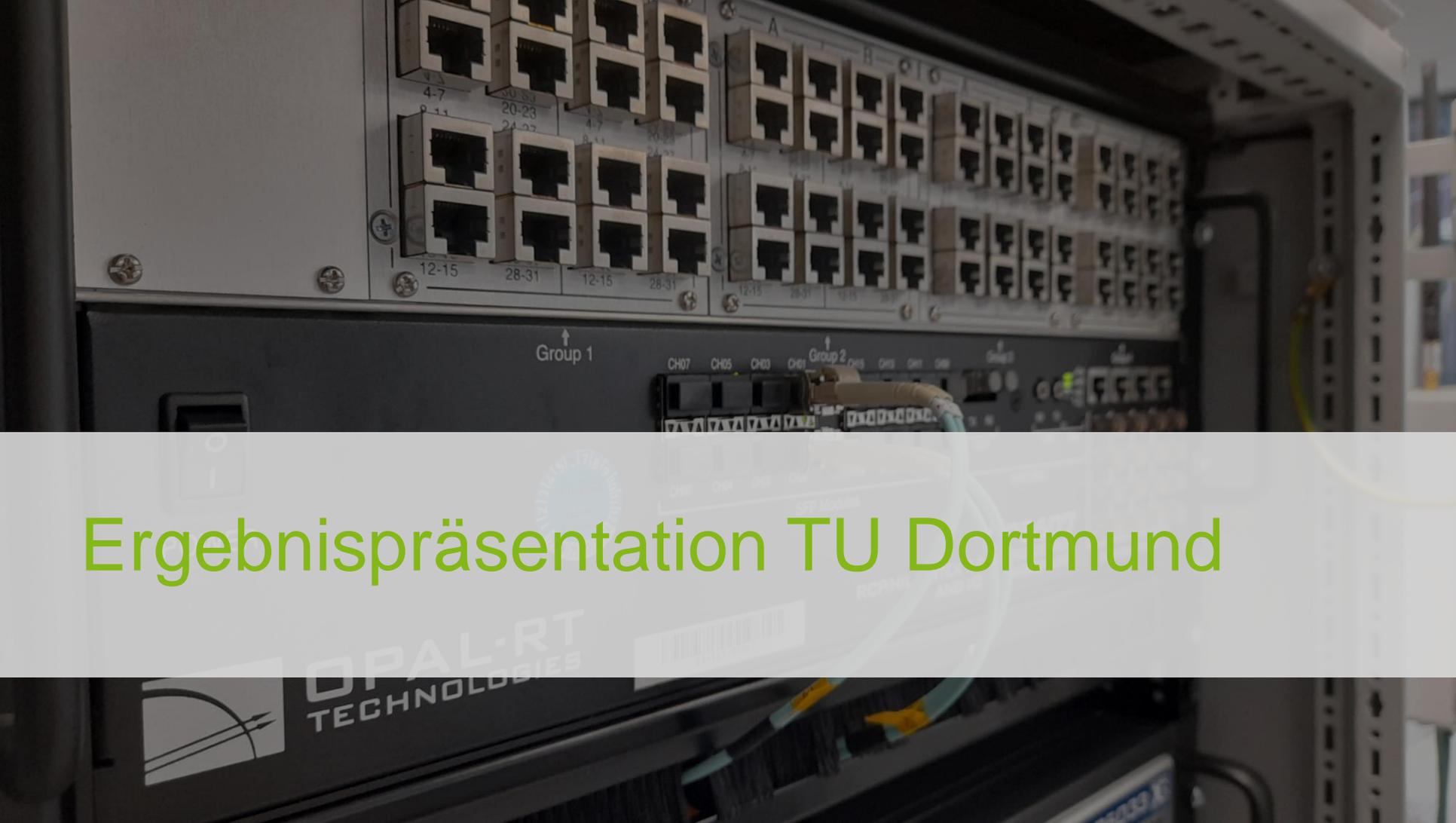
Simulative Abbildung
des HPC-Systems

Validierung und simu-
lative Untersuchung

A close-up photograph of a network switch panel. The top section features two rows of RJ45 ports, each with a label 'A' and 'B' above them. Below the ports are labels for port groups: 'Group 1' and 'Group 2'. A fiber optic cable is plugged into a port in the 'Group 2' section. The bottom part of the image shows a white label with the 'OPAL-RT TECHNOLOGIES' logo and a barcode. The background is a server rack with other equipment.

Ergebnispräsentation ef.Ruhr

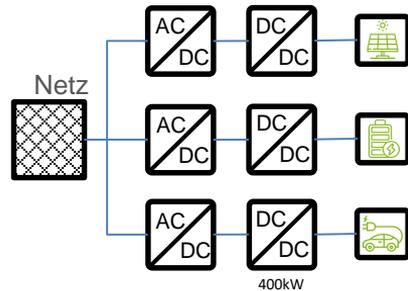
OPAL-RT
TECHNOLOGIES

A close-up photograph of a network switch panel. The top section features two rows of RJ45 ports, each with a label 'A' and 'B' above them. Below the ports are labels for port groups: 'Group 1' and 'Group 2'. A blue Ethernet cable is plugged into a port in Group 2. The bottom section of the panel has a label 'OPAL-RT TECHNOLOGIES' and a barcode. The background shows a server rack with other equipment.

Ergebnispräsentation TU Dortmund

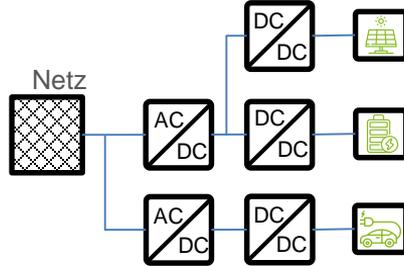
High Power Charging

Technische Anforderungen innovativer Ladeinfrastrukturlösungen

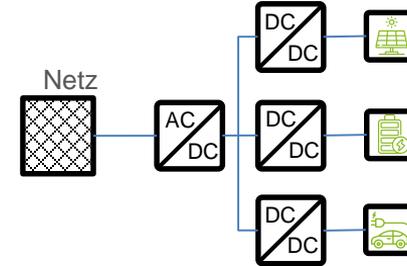


Basiskonfiguration

400kW



Erweiterte Konfiguration



Innovative Konfiguration

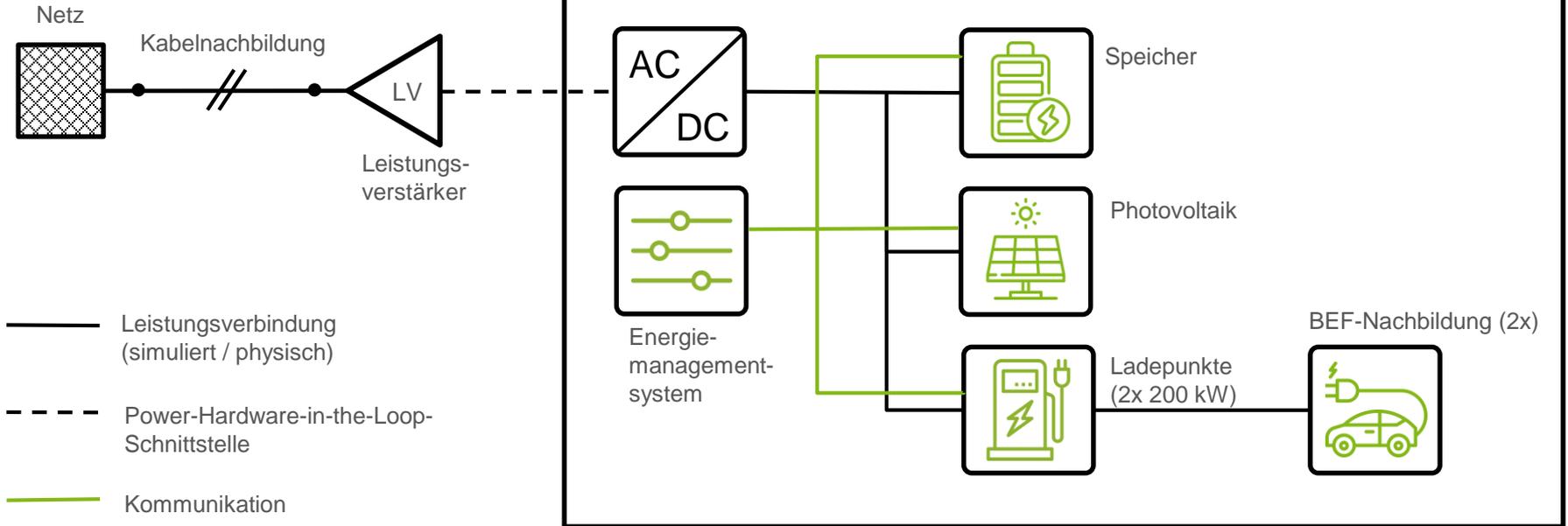
	Basiskonfiguration	Erweiterte Konfiguration	Innovative Konfiguration
Aufbau	Entkoppelt (PV, BESS, EV)	Teilweise entkoppelte (PV + BESS, EV)	Gekoppelter (PV + BESS + EV)
AC/DC Wechselrichter	mehr benötigt – mehr Verluste	Wenig benötigt – mittlere Verluste	Weniger benötigt – geringe Verluste
Netzabhängigkeit	Hoch	Mittel	Gering

Quelle: Moorthy *et al* 2022 IEEE ECCE; Zhou, Kai *et al* 2023 *Electronics*; Siamak Karimi *et al* 2020 IEEE Electrification

High Power Charging

Hard- und Softwarewareseitige Umsetzung - Testplattform

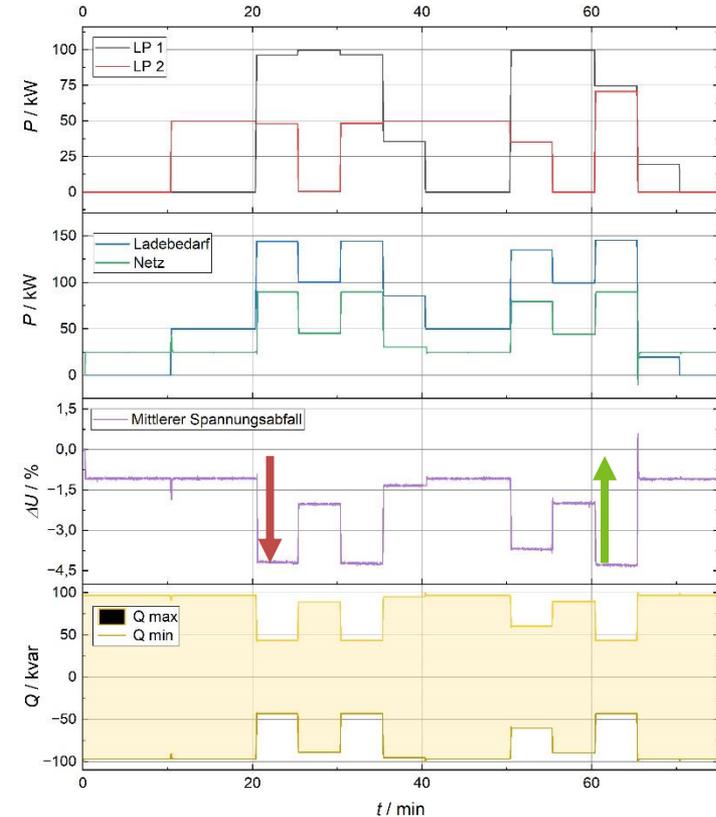
HPC-Modell (Echtzeitsimulator)



- Fokusbereiche
 - **Systemverhalten allgemein**, Leistungsflüsse, Alterungsverhalten
 - Methode: Langzeit-Simulation - Offline-Simulation (simulierte Zeit: eine Woche)
 - **Validierung, Interaktion mit dem Netz** und Netzdienlichkeit
 - Methode: Kurzzeit-Simulation – Power-Hardware-in-the-Loop (simulierte Zeit: 1-2 h)
- Betrachtung in drei realitätsnahen Szenarien

Szenario	Entfernung Ortsnetzstation	Netzanschlussleistung	Speicher	Photovoltaik
Transformatornah	≈ 0 m	Hoch 150 kVA	Mittlere Leistung 50kW, 160 kWh	Geringe PV Leistung 10 kWp
Netzzentral	≈ 100 m	Mittel 100 kVA	Mittlere Leistung 50 kW, 160 kWh	Geringe PV Leistung 10 kWp
Transformatorfern	≈ 400 m	Gering 50 kVA	Hohe Leistung 100 kW, 160 kWh	Geringe PV Leistung 10 kWp

- Fokus der Auswertungen: **Spannungsband**
 - **Motivation:** neben Betriebsmittelüberlastungen wichtigste Herausforderung in der NS
 - Auswirkungen von HPC im NS-Netz
 - Ableitung von optimierten Betriebsstrategien
- Beispielmessung
 - Szenario: netzzentral
 - Exemplarische Parameter zur Veranschaulichung der Herausforderungen und neuen Lösungsmöglichkeiten dargestellt
- Auswirkungen auf das Netz
 - Signifikanter Spannungsabfall hervorgerufen durch HPC-System
- Gegenmaßnahmen
 - Erhöhung der Speicherleistung
 - Einspeisung von Blindleistung (Flexibilitätpotenzial)



- Abschätzung basierend auf Simulationszeitraum
- Zyklische Alterung
 - Ähnliches Belastungsprofil sichtbar in allen Szenarien, abhängig vom Ladebedarf
 - 12-13 EFC¹ in Beispielwoche

Typ	# EFC	Lebensdauer
NMC	1800 (80% SoH) ^{2,3}	≈ 2,7 Jahre
LFP	6000 (80% SoH) ³	≈ 8,9 Jahre
VRFB	>12000 ⁴	> 17,8 Jahre

- Kalendarische Alterung: Optimierungsproblem bei hohen Ladungszuständen von Li-Ionen-Batterien
 - Mehr Flexibilität zur Entlastung des Netzes
 - Beschleunigt kalendarische Alterung⁵
 - Insgesamt aber untergeordnete Rolle im Vergleich



¹ EFC: Equivalent Full Cycle

² SoH: State of Health

³ Quelle: Yuliya Preger *et al* 2020 *J. Electrochem. Soc.* **167** 120532

⁴ Quelle: Xiao-Zi Yuan *et al* 2019 *Energy Research* **43**

⁵ Quelle: Peter Keil *et al* 2016 *J. Electrochem. Soc.* **163** A1872

- Netzdienlichkeit von HPC in der NS
 - Flexibilisierung der Leistungsaufnahme oder –abgabe in Abstimmung mit Netzbetreiber
 - Etablierung eines 4-Quadranten-Betriebs
 - Bereitstellung von Blindleistungsreserven, auch ohne angeschlossenes Fahrzeug
 - Batteriespeicher wichtigstes Element
 - Dimensionierung (Leistung, Kapazität) spielt wesentliche Rolle
 - Nutzung für Systemdienstleistungen
 - Optimierung basierend auf flexiblen Strombezugspreisen
- Energiemanagementsystem
 - Prognosebasierte Ladestrategie für stationäre Batterie (PV-Ertrag und Ladebedarf)
 - Eigenverbrauchsoptimierung bei lokaler PV
 - Schnittstelle zum Netzbetreiber für optimalen Betrieb

- Fortführung der Zusammenarbeit mit Compleo
 - Tests mit Hardware des eTowers geplant
 - Adressierung von weiterführenden technischen Herausforderungen
- HPC-Fahrzeugnachbildung
 - Im Projektrahmen aufgebaut und Funktion validiert
 - Grundlage für Tests mit perspektivisch 100 kW Ladeleistung
 - Erweiterung der Laboranwendungsbereiches für zukünftige Projekte

Labor-Demonstration

OPAL-RT
TECHNOLOGIES



SFP Module

RCPHIL POWER 7E
AND 4E



Group 1

Group 2

CH07 CH05 CH03 CH01

CH08 CH06 CH04 CH02

CH09

12-15

28-31

12-15

28-31

12-15

28-31

12-15

28-31

12-15

28-31

4-7

20-23

4-7

20-23

4-7

20-23

4-7

20-23

4-7

20-23

8-11

24-27

8-11

24-27

8-11

24-27

8-11

24-27

8-11

24-27

16-19

32-35

16-19

32-35

16-19

32-35

16-19

32-35

16-19

32-35

24-27

40-43

24-27

40-43

24-27

40-43

24-27

40-43

24-27

40-43

32-35

48-51

32-35

48-51

32-35

48-51

32-35

48-51

32-35

48-51

40-43

56-59

40-43

56-59

40-43

56-59

40-43

56-59

40-43

56-59

48-51

64-67

48-51

64-67

48-51

64-67

48-51

64-67

48-51

64-67

56-59

72-75

56-59

72-75

56-59

72-75

56-59

72-75

56-59

72-75

64-67

80-83

64-67

80-83

64-67

80-83

64-67

80-83

64-67

80-83

72-75

88-91

72-75

88-91

72-75

88-91

72-75

88-91

72-75

88-91

80-83

96-99

80-83

96-99

80-83

96-99

80-83

96-99

80-83

96-99

88-91

104-107

88-91

104-107

88-91

104-107

88-91

104-107

88-91

104-107

96-99

112-115

96-99

112-115

96-99

112-115

96-99

112-115

96-99

112-115

104-107

120-123

104-107

120-123

104-107

120-123

104-107

120-123

104-107

120-123

112-115

128-131

112-115

128-131

112-115

128-131

112-115

128-131

112-115

128-131

120-123

136-139

120-123

136-139

120-123

136-139

120-123

136-139

120-123

136-139

128-131

144-147

128-131

144-147

128-131

144-147

128-131

144-147

128-131

144-147

136-139

152-155

136-139

152-155

136-139

152-155

136-139

152-155

136-139

152-155

144-147

160-163

144-147

160-163

144-147

160-163

144-147

160-163

144-147

160-163

152-155

168-171

152-155

168-171

152-155

168-171

152-155

168-171

152-155

168-171

160-163

176-179

160-163

176-179

160-163

176-179

160-163

176-179

160-163

176-179

168-171

184-187

168-171

184-187

168-171

184-187

168-171

184-187

168-171

184-187

176-179

192-195

176-179

192-195

176-179

192-195

176-179

192-195

176-179

192-195

184-187

200-203

184-187

200-203

184-187

200-203

184-187

200-203

184-187

200-203

192-195

208-211

192-195

208-211

192-195

208-211

192-195

208-211

192-195

208-211

200-203

216-219

200-203

216-219

200-203

216-219

200-203

216-219

200-203

216-219

208-211

224-227

208-211

224-227

208-211

224-227

208-211

224-227

208-211

224-227

216-219

232-235

216-219

232-235

216-219

232-235

216-219

232-235

216-219

232-235

224-227

240-243

224-227

240-243

224-227

240-243

224-227

240-243

224-227

240-243

232-235

248-251

232-235

Motivation



- ⌚ Tests sind erforderlich, um die Zuverlässigkeit, Sicherheit und ordnungsgemäße Systemintegration innovativer Lösungen und Technologien **vor** ihrer Einführung zu gewährleisten
- ⌚ Bedarf an Tests mit **komplexen** Konfigurationen, die **mehrere** Komponenten auch aus **verschiedenen** Bereichen in einer Perspektive auf Systemebene umfassen
- ⌚ Tests müssen **genaue** Ergebnisse liefern, um die Ergebnistreue in Bezug auf das **tatsächliche** Verhalten in der Realität zu gewährleisten

Ziel



- ⌚ **Theoretisches** Wissen mit **praktischer** Forschung verbinden, nationale und internationale Ebene



Fokus



- Fortgeschrittene Spannungsregelung
- Dezentrale Frequenzregelung
- BEF-Integration
- Automatisierung

Equipment

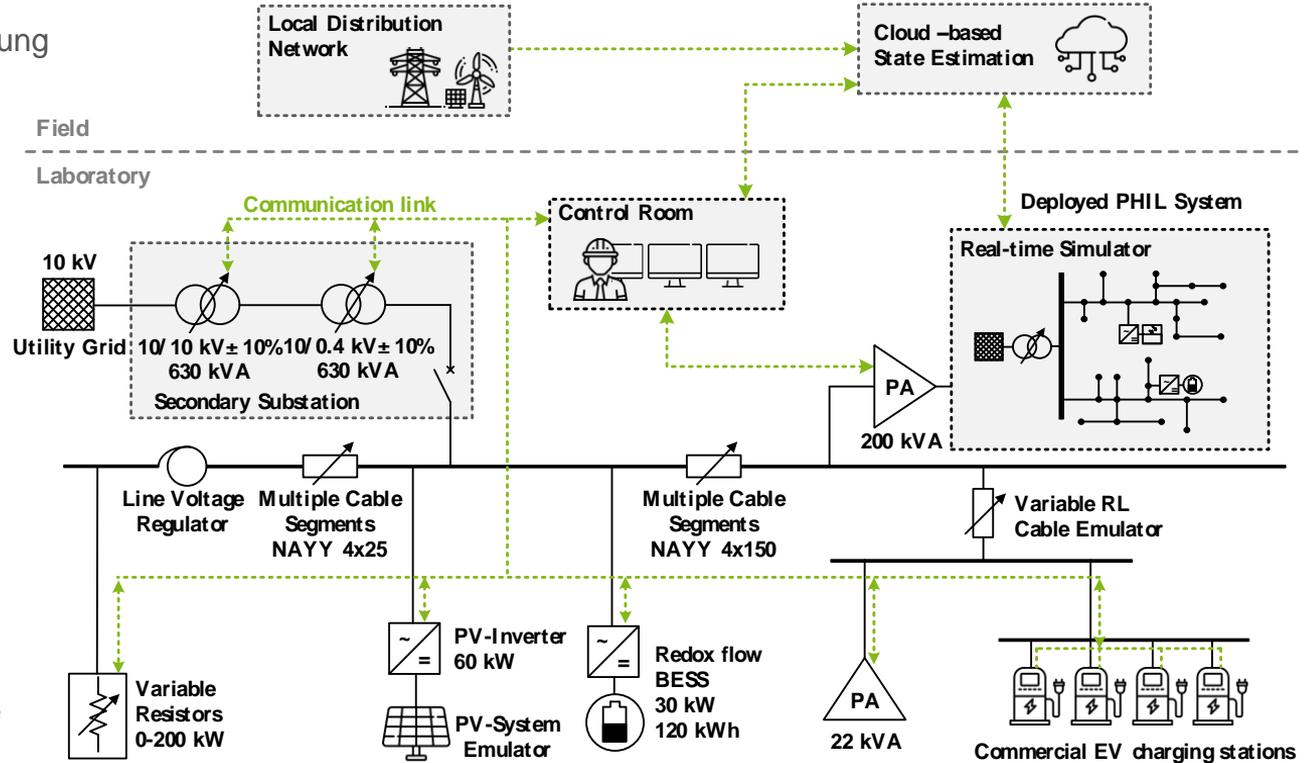


- Niederspannungstestnetz
- rONT
- Wechselrichter
- Ladestationen
- Batteriespeicher

Methoden



- System-Level Tests
- HIL Tests (CHIL & PHIL)
- Test mit ausschließlich Hardware
- Co-Simulationen



The background of the slide is a photograph of a modern, multi-story building with a glass facade, likely a TU Dortmund building. The building is partially obscured by a large, semi-transparent white graphic element on the left side. In the foreground, there are several green trees and a few people walking. The sky is blue with some light clouds. The text 'Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit' is written in a large, bold, green font on a white background that is part of the graphic element.

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**