



16.05.2024 / 15. Göttinger Energietagung

Technische Anforderungen, damit Lasten dem System nicht zur Last fallen

Gesa Quistorf

Fraunhofer IWES



Bremerhaven
Hauptstandort

Leer

Oldenburg

Hamburg

Bremen

Hannover

Bochum

Leuna

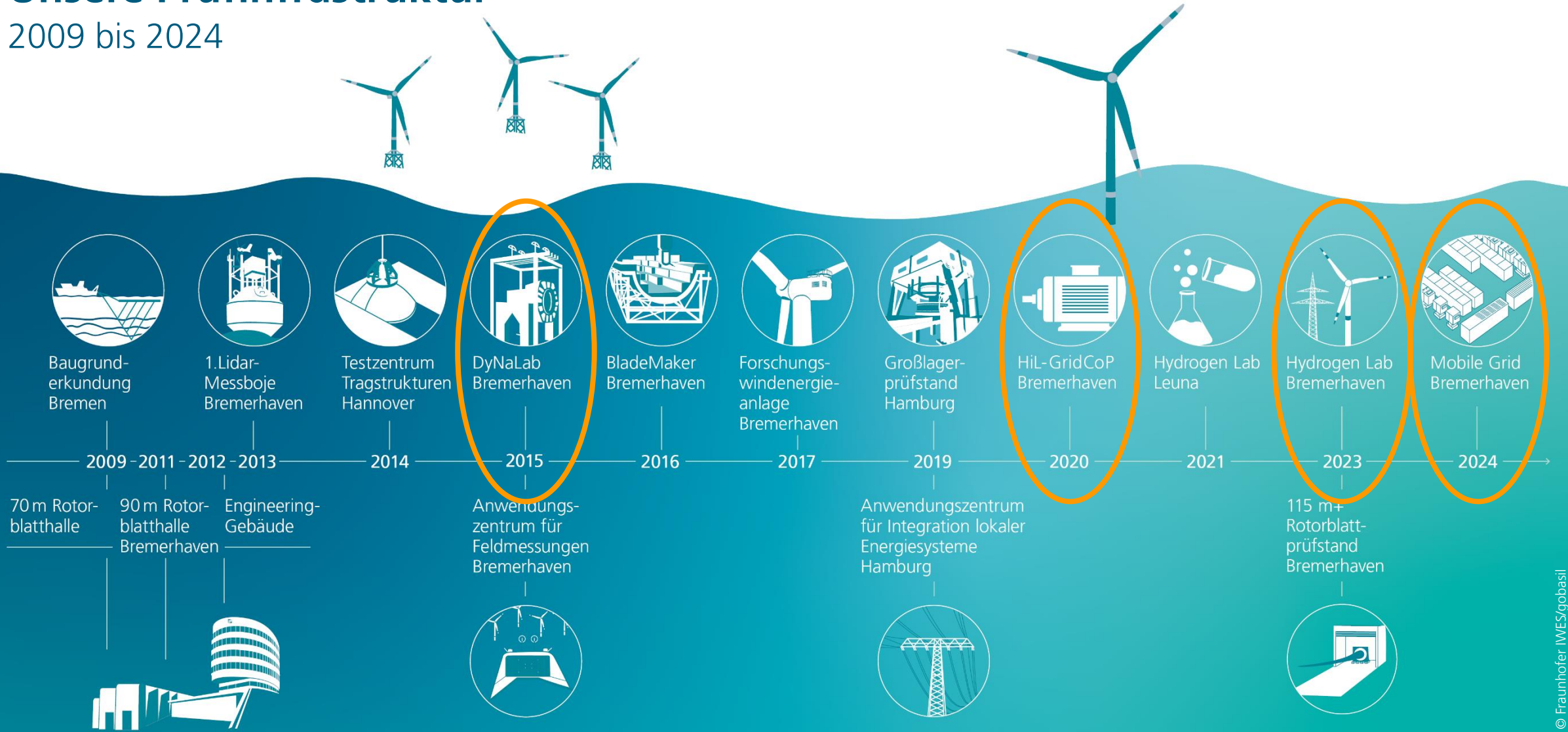
Görlitz

- 300 Mitarbeitende
- 89 laufende öffentliche und EU Projekte
- 39 Mio. Euro Betriebshaushalt/Jahr 2022
- 123 Mio. Euro Investitionen in Prüfinfrastruktur

© Jens Meier

Unsere Prüfinfrastruktur

2009 bis 2024



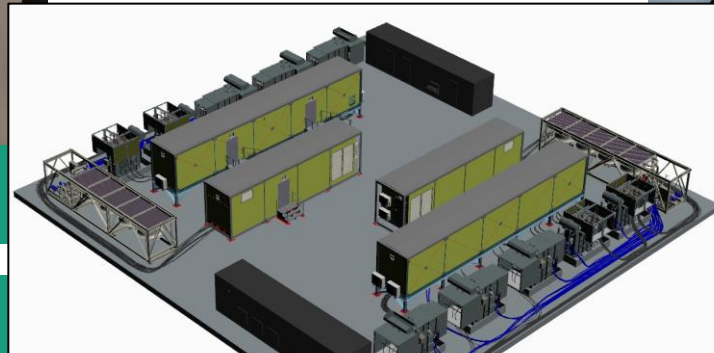
Fraunhofer IWES Prüfstände für die Netzintegration



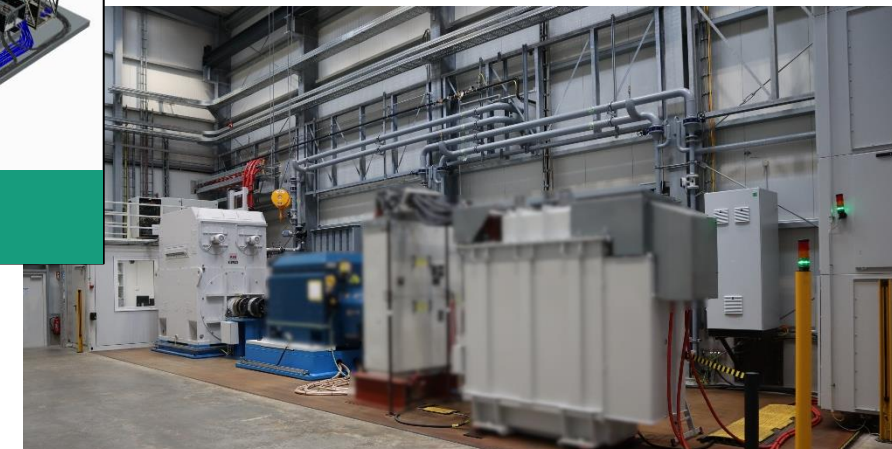
15/44 MVA Netzemulator



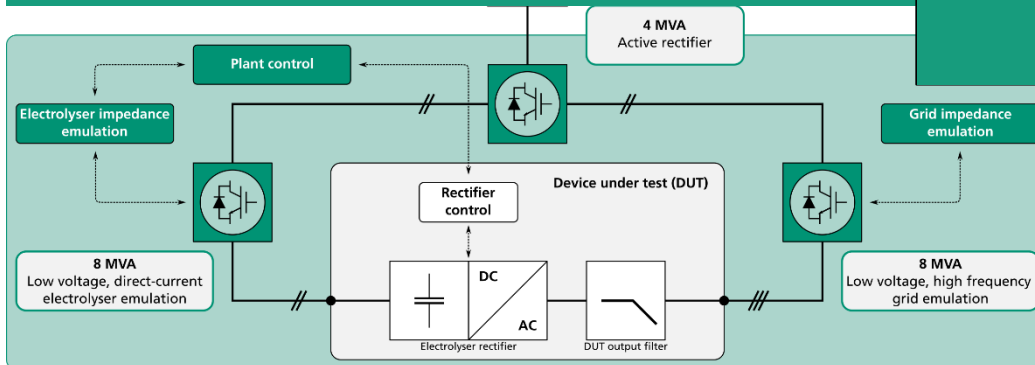
10/15 MW Gondelprüfstand



28/80 MVA mobiler Netzemulator

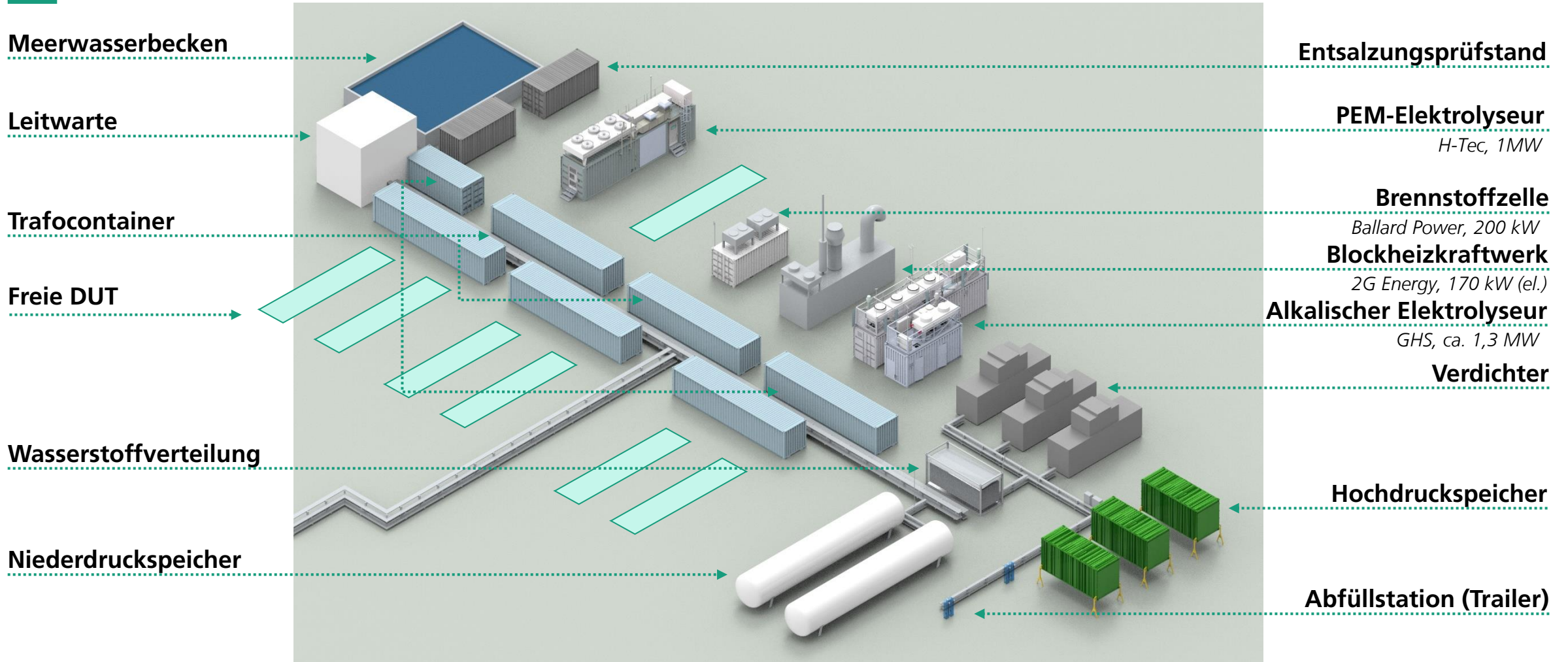


9/13 MW Generator-Umrichter Prüfstand



Hydrogen Lab Bremerhaven

Detailansicht - Komponenten



Verortung der Prüfstände



Transformation des Stromnetzes

Erzeugerseite

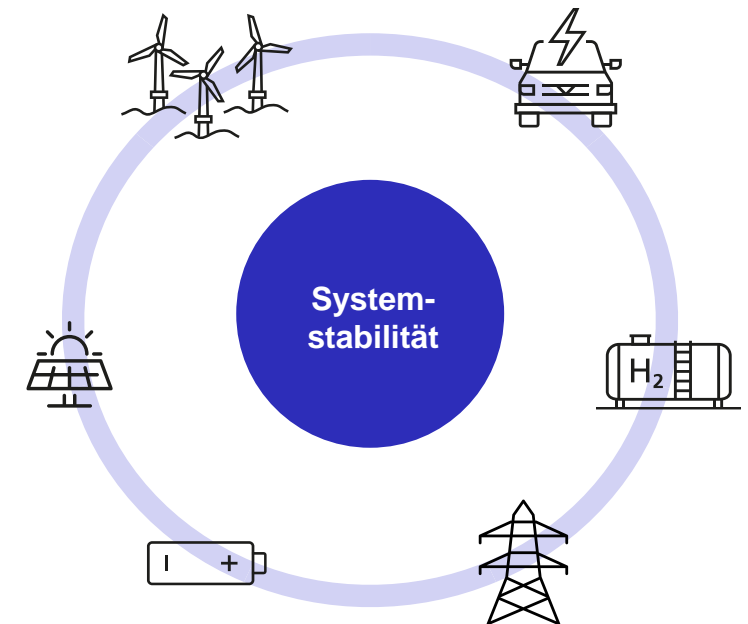
- Ausbau der erneuerbaren Energien
- Anschluss der Windenergie und PV-Anlagen größtenteils im Verteilnetz

Lastseite

- Elektrifizierung: E-Mobilität, Wärmepumpen, Elektrolyseure, industrielle Prozesse

Ausscheiden der konventionellen Kraftwerke

- Inhärente stabilisierende Eigenschaften der Synchrongeneratoren im Übertragungsnetz fallen weg



Transformation des Stromnetzes

Erzeugerseite

- Ausbau der erneuerbaren Energien
- Anschluss der Windenergie und PV-Anlagen größtenteils im Verteilnetz

Lastseite

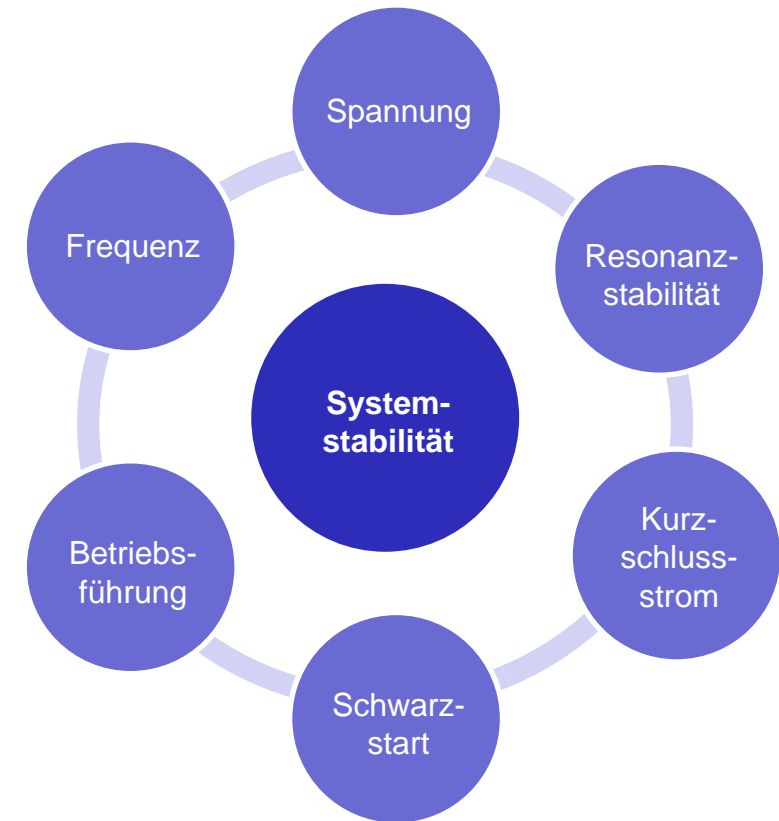
- Elektrifizierung: E-Mobilität, Wärmepumpen, Elektrolyseure, industrielle Prozesse

Ausscheiden der konventionellen Kraftwerke

- Inhärente stabilisierende Eigenschaften der Synchrongeneratoren im Übertragungsnetz fallen weg

Folge

- Systemstabilität müssen anderweitig übernommen werden
- Übernahme bedeutet, dass das Aufgabenspektrum der neuen Akteure am Netz weiterentwickelt werden muss



Anforderungen an das elektrische Verhalten von Lasten

Analogie zu Erzeugungseinheiten

Elektrisches Verhalten

- Betrieb in einem vorgegebenen Spannungsbereich
- Betrieb in einem vorgegebenen Frequenzbereich
- Betrieb im Fehlerfall
- Blindleistungsbereitstellung
- Schutzeinrichtungen und Schutzeinstellungen
- Netzurückwirkungen

Zukünftige Anforderungen

- Netzbildende Eigenschaften

Elektrische Modelle

- Modell der Bezugsanlage besteht aus validierten Modellen der einzelnen Lasten und anderen Betriebsmitteln, welche an dem Netzanschlusspunkt angeschlossen sind
- Es muss das Verhalten der Bezugsanlage am Netz nachgebildet werden
- Je nach Simulationsfall wird zwischen unterschiedlichen Modellen zur Untersuchung des Verhaltens am Netzanschlusspunkt unterschieden

Netzintegrationstest

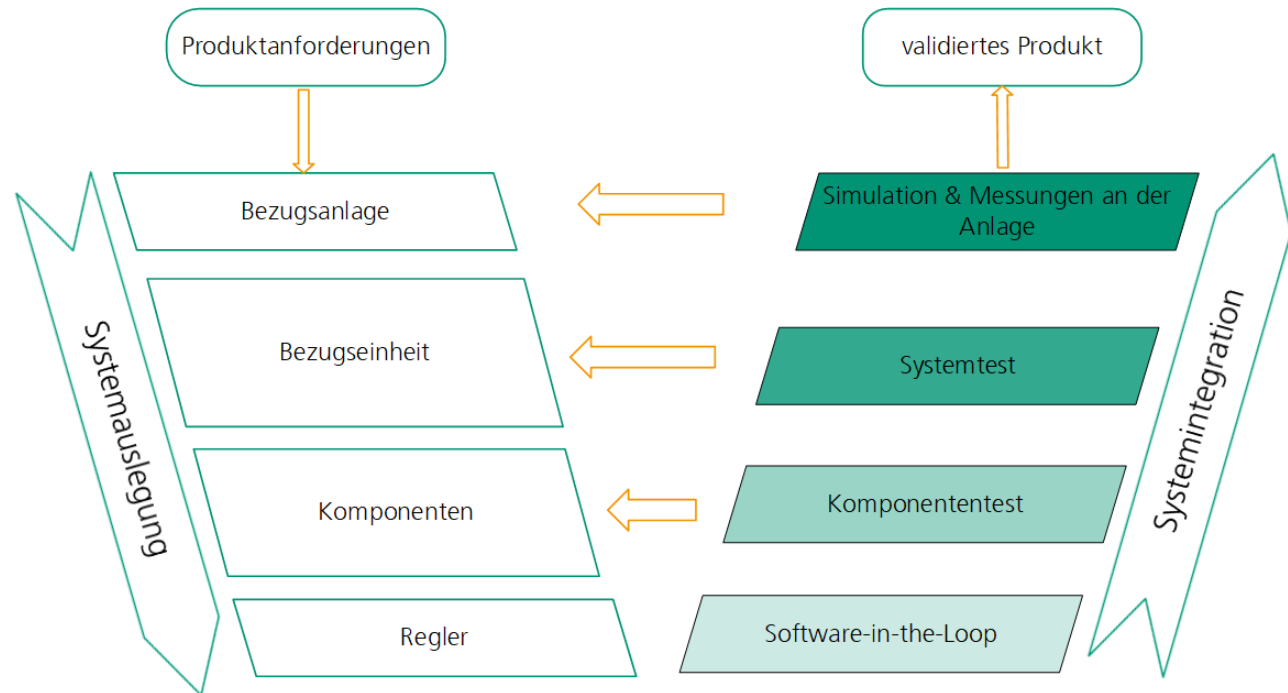
Analogie zur Netzkonformität von Erzeugungseinheiten

Allgemeiner Zweck der Netzintegrationsprüfung

- Bewertung der elektrischen Performance der Bezugseinheit
- Erzeugung von Messdaten zur Modellvalidierung

Orientierung am Entwicklungsprozess nach V-Modell

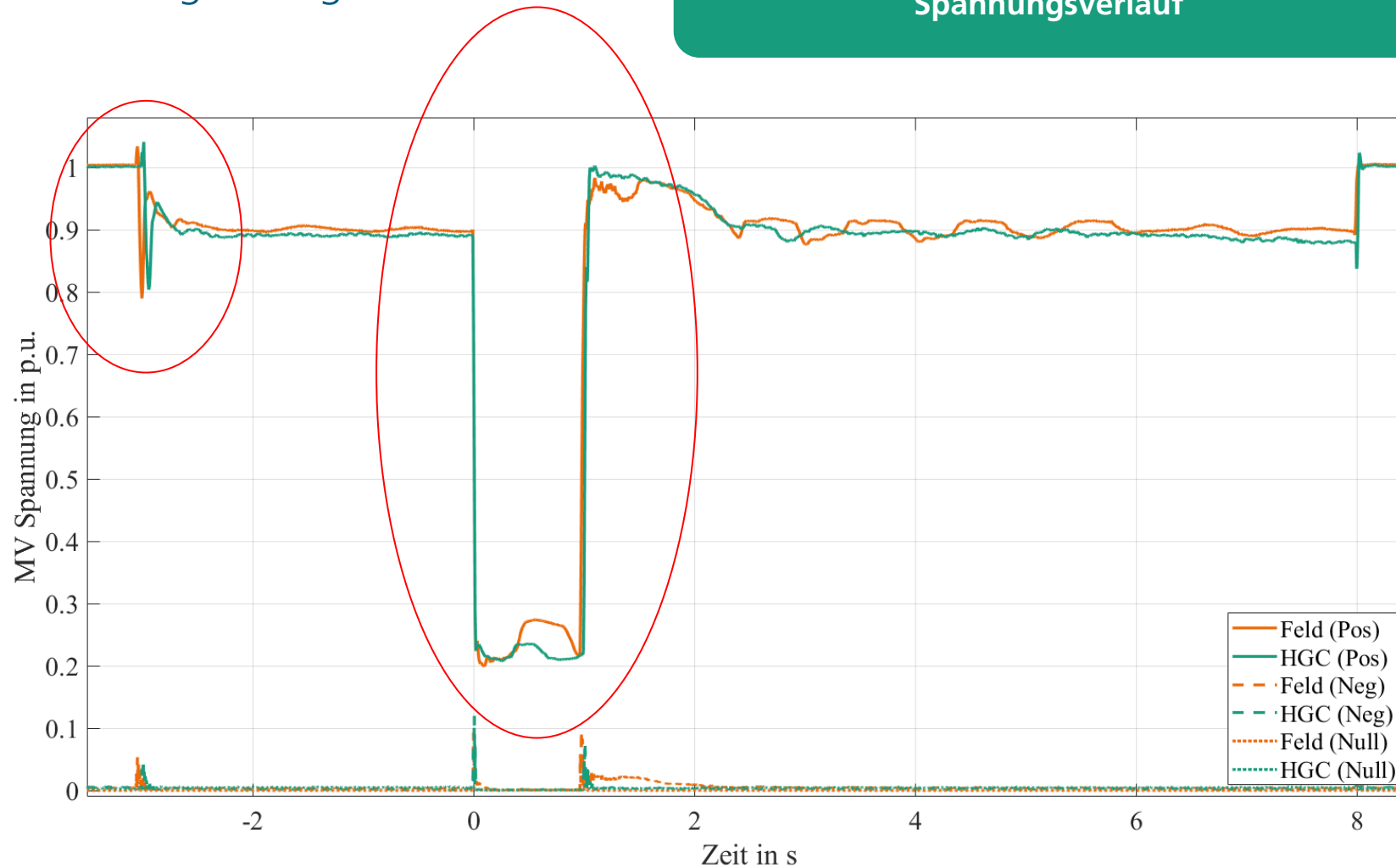
- Beginnend mit den Produkthanforderungen, endend mit einem validierten Produkt
- Die Bezugsanlage wird in einzelne Einheiten zerlegt
- Die elektrischen Anforderungen werden auf den entsprechenden Komponenten implementiert und die Entwicklung wird durch Tests geprüft
- Auf Systemebene werden die Netzintegrationstests durchgeführt
- Die generierten Messdaten werden für die Modellvalidierung genutzt



Verhalten im Fehlerfall

Fault Ride Through Fähigkeit

Typischer FRT einer Windenergieanlage –
Spannungsverlauf



Forderung an
Bezugsanlagen

Durchfahren von
Fehlern bei
unterschiedlichen
Spannungstiefen,
Zeiten und Fehlertypen

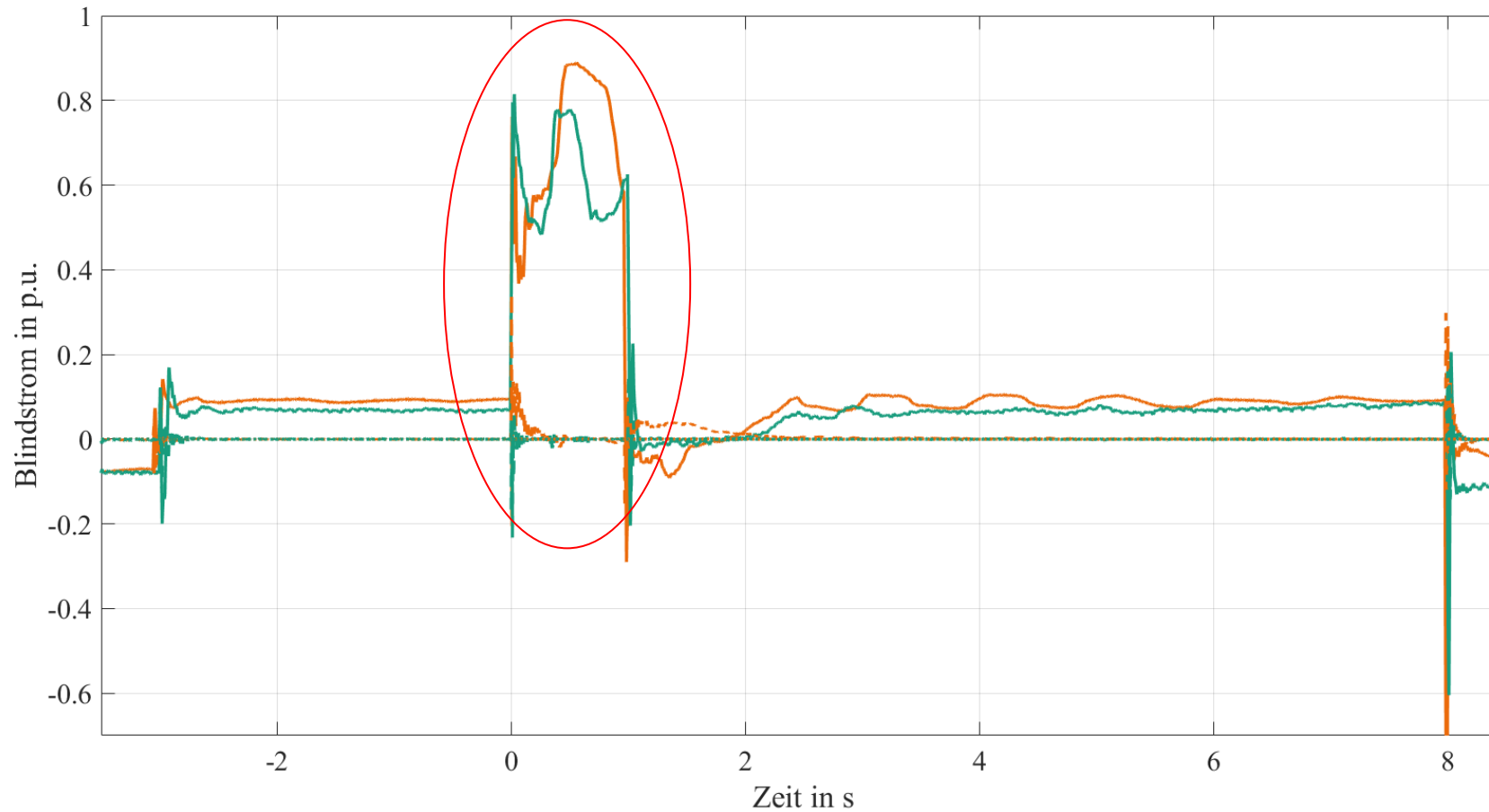
Entwicklung

Auswirkungen auf die
Peripherie

Verhalten im Fehlerfall

Fault Ride Through Fähigkeit

Typischer FRT einer Windenergieanlage –
Blindstromverlauf



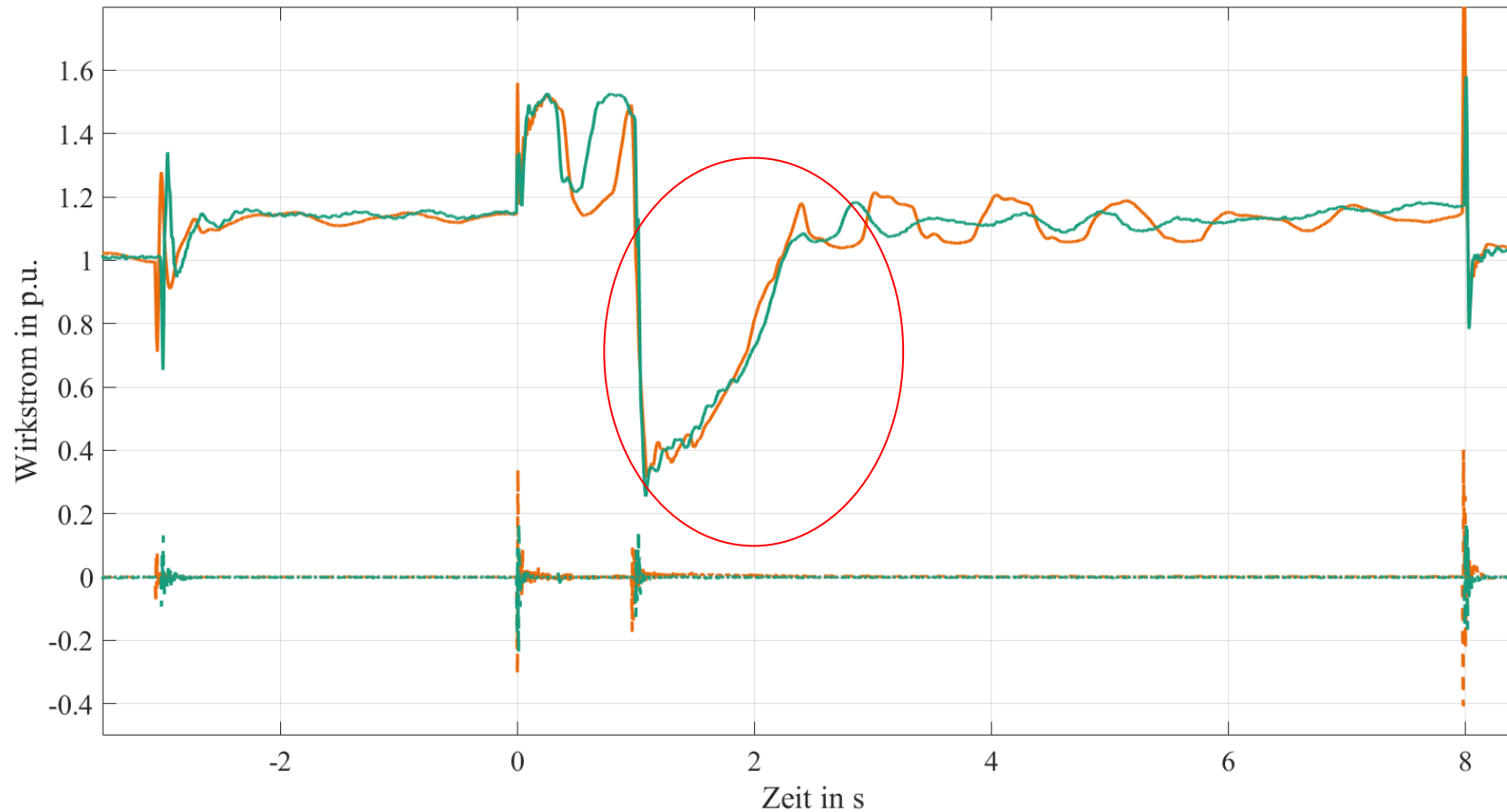
Anforderung an
Bezugsanlage

Blindleistungs-
stützung innerhalb
des Fehlers

Verhalten im Fehlerfall

Fault Ride Through Fähigkeit

Typischer FRT einer Windenergieanlage –
Wirkstromverlauf



Anforderung an
Bezugsanlage

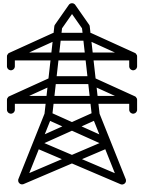
Nach Fehlerklärung
muss der Wirkstrom
so schnell wie
möglich auf den Wert
im Vorfehlerfall
gesteigert werden

Entwicklung

Wie schnell kann der
Wirkstrom wieder
hochgefahren werden?

Ablauf einer Anlagenzertifizierung

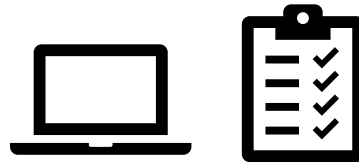
In Analogie zu den Erzeugungsanlagen



Netzanschlusspunkt
Elektrische Informationen

Einheitszertifikat
Komponentenzertifikat
Elektrische Prüfberichte

Elektrotechnische
Planung



Anlagenzertifikat

Prüfung der Unterlagen

Durchführung von
Simulationen und
Berechnungen

Bewertung: Ist das
Verhalten der Anlage
konform zu den
elektrischen
Anforderungen?



Aufbau und Inbetriebnahme

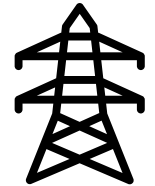


Konformitätserklärung

Vor Ort Begutachtung der
Anlage

Basis: Anlagenzertifikat
und Inbetriebnahme

Bestätigung der
korrekten Umsetzung
der zertifizierten Planung



Betrieb der Anlage

Änderungen, die
das elektrische
Verhalten
beeinflussen
müssen angezeigt
werden

Zusammenfassung und Ausblick

Die elektrischen Anforderungen an die Lasten werden steigen

- Die Bedeutung der Validierung der elektrischen Eigenschaften von Verbrauchsanlagen wird zunehmen
- Betrachtung der Auswirkung der Netzeigenschaften auf die Betriebs- und Regelweisen der Verbrauchsanlagen wird Teil der Entwicklung

Sicherstellung der Systemintegration

- Nach Vorbild der Erzeugungseinheiten: Es müssen geeignete Testverfahren und Validierungsprozesse entwickelt und erprobt werden



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

© Fraunhofer IWES/Frank Bauer

Kontakt

Gesa Quistorf
Gruppenleiterin Leistungselektronik und Netzintegration
Abteilung Systemtechnik
Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme IWES
Am Luneort 100
27572 Bremerhaven

Tel. +49 160 3230891
gesa.quistorf@iwes.fraunhofer.de

