



Inselnetzbetrieb der Gemeinde Bordesholm mit einer Großbatterie

Eberhard Waffenschmidt, *Technische Hochschule Köln*

Silvan Rummeny, *Technische Hochschule Köln*,

Frank Günther, *Versorgungsbetriebe Bordesholm GmbH*,

Felix Klenner, *RES Deutschland GmbH*,

Paul Robert Stankat, *SMA Solar Technology AG*

30. Jan. 2020, Berlin

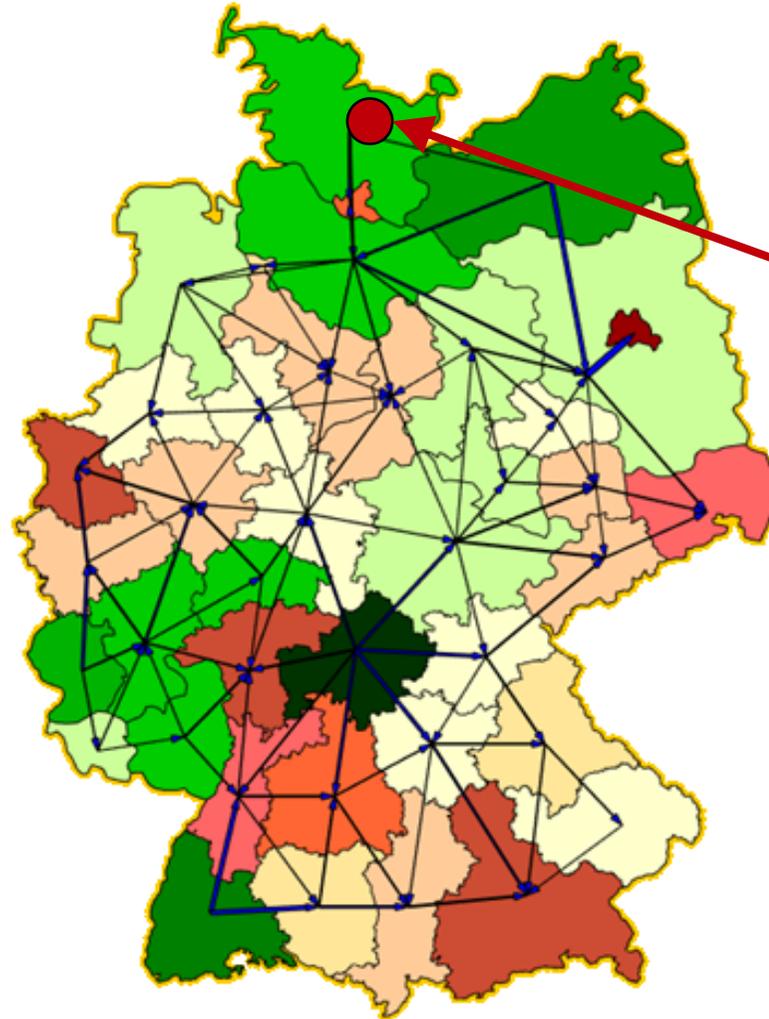
Tagung Zukünftige Stromnetze

Wie Politiker über Erneuerbare denken



Erneuerbare Energie ist dezentral

Zellulare Netze sind darauf angepasst



Demonstrator für
Netzzelle:



Batterie Bordesholm

Beteiligte Unternehmen:



Bordesholm:

- 7500 Einwohner
- Maximaler elektrischer Bedarf ca. 4 MW
- Installierte Photovoltaik-Leistung 1,4 MWpk
- Leistung Biogasanlage 2,4 MW
- Windenergie keine

Batterie Bordesholm



- bis zu 15 MWh / 12.5 MW
- 7 unabhängige Batteriestränge
- **Im Normalbetrieb:** Primärregelenergiemarkt
- **Im Notfall:** Batterie versorgt Inselnetz

Primärregelbetrieb



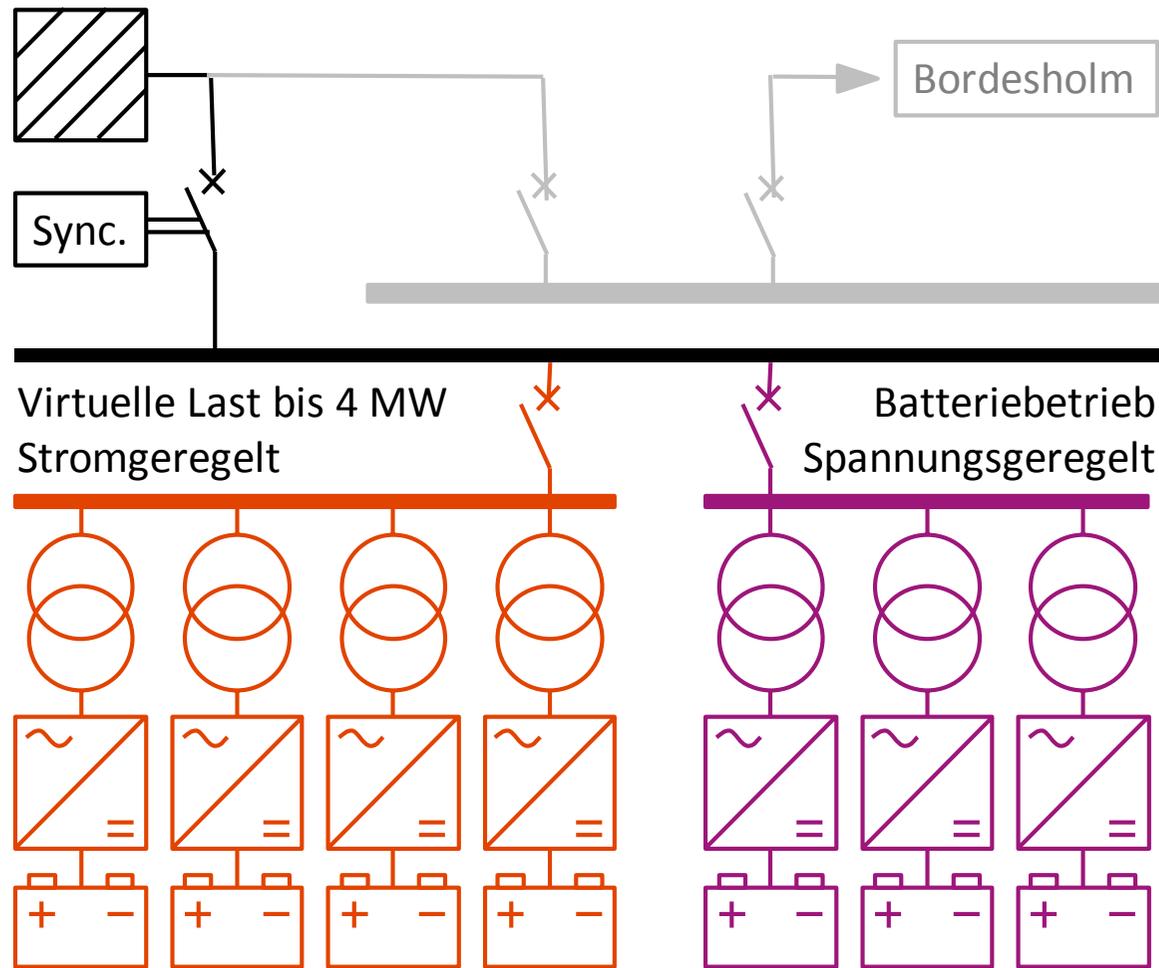
- Normaler Netzbetrieb
- Börsenhandel
- Zur Finanzierung
- Präqualifizierte
Primärregelleistung: 10 MW
- Seit Sommer 2019
- Wechselrichter im
stromgeregelten Betrieb

Inselbetrieb



- Batterie als Netzbildner, auch für dezentrale Einspeiser
- Wechselrichter im **spannungsgeregelten** Betrieb
- Spannungs- und Frequenz-Droop
- Synchron-Kuppelschalter

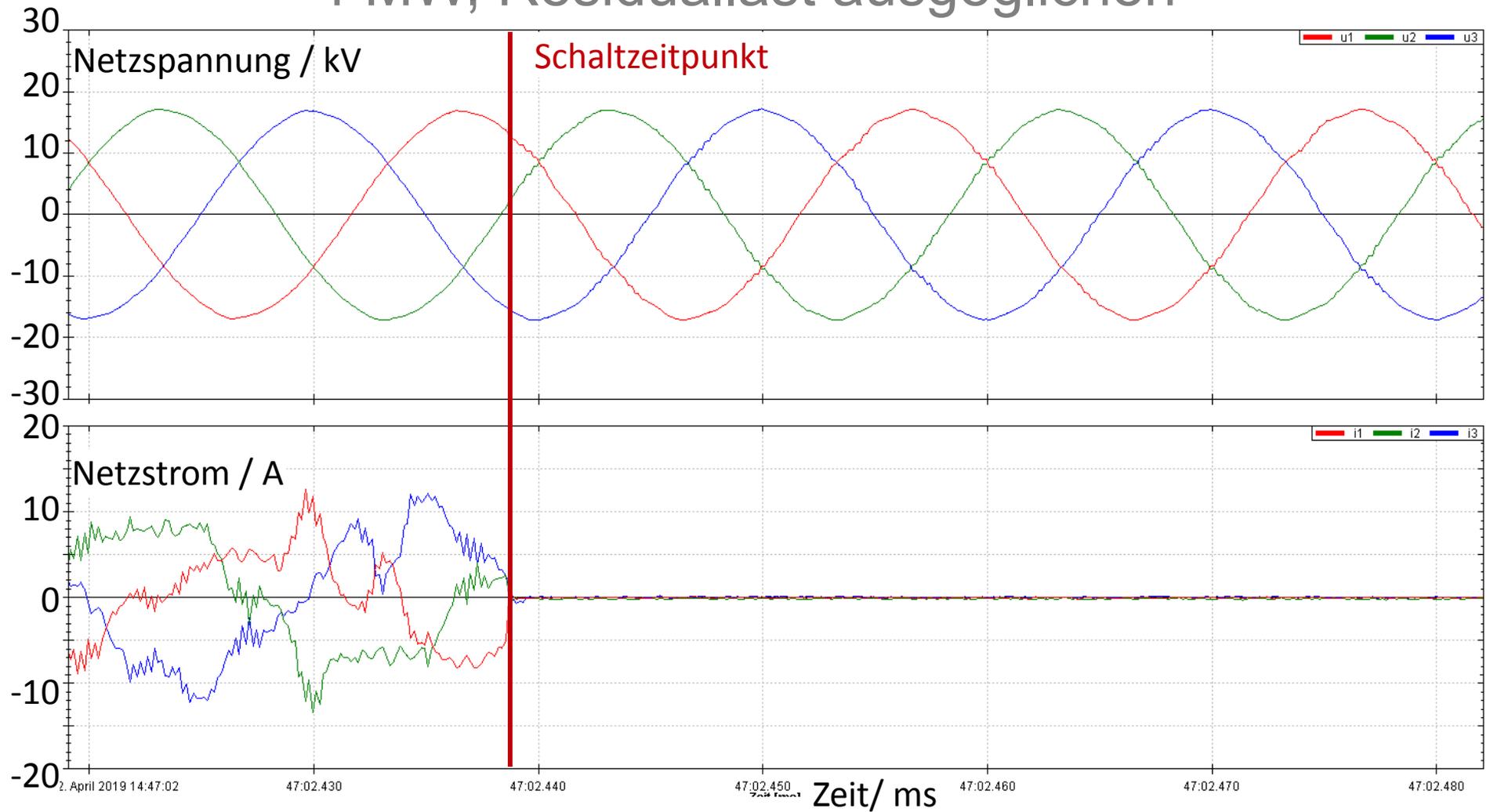
Verschaltung Vorversuch



- Batterie aufgeteilt:
- Virtuelle Last:
 - Bis 4 MW
ausgesteuert
(vergleichbar mit
Bordesholm)
 - Stromgeregelt
- Batterie
 - Spannungsgeregelt
 - Netzbildner
 - Bis max. 7,5 MW
verfügbar

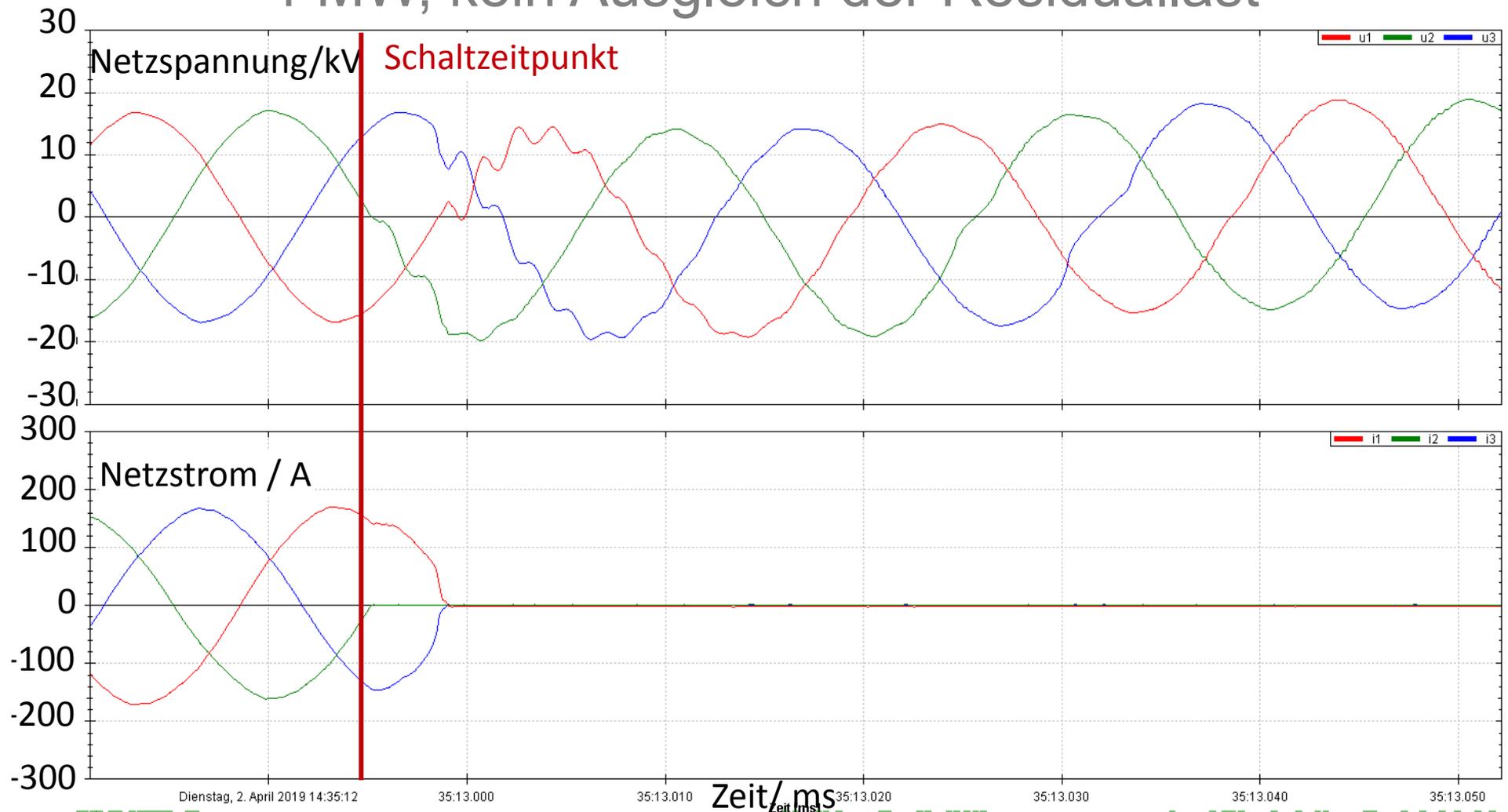
Vorversuch: Netztrennung

4 MW, Residuallast ausgeglichen



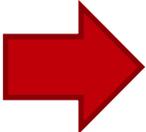
Vorversuch: Netztrennung

4 MW, kein Ausgleich der Residuallast

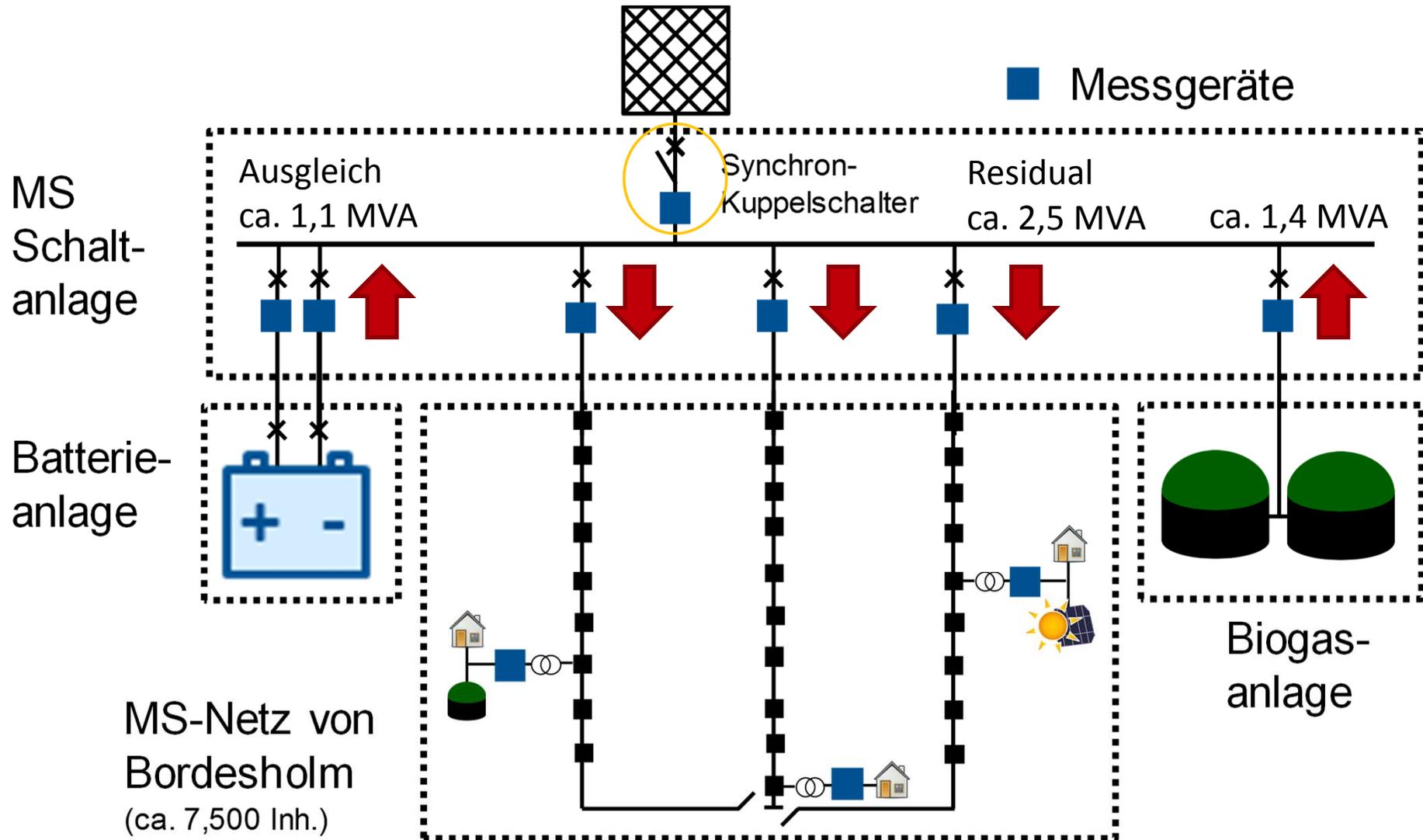


Vorversuche

Weitere Messungen erfolgreich:

- Lastsprung +1 MW
 - Lastsprung -1 MW
 - Schwarzstart im Inselbetrieb
 - Re-Synchronisation
-  Realer Inselnetzversuch mit
Gemeinde Bordesholm machbar!

Inselnetzversuch



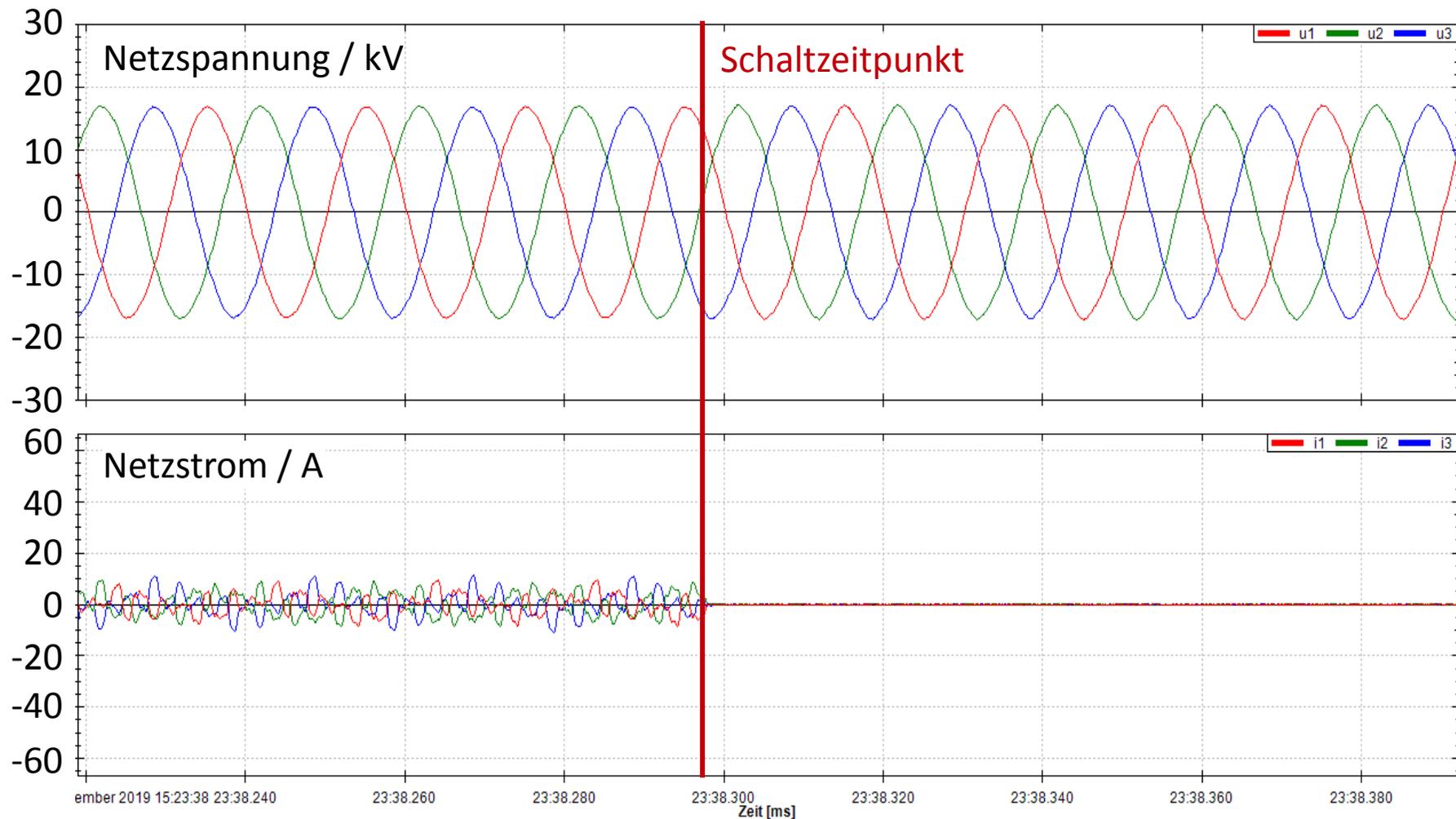
Inselnetzversuch



- Mit Gemeinde Bordesholm
- ca. 1h Inselbetrieb (mit Unterbrechung)
- Versorgung mit Erneuerbaren (ungesteuert)
 - PV,
 - KWK
 - Biogas
- Batterie zum Ausgleich

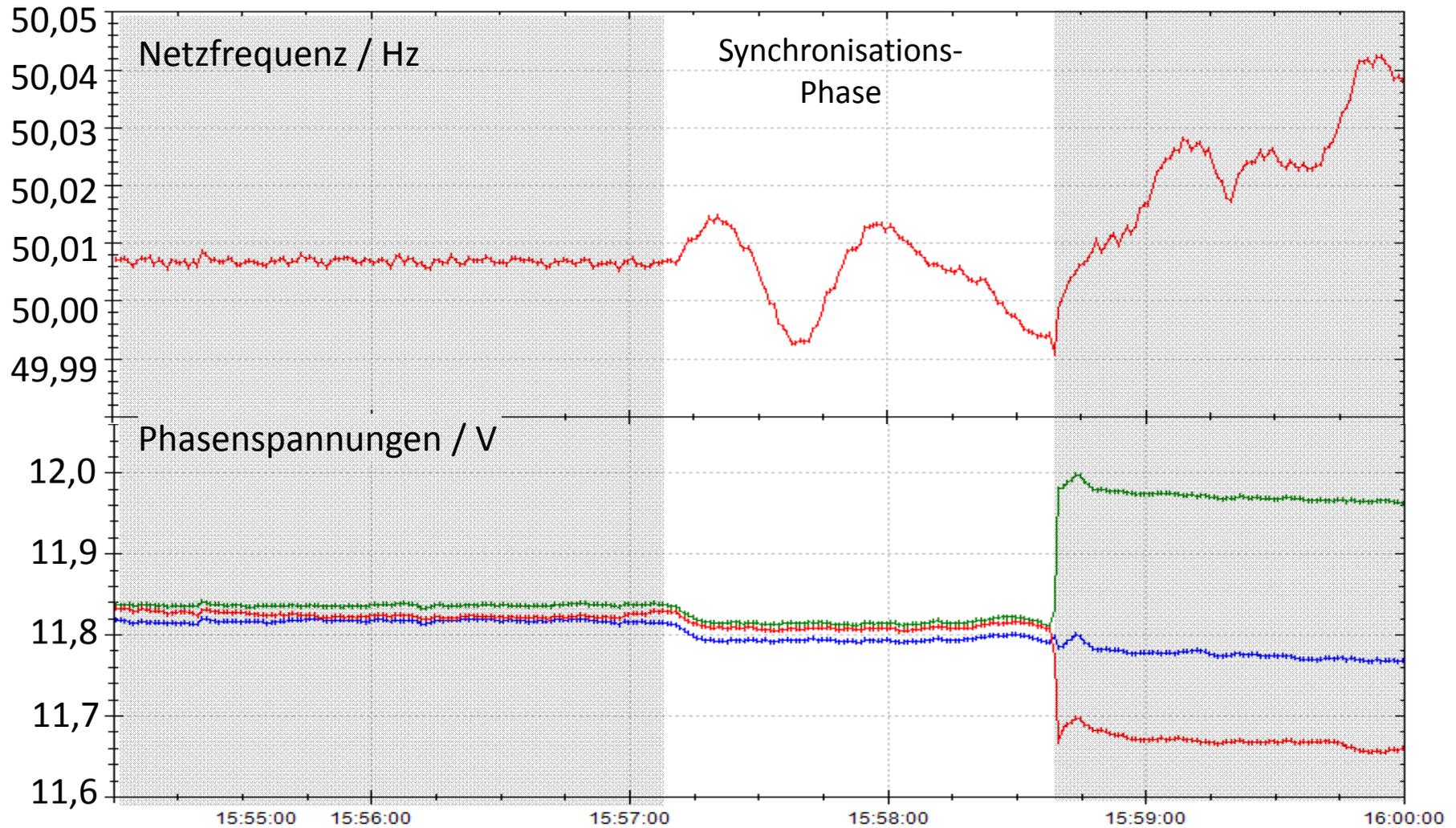
Inselnetzversuch

Übergang zum Inselnetz ohne Residuallast



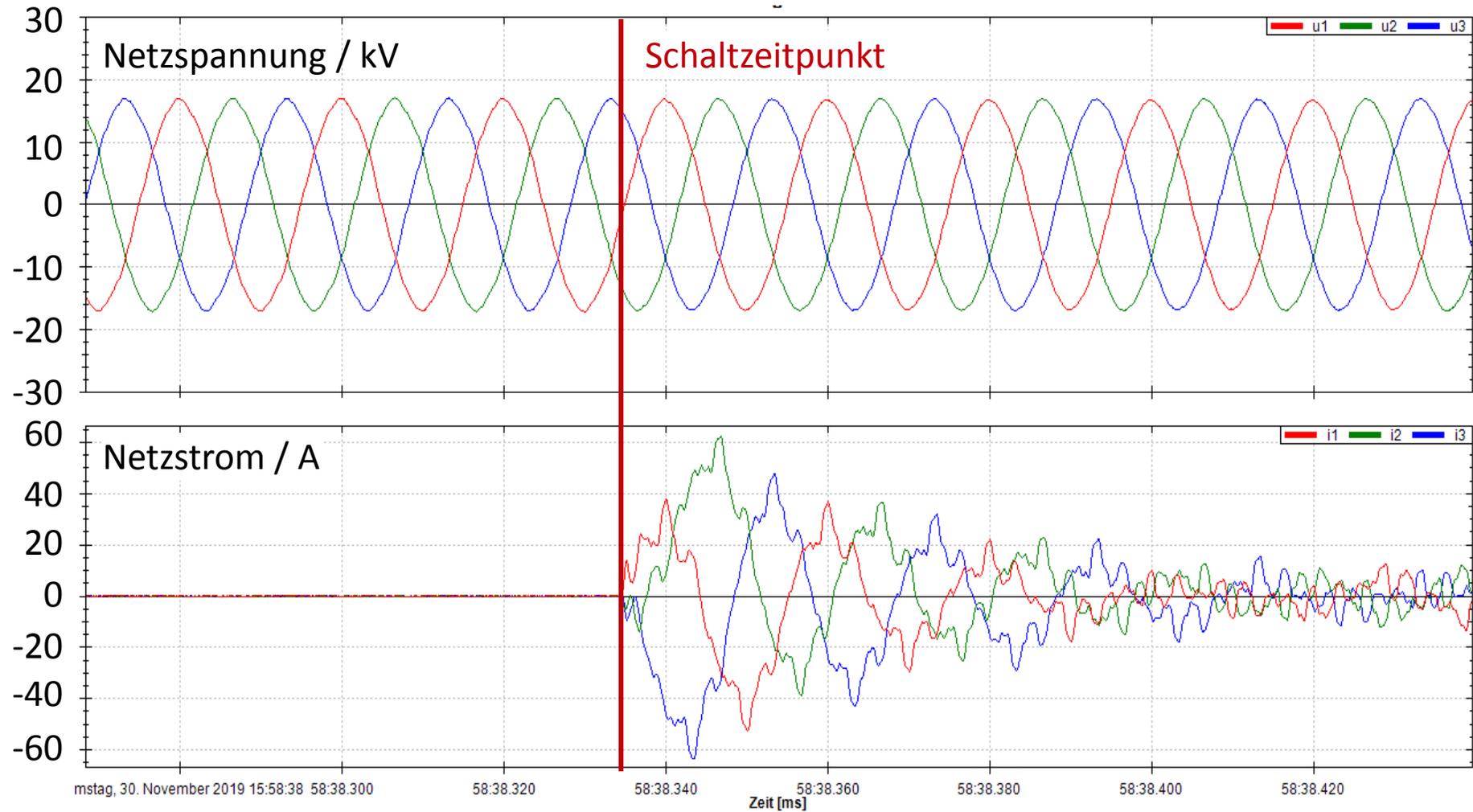
Inselnetzversuch

Rücksynchronisierung zum Verbundnetzbetrieb



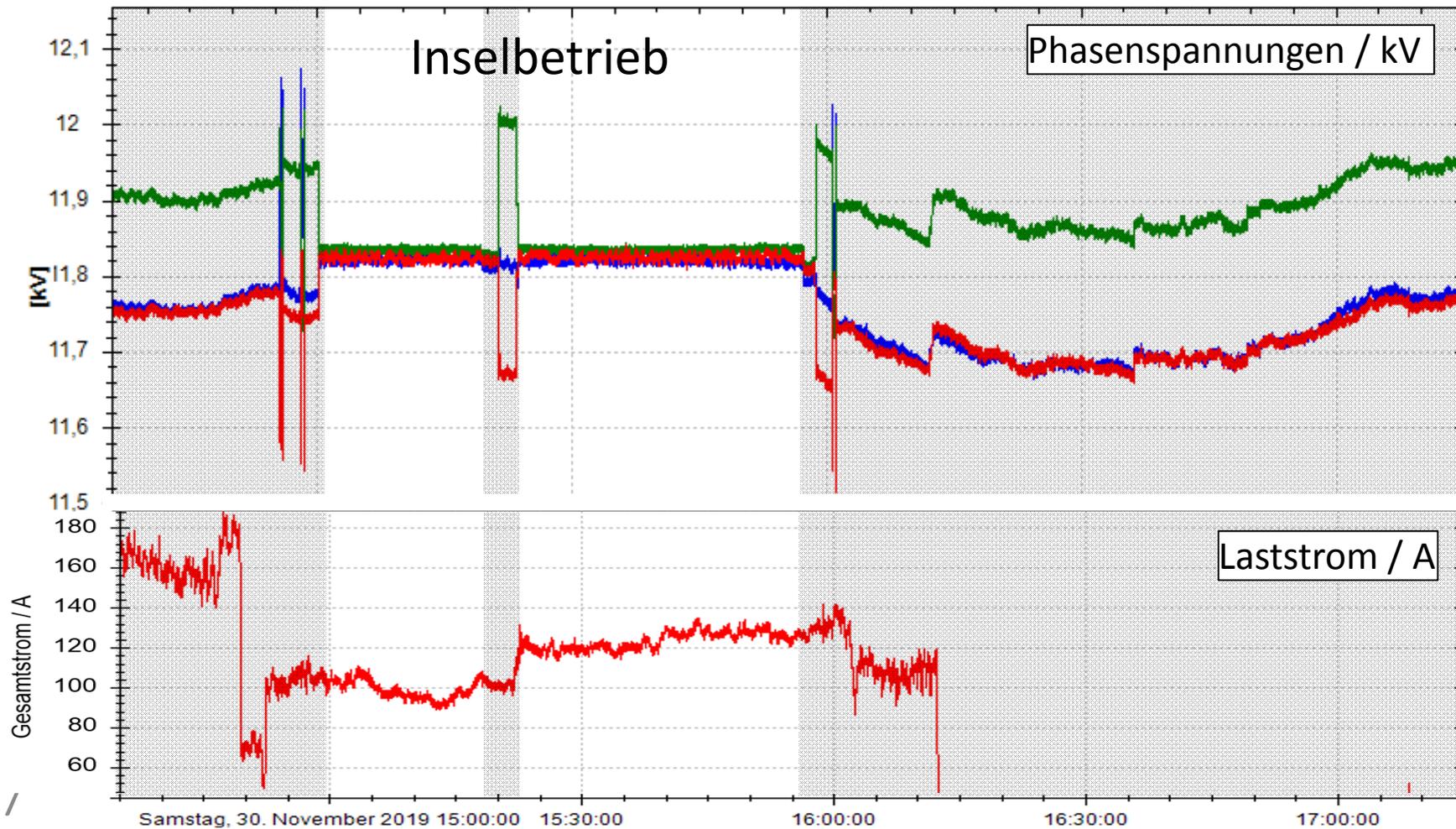
Inselnetzversuch

Rücksynchronisierung zum Verbundnetzbetrieb



Inselnetzversuch

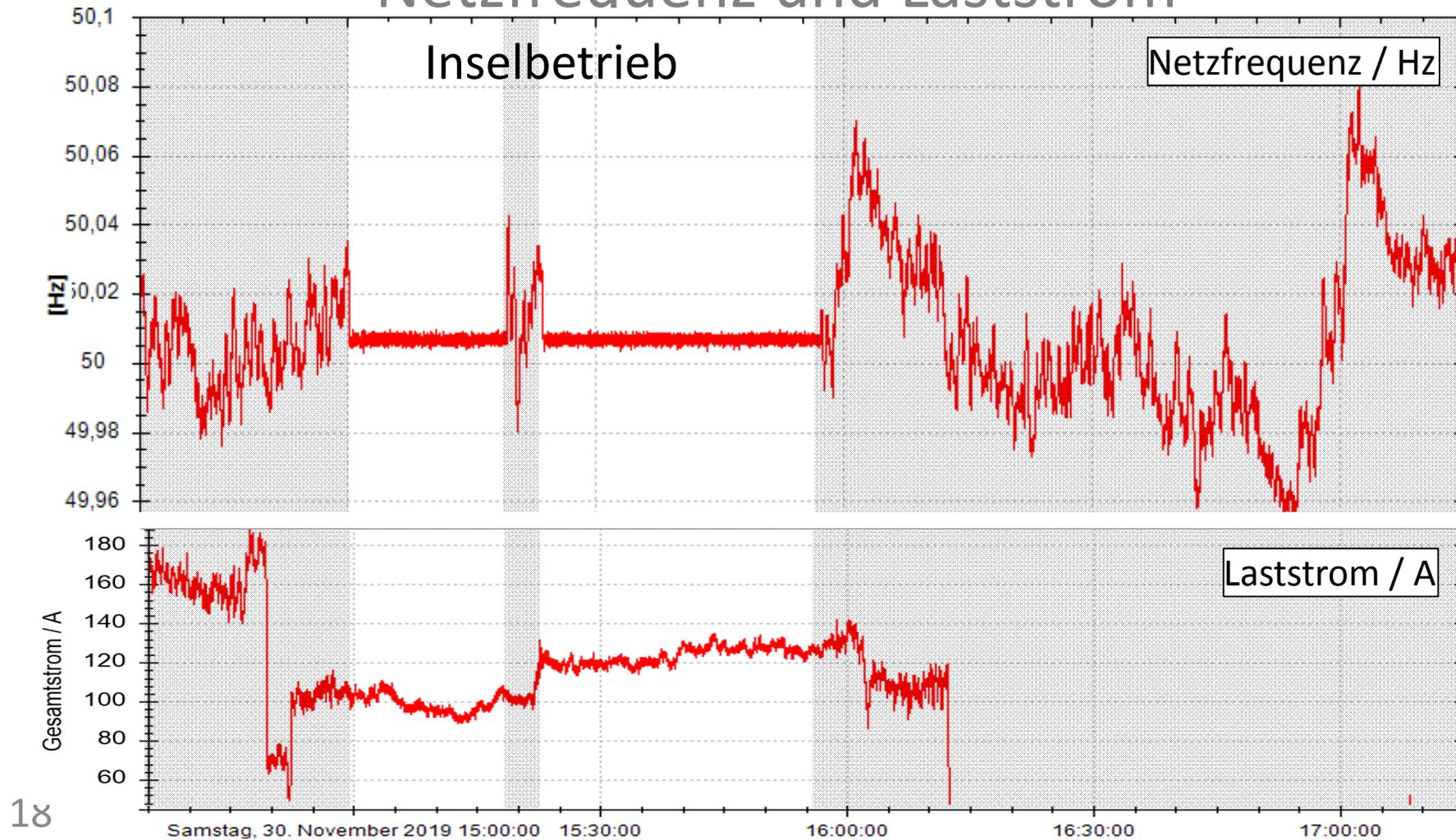
Phasenspannungen und Laststrom



1/

Inselnetzversuch

Netzfrequenz und Laststrom

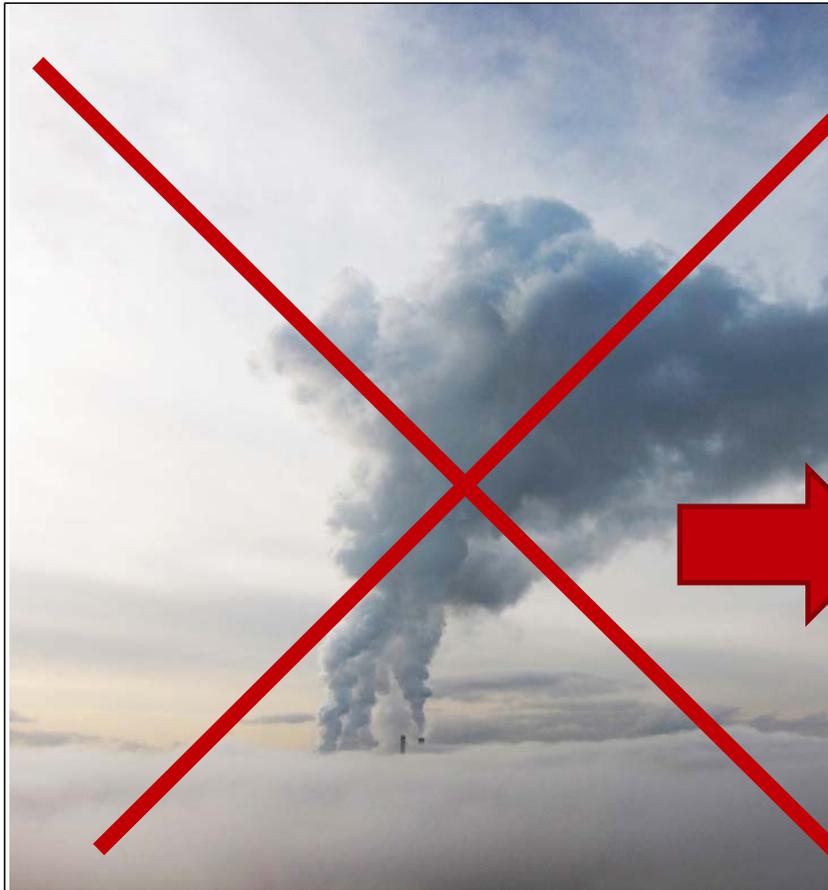


18

18

Fazit

Netzregelung ohne Großkraftwerke wird machbar sein



+



Kontakt

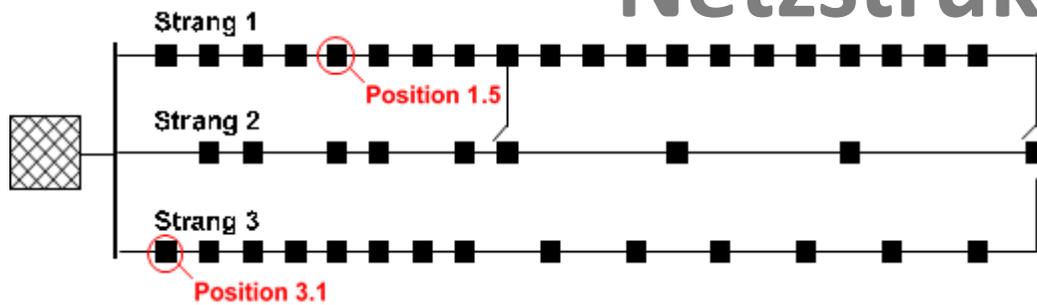
Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt,
Professur Elektrische Netze
CIRE - Cologne Institute for Renewable Energy
Betzdorferstraße 2, Raum ZO 9-19
50679 Köln,
Tel. +49 221 8275 2020
eberhard.waffenschmidt@th-koeln.de
www.100pro-erneuerbare.com



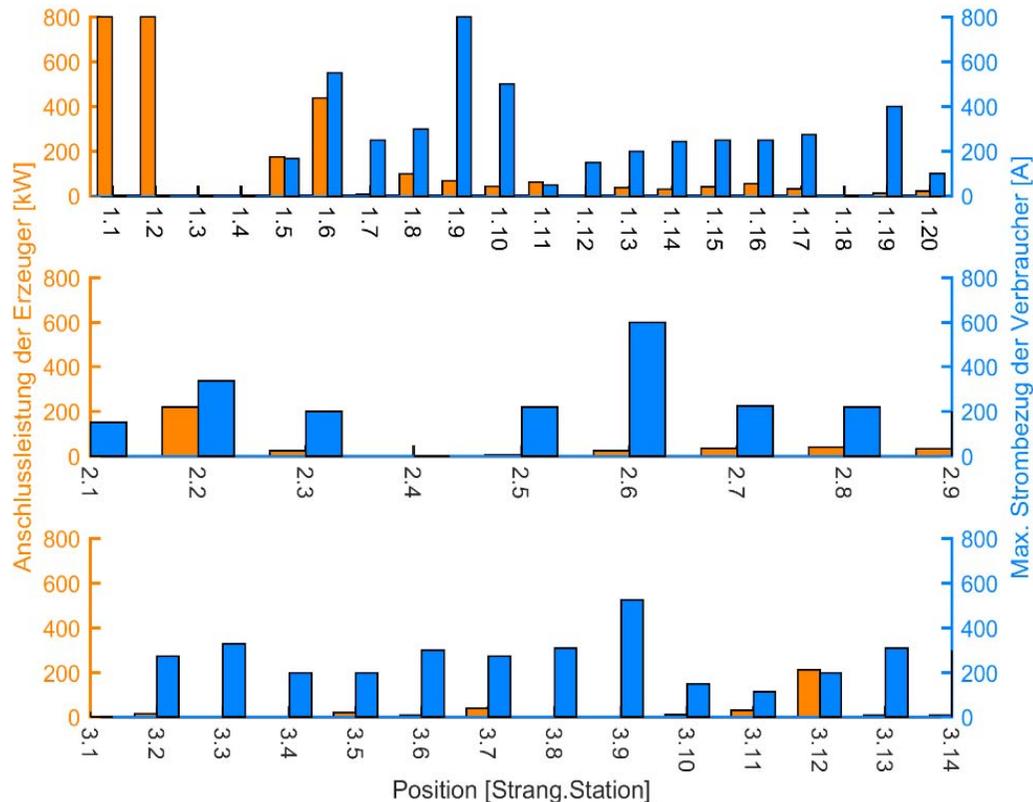
Anhang



Netzstruktur

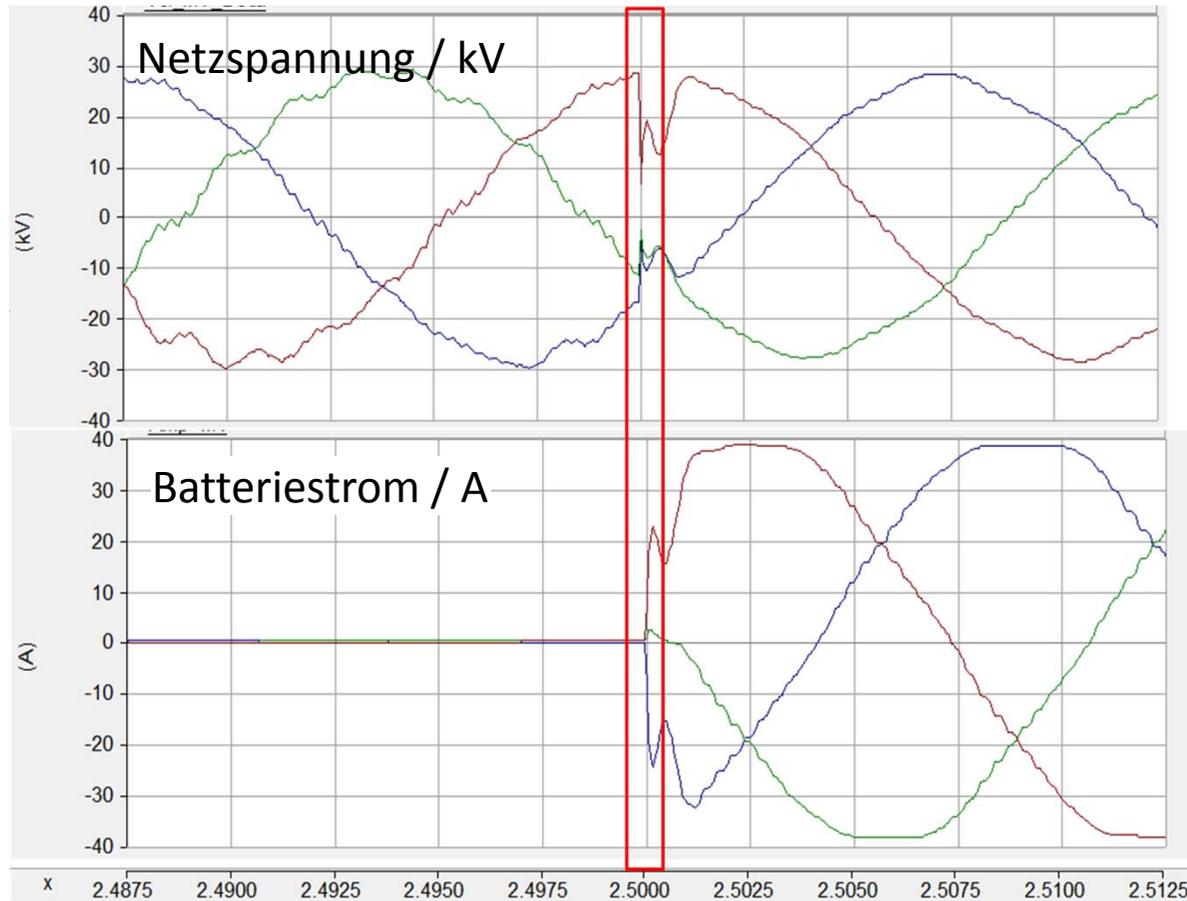


- Drei Mittelspannungs-Stränge
- Wenig Großeinspeiser und –Verbraucher



Simulation

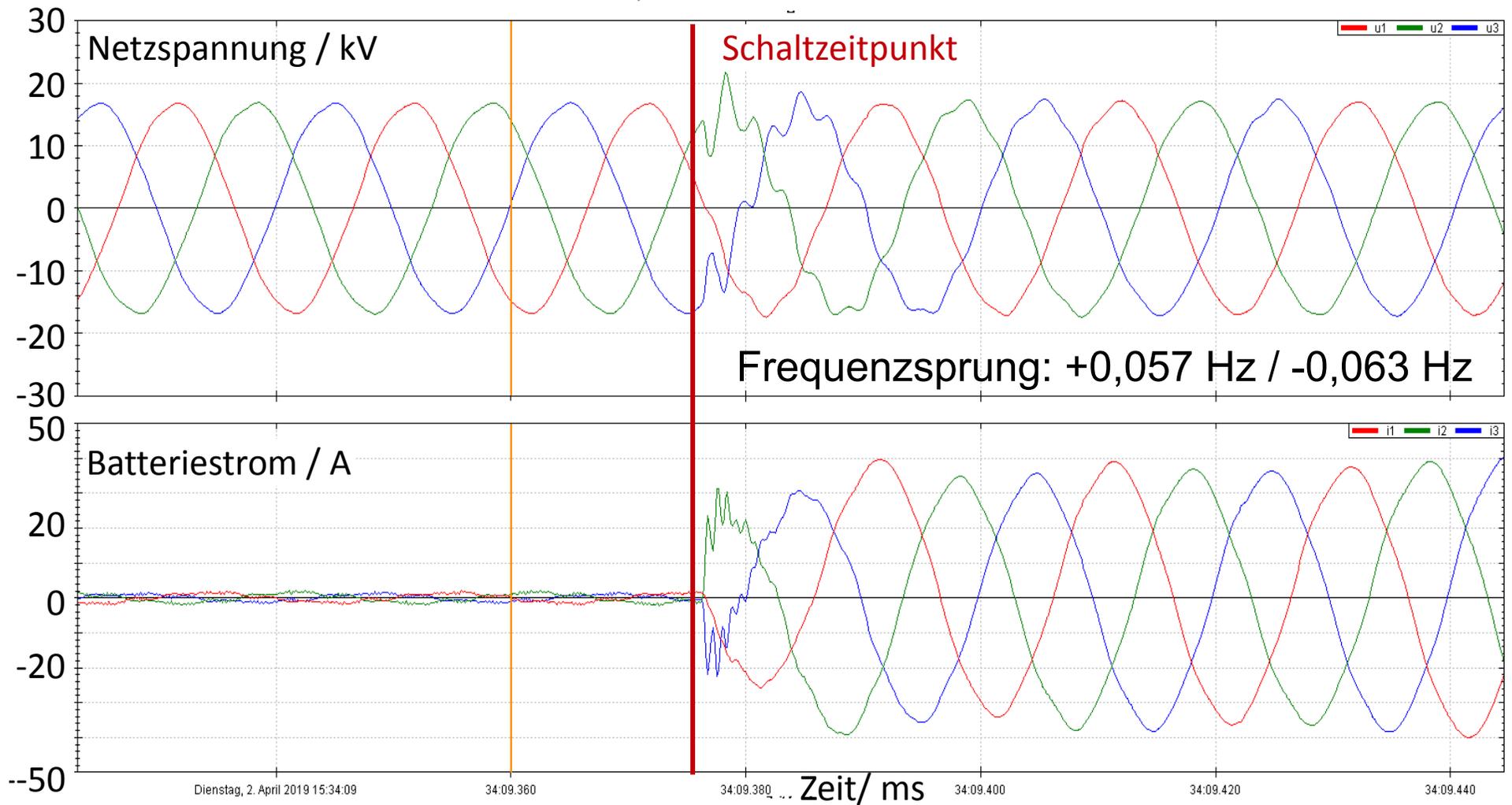
Netztrennung mit Lastsprung 1 MVA



- Berechnungsmodell in PSCAD 4.5:
- 1 Batteriestrang
- Batterieanlage mit Wechselrichtermodell inkl. dynamischem Steueralgorithmus des Herstellers
- Ortsnetztransformator eines Batteriestrangs
- Mittelspannungsschaltanlage mit Trennstelle zum vorgelagerten Netz
- Vorgelagertes Netz mit eingestellten Netzparametern
- Ohm'sche Last am Netzverknüpfungspunkt

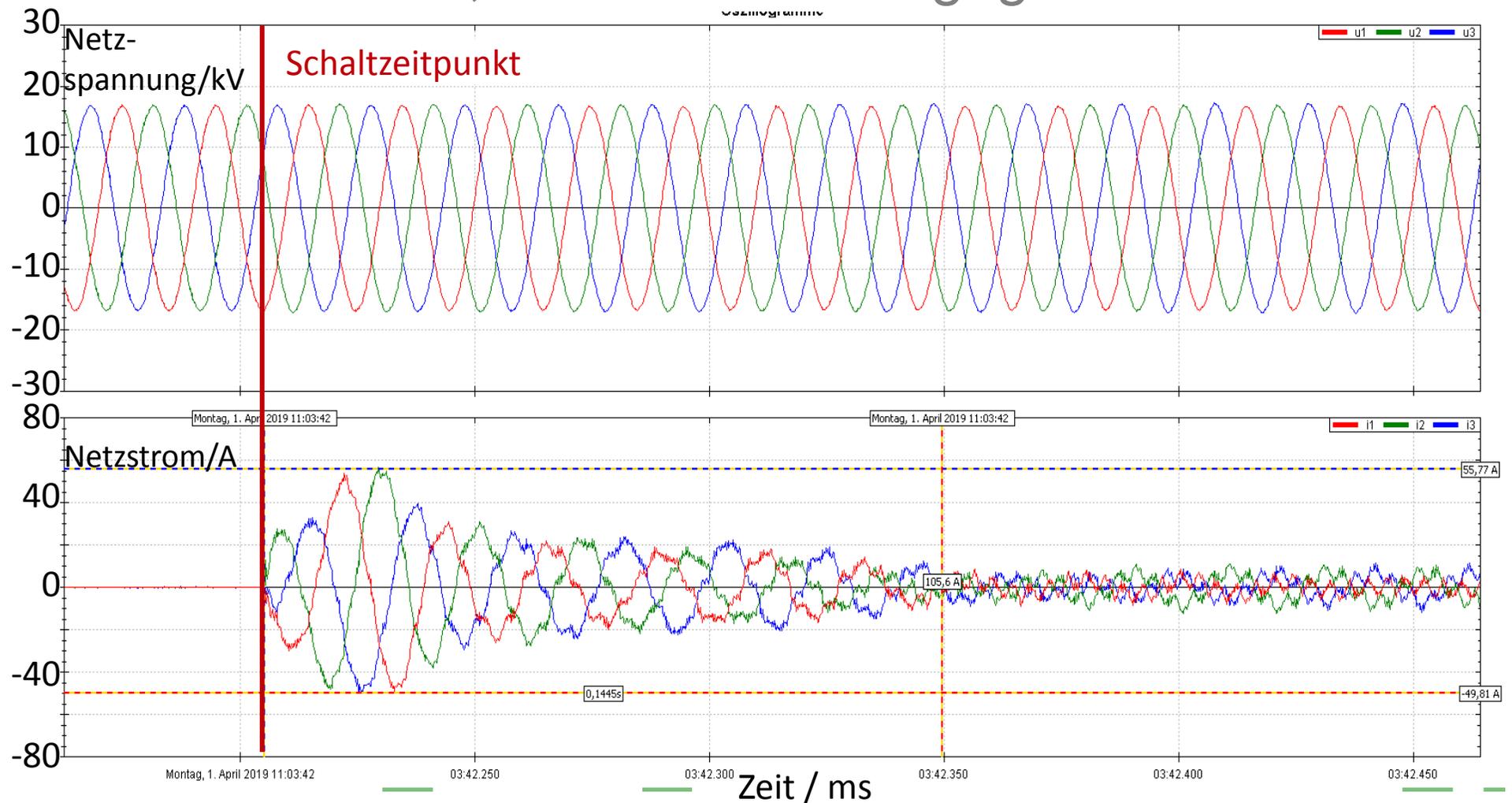
Vorversuch: Lastsprung

1 MW, im Inselbetrieb

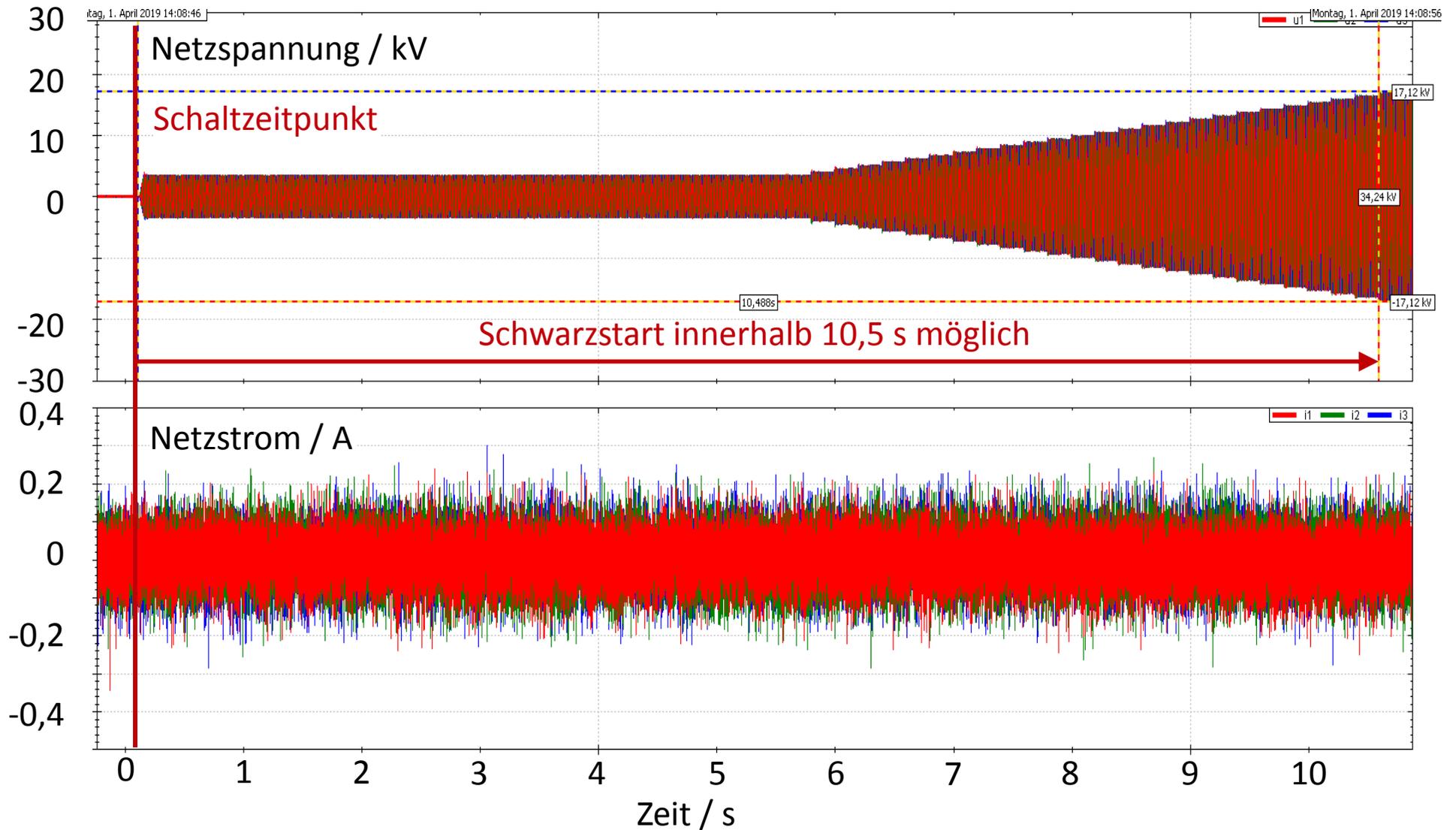


Vorversuch: Re-Synchronisation

4 MW, Residuallast ausgeglichen



Vorversuch: Schwarzstart im Inselbetrieb



Inselnetzversuch

Total Harmonic Distortion

