



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

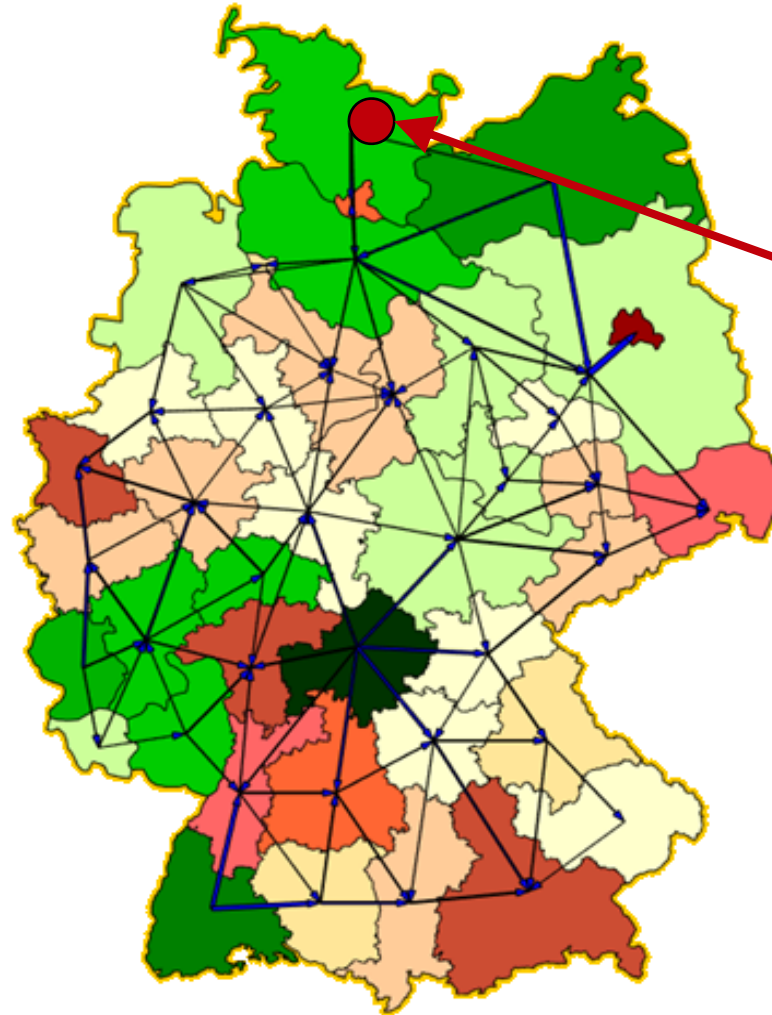
Tagung Zukünftige Stromnetze

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



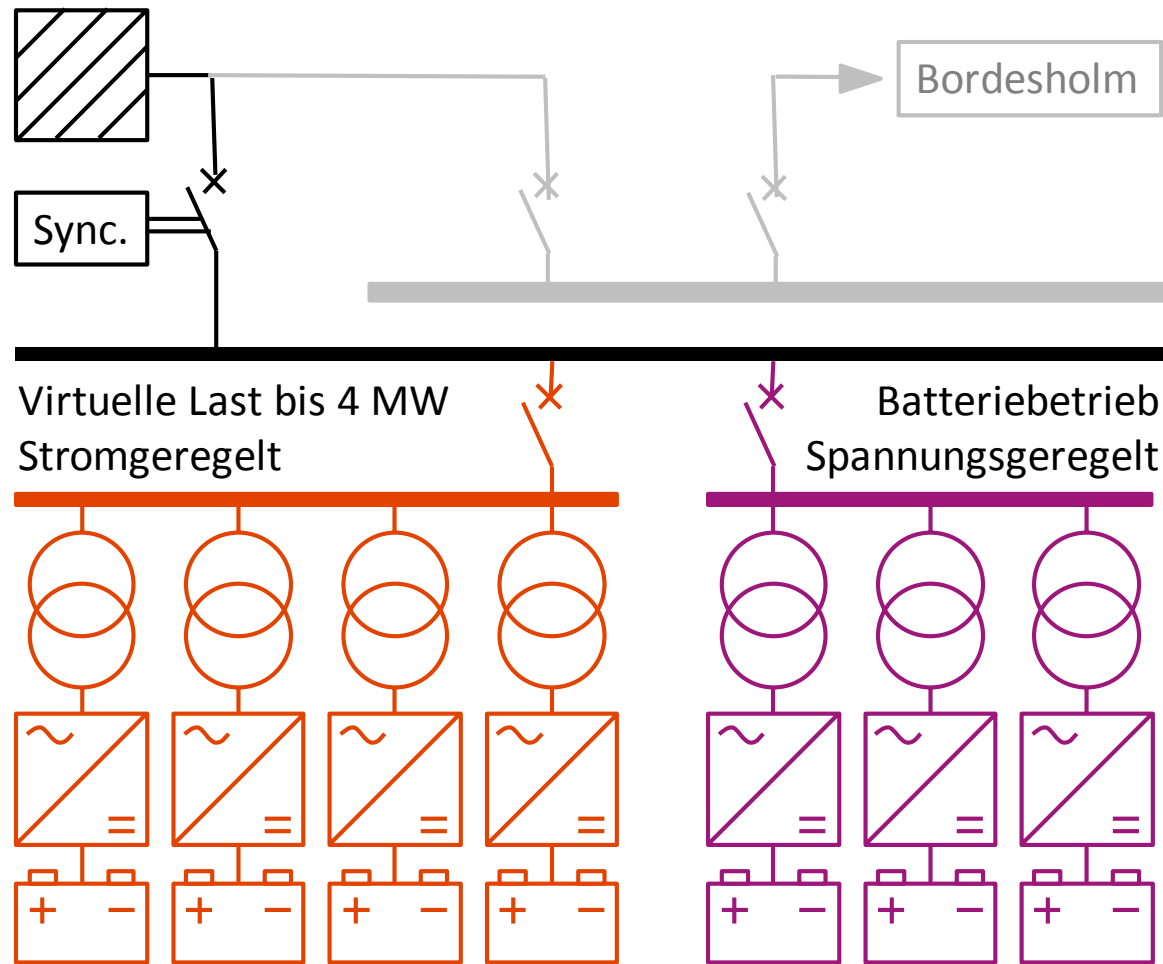
- Normaler Netzbetrieb
- Börsenhandel
- Zur Finanzierung
- Präqualifizierte
Primärregelleistung: 10 MW
- Seit Sommer 2019
- Wechselrichter im
stromgeregelten Betrieb

Inselbetrieb



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

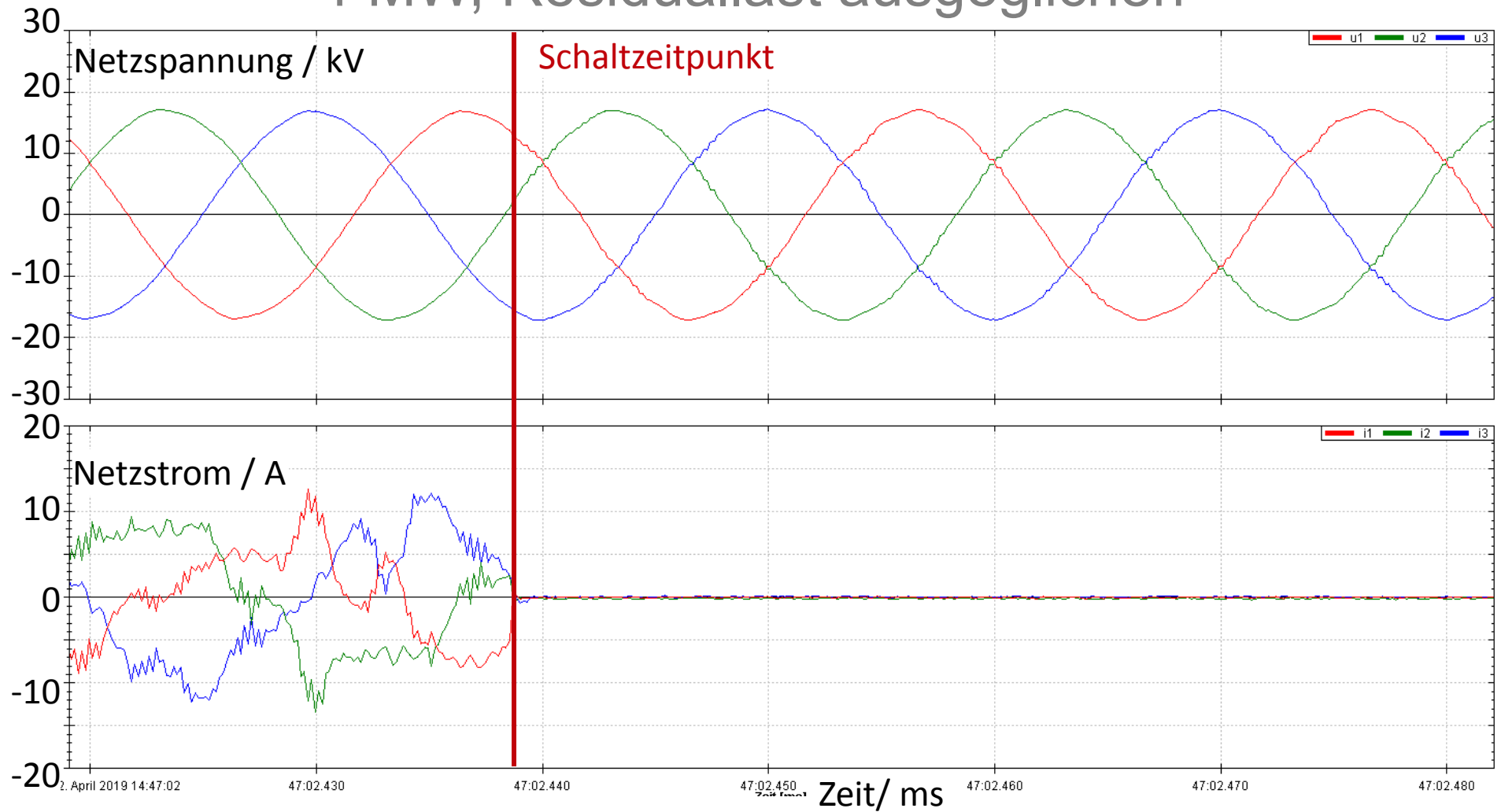
Verschaltung Vorversuch



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

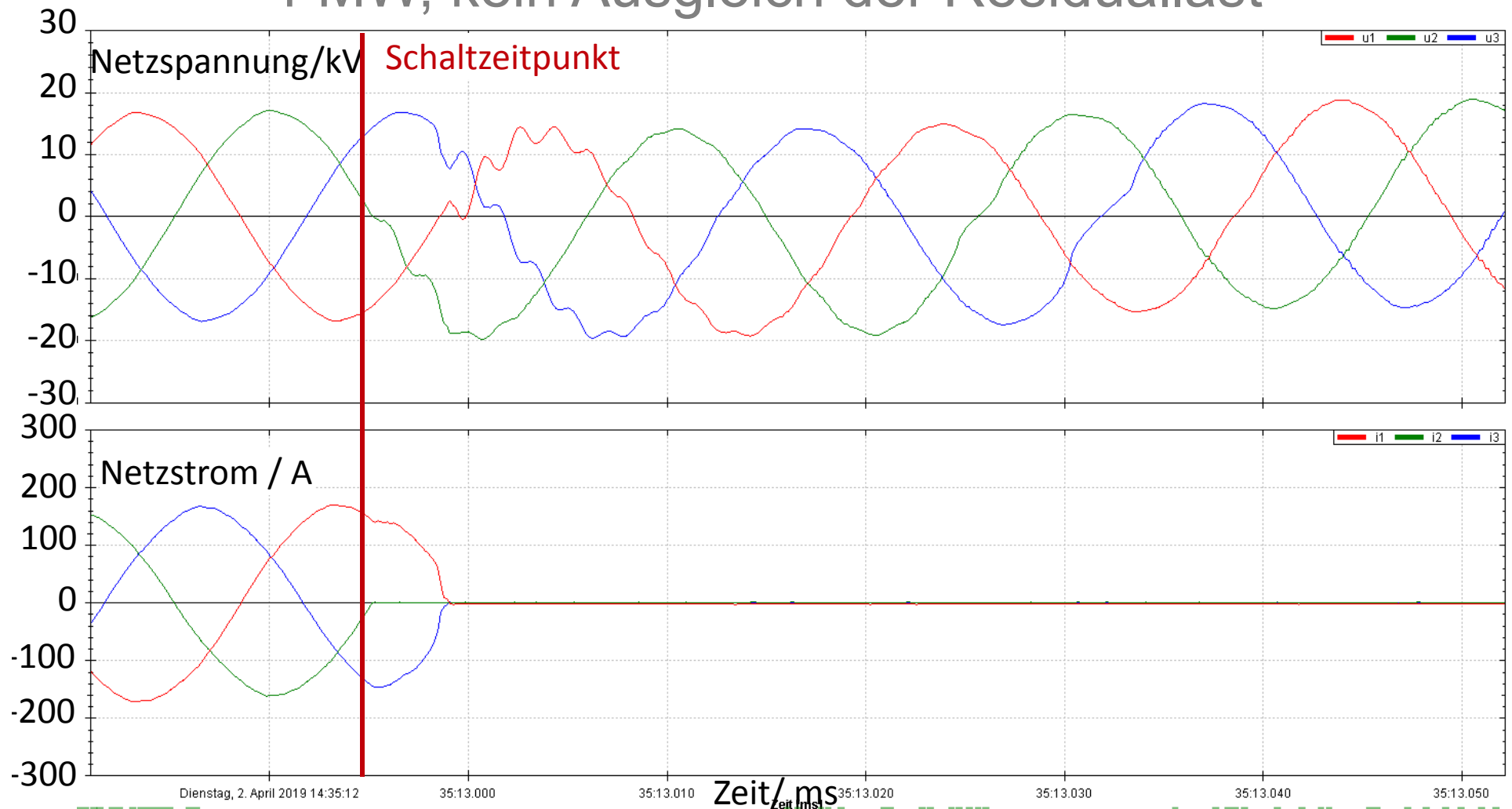
Vorversuch: Netztrennung

4 MW, Residuallast ausgeglichen



Vorversuch: Netztrennung

4 MW, kein Ausgleich der Residuallast



Vorversuche

Weitere Messungen erfolgreich:

- Lastsprung +1 MW

- Lastsprung -1 MW

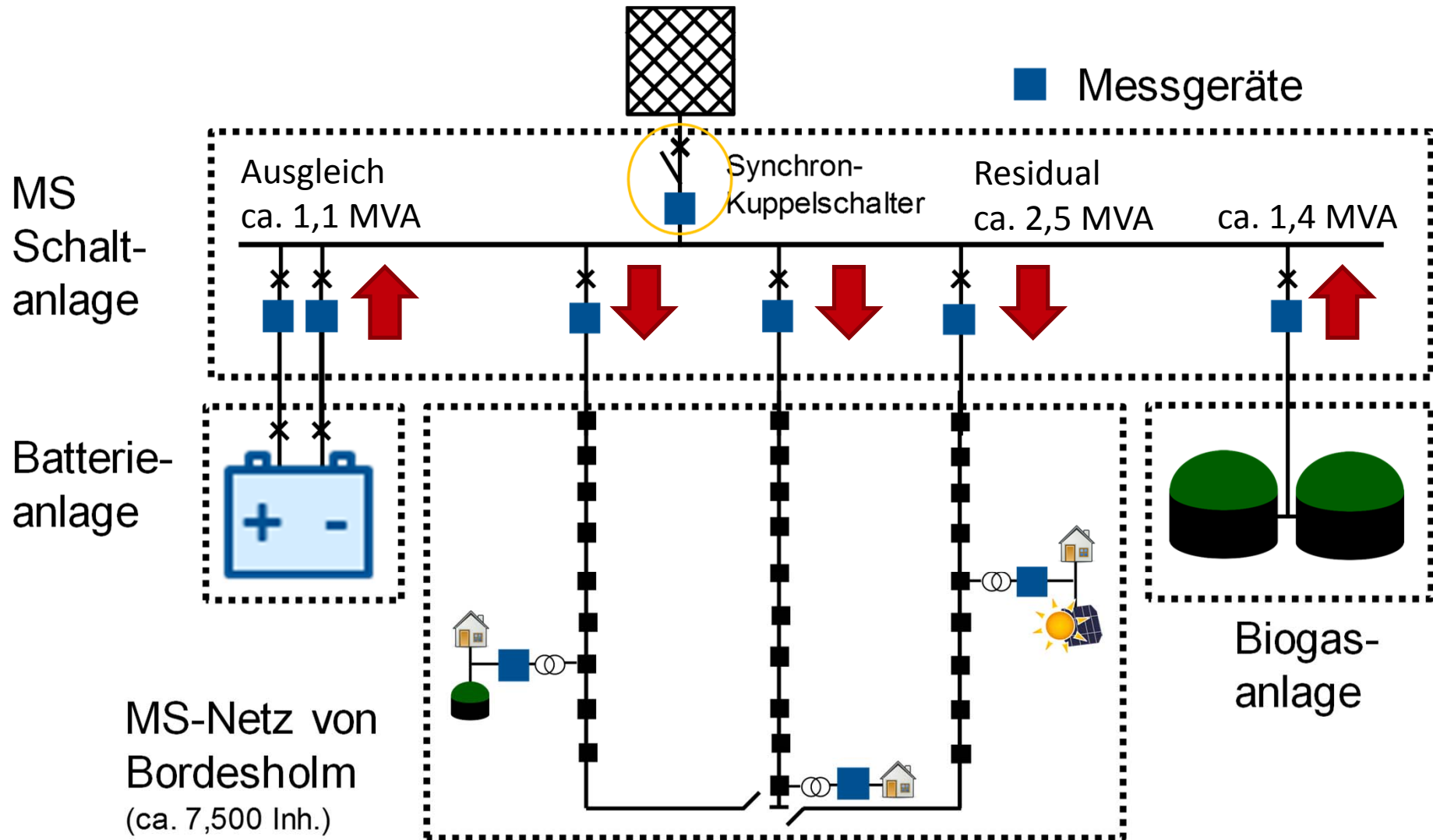
- Schwarzstart im Inselbetrieb

- Re-Synchronisation



Realer Inselnetzversuch mit
Gemeinde Bordesholm machbar!

Inselnetzversuch



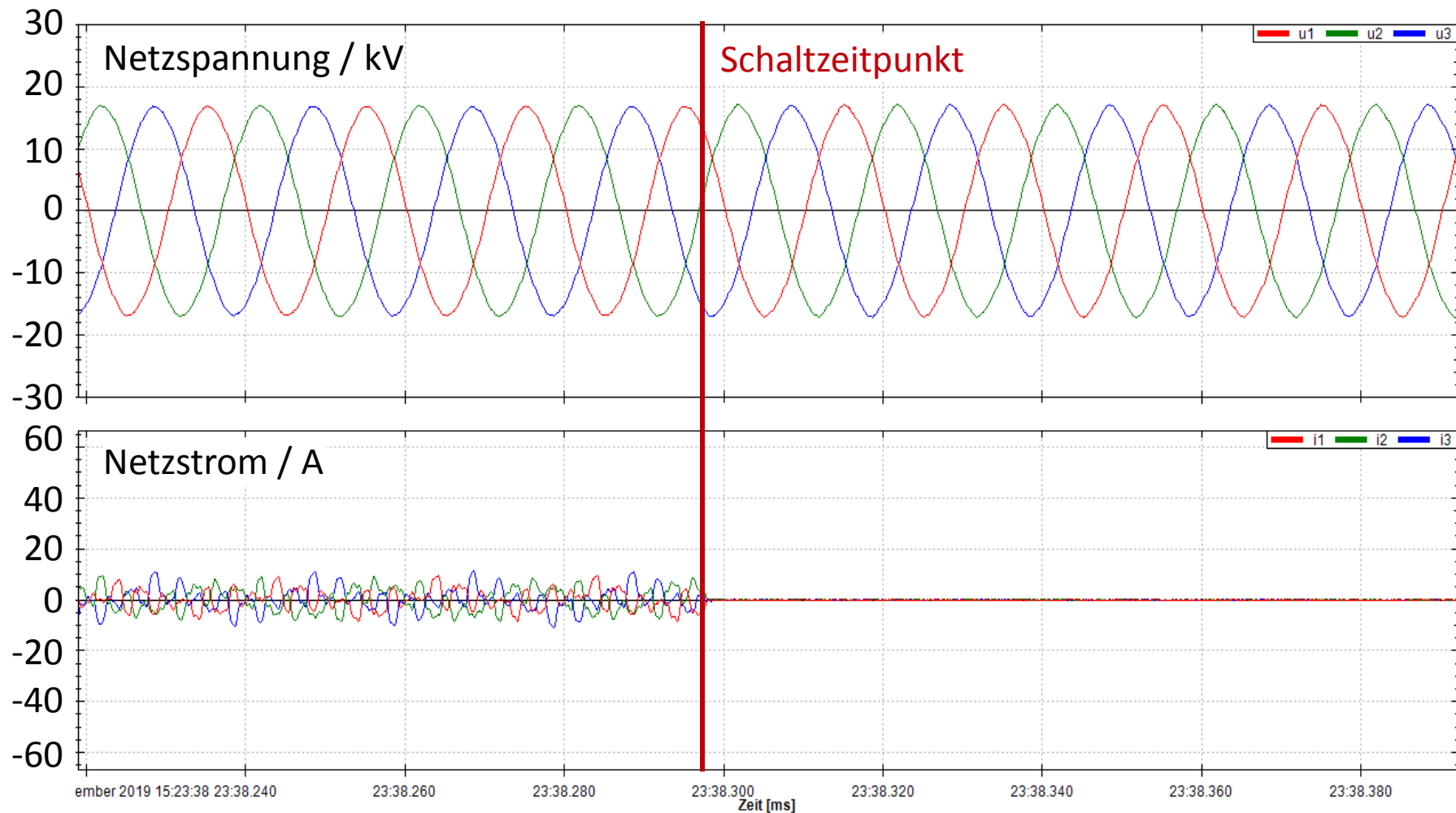
Inselnetzversuch



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

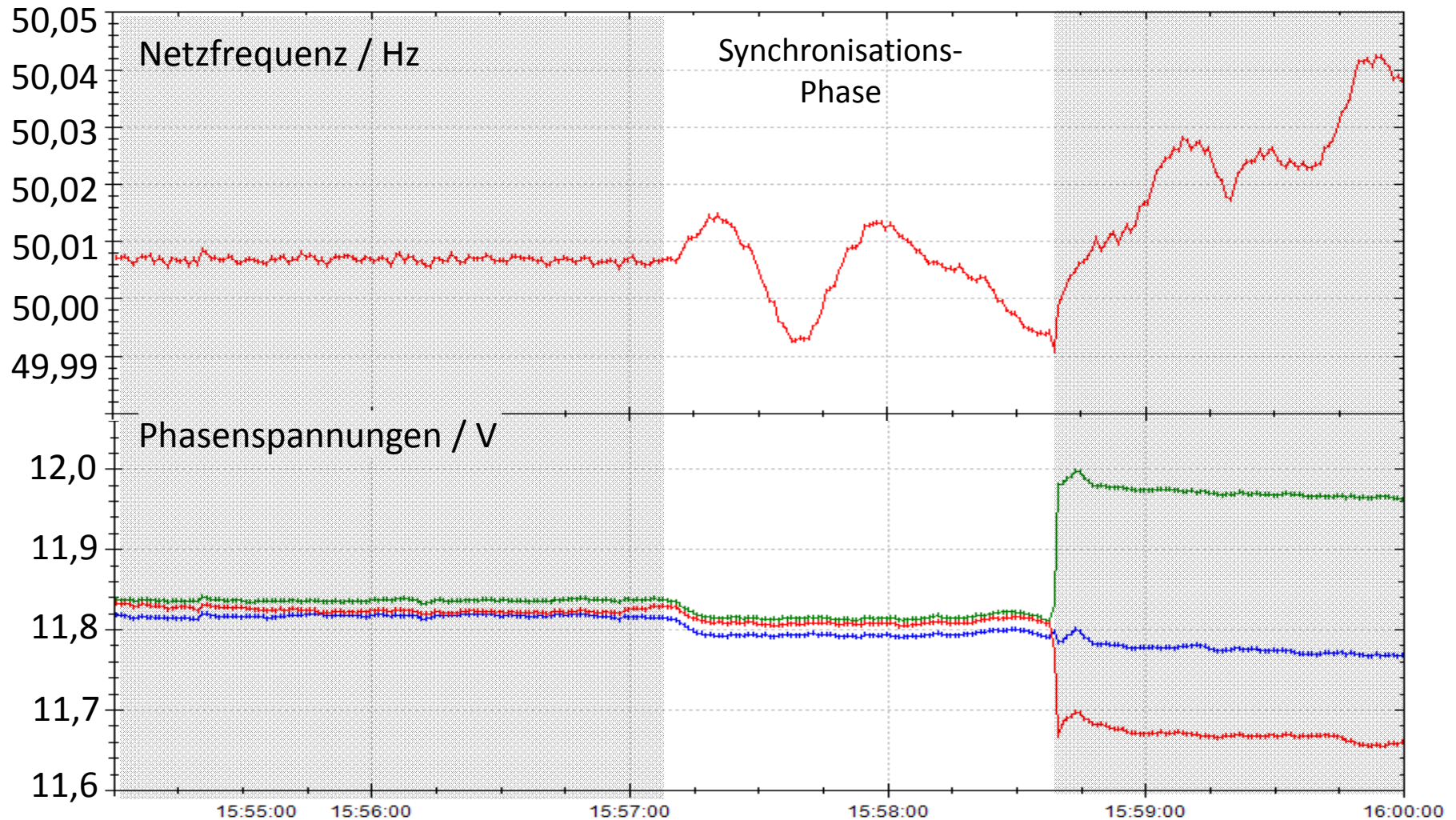
Inselnetzversuch

Übergang zum Inselnetz ohne Residuallast



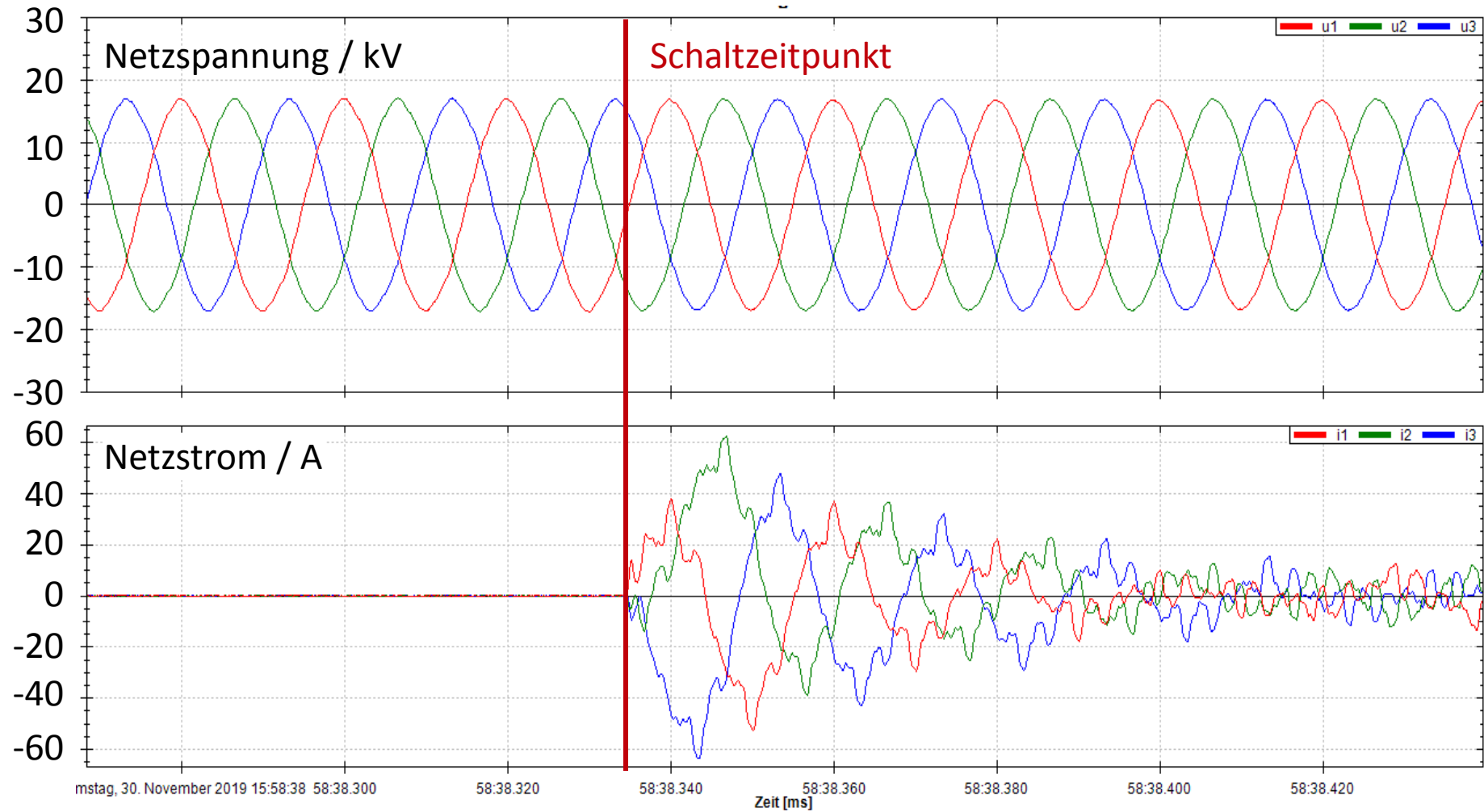
Inselnetzversuch

Rücksynchronisierung zum Verbundnetzbetrieb



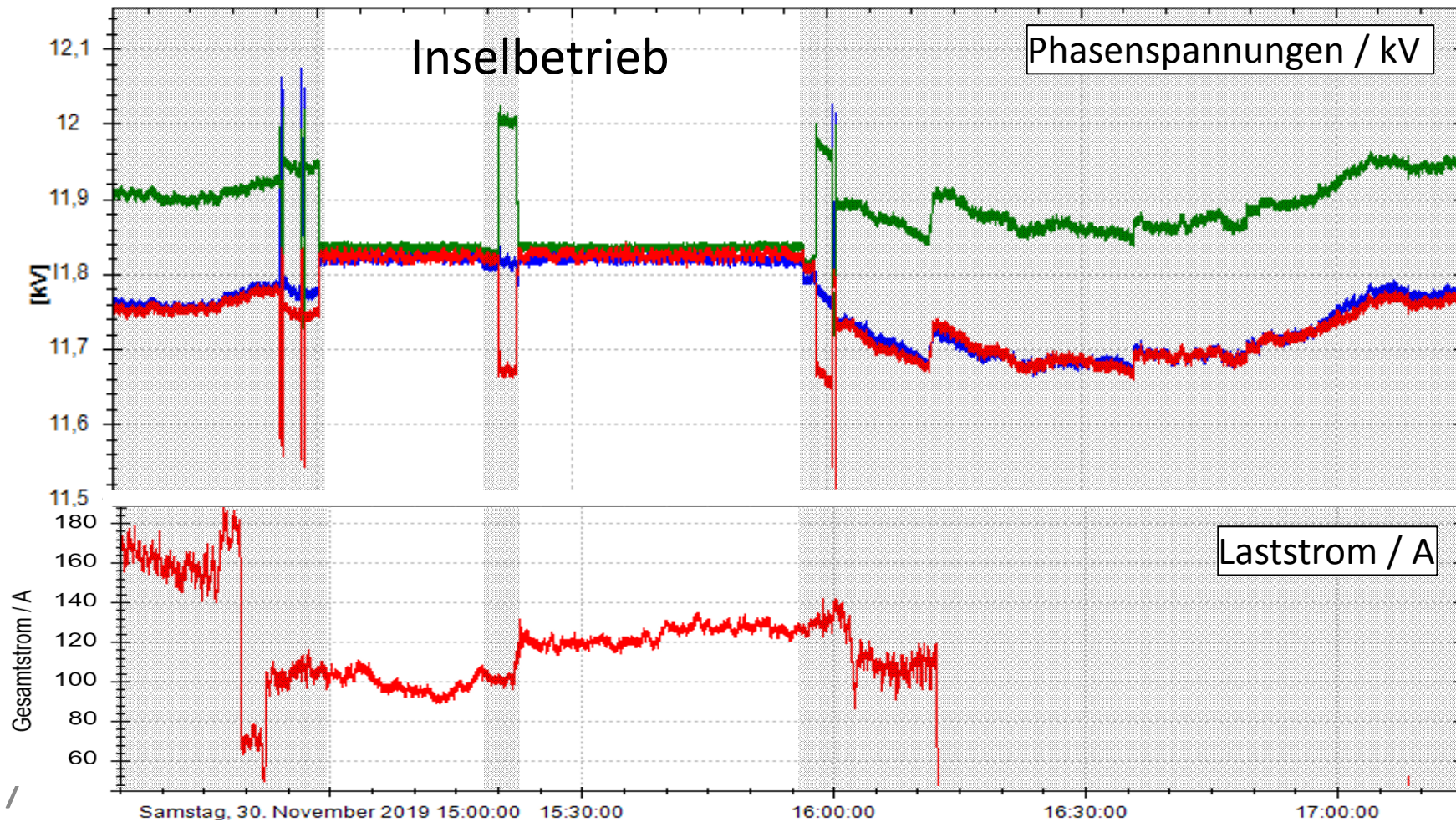
Inselnetzversuch

Rücksynchronisierung zum Verbundnetzbetrieb



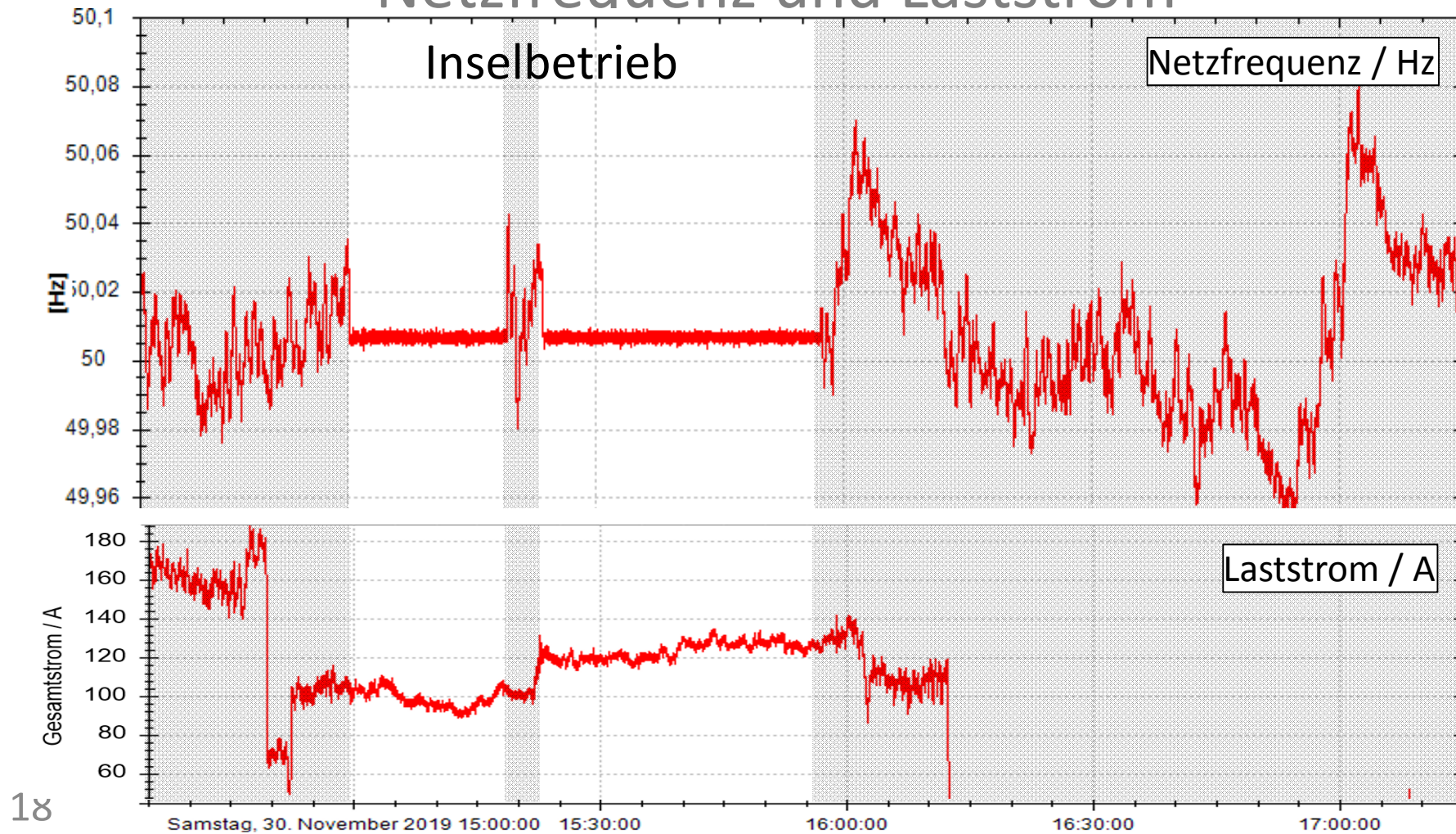
Inselnetzversuch

Phasenspannungen und Laststrom



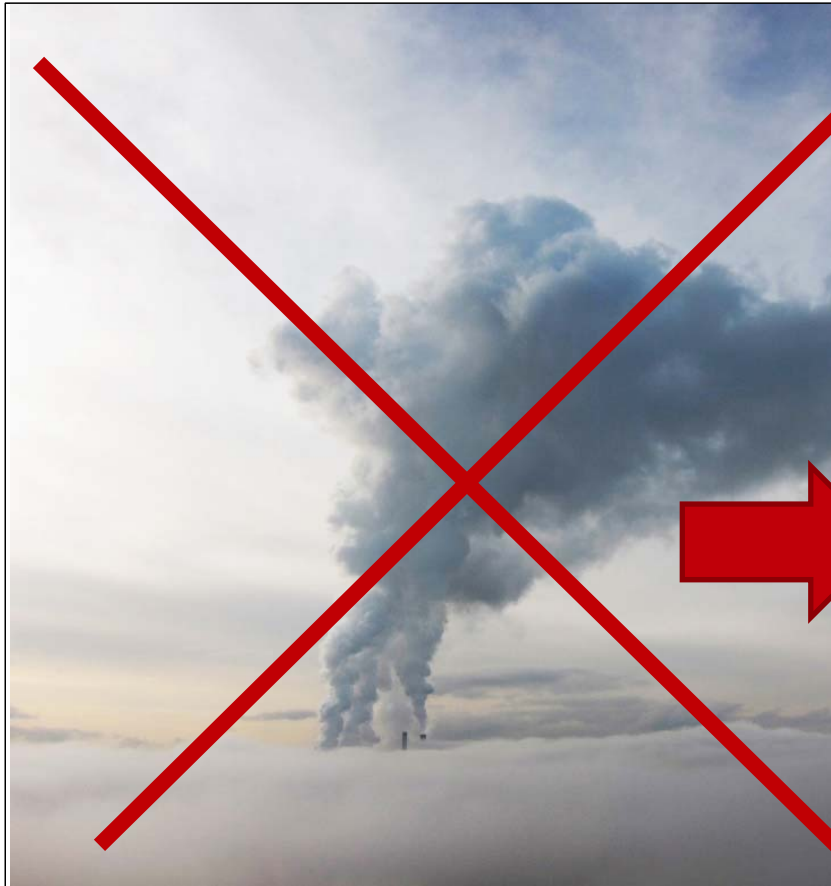
Inselnetzversuch

Netzfrequenz und Laststrom



Fazit

Netzregelung ohne Großkraftwerke wird machbar sein



+



Kontakt

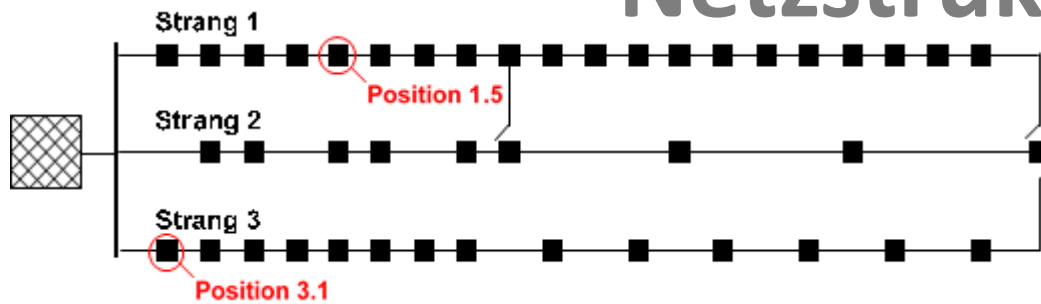
Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt,
Professur Elektrische Netze
CIRE - Cologne Institute for Renewable Energy
Betzdorferstraße 2, Raum ZO 9-19
50679 Köln,
Tel. +49 221 8275 2020
eberhard.waffenschmidt@th-koeln.de
www.100pro-erneuerbare.com



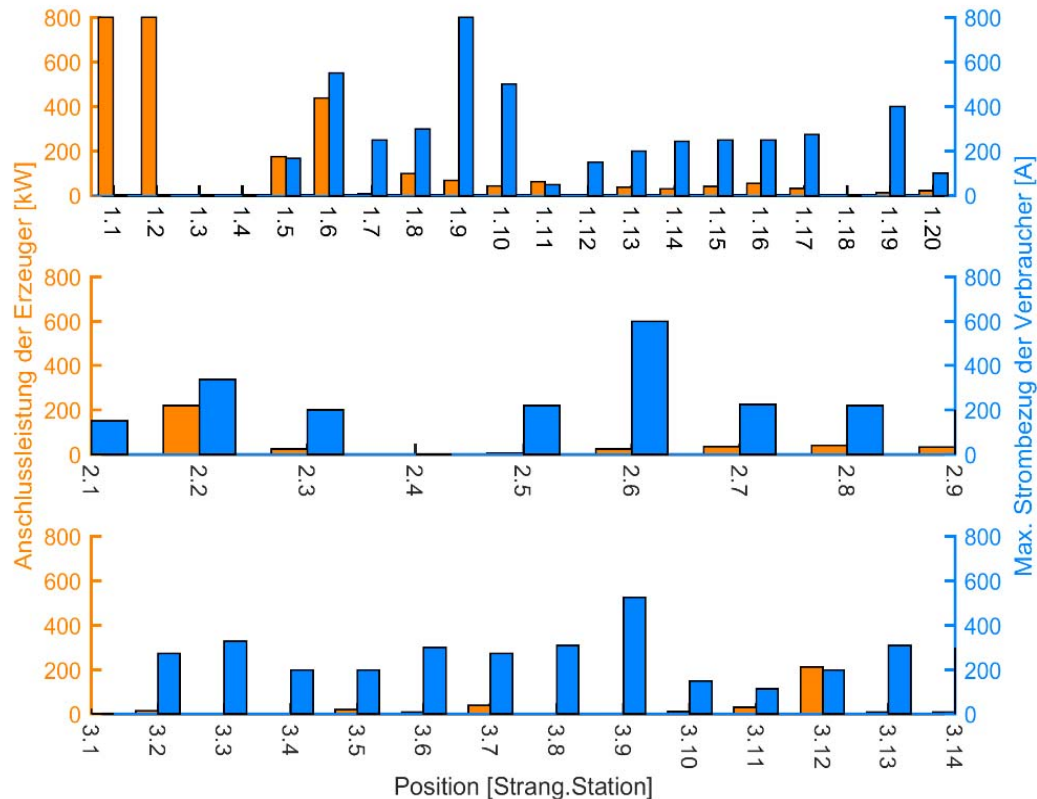
Anhang



Netzstruktur

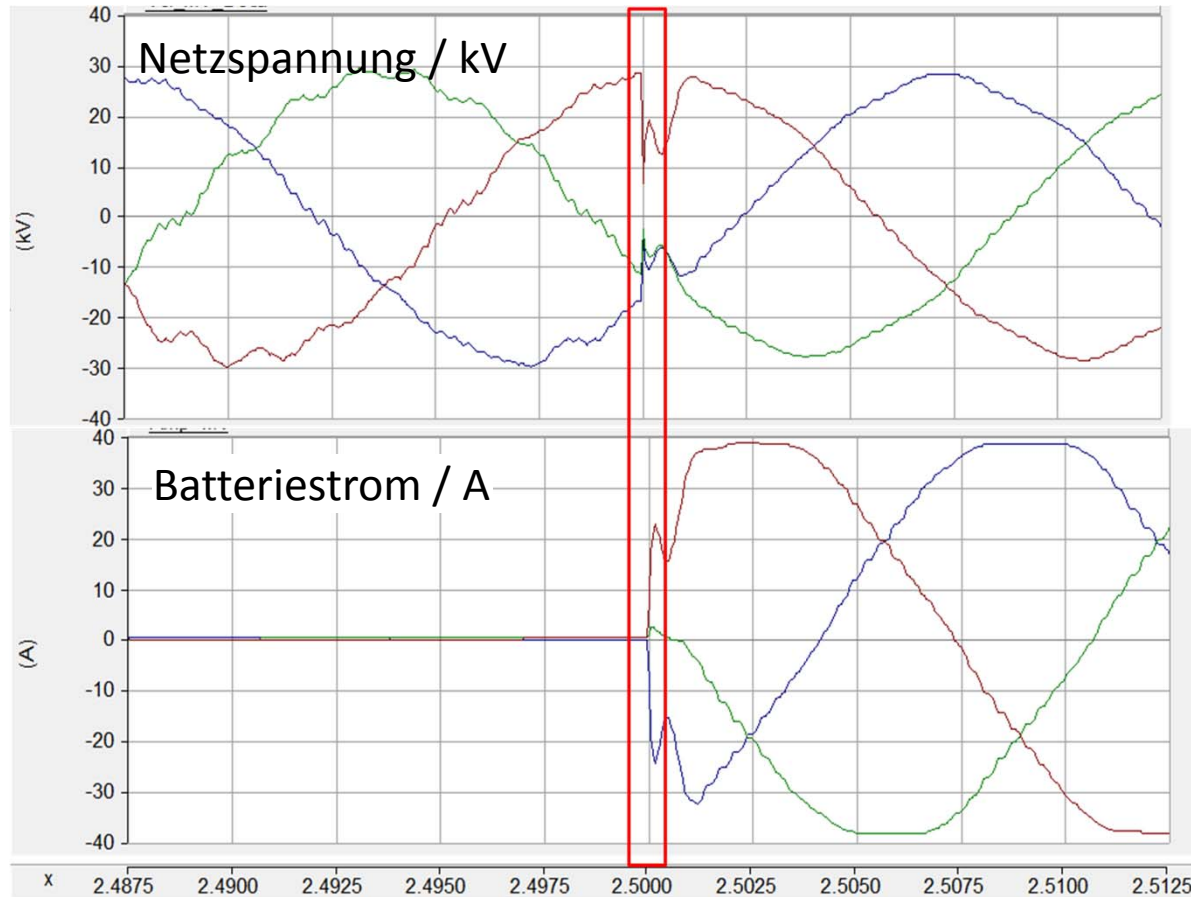


- Drei Mittelspannungs-Stränge
- Wenig Großeinspeiser und –Verbraucher



Simulation

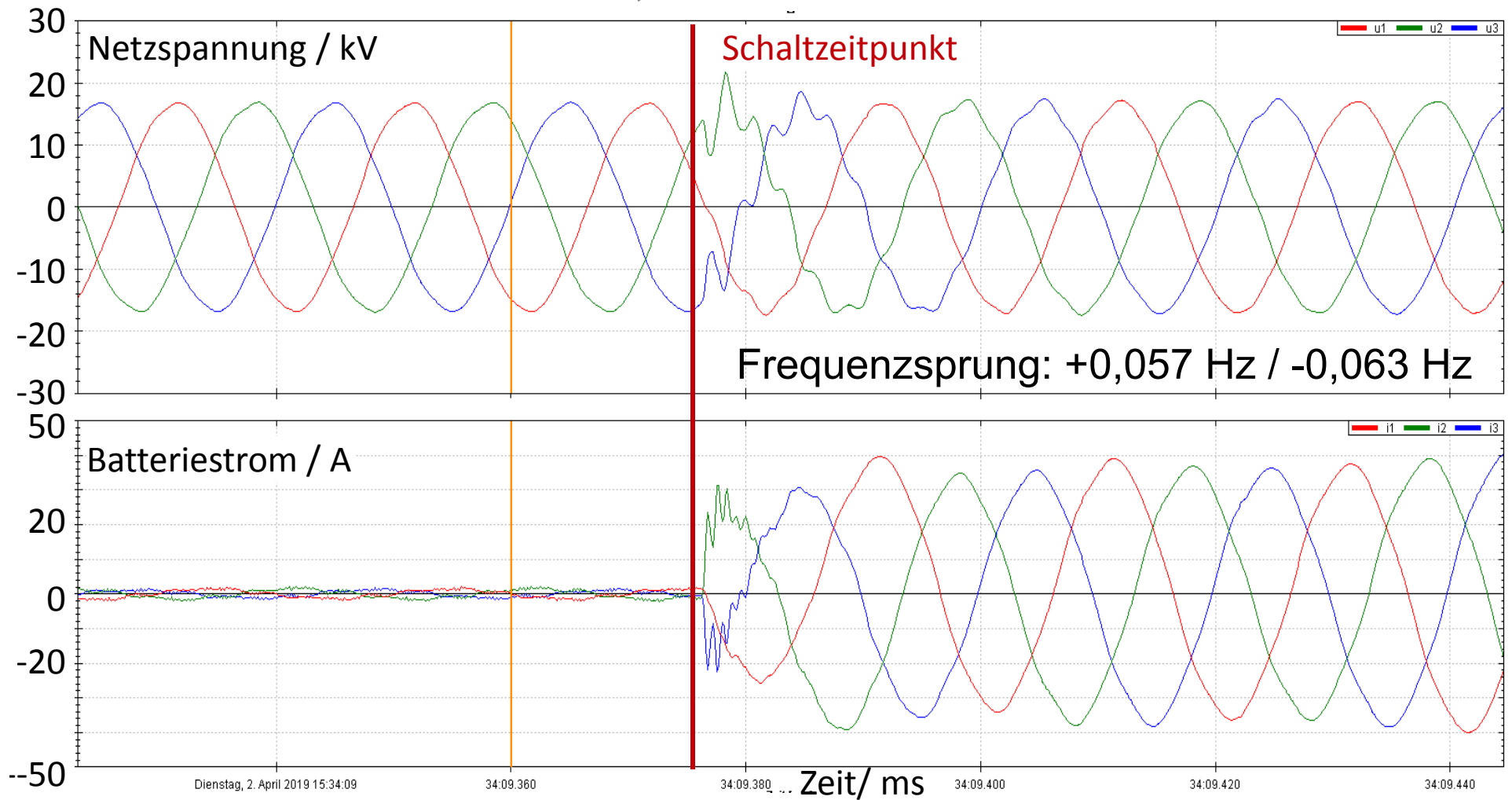
Netztrennung mit Lastsprung 1 MVA



- 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

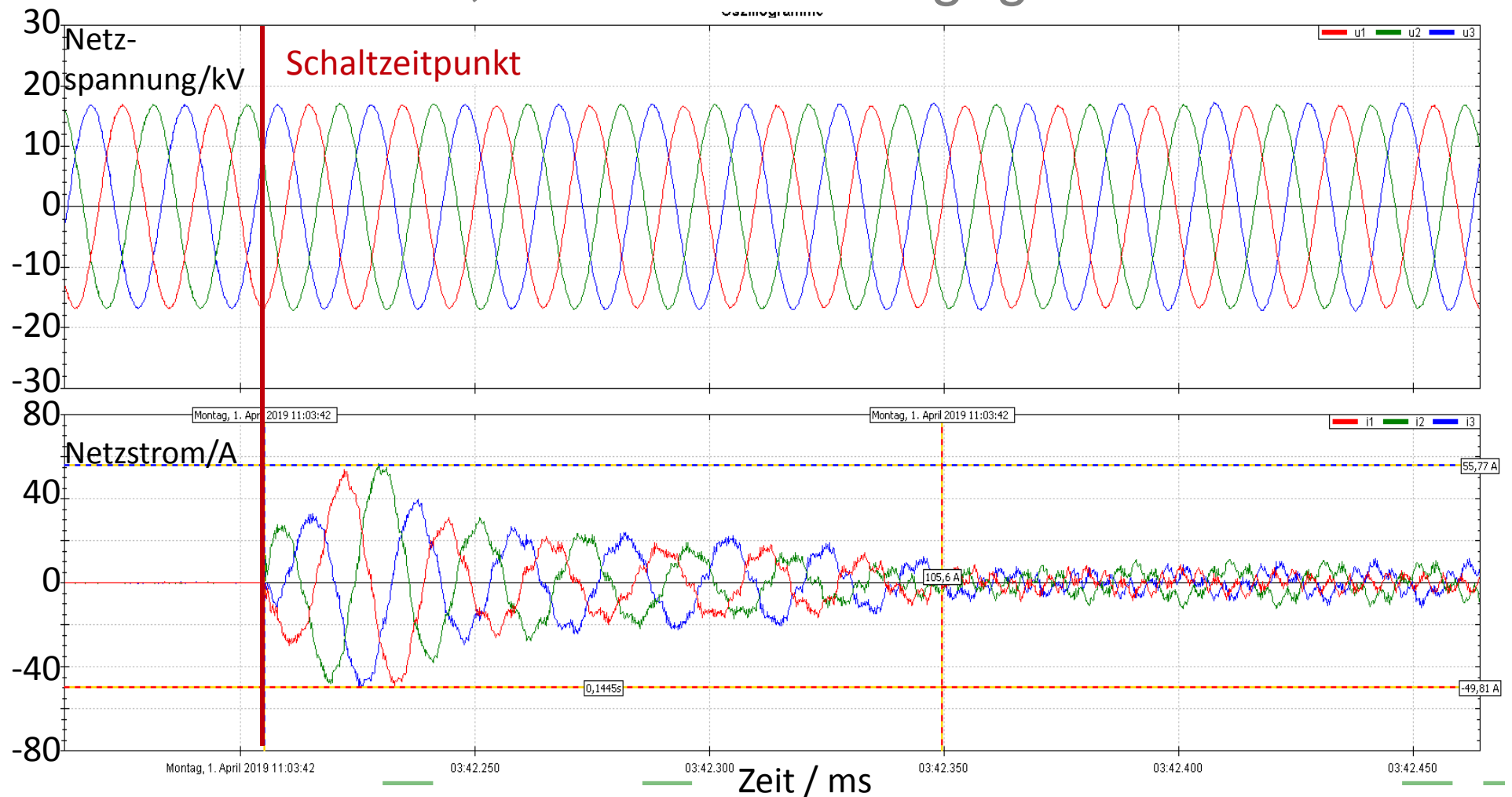
Vorversuch: Lastsprung

1 MW, im Inselbetrieb

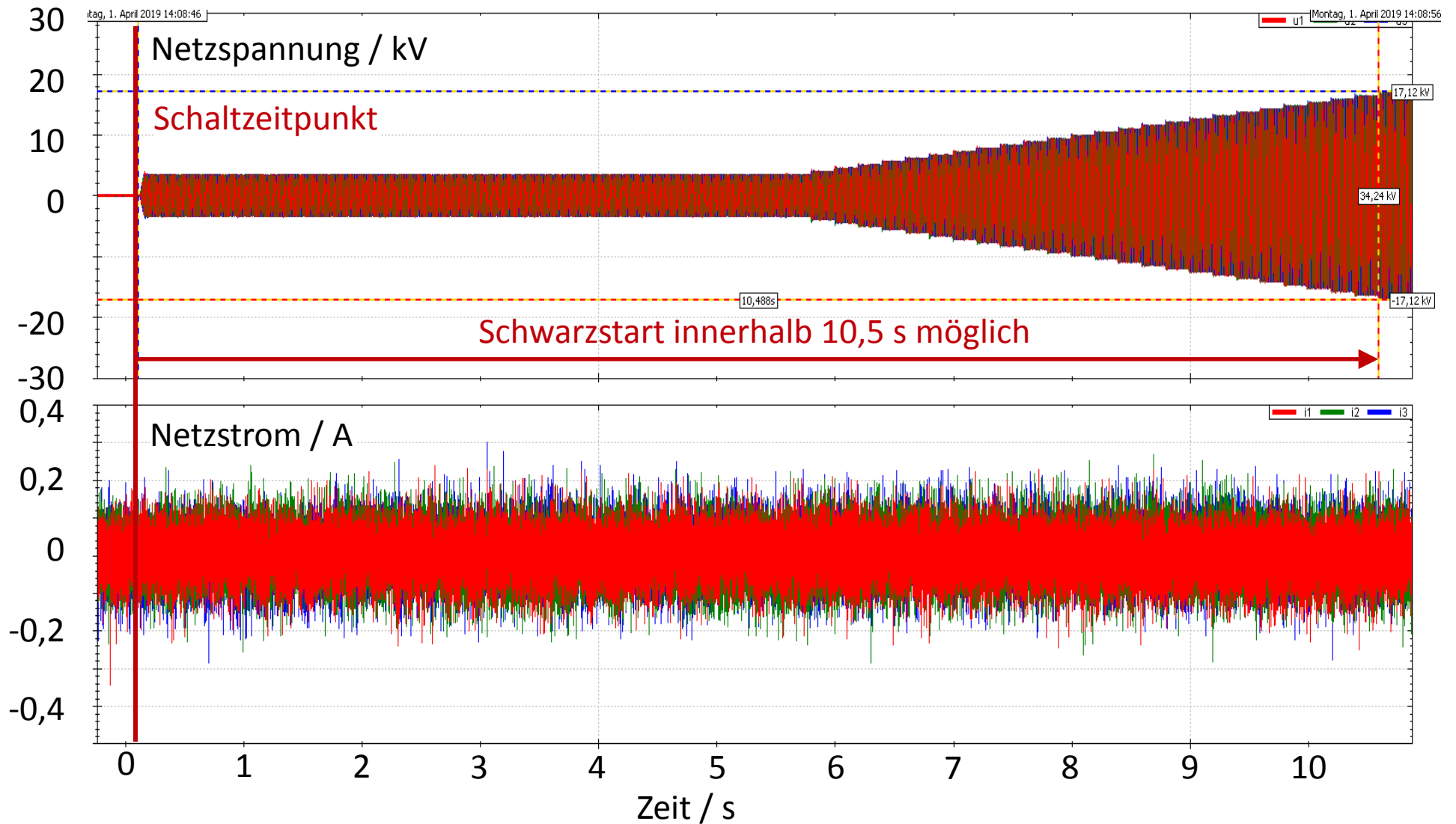


Vorversuch: Re-Synchronisation

4 MW, Residuallast ausgeglichen



Vorversuch: Schwarzstart im Inselbetrieb



Inselnetzversuch

Total Harmonic Distortion

