



NetzHarmonie: Themenblock A. Mess- und Auswertungsverfahren Einfluss durch Netzvorbelastung

Netzharmonie Workshop
11.-12. Sept. 2018, Berlin

Fritz Santjer
f.santjer@dewi.de

UL International GmbH
Ebertstrasse 96
D 26382 Wilhelmshaven

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

STROMNETZE

Forschungsinitiative der Bundesregierung



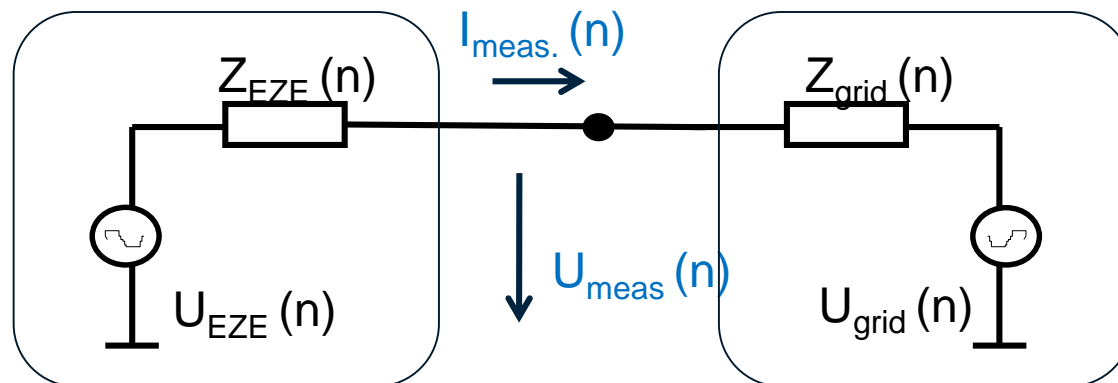
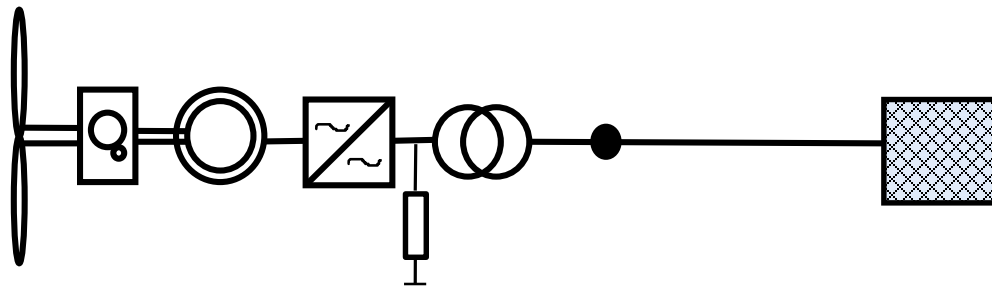
Agenda

- Einfluss der Impedanzen
- Verhalten der EZE auf Netzvorbelastung
 - „Fingerprint“-Methode
 - Unterschiedliche Wechselrichter
- Oberschwingungsladeströme
- Identifizierung der dominanten Quelle bei Freifeldtests
- Zusammenfassung



Die Auswirkung der Netzvorbelastung ist abhängig von den Impedanzen (netzseitig und EZE-seitig)

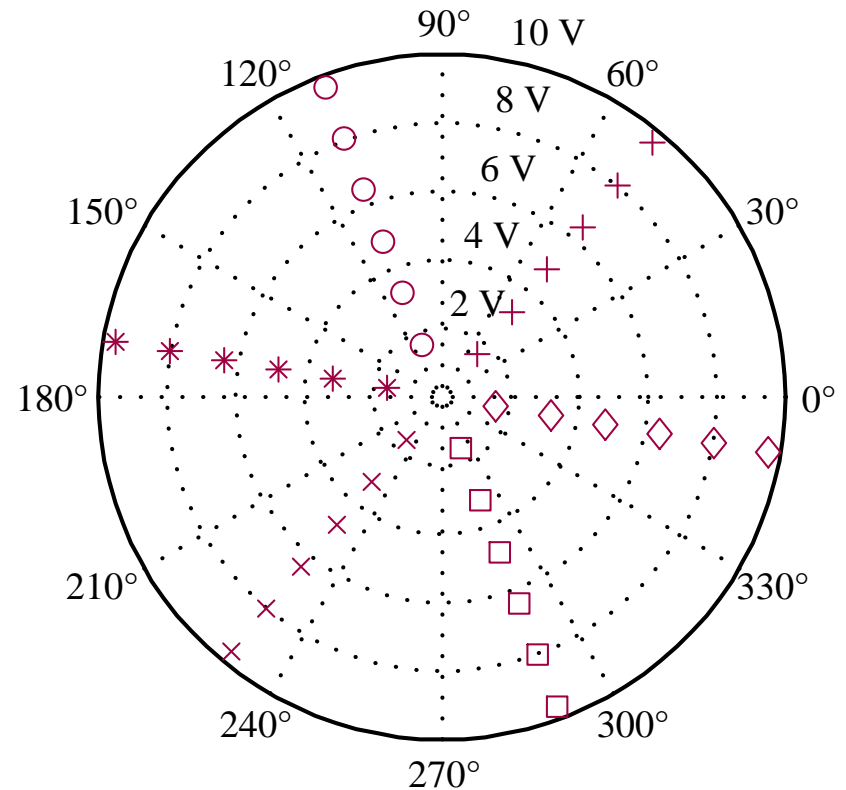
Bei Resonanzen können hohe Oberschwingungsspannungen oder hohe Oberschwingungsströme entstehen





Test einzelner Spannungsoberschwingungen mit Netzemulator

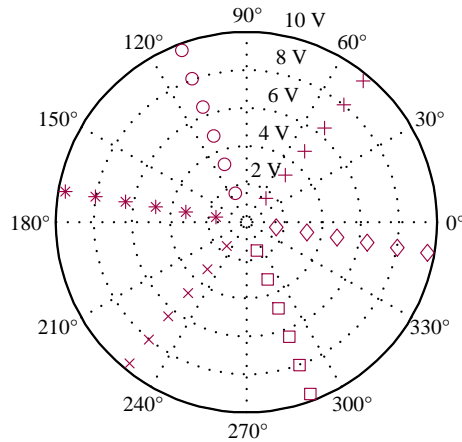
- Netzemulator erzeugt Grundschwingungsspannung mit überlagerter Spannungsoberschwingung
- Variation von Amplitude und Winkel dieser Harmonischen
- Bezeichnung als „Fingerprint“



Variation der 11. Spannungsharmonischen

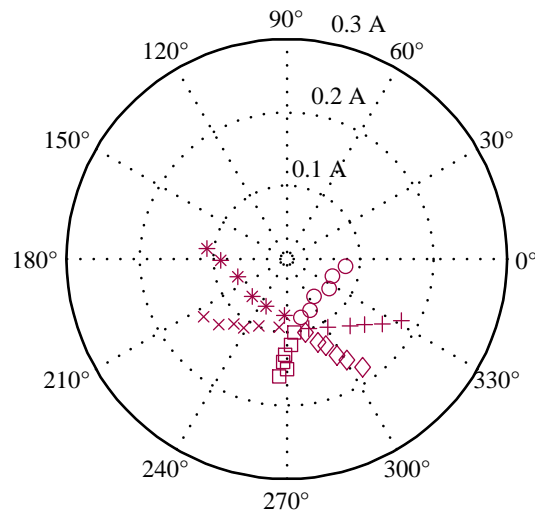


Vorbelastung 11. Oberschwingungsspannung

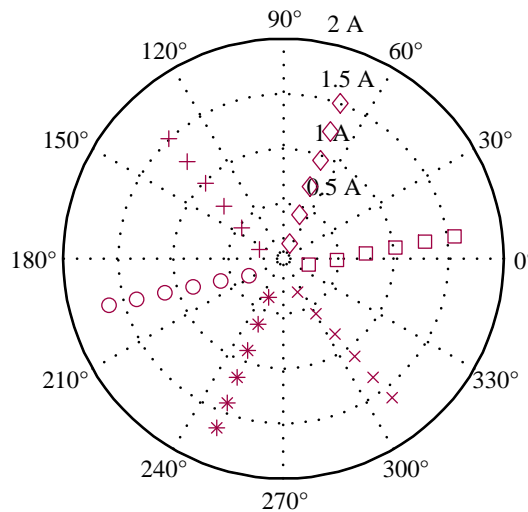


- Quantitative und qualitative Unterschiede
- Einfluss auf Strom Oberschwingungen anderer Ordnung vorhanden
- Konstantstromquellenmodell sowie einfaches Norton-Modell nicht ausreichend

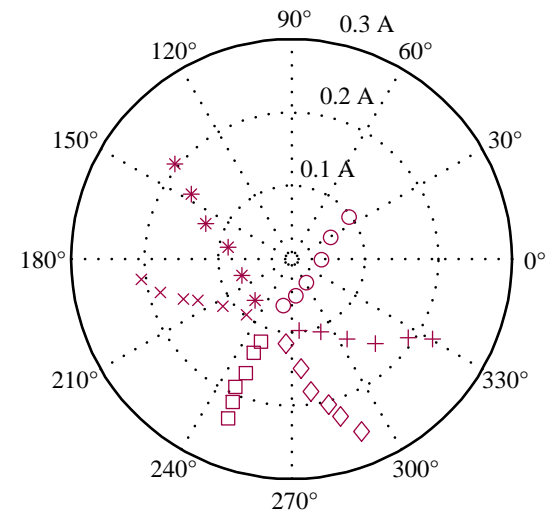
Oberschwingungsströme



7. Stromharmonische



11. Stromharmonische

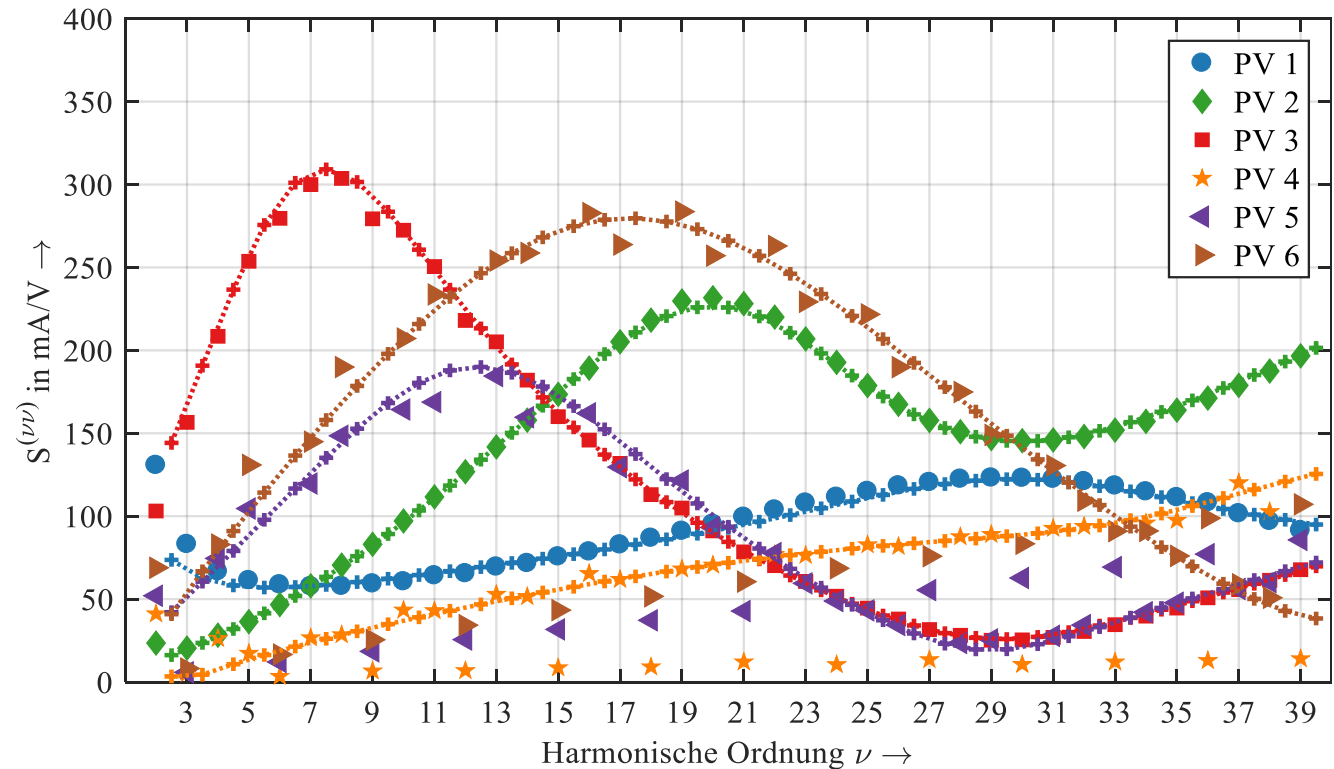


13. Stromharmonische

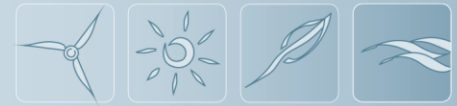


Vorbelastung: Verhalten 6 verschiedener PV-Wechselrichter

Eingangswert
(I/U)
Kehrwert der
Eingangsimpedanz



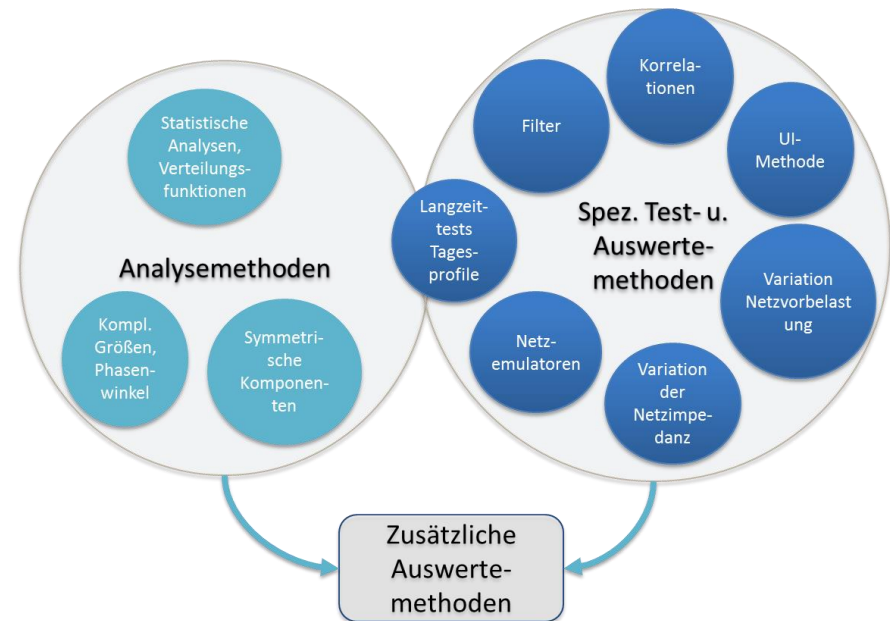
Fazit: Unterschiedliche Wechselrichter können sich sehr unterschiedlich bei Netzvorbelastung verhalten.



Netzvorbelastung bei Messungen an der EZE bzw. EZA am öffentlichen Netz

Identifikation der dominanten Oberschwingungsquelle

- Bei Messungen am öffentlichen Netz treten Netzvorbelastungen auf, diese sind standortabhängig und können sich zeitlich ändern.
- Diese Netzvorbelastungen führen zu zusätzlichen Oberschwingungsströmen, z. B. in das Filter der EZE oder in den Wechselrichter.
- Diese zusätzlichen Ströme sollten bei der Bewertung der Oberschwingungen berücksichtigt werden.
- Im NetzHarmonie Projekt wurden Methoden entwickelt und verbessert, mit denen sich die dominante Quelle identifizieren lässt.

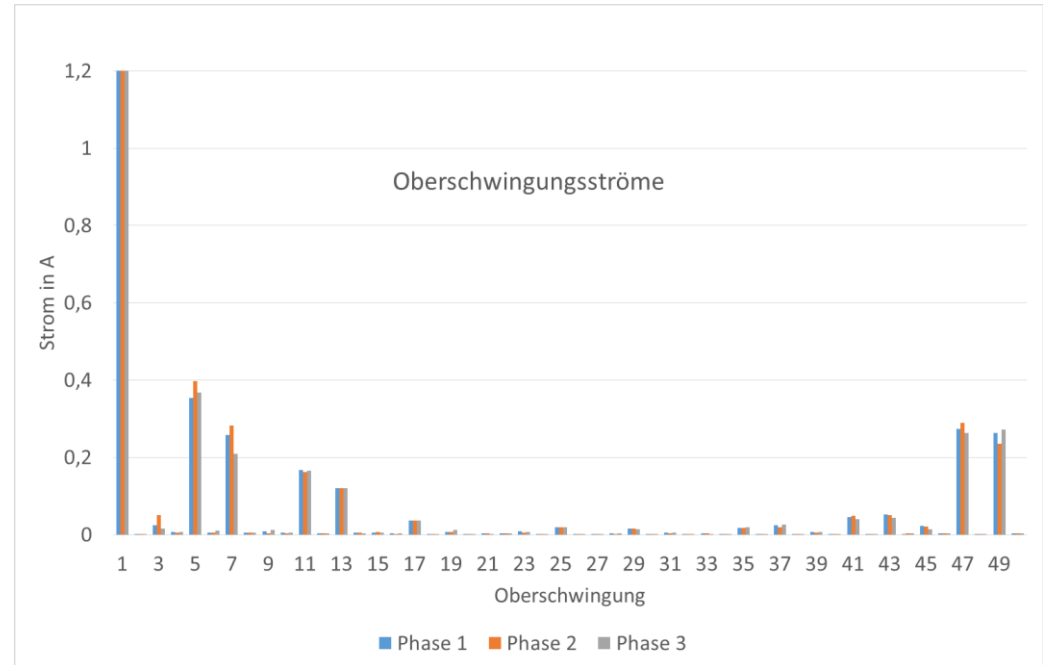




Ladeströme der EZA

Beispiel: Oberschwingungsströme am 20kV Netzanschlusspunkt eines Windparks bei ausgeschalteten EZE

Netzvorbelastung erzeugt Oberschwingungsladeströme in den Kabeln.



Fazit:

Bei Oberschwingungsmessungen am Netzanschlusspunkt eines ausgedehnten Parks mit langen Kabelstrecken müssen die Ladeströme in die Kabel berücksichtigt werden.

- Messung der Ladeströme bei ausgeschalteten EZE unter Berücksichtigung der Oberschwingungsspannung am Netzanschlusspunkt
- Berechnung anhand der gemessenen Oberschwingungsspannung am Netzanschlusspunkt und der Impedanz der Kabel im Frequenzverlauf (Modellierung)



- Eine Netzvorbelastung wirkt sich zusammen mit der Netzimpedanz und den Impedanzen der EZE/EZA aus. Bei allen Untersuchungen sind die komplexen Größen von Oberschwingungsspannungen und –strömen zu untersuchen. Die EZE verhält sich nicht wie eine ideale Stromquelle.
- Durch Prüfstandtests mit Netzemulatoren wurde das Oberschwingungsverhalten von EZE (PV-Wechselrichter) bei unterschiedlicher Vorgabe von Netzvorbelastung in Betrag und Phase untersucht. Es zeigt sich ein Verhalten, dass in sogenannten „Fingerprints“ dokumentiert wurde und mit dem die EZE charakterisiert werden können.
- Unterschiedliche Wechselrichter unterscheiden sich in Ihrem Oberschwingungsverhalten bei Netzvorbelastung. Dabei steigen generell die Oberschwingungsströme an.
- Für Freifeldtests am öffentlichen Netz wurden Methoden entwickelt, durch die sich die dominanten Quellen der Oberschwingungen (also Vorbelastung oder EZE-Emission) bei Netzvorbelastung identifizieren lassen.
- Ladeströme bei EZA Verkabelungen bewirken aufgrund von Netzvorbelastung Oberschwingungsströme am Netzanschlusspunkt der EZA. Diese Ströme lassen sich durch Kenntnis der Oberschwingungsspannung am Netzanschlusspunkt der EZA und durch die frequenzabhängige Impedanz der Kabel innerhalb der EZA ermitteln.



Vielen Dank für Ihr Interesse!

Fritz Santjer

UL International GmbH

Ebertstraße 96
D 26382 Wilhelmshaven
Germany

Fon: +49 4421 4808-0

E-Mail: f.santjer@dewi.de

Internet: www.dewi.de

Netz  **Harmonie**