

## Oberschwingungsverhalten von nichtlinearen Lasten in Microgrids

Durch den verstärkten Ausbau kleiner auf Leistungselektronik basierender Erzeugungseinheiten (DER) wird das bestehende Netz sowie dessen Betrieb signifikant beeinflusst. Bedingt durch diesen Umstand wurden verschiedene Ansätze für eine optimale Integration von DER in das bestehende Elektroenergiesystem veröffentlicht. Als vielversprechendes Konzept hat sich die Unterteilung in autonome Microgrids herauskristallisiert (siehe bspw. Abbildung 1). Ein solcher Netzverbund besteht aus spannungs- und leistungsgeregelten Umrichtern (Erzeugern) kleiner Nennleistung sowie aus regelbaren und nicht regelbaren Lasten. Eine übergeordnete zentral oder dezentral ausgeführte Regelungsebene erlaubt die Einbindung in das System des örtlichen Netzbetreibers.

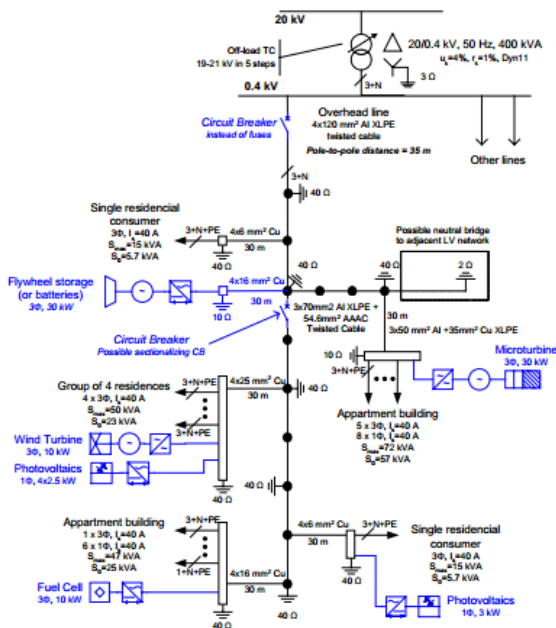


Abbildung 2: CIGRE TF C6.04.02 Referenznetz eines Niederspannungs-Microgrids

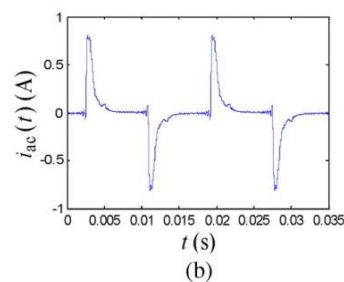
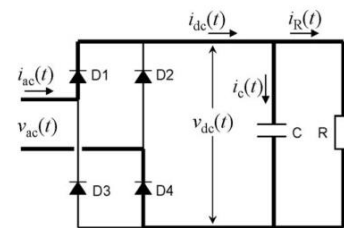


Abbildung 1: 1ph.-Diodengleichrichter; a) Ersatzschaltung b) Netzstrom [1]

Im Rahmen verschiedener Forschungsaktivitäten soll am IAL ein Microgrid eingerichtet werden. Hierbei sollen sowohl Mittel- als auch Niederspannungsnetzkonfigurationen umgesetzt werden, die jeweils über die entsprechenden charakteristischen Eigenschaften verfügen. Das Niederspannungsnetz zeichnet sich durch eine große Anzahl verteilter einphasiger und nichtlinearer Lasten (z.B. Schaltnetzteile) aus. Um diese Lastcharakteristik mit einer möglichst geringen Anzahl an Komponenten optimal in einem Laboraufbau wiederzugeben, sind im

Rahmen einer Bachelorarbeit Untersuchungen zu dem netzseitigen Oberschwingungsverhalten typischer nichtlinearer Lasten durchzuführen (siehe bspw. Netzstrom eines 1-phasigen Diodengleichrichters ohne PFC in Abbildung 2). Hierbei ist auf Einheitenebene vor allem der Einfluss etwaiger sekundärer Schaltungen, die sich auf der DC-Seite befinden, Gegenstand der Untersuchung. Ziel ist es, aggregierte Modelle für die verschiedenen Klassen nichtlinearer Lasten zu erstellen und zu verifizieren. Neben der Betrachtung des Oberschwingungsspektrums einzelner Lasten ist auch die Interaktion im Verbund zu untersuchen (siehe bspw. [2]). Abschließend sollen Empfehlungen für die Modellierung und labormäßstäbliche Umsetzung nichtlinearer Lasten ausgesprochen werden.

Zur Verifizierung von analytischen und numerischen Berechnungen stehen verschiedene nichtlineare Lasten, Netzbildner sowie verschiedene Messsysteme zur Verfügung.

Folgende Arbeitsschritte sind vorgesehen:

- Literaturrecherche
- Modellierung typischer nichtlinearer Lasten mit Matlab / Simulink / Plecs
  - Unterteilung in Kategorien: no PFC, a-PFC, p-PFC / 1-phasig, 3-phasig
  - Auswahl von Referenzlasten
- Erstellung von reduzierten Modellen
- Analytische Betrachtung des Oberschwingungsverhaltens einzelner Lasten
- Untersuchung der Interaktion mehrerer nichtlinearer Lasten im Verbund
- Verifikation der Modelle / Berechnungen am Prüfstand

Weitere Fragen können gerne in einem persönlichen Gespräch erläutert werden.

[1] J. Yong, L. Chen, A. B. Nassif and W. Xu, "A Frequency-Domain Harmonic Model for Compact Fluorescent Lamps", IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 25, no. 2, April 2010.

[2] A. A. Malano, S. Müller, J. Meyer and S. Bachmann, "Harmonic Interaction of Electric Vehicle Chargers in a Central Charging Infrastructure", 2016 17<sup>th</sup> International Conference on Harmonics and Quality of Power, Oct. 2016.