



**Oberschwingungsbelastung  
in öffentlichen elektrischen  
Energieversorgungsnetzen  
durch elektronische Massen-  
geräte kleiner Leistung**

Mai 2012

# **Oberschwingungsbelastung in öffentlichen elektrischen Energieversorgungsnetzen durch elektronische Massengeräte kleiner Leistung**

Mai 2012

© Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN)  
Bismarckstr. 33, 10625 Berlin  
Telefon: + 49 (0) 30 3838687 0  
Fax: + 49 (0) 30 3838687 7  
E-Mail: [fnn@vde.com](mailto:fnn@vde.com)  
Internet: [www.vde.com/fnn](http://www.vde.com/fnn)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Hintergrund</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Messsystem</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Messergebnisse</b> .....	<b>5</b>
3.1	Kompaktleuchtstofflampen (CFL).....	6
3.2	LED-Lampen (SSL).....	7
3.3	Elektronische Geräte (EG).....	8
<b>4</b>	<b>Überlagerung</b> .....	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Vereinfachte Abschätzung der Auswirkungen im Netz</b> .....	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>Ausblick</b> .....	<b>16</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>17</b>

## Bildverzeichnis

Bild 2-1	Aufbau des Messsystems.....	4
Bild 3-1	Beispiel für die graphische Darstellung in der komplexen Ebene .....	5
Bild 3-2	5. Stromharmonische für CFL (Farblegende siehe Tabelle 3-1) .....	6
Bild 3-3	5. Stromharmonische für SSL (Farblegende siehe Tabelle 3-2) .....	7
Bild 3-4	THDi/Pr Verhältnis der gemessenen elektronischen Geräte.....	8
Bild 3-6	5. Stromharmonische für elektronische Geräte (Farblegende siehe Tabelle 3-3) .....	10
Bild 4-1	5. Stromharmonische aller untersuchten Geräte.....	11
Bild 4-2	Vektoren der 5. Stromharmonischen für drei verschiedene Netzteile, welche die Entwicklung der Netzteiltechnologie über die letzten 10 Jahre repräsentieren.....	12
Bild 5-1	Vergleich der 5. Stromharmonischen für Hoch- und Niedriglastzeiten an einem Samstag in einem städtischen Niederspannungsnetz heute und vor 11 Jahren .....	13

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1	Gemessene CFL.....	6
Tabelle 3-2	Gemessene SSL.....	7
Tabelle 3-3	Gemessene elektronische Geräte .....	8
Tabelle 4-1	Überlagerung von CFL mit verschiedenen Schaltungstechnologien .....	12

## Abkürzungsverzeichnis

ISL	Glühlampe
CFL	Kompaktleuchtstofflampe
SSL	LED-Lampe
EG	Elektronische Geräte
EUT	Prüfling
ESL	Energiesparlampe
FNN	Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE

## 1 Hintergrund

Aufgrund politischer Rahmenbedingungen wird die Glühlampe schrittweise durch moderne Energiesparlampen ersetzt. Im Vergleich zur Glühlampe emittieren moderne Lampen auf Basis elektronischer Vorschaltgeräte (Kompaktleuchtstofflampe, LED-Lampe) Oberschwingungen. Die Grenzwerte der Oberschwingungsströme für diese Lampen sind in EN 61000-3-2 vorgegeben und wurden unter bestimmten Annahmen festgelegt. Eine dieser Annahmen ist eine effektive Kompensation zwischen den Oberschwingungsströmen von Energiesparlampen und anderen elektronischen Geräten, wie beispielsweise Fernsehern oder Computern.

Die ersten CFL mit integriertem elektronischen Vorschaltgerät wurden im Jahre 1985 verkauft. Während der letzten 25 Jahre wurden eine Vielzahl von Simulationsstudien vorgestellt, welchen den möglichen Einfluss eines Masseneinsatzes dieser Lampen auf die Spannungsverzerrung im Niederspannungsnetz untersuchten. Die Ergebnisse dieser Studien variieren deutlich und reichen von positiven bis hin zu stark negativen Auswirkungen [1, 2]. Die Ergebnisse der Studien sind stark von den getroffenen Annahmen und benutzten Modellen abhängig.

Verschiedene Langzeitmessungen niederfrequenter Harmonischer in öffentlichen Niederspannungsnetzen haben einen stabilen oder leicht sinkenden Pegel der 5. Spannungsharmonischen während der letzten Jahre gezeigt. Messungen, die unmittelbar vor und nach Austausch einer größeren Zahl von ISL durch CFL erfolgten haben keinen signifikanten Einfluss gezeigt [3, 4]. Allerdings sind auch einzelne Fälle bekannt, bei denen nach vollständigem Austausch der ISL durch CFL Probleme auftraten (z.B. Hotels oder Altersheime).

Die Ergebnisse der genannten Simulationen und Messungen zeigen, dass die Beeinflussung der Spannungsverzerrung durch moderne Lampen mit elektronischen Vorschaltgeräten eine sehr komplexe Thematik darstellt, für welche einheitliche Schlussfolgerungen schwierig zu finden sind.

Vor diesem Hintergrund hat das Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN) eine Studie bei der TU Dresden in Auftrag gegeben, in der erstmals in einem realitätsnahen Szenario die Kompensationseffekte beim gleichzeitigen Betrieb von modernen Energiesparlampen mit Haushaltsgeräten geringer Leistung untersucht wurde.

Der vorliegende technische Hinweis untersucht die Effektivität des Kompensationseffektes für aktuelle am Markt verfügbare Energiesparlampen und typische elektronische Kleingeräte für den Massenmarkt. Dazu werden die Oberschwingungsströme von ca. 100 Energiesparlampen (Kompaktleuchtstofflampen, LED-Lampen) und 50 weiteren elektronischen Geräten, hauptsächlich mit Leistungen kleiner 75 W, analysiert. Der Kompensationseffekt wird am Beispiel der 5. Stromharmonischen für verschiedene Szenarien diskutiert und mit Messungen aus einem öffentlichen Niederspannungsnetz verglichen.

Für die Messungen im Labor wurde ein vollständig automatisiertes Messsystem zur reproduzierbaren Erfassung der Strom Oberschwingungen von Geräten mit Bemessungsströmen kleiner 16 A entwickelt. Alle Auswertungen in diesem Beitrag basieren auf einer sinusförmigen Versorgungsspannung mit  $U_n = 230 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$ .