



Integration von Überwachungsgeräten zur Gleichfehlerstromerkennung

$$I_{\Delta n} \geq \text{DC } 6 \text{ mA}$$

in der Solarladesäule der Fachhochschule Bingen

Auf dem Gebiet der Netzurückwirkungen in der Elektromobilität forschen Prof. Dr. Plumhoff und Timo Thomas seit Januar 2013. Durch den steigenden Einsatz von leistungselektronischen Betriebsmitteln, worunter auch die Ladeelektronik eines jeden Elektrofahrzeuges gehört, rückt das Thema Netzbelastung durch Netzurückwirkungen immer mehr in den Vordergrund. Vor allem das Thema Oberschwingungen gerät hier stark in den Fokus. Aufgrund der stetig steigenden Zunahme von Oberschwingungserzeugenden Verbrauchern in den verschiedensten Bereichen der elektrischen Energieversorgung wird sowohl auf der Energieerzeuger- als auch auf der Energieverbraucherseite ein Umdenken stattfinden müssen.

Ein Ziel der Studie zur Analyse von Ladevorgängen verschiedener Elektrofahrzeuge besteht darin, die Qualität des Energieversorgungsnetzes in Bezug auf Netzurückwirkungen zu beurteilen. Dazu wurden in dem einjährigen Forschungszeitraum zwanzig verschiedene Elektrofahrzeuge an die Fachhochschule Bingen geholt, um deren Ladeverhalten am Netzanschluss der fachhochschulinternen Ladesäule zu überprüfen.

Während dieser Forschungstätigkeit stellten sich einige Fragen. Ist die Sinus-Kurvenform zu erkennen? Welche Ladeleistungen werden erreicht? Gibt es transiente Einschaltspitzen zu Beginn des Ladevorgangs? Wie hoch ist die Oberschwingungsbelastung durch Stromharmonische der am Netz angeschlossenen Fahrzeuge? All diese Fragen gilt es in der Studie zu beantworten.



BILD 1:

Strom und Spannung der Außenleiter
in Augenblickswerten von E-Mobil-16

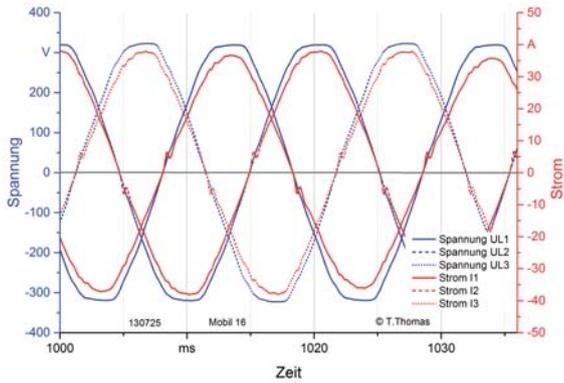


BILD 2:

Oberschwingungsspektrum der gemessenen Stromharmonischen von E-Mobil-16 im Vergleich mit den Störaussendungsgrenzwerten nach DIN EN 61000-3-12

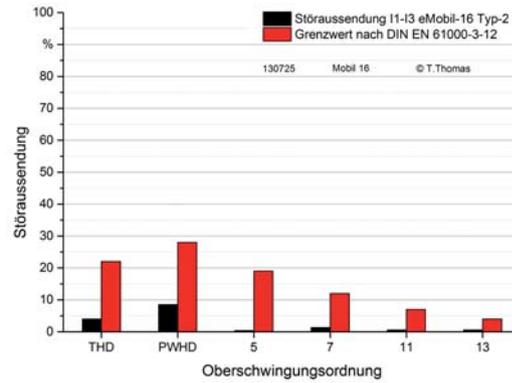


BILD 3:

Strom und Spannung der Außenleiter
in Augenblickswerten von E-Mobil-12

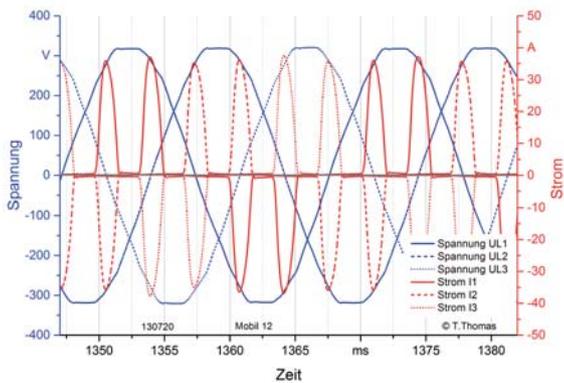
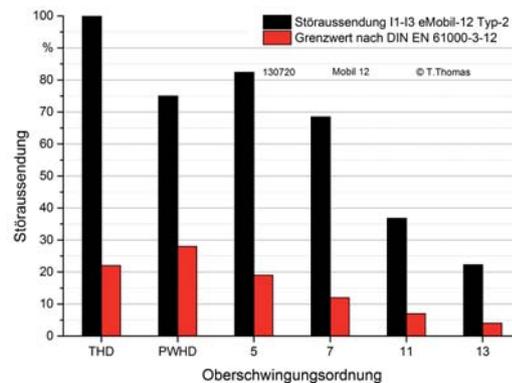


BILD 4:

Oberschwingungsspektrum der gemessenen Stromharmonischen von E-Mobil-12 im Vergleich mit den Störaussendungsgrenzwerten nach DIN EN 61000-3-12

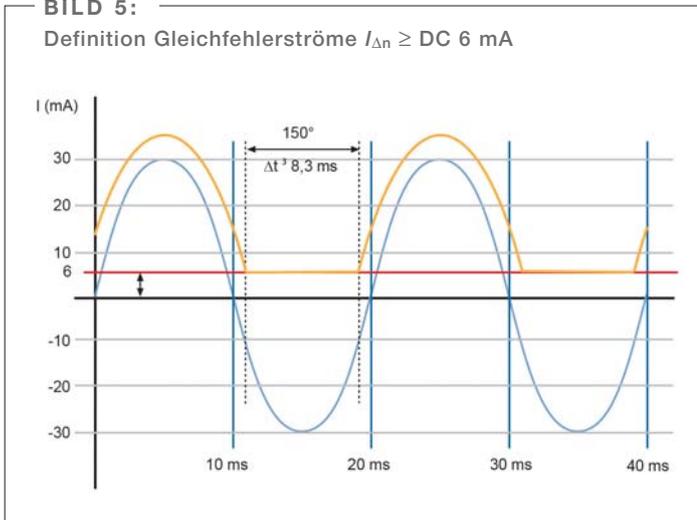


Im Mai 2013 kam es durch Bekanntgabe der Forschungstätigkeit von Prof. Dr. Plumhoff und Timo Thomas zur ersten Kontaktaufnahme mit den Herren Frank Mehling und Florian Habel aus dem Hause Bender. Bei einem ersten Treffen wurden die unterschiedlichen Messergebnisse und deren Messverfahren verglichen. In den oben stehenden beiden Bildern ist der Verlauf einer Periode von Strom und Spannung in Augenblickswerten zweier Fahrzeuge, die dreiphasig geladen werden, zu erkennen. Bild 1 zeigt eine relativ geringe Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung sowie einen vernach-

lässigbar kleinen Oberschwingungsanteil des Stromes nach DIN EN 61000-3-12 (Bild 2) für den Verknüpfungspunkt an der Ladesäule der Fachhochschule auf. Bild 3 hingegen stellt eine deutliche Abweichung des Stromverlaufs von dem eines idealen Sinus dar. Der Stromverlauf entsteht vermutlich durch die ungefilterte Gleichrichtung der Dreiphasen-Wechselspannung. Der Oberschwingungsanteil der einzelnen harmonischen Ströme aus Bild 3 ist sehr hoch. Das gesamte Grenzwertspektrum wird nach DIN EN 61000-3-12 verletzt (Bild 4).



BILD 5:
Definition Gleichfehlerströme $I_{\Delta n} \geq DC 6 \text{ mA}$



Durch die gemeinsamen Gespräche kam das Thema zur Überwachung von DC-Fehlerströmen $I_{\Delta n} \geq DC 6 \text{ mA}$ auf. Fehlerstromschutzeinrichtungen vom Typ A nach IEC 61008-1/IEC 61009-1 sind nur für die Auslösung bei sinusförmigen oder pulsierenden Fehlerströmen vorgesehen. Bei Gleichfehlerströmen im Bereich $I_{\Delta n} \geq DC 6 \text{ mA}$ kann sich beim Einsatz von Typ-A-Fehlerstromschutzeinrichtungen sowohl die Ansprechzeit als auch der Ansprechwert ungünstig verändern (Bild 5).

Um dies zu verhindern, muss eine Fehlerstromschutzeinrichtung vom Typ B eingesetzt oder eine geeignete Maßnahme verwendet werden. Diese Maßnahme ist die Erkennung von Gleichfehlerströmen im Bereich $I_{\Delta n} \geq DC 6 \text{ mA}$ mit dem Differenzstrom-Überwachungsgerät RCMB420EC der Firma Bender mit anschließender sicherer Unterbrechung des Ladevorgangs. Damit die Geräte auch unter realen Einsatzbedingungen getestet werden können, wurden zwei Prototypen in die fachhochschulinterne

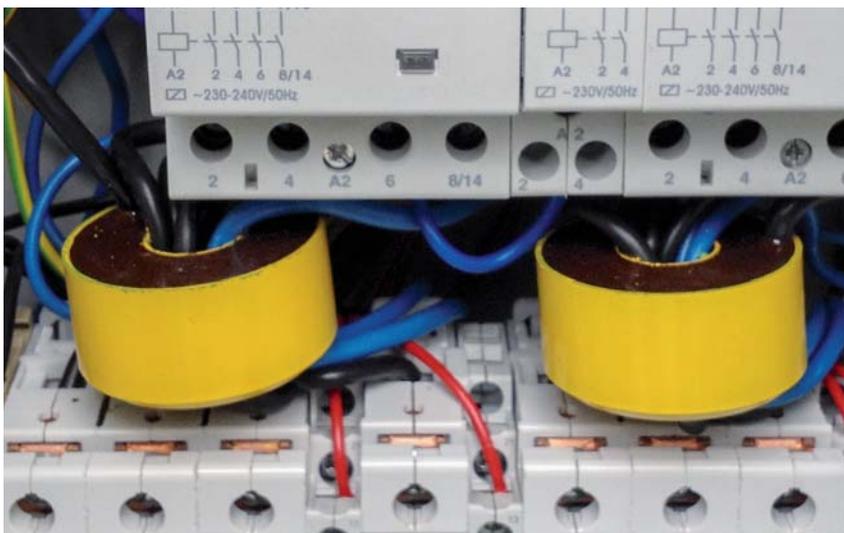


Bild 6: RCMB 420 EC 2 Kanal

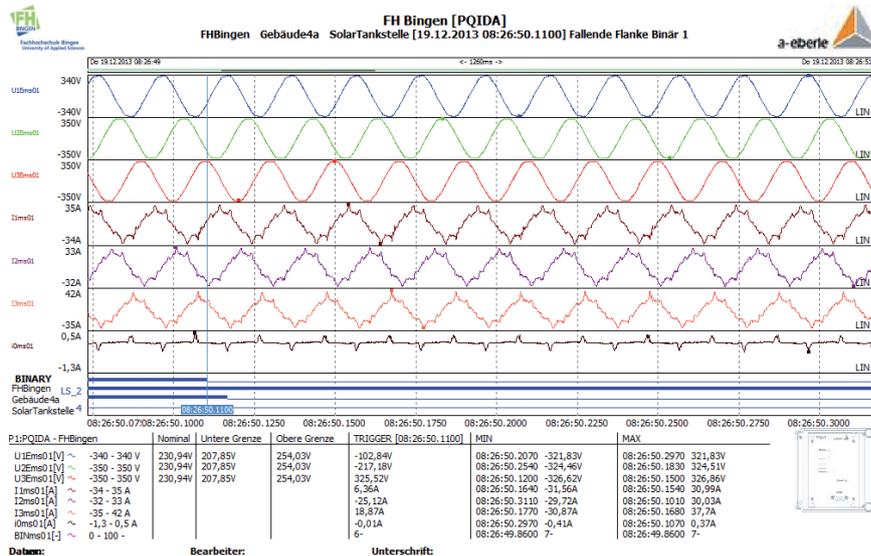


Bild 7: RCMB 420 EC 1 Kanal



BILD 8:

Augenblickswerte der Ströme und Spannungen sowie die binären Schaltzustände während eines Ladevorgangs an E-Mobil-17



Ladesäule (Bild 6) und einer in die Unterverteilung der Solarladesäule (Bild 7) der Fachhochschule Bingen integriert.

Meldet eines dieser Geräte einen Fehlerstrom $I_{\Delta n} \geq DC 6 \text{ mA}$, wird mit einem Power Quality-Interface der Firma A-Eberle ein Störschrieb in Form eines zeitlich begrenzten Oszillogramms und eines 10-ms-Effektivwertschriebs (Bild 8) aufgezeichnet. In diesen Störschrieben kann der zeitliche Schaltzustand des Meldekontaktes des Differenzstrom-Überwachungsgeräts RCMB420EC betrachtet werden.

In dem Beispiel aus Bild 8 findet eine Auslösung durch ein Elektrofahrzeug statt, welches während des Ladevorgangs einen Gleichfehlerstrom $I_{\Delta n} \geq DC 6 \text{ mA}$ erzeugt. Deutlich zu erkennen ist, dass die Differenzstrom-Überwachungsgeräte an der Ladestelle 1

der Solarladesäule sowie an der Unterverteilung der Solarladesäule auf den Gleichfehlerstrom ansprechen.

Durch dieses neue Themengebiet entstehen, unter anderem zusammen mit dem Thema Netzurückwirkungen, neue Abschluss- und Projektarbeiten für die Elektrotechnik-Studenten im Fachbereich 2 der Fachhochschule Bingen rund um das Thema Sicherheit und Netzüberwachung an Ladesäulen für Elektrofahrzeuge. ■

Timo Thomas, B.Eng., FH Bingen

Prof. Dr.-Ing. Peter A. Plumhoff, FH Bingen

Dipl.-Ing. Frank Mehling, Bender T-MIS (Überwachung IT-Systeme)

Florian Habel, B-Eng., Bender T-MTS-RD (Überwachung TN-/TT-Systeme-F&E)

