

Messung von Netzurückwirkungen

Power Quality Measurements

Gerdes, Gerhard; Santjer, Fritz

Summary

Since the beginning of this year DEWI performs measurements of WTG's power quality and their interaction with the grid. The measuring equipment allows to record transient processes parallel on 8 channels (voltage and current) with a sampling rate of 12 kHz. Thus it is possible to measure the voltage and current waveshape, the harmonics up to a frequency of 2,5 kHz, power peaks, power factor, flicker and harmonics.

Wie schon im letzten DEWI-Magazin angekündigt, führen wir seit Ende letzten Jahres Messungen von Netzurückwirkungen durch, die beim Betrieb von Windenergieanlagen am öffentlichen Netz entstehen. Diese Messungen werden entsprechend der vorläufigen "III. Richtlinie zur Bewertung der elektrischen Eigenschaften einer WKA hinsichtlich der Netzanbindung" vorgenommen, die unter gemeinsamer Beteiligung von Ländern, Energieversorgungsunternehmen, WKA-Herstellern und Meßinstituten entstanden ist.

Mit der Meßeinrichtung des DEWI lassen sich transiente Vorgänge parallel auf 8 Kanälen mit einer Abtastfrequenz von 12 kHz aufzeichnen. Spannungs- und Stromverläufe werden dabei mit einer Auflösung von 256 Stützstellen pro Netzperiode (bei 50 Hz) erfaßt. Die Aufzeichnung in Form von Mittelwerten (Mittelungszeitraum variabel) ist ebenso möglich wie die Untersuchung von Oberschwingungen bis zu 2,5 kHz durch die eingebaute FFT-Analyse.

Die wesentlichen Messungen, die an einer netzgekoppelten WKA vorgenommen werden, sind Leistungsspitzen, Leistungsfaktor, Flicker und Oberschwingungen. In besonderen Betriebssituationen werden Spannungs- und Stromverläufe gemessen, z.B. bei Auf- und Abschaltung der WKA und bei speziellen Schaltvorgängen. Mit der Meßeinrichtung ist das DEWI in der Lage, die erforderlichen Messungen zur Beurteilung der elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen durchzuführen. Die folgenden Diagramme zeigen einige Beispiele aus Vermessungen.

In Abb. 1 wurde das Einschaltverhalten einer Windkraftanlage mit Asynchrongenerator untersucht. Der Asynchrongenerator wird mittels eines Schützes auf das Netz geschaltet. Man erkennt die typischen Einschaltströme bis zum 6-fachen des Nennstromes, aber auch eine große höherfrequente Schwingung etwa eine Periode nach Einschalten des Hauptschützes, die durch

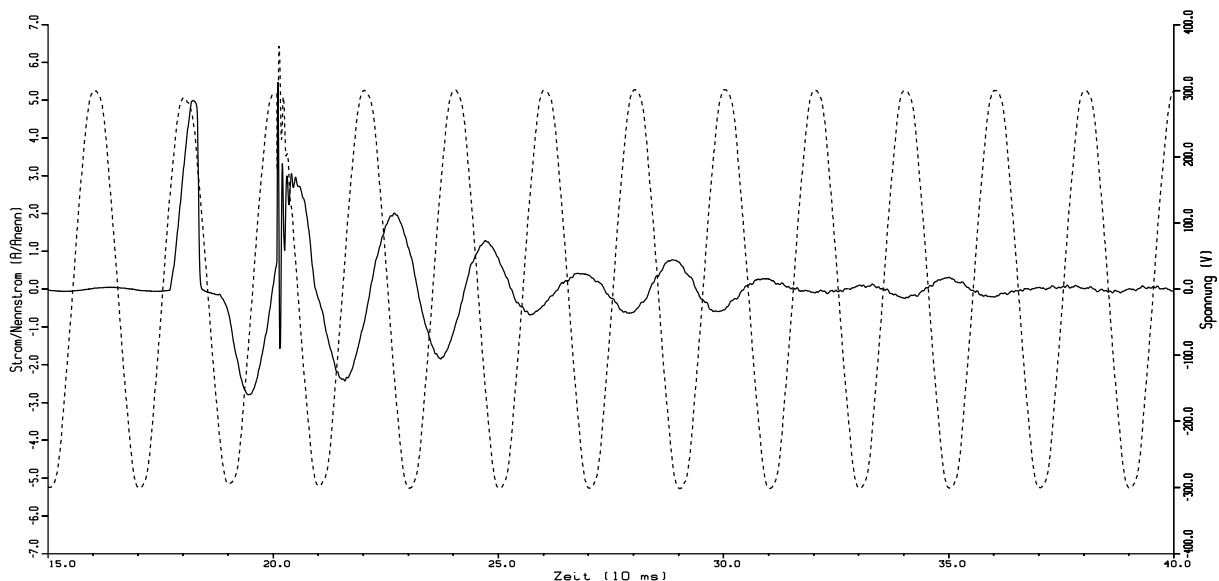


Abb. 1: Aufsaltung einer WKA mit Asynchrongenerator

Fig 1: Starting operation of a WTG with induction generator

das Einschalten der Kondensatoren zur Blindleistungskompensation verursacht wird. Diese Schwingung läßt sich erheblich vermindern, wenn man nicht, wie im vorliegenden Fall, die Kondensatoren durch ein Schütz einschaltet, sondern gezielt im Nulldurchgang der Spannung schaltet.

Das Ergebnis einer solchen Zuschaltung im Spannungsnulldurchgang mit Hilfe von Halbleiterrelais zeigt Abb. 2.

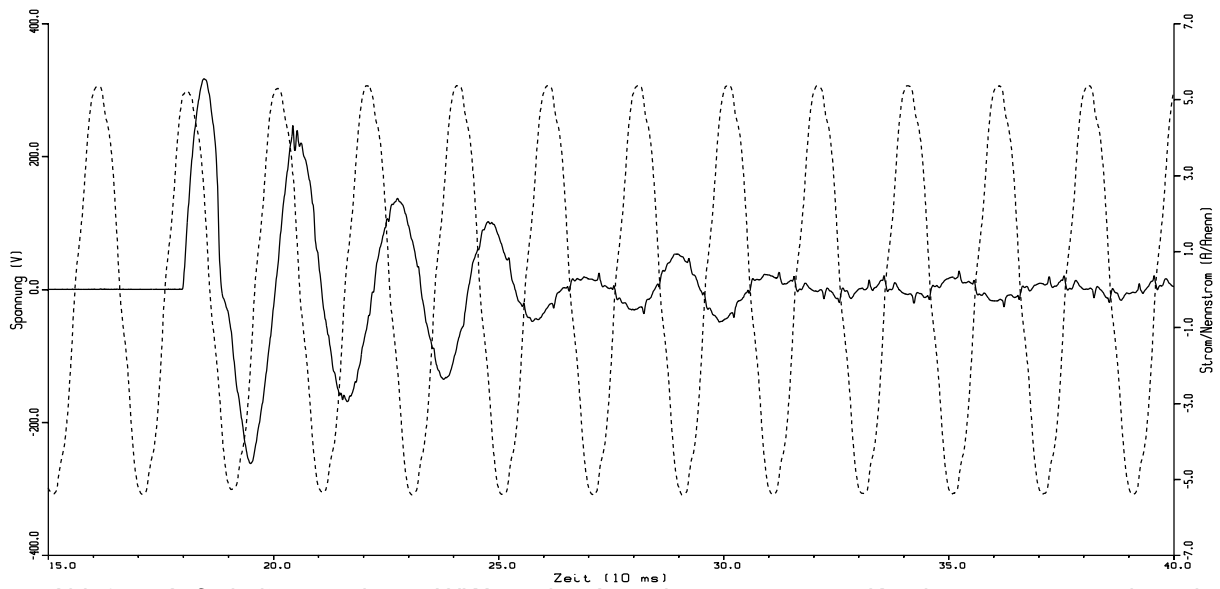


Abb.2: Aufschaltung einer WKA mit Asynchrongenerator. Kondensatoren werden im Spannungsnulldurchgang zugeschaltet

Fig. 2: Starting operation of a WTG with induction generator. Capacitors are switched in at the voltage zero

Der Blindleistungsbedarf der Windkraftanlage, aufgetragen über der Wirkleistung, zeigt, daß sich diese Windkraftanlage im unteren Leistungsbereich kapazitiv verhält, d. h. die benötigte Blindleistung des Asynchrongenerators wird in diesem Bereich durch zugeschaltete Kondensatoren überkompensiert (Abb. 3). Eine stufig schaltbare Kompensationseinrichtung würde eine bessere Anpassung an den Blindleistungsbedarf des Asynchrongenerators erlauben.

Windkraftanlage mit 2 stufigem Asynchrongenerator

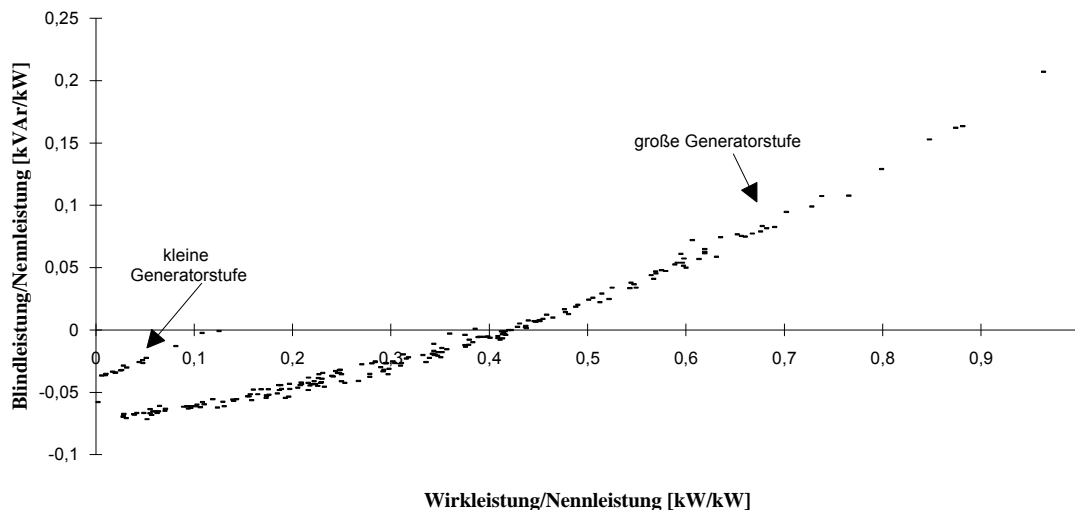


Abb. 3: *Blindleistungsbedarf einer Windkraftanlage mit Asynchrongenerator*
 Fig. 3: *Reactive Power of a WTG with an induction generator*

Große Leistungsschwankungen im Kurzzeitbereich können im Netz Ursache für starke Spannungsschwankungen und Flicker sein. Starke Fluktuationen bei der Netzeinspeisung führen zu Problemen in der Energieerzeugung, da Energieverbrauch und -erzeugung im Netz darauf reagieren müssen. Die Leistungsschwankungen einer kleinen, drehzahlstarrten Windkraftanlage können Werte bis zur Nennleistung der WKA erreichen, wie Abb. 4 zeigt. Jeder Punkt stellt jeweils die Differenz der innerhalb einer Minute aufgetretenen minimalen und maximalen Wirkleistung der Windkraftanlage dar.

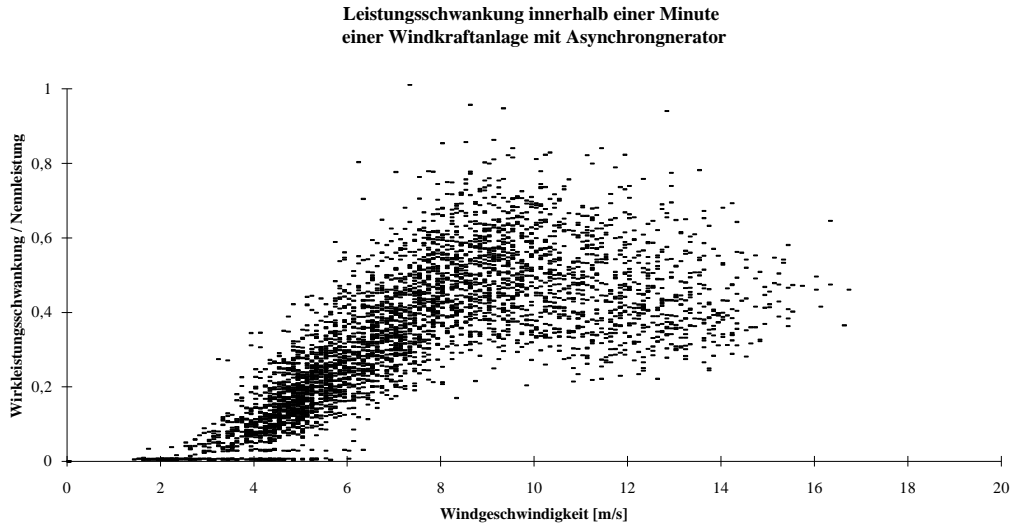


Abb. 4: Leistungsschwankungen innerhalb einer Minute bei einer Windkraftanlage mit Asynchrongenerator

Fig. 4: Fluctuation of power by a WTG with an induction generator within one minute

Oberschwingungen, die im wesentlichen beim Betrieb von Wechselrichteranlagen am Netz entstehen, stellen eine weitere Beeinflussung der Netzqualität dar. Starke Oberschwingungen können den Betrieb kapazitiver und induktiver Anlagen am Netz beeinträchtigen. Bei einer Windkraftanlage mit Wechselrichter wurden die Oberschwingungsströme zwischen Wechselrichter und Transformator gemessen. Es zeigen sich die stromrichtertypischen Oberschwingungen eines 6-pulsigen Wechselrichters. Abb. 5 zeigt die maximal aufgetretenen Oberschwingungen bei Nennleistung der Windkraftanlage. In Abb. 6 sind beispielhaft die beiden größten Oberschwingungen, in der Regel wie hier die 5. und die 7. Oberschwingung, in Abhängigkeit vom Wirkstrom der Windkraftanlage aufgetragen.

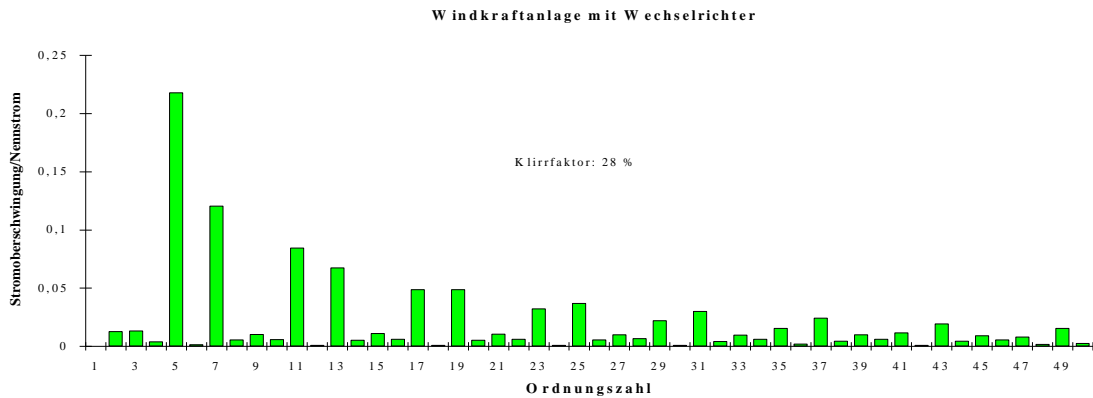


Abb. 5: Maximale Stromüberschwingungen einer WKA mit Wechselrichter

Fig. 5: Maximum of harmonics by a WTG with an inverter

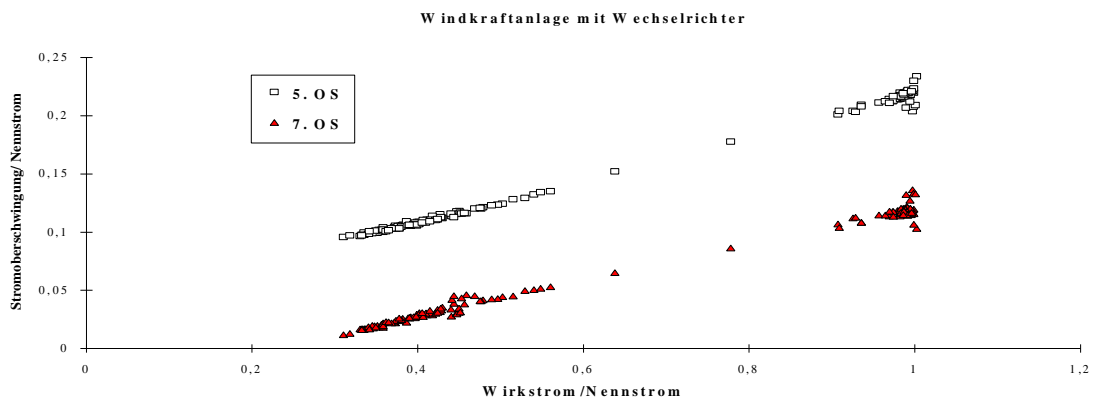


Abb. 6: 5. und 7. Oberschwingung einer WKA mit Wechselrichter

Fig. 6: 5. and 7. harmonics by a WTG with an inverter

Anhand der Beispiele wurde exemplarisch gezeigt, welche Netzzrückwirkungen auftreten können. Die Netzzrückwirkungen haben deutlichen Einfluß auf die Qualität des Netzes, wobei die Stärke der Störung in Relation zur Leistungsfähigkeit des Netzes maßgebend ist für die Qualitätseinbuße. Das bedeutet z. B., daß an einem Standort mit vorgegebener Kurzschlußleistung mehr Windenergie installiert werden kann, wenn die Netzzrückwirkungen der Windkraftanlagen vermindert werden.

Mit fortschreitendem Ausbau der Windenergie sind die Netzzrückwirkungsprobleme nicht allein auf schwache Netze oder Netzausläufer begrenzt, sondern werden auch starke Netze beeinflussen. Sollten Niedersachsen und Schleswig-Holstein bis zum Jahr 2000 jeweils 1000 MW Windenergie installiert haben, bedeutet dieses einen Anteil der Windenergie an der Versorgung der Länder von 5-6% in Niedersachsen bzw. 15-20% in Schleswig-Holstein. Bei einer derart hohen Durchdringung mit Windenergie wird die Frage der Netzqualität in Zukunft immer mehr an Bedeutung erlangen.

