

Leistungsgradient nach Spannungslosigkeit bei Verbrennungskraftmaschinen (VKM)

Rainer Klosse, WindGuard Certification, Oldenburgerstr. 65, 26316 Varel,
r.klosse@windguard.de, www.windguard-certification.de

Version vom 21.06.2013, nach Verabschiedung der /FGW TR3/ Rev. 23

1 Problembeschreibung

In Folge einer Netzkopplung ist es bei Generator-Sets (GENSETs) mit Synchrongeneratoren und einer Antriebsmaschine die auf Verbrennung (Verbrennungskraftmaschine VKM) beruhen notwendig, einen Leistungsanstieg oberhalb von 10% der Wirkleistung im Koppelmoment zuzulassen. Ein Konflikt mit der Mittelspannungsrichtlinie /BDEW-MSR/ bzw. der 4. Ergänzung /BDEW-MSR E2013/ Kapitel 2.9 kann entstehen, wenn dadurch der Gesamtgradient nach Auslösung des Entkopplungsschutzes, also nach Spannungslosigkeit, von 10% je Minute überschritten wird. Die Anforderung der /BDEW-MSR E2013/ bezieht sich auf die Erzeugungsanlage (EZA) die aus einer oder mehreren Erzeugungseinheiten (EZE) bestehen kann. Bei mehreren EZE innerhalb einer EZA können die EZE über ein Parkregelkonzept gestaffelt gekoppelt werden, damit im Zweifelsfall die Forderung der Netzanschlussregel /BDEW-MSR E2013/ erfüllt werden kann. Für den Fall, dass nur eine VKM in einer EZA vorhanden ist, wurde in der aktuellen /FGW TR3/ Rev. 23, Anhang D, Kapitel 2.4 auf diese Problematik eingegangen. Sinngemäß genügt es zur Einhaltung des 10% Gradienten, wenn alle zwei benachbarten 1-Minuten-Mittelwerte einer VKM, die Wirkleistung von 10 % der Nennleistung nicht überschreiten. Dabei darf bei der Prototypenvermessung der Koppelmoment der gemessenen Zeitreihe in die Mitte des ersten Mittelungsintervalls zugunsten der VKM verschoben werden.

Dies wird nicht als „Aufweichung“ der Anforderungen betrachtet, da bei großen Kraftwerken typischerweise weitaus höhere Gradienten im Koppelmoment zugelassen werden.

Für alle anderen EZE die nicht VKM sind, ist eine gleitende Mittelwert- und damit Gradientenbildung durchzuführen, die auf eine Zeitverschiebung unsensibel reagiert, vergleiche /FGW TR3/ Rev. 23, Kapitel 4.2.4 und Kapitel 5.2.4.

2 Berechnungsbeispiele

Im Folgenden werden schematisch Gradienten nach /FGW TR3/ Rev. 23, Anhang D, bestimmt. Die Zeitachse in Bild 1 bis 4 sie so gelegt, dass jeweils in den Schrittweiten von 60s beginnend von 0 ein 1-Minuten Mittelwert bestimmt wird. Diese Zeitachse ist hier vom Moment der Spannungswiederkehr entkoppelt. Der Koppelmoment ist bereits verschoben, um einen minimalen Leistungsgradienten erhalten zu können, also eine zulässige Verschiebung zu Gunsten der EZE. Die y-Achse beschreibt die auf Nennleistung bezogene Wirkleistung.

Leistungsgradient nach Spannungslosigkeit bei VKM

Legende:

- Blau beschreibt den momentanen Verlauf der Leistung.
- Rot beschreibt das jeweilige 1 Minuten Mittel der Leistung
- Grün gestrichelt beschreibt den Leistungsgradienten aus zwei benachbarten 1-Minuten Mittel der Leistung

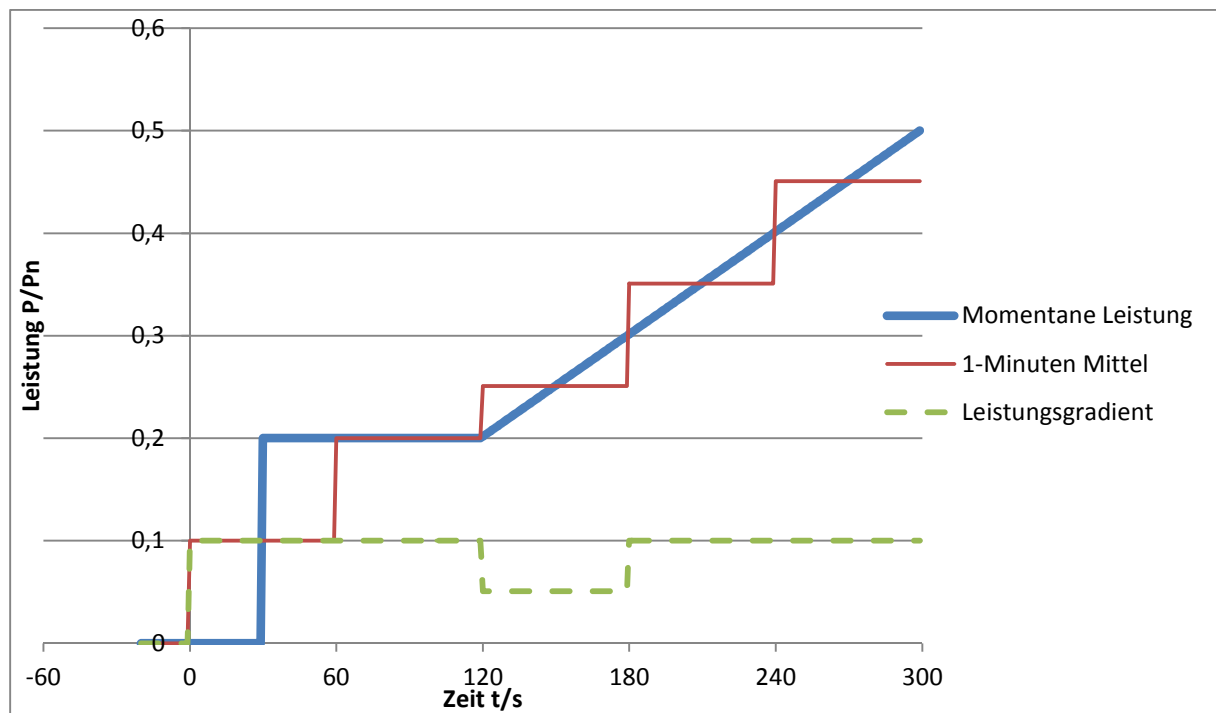


Bild 1: Sprung um $0,2 P/P_n$, 30 s nach Start der Bewertung bzw. des ersten Mittelungsintervall. Dann verharrt die Leistung 90 s lang auf $0,2 P/P_n$, um anschließend den Leistungsanstieg fortzusetzen. Der Leistungsgradient von $0,1 P/P_n$ nicht überschritten.

Leistungsgradient nach Spannungslosigkeit bei VKM

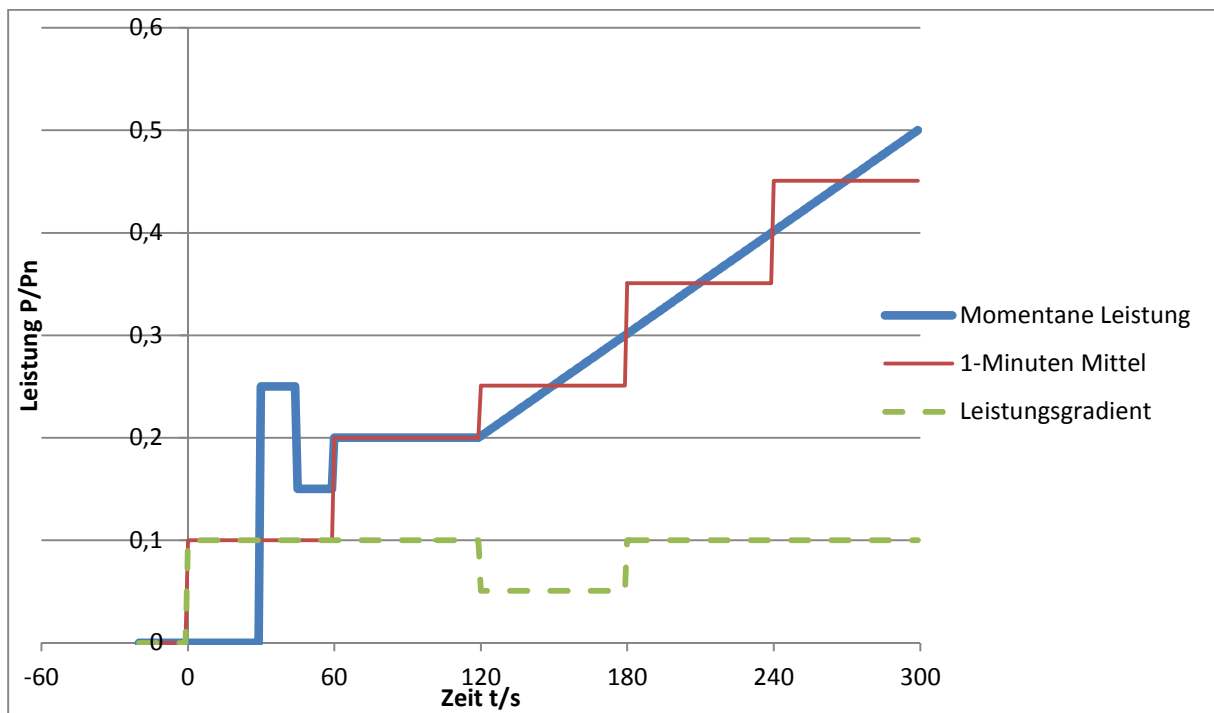


Bild 2: Einschwinger nach 30s Start der Bewertung auf über 0,2 P/P_n. Jedoch im Mittel der zweiten Hälfte des ersten Intervalls wird 0,2 P/P_n nicht überschritten. Im zweiten Intervall wird die mittlere Leistung von 0,2 P/P_n ebenfalls nicht überschritten. Dann wird 90s nach dem Koppelmoment der Leistungsanstieg fortzusetzen. Der Leistungsgradient von 0,1 P/P_n nicht überschritten.

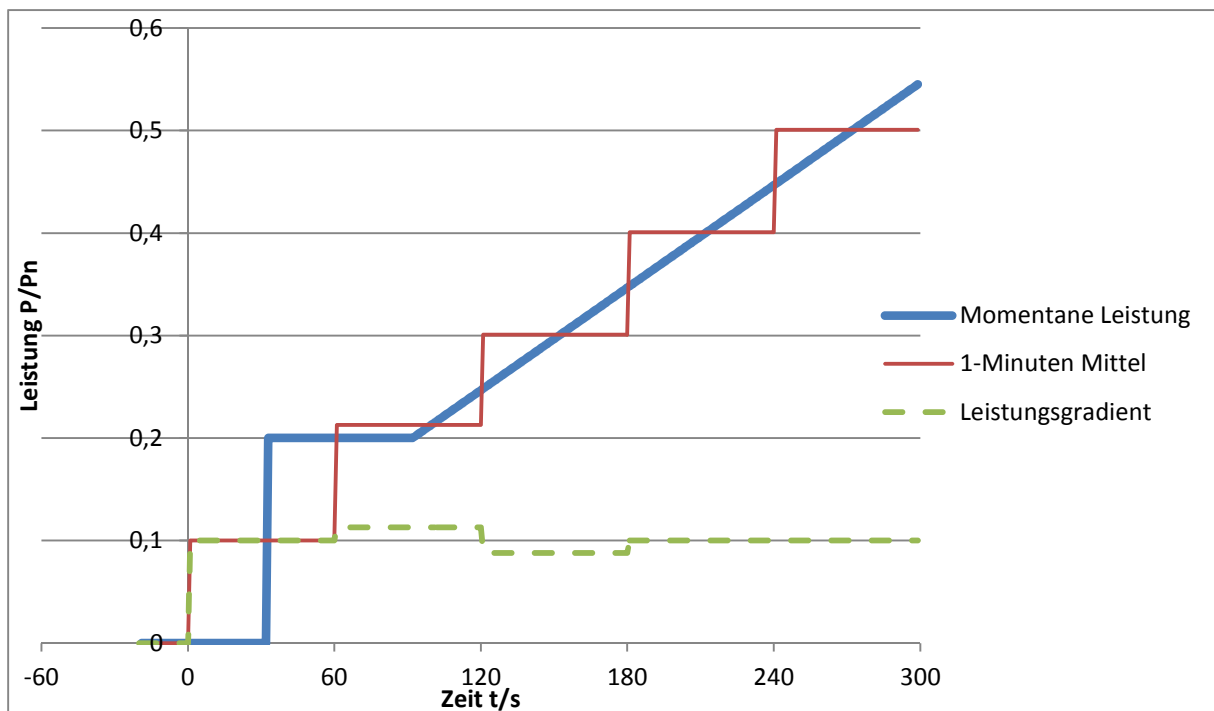


Bild 3: Der gleiche Koppelvorgang wie in Bild 1, jedoch wird nicht lange genug nach dem Koppelmoment auf 0,2 P/P_n verharrt. Die Folge ist eine Gradientenüberschreitung für den Fall, dass der Leistungsanstieg zu früh fortgesetzt wird.

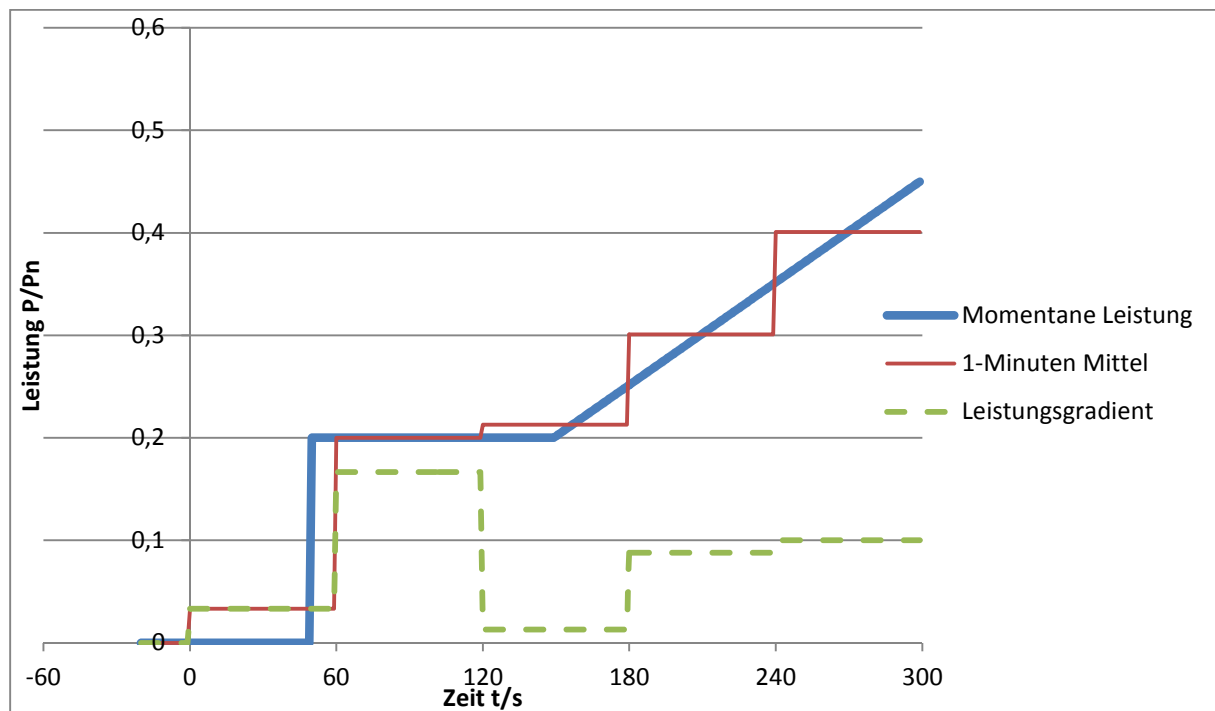


Bild 4: Der gleiche Koppelvorgang wie in Bild 1, jedoch wird der Koppelmoment nicht in die Mitte eines 60s Intervalls gelegt. Die Folge ist eine Gradientenüberschreitung bei für die EZE ungünstiger Lage der Mittelungsintervalle.

3 Fazit

Trotz eines Leistungsanstiegs im Koppelmoment von oberhalb 0,2 P/P_n kann der Wirkleistungsgradient von nicht höher als 0,1 P/P_n entsprechend /BDEW-MSR E2013/ und Messung nach /FGW TR3/ gemessen werden. Voraussetzung ist:

1. Das Mittelungsintervall ist für die EZE günstig gewählt
2. Das Mittel der zweiten Hälfte des ersten Intervalls überschreitet 0,2 P/P_n nicht
3. Der weitere Leistungsanstieg wird hinreichend spät nach dem Koppelmoment fortgesetzt.

Die WindGuard Certification hat sich bei der Formulierung der betreffenden Textpassage der /FGW TR3/ beteiligt und möchte zur optimalen Anwendung dieser beitragen.

Erwähnt sei dennoch, wenn der Leistungsgradient einer EZE trotz alle dem zu hoch ist, so kann dieser Typ EZE in einer EZA eingesetzt werden, mit mehr als einer EZE wenn diese entsprechend gestaffelt den maximalen Gradient dann nicht überschreiten, /FGW TR8/. Da dieser Vorgang selten vorkommt, ist mit kaum Energieverlusten durch Staffelung zu rechnen.

4 Netzanschlussregeln und Technische Richtlinien

/FGW TR8/	Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und -anlagen Teil 8: Zertifizierung der Elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie und anderer Erneuerbaren Energien, FGW e.V. Revision 6 vom 01.05.2013 (FGW TR 8 Rev. 6)
/BDEW-MSR E2013/	Regelungen und Übergangsfristen für bestimmte Anforderungen in Ergänzung zur technischen Richtlinie (4. Ergänzung): Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz - Richtlinie für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz Ausgabe: Juni 2008 Veröffentlicht: 01. Januar 2013 Gültigkeit ab: 01. Januar 2013
/BDEW-MSR/	„Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“ Richtlinie für den Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz; Stand: Ausgabe Juni 2008; mit Ergänzungen durch den FNN Frühjahr 2009 Hrsg.: BDEW (BDEW Mittelspannungsrichtlinie)
/TC2007/	TransmissionCode 2007; Stand: August 2007, Hrsg.: VDN
/FGW TR3/	Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und -anlagen Teil 3: „Bestimmung der Elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz“; Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie und anderer Erneuerbaren Energien, FGW e.V. Revision 23 vom 01.05.2013 (FGW TR 3 Rev. 23)
/IEC 61400-21/	IEC 61400-21 ed. 2, Wind turbine generator systems – Part 21: Measurement and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines

5 BDEW Anforderung durch 4. Ergänzung

Zitat aus /BDEW-MSR E2013/:

2.9 Erzeugungsanlagen mit Verbrennungskraftmaschinen

Bei der Reduktion der **Wirkleistungsabgabe** nach Kapitel 2.5.3 der Richtlinie [1] sind bei Sollwerten unterhalb 50 % der vereinbarten Anschlusswirkleistung P_{AV} die motortechnisch maximal zulässigen Betriebsdauern zu berücksichtigen. Bei einer Leistung $< 50 \% P_{AV}$ und Überschreitung der zulässigen Betriebsdauer darf sich eine Erzeugungsanlage mit Verbrennungskraftmaschine vom Netz trennen.

Eine Wirkleistungsänderung (Reduzierung und Steigerung) beträgt bei Erzeugungseinheiten mit einer Nennleistung von:

- ≤ 2 MW mindestens 66 % $P_{E_{max}}$ je Minute (entspricht $\geq 1,11 \% P_{E_{max}}$ je Sekunde),
- > 2 MW mindestens 20 % $P_{E_{max}}$ je Minute (entspricht $\geq 0,33 \% P_{E_{max}}$ je Sekunde).

Anmerkung:

Die oben genannten Randbedingungen gelten für alle Betriebsfälle, bei denen die Wirkleistung aufgrund den Anforderungen der Richtlinie [1] verändert werden muss, mit Ausnahme des in Kapitel 5.7.1 geforderten Gradienten von maximal 10% P_{AV} pro Minute nach Auslösung einer Entkopplungsschutzeinrichtung. In diesem Fall ist der Gradient von maximal 10% P_{AV} pro Minute einzuhalten. Bei betriebsbedingter Leistungsverstellung ohne Anforderung aus der Richtlinie liegt die Festlegung des Gradienten in der Verantwortung des Anlagenbetreibers unter Einhaltung der Vorgaben aus der Anschlussbewertung des Netzbetreibers.

6 Messung nach FGW TR3

Zitat /FGW TR3/ Anhang D:

2.4 Wirkleistungsgradient (Wiederanfahren nach Spannungslosigkeit):

Zweck

Ziel der Messung ist der Nachweis über den Wirkleistungsgradienten nach Wiederschaltung.

Beschreibung

Die Messung wird für die EZE entsprechend Kapitel 5.7.1 in BDEW MSR 2008 und Kapitel 2.5 in Ergänzung vom 15.02.2011 durchgeführt.

Nach einem simulierten Netzausfall und Netzwiederkehr ist die EZE (automatisch oder manuell) zu starten und auf Nennleistung zu fahren.

In Intervallen von 60s wird die mittlere Leistung über 60s ermittelt. Der Gradient des Wirkleistungsanstiegs bestimmt sich aus der Differenz zweier Mittelwerte. Die Netzkopplung des Generators darf auf die Mitte eines 60s Mittelungsintervall verschoben werden.