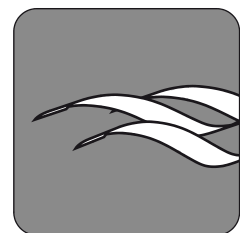
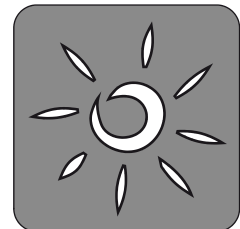
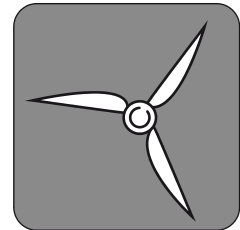


# Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und -anlagen

TEIL 9 (TR 9)

**Bestimmung der  
hochfrequenten Emissionen von  
regenerativen Energieerzeugungseinheiten**

Revision 01  
Stand 18.04.2016



Herausgeber:  
FGW e.V.  
Fördergesellschaft Windenergie  
und andere Erneuerbare Energien



# Bestimmung der hochfrequenten Emissionen von regenerativen Erzeugungseinheiten

Stand 18.04.2016

## **Herausgeber**

FGW e.V.  
Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneuerbare Energien

Oranienburger Straße 45  
10117 Berlin

Tel. +49 (0)30 30101505-0

Fax +49 (0)30 30101505-1

E-Mail [info@wind-fgw.de](mailto:info@wind-fgw.de)

Internet [www.wind-fgw.de](http://www.wind-fgw.de)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliothek; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrecht zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Herausgebers. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit wird auf die geschlechtsneutrale Differenzierung verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für beide Geschlechter.

**Folgende Teile der Technischen Richtlinien der FGW sind erhältlich:**

**Teil 1:** Bestimmung der Schallemissionswerte

**Teil 2:** Bestimmung von Leistungskurven und standardisierten Energieerträgen

**Teil 3:** Bestimmung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz

**Teil 4:** Anforderungen an Modellierung und Validierung von Simulationsmodellen der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen

**Teil 5:** Bestimmung und Anwendung des Referenzertrages

**Teil 6:** Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen

**Teil 7:** Betrieb und Instandhaltung von Kraftwerken für erneuerbare Energien

**Rubrik A:** Allgemeiner Teil

**Rubrik B3:** Fachspezifische Anwendungserläuterung zur Überwachung und Überprüfung von Gründungs- und Tragstrukturen (GuT) bei Windenergieanlagen

**Rubrik D2:** Zustands-Ereignis-Ursachen-Schlüssel für Erzeugungseinheiten (ZEUS)

**Rubrik D3:** Globales Service Protokoll (GSP)

**Rubrik D3 – Anhang A:** XML-Schemadokumentation

**Teil 8:** Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz

**Teil 9:** Bestimmung der hochfrequenten Emissionen von regenerativen Energieerzeugungseinheiten

## Vorwort

Die Erarbeitung der Technischen Richtlinien bei der FGW e.V. - Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneuerbare Energien (kurz: FGW) begann 1992 mit dem Ziel Messverfahren anzugeben, mit denen verlässliche und vergleichbare Daten über Windenergieanlagen (WEA) nach dem neuesten Stand der Technik ermittelt werden können. Die Messungen umfassen die Bereiche: Leistungskurve, Schallemission und Elektrische Eigenschaften. Die Richtlinien sollen als Grundlage zur Beurteilung von WEA, z. B. in Genehmigungsfragen, bei der Beurteilung von Netzanschlussmöglichkeiten oder für verlässliche Ertragsrechnungen dienen.

Inzwischen haben die einzelnen Technischen Richtlinien sowie die von unabhängigen Messinstituten erstellten Prüfberichte in ihren Bereichen Geltung erlangt. Leistungskurven sind Grundlage von Kaufverträgen und Finanzierungszusagen, vermessene Schallemissionswerte finden sowohl in Kaufverträgen als auch im Zuge der Genehmigung Anwendung und die vermessenen elektrischen Eigenschaften werden von den Übertragungsnetzbetreibern für die Berechnungen zum Anschluss an deren Netze gefordert. Zudem erweiterte sich die Vielfalt der Erzeugungseinheiten um Photovoltaikanlagen und Verbrennungskraftmotoren.

Mit Inkrafttreten dieser Technischen Richtlinie wird ein weiterer Beitrag zur Rechtssicherheit des Betriebes von Erzeugungseinheiten erzielt. Diese Messvorschrift bietet die Grundlage für Hersteller und Betreiber den Nachweis zu erbringen, dass die EU-DIRECTIVE 2004/30/EU [14] und deren nationale Umsetzung ins deutsche Recht (EMVGesetz) [12] eingehalten werden.

### Erstellung der Richtlinien

Die inhaltliche Gestaltung der Technischen Richtlinien obliegt den entsprechenden Fachausschüssen und Arbeitskreisen. An der Erstellung dieser Richtlinien in den Arbeitskreisen waren beteiligt:

- Hersteller von Erzeugungseinheit(en) (kurz: EZE) und deren Komponenten
- Betreiber von EZE
- Institute und Hochschulen
- unabhängige Messinstitute
- Ingenieurbüros
- FGW e.V. - Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneuerbare Energien.

### Durchführung und Anerkennung der Messungen

Die Messungen nach den Technischen Richtlinien können von allen qualifizierten Messinstitutionen durchgeführt werden. Über die Messung ist ein Prüfbericht anzufertigen. Die wesentlichen Ergebnisse können nach den in dieser Richtlinie angegebenen Vorgaben in einem Auszug aus dem Prüfbericht (FGW-Stammblatt) zusammengefasst werden. Es ist jedoch neben den, in diesen Technischen Richtlinien beschriebenen, Vorgaben zu beachten, dass die Stelle, die diese Messungen anerkennen soll, weitere Anforderungen an die Messinstitution stellen kann. So fordern Zertifizierer von EZE-Messungen nach DIN EN ISO/IEC 17025 [17] akkreditierte Messinstitute.

**FGW-Konformität**

Unabhängige Messinstitute können die Qualität ihrer Arbeit durch das Führen eines Konformitätssiegels hervorheben. Zu diesem Zweck wird das Siegel unter den Prüfbericht (bzw. Auszug aus dem Prüfbericht) gesetzt. Die Berechtigung zum Führen des Konformitätssiegels kann von unabhängigen Messinstituten, beim Nachweis entsprechender Qualitätsmerkmale, beantragt werden. Diese sind auf der Internetseite der FGW e.V. veröffentlicht.

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>i</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>v</b>
<b>Präambel</b> .....	<b>vi</b>
<b>Anerkennungsnotiz</b> .....	<b>vii</b>
<b>Änderungen zur vorherigen Version</b> .....	<b>viii</b>
<b>Verwendete Abkürzungen</b> .....	<b>ix</b>
<b>Begriffe und Definitionen</b> .....	<b>x</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Hintergrund dieser Richtlinie .....	1
1.2 Ziele dieser Richtlinie .....	2
1.3 Inhalt dieser Richtlinie .....	2
<b>2 Anwendungsbereich</b> .....	<b>3</b>
<b>3 Grenzwerte für die Emission elektromagnetischer Wellen</b> .....	<b>4</b>
<b>4 Messanforderungen</b> .....	<b>5</b>
4.1 Zeitlicher Ablauf der Messkampagne.....	5
4.2 Fachliche Anforderungen an das Prüfpersonal .....	5
4.3 Anforderungen an das Messinstitut .....	5
4.4 Anforderungen an die Messeinrichtung .....	5
4.5 Fachliche Anforderungen an das Personal des Herstellers bzw. Betreibers der EZE.....	6
4.6 Anforderungen an die EZE .....	6
4.7 Anforderungen an die Messumgebung .....	7
<b>5 Betriebsarten</b> .....	<b>8</b>
5.1 Gemeinsame Regelungen für alle EZE-Typen.....	8
<b>5.1.1</b> Bestimmung des worst-case .....	8
5.2 Besonderheiten für Messungen an WEA .....	8
<b>5.2.1</b> Modus: Umgebung .....	8
<b>5.2.2</b> Modus: Standby .....	8
<b>5.2.3</b> Modus: Betrieb .....	9
5.3 Besonderheiten für Messungen an PVA .....	9
<b>6 Prüfverfahren</b> .....	<b>10</b>
6.1 Gemeinsame Regelungen für alle EZE-Typen.....	10
<b>6.1.1</b> Messanforderungen.....	10
<b>6.1.2</b> Messablauf .....	11
<b>6.1.3</b> Messungen im Frequenzbereich 150 kHz bis 30 MHz .....	12

<b>6.1.4</b>	Messungen im Frequenzbereich 30 MHz bis 1 GHz.....	12
<b>6.1.5</b>	Messung der Umgebungsstörrpegel .....	12
6.2	Besonderheiten für Messungen an WEA.....	14
6.3	Besonderheiten für Messungen an PVA .....	16
<b>7</b>	<b>Darstellung und Dokumentation im Prüfbericht.....</b>	<b>18</b>
7.1	Inhalte des Prüfberichtes.....	18
<b>8</b>	<b>Sicherheitsanforderungen.....</b>	<b>19</b>
8.1	Nationale Arbeitssicherheitsanforderungen .....	19
<b>9</b>	<b>Ermittlung der Konformität der Anlagen .....</b>	<b>20</b>
9.1	Regelungen für Windenergieanlagen.....	20
<b>9.1.1</b>	Auswahl der Prüflinge .....	20
<b>9.1.2</b>	Typenvermessungsverfahren.....	21
<b>9.1.3</b>	Laufende messtechnische Überwachung.....	21
<b>10</b>	<b>Messunsicherheit .....</b>	<b>22</b>
	<b>Inhaltsverzeichnis Anhänge.....</b>	<b>23</b>
Anhang A	worst-case-Messung (normativ).....	24
Anhang B	Referenzmessung (informativ) .....	25
Anhang C	Beispielprüfbericht .....	28
Anhang D	Auszug aus dem Anhang 1 des Leitfadens zur Anwendung der Richtlinie 2004/108/EG (informativ) .....	53
Anhang E	Bewertungsverfahren zur EMV einer Erzeugungsanlage (kurz: EZA) (informativ).....	55
Anhang F	Messabweichungen durch die Leistungskabel (informativ) .....	57
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>59</b>



---

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abb. 3–1:</b> Grenzwerte nach Tabelle 17 der IEC/CISPR11 [1] .....	4
<b>Abb. 4–1:</b> Beispiel eines Prüfaufbaus einer EMV-Messung an einer WEA.....	6
<b>Abb. 5–1:</b> Überblick über die Betriebsmodi einer WEA.....	9
<b>Abb. 6–1:</b> Peakscan mit einem Spectrumanalyzer .....	13
<b>Abb. 6–2:</b> Beispielhafter Prüfaufbau einer H-Feld Messung.....	13
<b>Abb. 6–3:</b> Beispielhafter Prüfaufbau einer E-Feld Messung .....	14
<b>Abb. 6–4:</b> Beispiel eines Prüfaufbaus einer EMV-Messung an einer WEA. Messpunkte bezogen auf die WEA-Nabe.....	15
<b>Abb. 6–5:</b> Beispiel eines Prüfaufbaus einer EMV-Messung an einer WEA. Messpunkte bezogen auf die WEA-Turmtür.....	15
<b>Abb. 6–6:</b> Beispiel eines Prüfaufbaus einer EMV-Messung an einer WEA, wenn der Transformator mit zum Prüfling gehört.....	16
<b>Abb. 6–7:</b> Beispielhafter EMI-Scan .....	17
<b>Abb. 6–8:</b> Beispiel eines Prüfaufbaus einer EMV-Messung an einer PVA.....	17
<b>Abb. B–1:</b> Aufbau einer Messung nach der Referenzmethode .....	26
<b>Abb. B–2:</b> PY-Tabelle .....	26
<b>Abb. B–3:</b> Darstellung der Messdaten und Grenzwerte.....	27
<b>Abb. F–1:</b> Messabweichungen verursacht durch Leistungskabel im Frequenzbereich 9 KHz - 30 MHz .....	58