

## Rechtslage und Normensituation zur Erhaltung der Versorgungsqualität

### Für Geräte, Komponenten und Systeme

- **Gesetz zur Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMVG)** November 1992, novelliert am 30.08.95 und 18.09.98
- **EG-Konformitätszeichen CE** ab 01.01.96 für alle Geräte, die an öffentlichen Stromversorgungsnetzen betrieben werden
- **Europannormen EN 61000-x-x; EN 550xx-x; u.a.** veröffentlicht im Amtsblatt der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (RegTP)<sup>1</sup> oder im europäischen Amtsblatt

keine Aussagen zur EMV-Wirkung auf biologische Systeme (Elektrosmog); siehe dazu BImSchV 26

<sup>1</sup> vor dem 01.01.1998 Bundesamt für Post und Telekommunikation (BAPT)

## Wer ist betroffen?

- **Hersteller**
- **Importeure und**
- **Personen, die Geräte in den Warenverkehr bringen**
- **Verbraucher/Einspeiser mit Kontakt zu öffentlichen Netzen**

Nach § 1 und § 2 EMVG sind mit der Novellierung der Anwendungsbereich und die Begriffsbestimmungen präzisiert worden

## Anwendungsbereich des EMVG

**CE-Kennzeichnung erforderlich**

- Bauteile, Geräte mit eigenständigen Funktionen (Steckkarten, SPS, Motoren, Regler, Netzgeräte usw.)
- Systeme, z.B. Computer-Systeme mit Zentraleinheit, Tastatur, Monitor usw.

**CE-Kennzeichnung nicht erforderlich**

Anlagen, z.B. HiFi-Anlagen oder Windenergieanlagen, die vor Ort zusammengebaut werden; diese Anlagen müssen die einschlägigen Schutzanforderungen erfüllen:

- alle Geräte sind CE-gekennzeichnet

## das Produkt STROM

Zuordnung  
Produkt - Qualität

Produktkennzeichen  
z.B. Farbe

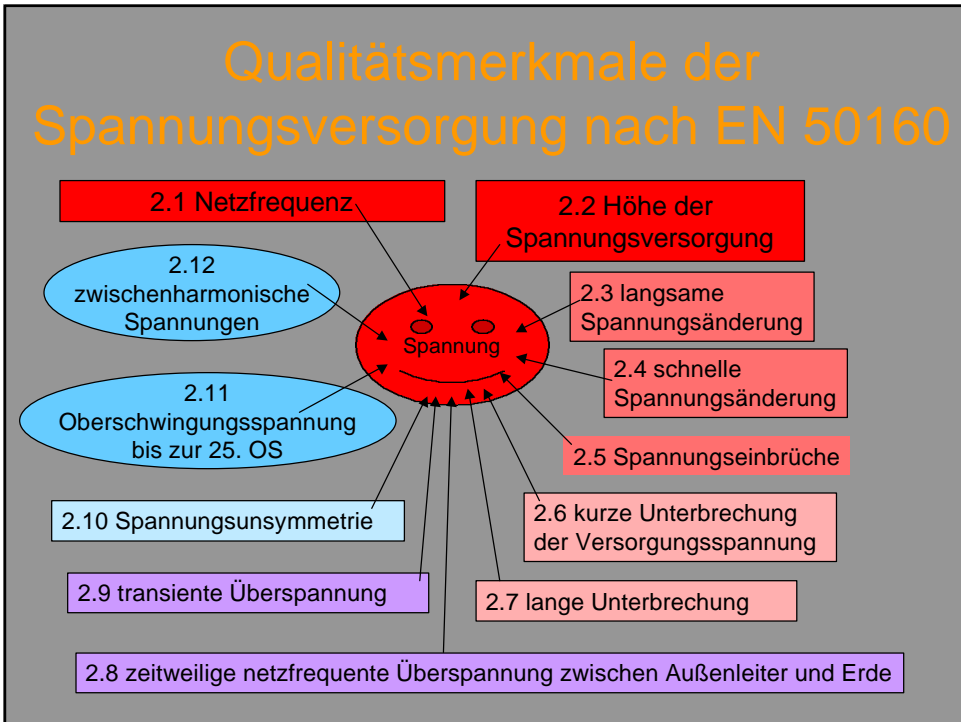
Qualitätsbeschreibung  
Qualitätsanforderung  
Qualitätskontrolle

Verfügbarkeit

Preis-/Leistungsverhältnis

### rechtsverbindliche Grundlage zur Qualitätsbeurteilung

internationale Standards (IEC) IEEE 519-92	europäische Normen EN 61000-2-x EN 50160
VDEW-Richtlinien zu ✓ Beurteilungskriterien ✓ Eigenerzeugungsanlagen	FGW-Richtlinie für Windenergieanlagen
spezielle Anwender- Produktnormen z.B. EN 61800-3 für elektrische Antriebe	



### Qualitätsbeschreibung in weiteren Normen

<b>Qualitätsbeschreibung Verträglichkeitspegel</b>	EN 61642	oberschwingungsbeeinflusste industrielle Wechselstromnetze	bis 1 kHz	Reihen- und Parallelresonanzen, Filter
	EN 61000-2-2 EN 61000-2-4	Beschreibung der Netzqualität öffentliche Niederspannung industrielle Niederspannung	50 bis 2500 Hz	Verträglichkeitspegel $U_h$ für harmonische bis $h = 50$

### Verträglichkeitspegel für Oberschwingungsspannungen nach EN 61000-2-4 der Klasse 3 und EN 50160

h	5	7	11	13	17	19	23	25	> 25
$U_h$ in % <small>EN 61000-2-4 Klasse 3</small>	8	7	5	4,5	4	4	3,5	3,5	$5 \sqrt{(11/h)}$
$U_h/U_N$ in % <small>EN 50160</small>	6	5	3,5	3	2	1,5	1,5	1,5	$0,2 + 12,5/h$

für ungeradzahlige Ordnungszahlen

h	3	9	15	21	> 25	h	2	4	> 4
$U_h$ in %	6	2,5	2	1,75	1		3	1,5	1
$U_h/U_N$ in % <small>EN 50160</small>	5	1,5	0,3	0,2	0,2		2	1	0,5

für geradzahlige Ordnungszahlen

h	< 11	11 bis 13	> 13 bis 19	> 19 bis 23	> 23 bis 25	> 25
$U_h$ in % <small>EN 61000-2-4 Klasse 3</small>	2,5	2,25	2	1,75	1,5	1

für nichtcharakteristische Ordnungszahlen (Zwischenharmonische Frequenzen)

## Grundsätze für die Beurteilung von Netzurückwirkungen VDEW-Richtlinie, 3. Auflage 1992

### Reduktion der Netzurückwirkungen

1. **Durch Reduktion der Störemission**  
erreicht durch Anwendung der Störemissionsnormen
2. **Durch Reduktion der Netzimpedanz bzw. Erhöhung der Kurzschlußleistung**  
erreicht durch Anwendung der VDEW-Richtlinien

In der 79-seitigen Broschüre werden Berechnungsverfahren und Verträglichkeitspegel vorgestellt

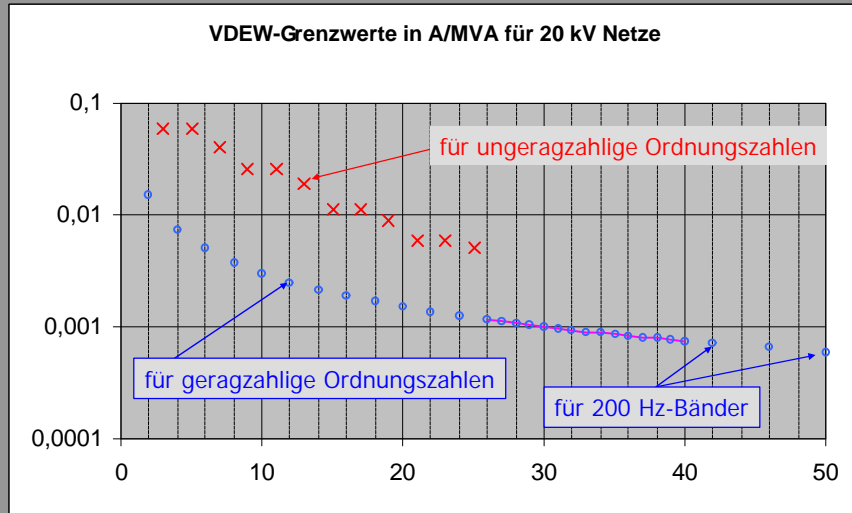
### Stromüberschwingungsgrenzwerte nach VDEW-Richtlinie Eigenerzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz

Ordnungszahl $v, \mu$	Zulässiger bezogener Oberschwingungsstrom $i_{v,\mu \text{ zul}}$ in A/MVA	
	10-kV-Netz	20-kV-Netz
5	0,115	0,058
7	0,082	0,041
11	0,052	0,026
13	0,038	0,019
17	0,022	0,011
19	0,018	0,009
23	0,012	0,006
25	0,010	0,005
>25 oder geradzahlig	0,06/v	0,03/v
$\mu < 40$	0,06/ $\mu$	0,03/ $\mu$
$\mu > 40$ *)	0,18/ $\mu$	0,09/ $\mu$

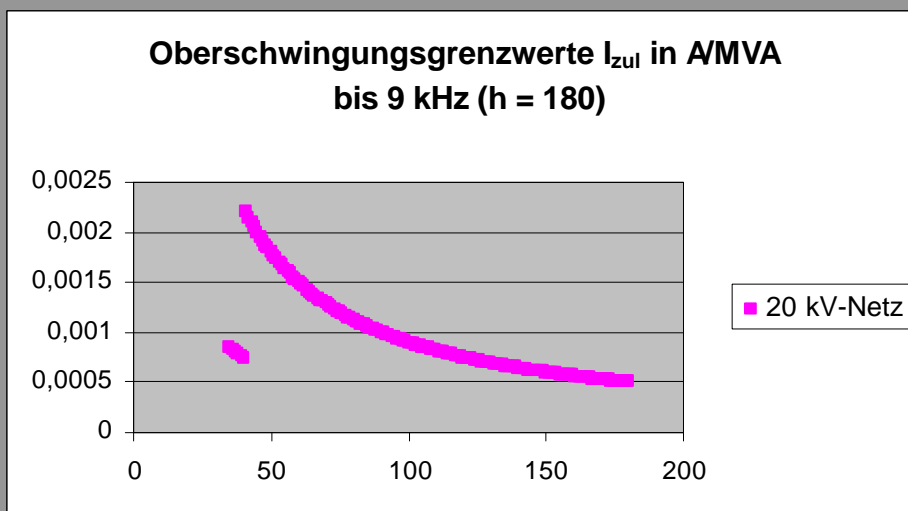
\*) ganzzahlig und nicht ganzzahlig innerhalb einer Bandbreite von 200 Hz

Tabelle 3.7-1: Insgesamt an einem Mittelspannungsnetz zulässige, auf die Kurzschlußleistung bezogene Oberschwingungsströme, die durch direkt in diesem Netz angeschlossene Anlagen erzeugt werden.

### Darstellung der VDEW-Grenzwerte über der Ordnungszahl $h$ aufgetragen



### Grenzwerte bis 9 kHz (180. Harmonische)



## Berechnung der erforderlichen Netzkurzschlußleistung

Umrechnung der Grenzwerte auf andere Nennspannungen:

$$(I_{v400V})_{zul} = (I_{v20kV})_{Grenzwert} \cdot \frac{20kV}{0,4kV} \text{ in } \left[ \frac{A}{MVA} \right]$$

Berechnung der erforderlichen Kurzschlussleistung

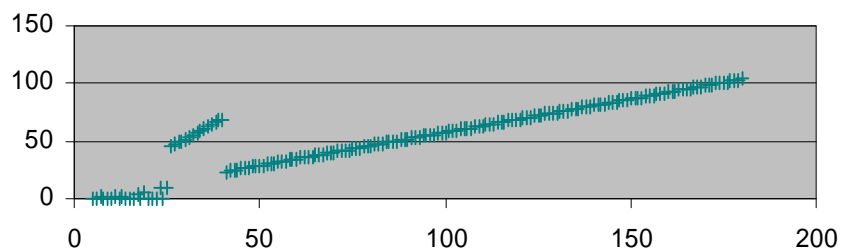
$$(S_k)_{erforderlich} = \frac{I_{vMesswert}}{\left( \frac{I_v}{MVA} \right)_{Grenzwert}}$$

$$(S_k)_{erforderlich} = \frac{x\% \cdot I_{Nennwert}}{\left( I_{v-zulässig} \right)_{Grenzwert}}$$

## erforderliche Kurzschlußleistung $S_k$ als Funktion der Ordnungszahlen $h$

Annahme eines theoret. Meßwertes  $x = 0,1\%$  von  $I_{Anlagennennwert}$

$S_{kerf}$  in A/MVA gerechnet für  $I_N = 51,9 A$   
(entspricht 1,8 MW Anlagennennleistung)



## spezielle Normen und Richtlinien

Geräte mit $I_L > 16 \text{ A}$ , z. B. Aufzugsanlagen, Eigenerzeugungsanlagen,  Windenergieanlagen	Beurteilung nach VDEW-Richtlinien mit spezieller Anschlußgenehmigung durch das EVU  technische Richtlinie der FGW zur Netzverträglichkeit von WEA
spezielle Geräte drehzahlveränderbare elektrische Antriebe-Teil 3	EN 61800-3 (1996)
Sicherheit von elektrischen Ausrüstungen und Maschinen	EN 60204-31 (1998)
Produktnorm Lichtbogenschweißeinrichtungen	EN 50199 (1995)
unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)	EN 50091-2 (1995)
Alarmanlagen	EN 50130-4 (1995)
usw	

## Störemission bei drehzahlveränderbaren Antrieben

nach DIN EN 61800-3  
für Niederspannungsnetze

nach DIN EN 61800-4  
für Mittelspannungsnetze

Vorgabe des THD und PHD für Strom Oberschwingungen

Unter Berücksichtigung der verfügbarer Kurzschlußleistung  
können beliebige Oberschwingungswerte zugelassen werden

## Aussagen zu zwischenharmonischen Frequenzanteilen bis 9 kHz

- **Begründung durch Leistungssteuerung von Elektrowärmegeräten (Schwingungspaketsteuerung)**
- **Pulsumrichter**

Grenzwertdefinitionen in Beratung:  
vorgeschlagen sind für diskrete Frequenzen 0,2 %  
und für ein 200 Hz-Frequenzband 0,3 % von  $U_1$

Nach EN 50160 soll die zulässige Störaussendung  
von Einzelgeräten kleiner 0,1 %  
der Netzspannung bleiben

(Ansprechpegel der Rundsteuerempfänger: 0,3 %)

## Normenaussagen auf der Grundlage von Zeitbereichsmessungen (DFT/FFT)

- **Frequenzbereich 2 bis 9 kHz**
  - ✓ IEC 61000-3-9 DFT/FFT über 200 ms Fensterbreite
  - ✓ IEC 61000-4-x Gruppenbildung über 200 Hz Bandbreite

$$C = \sqrt{\sum_{\text{bins considered}} C_i^2}$$

- $C_i$  Effektivwert einer Gruppe
- $C$  Effektivwert aus allen Gruppenwerten für eine Gruppe (200 Hz-Band)

## Sendepiegel für power line communication (PLC)

	Norm	Störgröße	Frequenzbereich	Pegel
Sendepiegel	EN 50065-1	Spannung	3 - 9 kHz	Schmalbandige Signale: 134 dBµV bei 9 kHz 120 dBµV bei 95 kHz frequenzlogarithmische lineare Abnahme breitbandige Signale: ≤ 134 dBµV 95 -148,5 kHz für allgemeinen Gebrauch ≤ 116 dBµV

120 dBµV entspricht 1 V;  
bezogen auf 230 V Nennspannung sind das 0,435 %

## Konfliktpotential für die zukünftige power line communication (PLC)

### Frequenzbereiche der Datenkommunikation

Band	Frequenz	Anwendungsbereich
	3 - 9 kHz	Nutzung durch EVU auf Antrag interne Kundenanlage
Band A	9 - 95 kHz	außer Haus Übertragung
Band B	95 - 125 kHz	in Haus Übertragung
Band C	125 - 140 kHz	in Haus Übertragung, zeitmultiplex
Band D	140 - 148,5 kHz	in Haus Übertragung
Band E	ab 150 kHz	Kurzwele, Amateurfunk, u.v.m.

CENELEC-Bänder für die Datenübertragung  
auf elektrischen Energieversorgungsleitungen

## Abschätzung der zukünftigen Entwicklung in Richtung Qualitätsverschlechterung

### Zunahme der Verbraucher mit nichtlinearer Stromaufnahme

- Drehzahlvariable Antriebe
- Energiemanagement durch getakteten Leistungsbezug

### Zunahme der dezentralen Energieerzeugung

- dezentrale Kleinkraftwerke als Massenprodukt
- Brennstoffzellen-Blockheiz-Kraftwerk

## Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung bzw. Reduktion der Störwirkungen

Heizgeräte mit Sinushalbwellensteuerung

Netzteil mit PFC-Eingang

Umrichter mit Sinusausgangfilter

Einbau von Funkstör Schutzfiltern