

# MESSTECHNISCHE DIENSTLEISTUNGEN





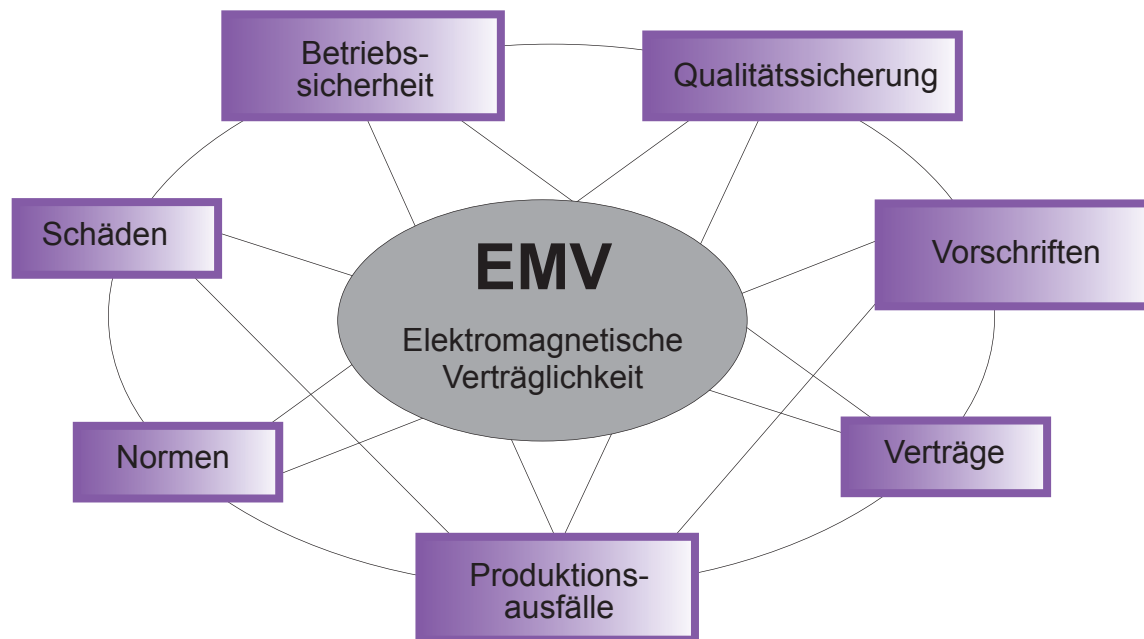
# INHALTSVERZEICHNIS

	<b>Seite</b>
Netzstörungen	4
Betriebssicherheit	5
Oberschwingungen	6
Fourieranalyse	7
Netzspannungsqualität	8
Störgrößenqualifizierung	9
Elektromagnetische Verträglichkeit	10
Dienstleistungen	11

Die in der vorliegenden Dokumentation enthaltenen Daten und Angaben sind vor Übernahme und Anwendung zu prüfen. Der Anwender kann aus diesen Unterlagen und zusätzlichen Diensten keinerlei Ansprüche gegenüber EAS oder Mitarbeitern von EAS ableiten, es sei denn, dass diese vorsätzlich oder grob fahrlässig gehandelt haben. Die Firma EAS behält sich das Recht vor, ohne vorherige Bekanntmachung, im Rahmen des Angemessenen und Zumutbaren, Änderungen an ihren Produkten und Produktinformationen vorzunehmen.

# NETZSTÖRUNGEN

Störungen oder Zerstörungen durch EMV-Einflüsse führen innerhalb der Produktionsanlagen immer häufiger zu Anlagenstillständen und verursachen jährlich Produktionsausfälle in Millionenhöhe.



Die Arten von Netzstörungen sind vielschichtig.

Dazu zählen Über- und Unterspannung, transiente Über- und Unterspannungen, Spannungsunsymmetrien, Frequenzabweichungen, nieder- und hochfrequente Spannungsüberlagerungen, Oberschwingungsbelastungen, Kurzzeitunterbrechungen in vorgelagerten Netzen, Störeinkopplungen aufgrund der Netzform und vieles mehr.

Die Betriebs- und Funktionssicherheit moderner Produktionsanlagen oder Kommunikationszentren ist vom reibungslosen Zusammenarbeiten verschiedener Technologien abhängig.

Das Herzstück der elektrischer Anlagen ist die Energieversorgung.

Unterschiedliche elektronische Bauteile und Komponenten, die die Funktionskette bilden, sind abhängig von der Netzspannungsqualität, die nachhaltig von der Verbraucherstruktur geprägt wird.

# BETRIEBSSICHERHEIT

Die Betriebssicherheit ganzer Produktionsanlagen hängt unmittelbar von der Qualität der elektrischen Energieversorgung ab. Die regelmäßige Überprüfung der Energieeinspeisung ist notwendig, um die Einhaltung der Normen und Vorschriften für die Spannungsqualität sicherzustellen.

Diese Überprüfung liegt in der Verantwortung des Betreibers.



Die Funktionssicherheit dieser Einrichtungen und die Einhaltung der Netzspannungsqualität kann nur durch eine Messung unter realen Lastbedingungen nachgewiesen werden.

Die Beeinflussung der Spannungsqualität wie z.B. durch Netzzrückwirkungen können zu Geräteschäden und Produktionsausfällen führen.



# OBERSCHWINGUNGEN

Der zunehmende Einsatz von elektrischen Verbrauchern, die das Netz mit einem nicht sinusförmigen Strom belasten, führt zu wachsenden Netzurückwirkungen, die sich in unerwünschten **Oberschwingungsspannungen** bemerkbar machen.

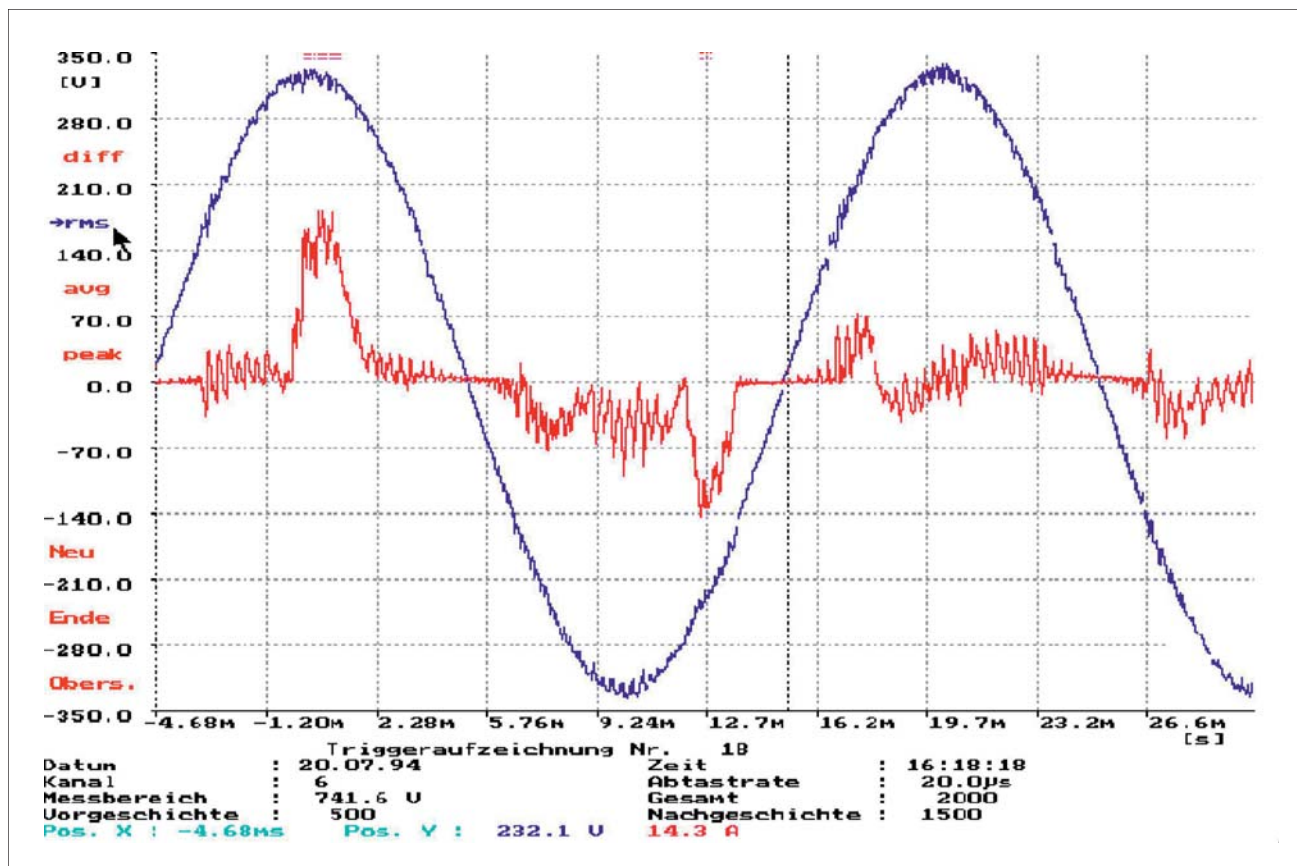
Grundsätzlich ist heute in allen Netzen mit Oberschwingungen zu rechnen. Deshalb stellen unverdrosselte Kompensationsanlagen ein nicht zu unterschätzendes Gefahrenpotential dar. Dieses Gefahrenpotential steigt mit dem Kompensationsgrad (Verhältnis von Kompensationsleistung zu Trafoleistung) und der Feinabstufung der Anlage.

Die Auswirkungen der Resonanzeffekte führen zu unterschiedlichen Problemen im Kundennetz. Das können Langzeitausfälle in den Kompensationsanlagen sein, die sich erst nach Jahren bemerkbar machen. Direkte Resonanzen können zu Störungen in den Kundenanlagen führen. Resonanzanhebungen im Bereich der Spannung rufen sporadische Störungen hervor.

**Oberschwingungen** (auch „Netzharmonische“ genannt) sind sinusförmige Schwingungen, deren Frequenz ein ganzzahliges Vielfaches der Grundschwingung (50 Hz) ist.

**Oberschwingungsströme** verursachen an den Netzimpedanzen Oberschwingungsspannungen, die der 50 Hz-Netzspannung überlagert werden.

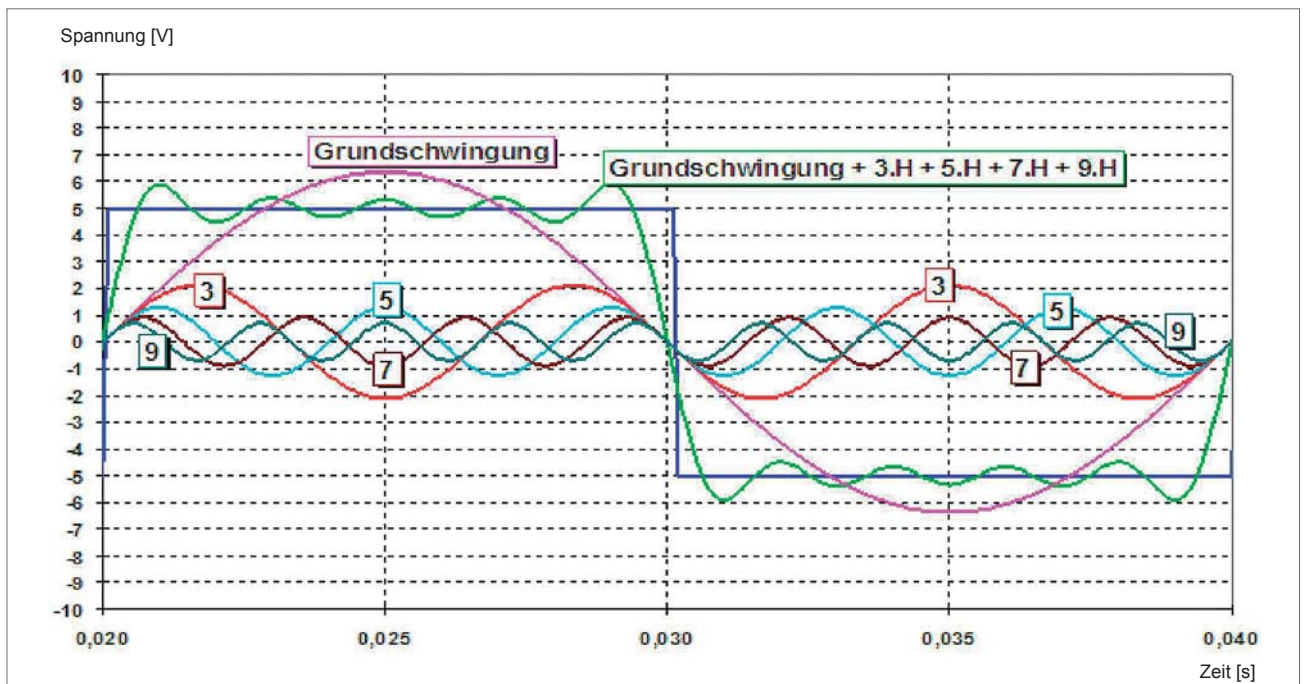
**Oberschwingungsspannungen** sind die Rückwirkungen aller Kundenanlagen mit ihren elektrischen Betriebsmitteln, die das Versorgungsnetz mit einem nicht sinusförmigen Strom belasten. Versursacher sind demnach elektrische Verbraucher mit einer nicht sinusförmigen Stromaufnahme.



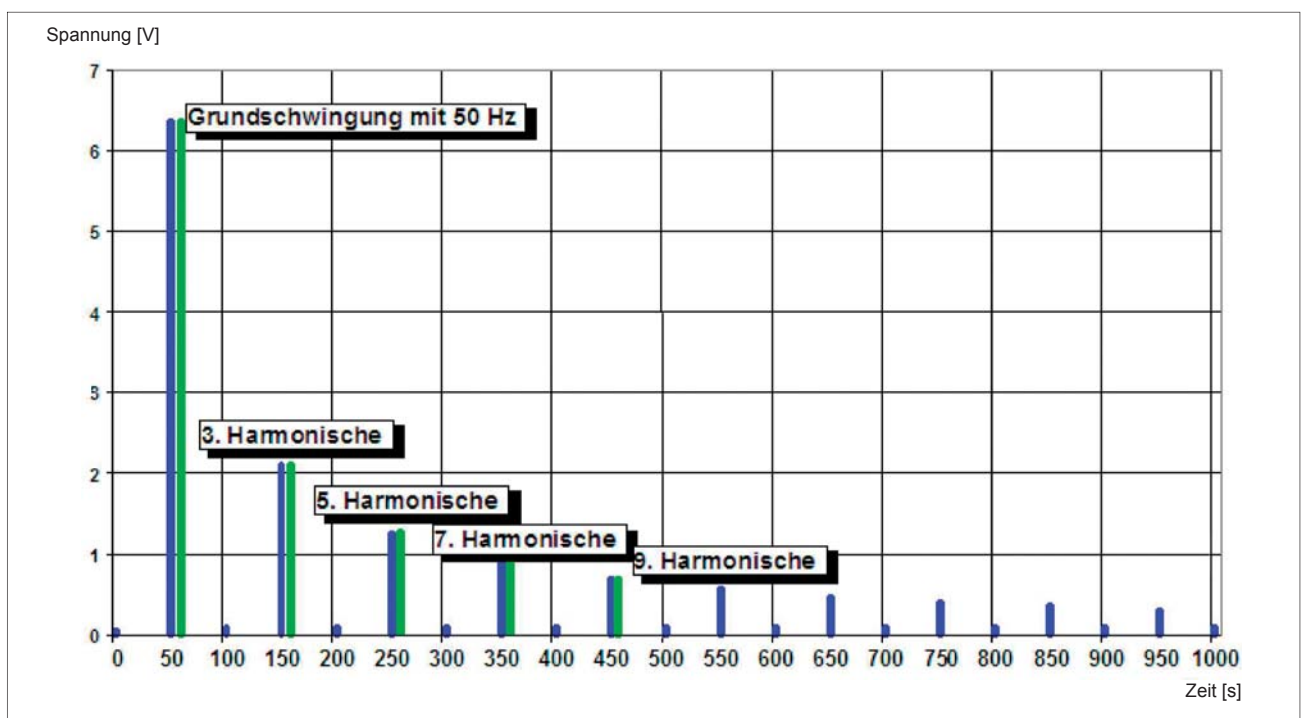


# FOURIERANALYSE

Zur Darstellung von Oberschwingungen wird in der Elektrotechnik die sog. **Fourieranalyse** verwendet. Die Fourieranalyse ist eine Rechenmethode. Sie beschreibt das Zerlegen einer Schwingung in eine Summe von Sinusschwingungen und erstellt damit eine sogenannte Fourierreihe. Die Ordnung einer Oberschwingung gibt das Vielfache ihrer Frequenz bezogen auf die Grundschwingung (50 Hz) an.



**Fourieranalyse:** Zerlegung einer Rechteckschwingung in die Sinusanteile bis zur 9. Ordnung und Zusammensetzung dieser Sinusanteile zu einer angenäherten Rechteckkurve.



**Spektraldarstellung** bis zur 20. Netzharmonischen (1000 Hz) einer Rechteckschwingung und einer Schwingung, die sich aus der Grundschwingung, der 3., 5., 7. und 9. NH zusammensetzt

# NETZSPANNUNGSQUALITÄT

Für optimale Netzspannungsqualität müssen die charakteristischen Merkmale der Versorgungsspannung

- der Betrag der Spannung
- die Kurvenform des Spannungsverlaufs
- die Netzfrequenz
- die Symmetrie des Drehstromsystems

möglichst konstant sein, d.h. sich nur in vorgegebenen Toleranzgrenzen verändern dürfen. **Die im Netz einzuhaltenden Grenzwerte sowie die grundsätzlichen Anforderungen an die Netzqualität sind in der Europannorm EN 50160 definiert.**

**Netzfrequenz:** Die EN 50160 gibt vor, dass die Netzfrequenz von 50 Hz lediglich um 1% über- bzw. unterschritten werden darf.

**Spannungseinbrüche:** Die Anzahl der Spannungseinbrüche, wie sie z.B. durch Kurzschlüsse passieren, dürfen je nach Art des Verteilernetzes bis zu 1.000 mal im Jahr vorkommen.

**Unterbrechungen der Versorgungsspannung** dürfen bis zu 50 mal im Jahr entstehen.

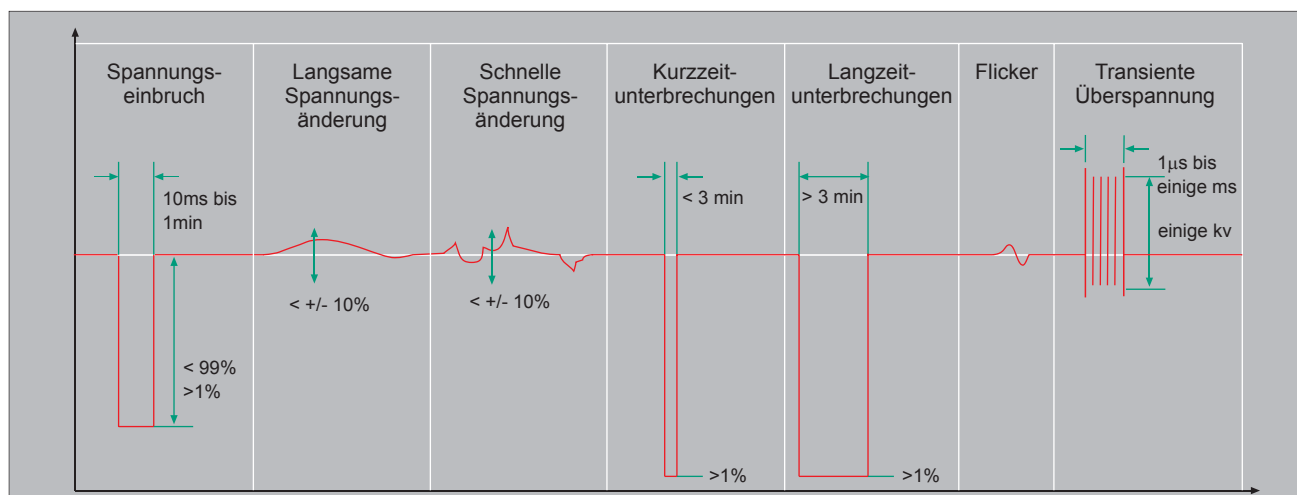
**Langsame Spannungsänderungen:** Die Mittelwerte von langsamen Spannungsveränderungen sollen zu 95% im Bereich +/-10% der Versorgungsspannung liegen.

**Schnelle Spannungsänderungen** können als kurzfristige Abweichungen von 10% der vereinbarten Niederspannung mehrmals am Tag auftreten.

**Flicker** ist der Eindruck der Unstetigkeit visueller Empfindungen, hervorgerufen durch Lichtreize mit zeitlicher Schwankung der Leuchtdichte oder der spektralen Verteilung. Die Störwirkung wächst sehr schnell mit der Amplitude der Schwankung an. Der Langzeitflicker (Plt) darf den Grenzwert von 1,0 nicht überschreiten.

**Transiente Überspannungen zwischen Außenleitern und Erde** überschreiten an der Übergabestelle im Allgemeinen einen Spitzenwert von 6 kV nicht. Die Anstiegszeiten liegen in einem weiten Bereich zwischen Millisekunden bis hin zu wesentlich weniger als eine Mikrosekunde. Aufgrund physikalischer Gesetze haben transiente Überspannungen mit einer längeren Anstiegszeit sehr viele kleinere Amplituden. Daher ist das zufällige Zusammentreffen von hohen Scheitelwerten und langen Anstiegszeiten sehr unwahrscheinlich.

## Visuelle Auflistung von Kriterien der Spannungsqualität





# STÖRGRÖSSENQUALIFIZIERUNG

## Netzspannungsqualität nach DIN EN 50160 (Kurzform)

Merkmale der Versorgungsspannung	Werte bzw. Wertebereiche		Mess- und Auswerteparameter			
	Niederspannung	Mittelspannung	Basisgröße	Integrationsintervall	Beobachtungsperiode	Prozentsatz
Frequenz (bei Verbindung zu einem Verbundnetz)	49,5 Hz bis 50,5 Hz 47 Hz bis 52 Hz		Mittelwert	10 s	1 Woche	95% 100%
Langsame Spannungsänderungen	230 V + 10%	U <sub>c</sub> + 10%	Effektivwert	10 min	1 Woche	95%
Schnelle Spannungsänderungen	5% max. 10%	4% max 6%	Effektivwert	10 ms	1 Tag	100%
Flicker (Festlegung nur für Langzeitflicker)	PR = 1		Flickeralgorithmus	2 h	1 Woche	95%
Spannungseinbrüche (< 1 min.)	einige 10 bis 1000 pro Jahr (unter 85% U <sub>c</sub> )		Effektivwert	10 ms	1 Jahr	100%
Kurze Versorgungsunterbrechungen (< 3 min.)	einige 10 bis mehrere 100 pro Jahr (unter 1% U <sub>c</sub> )		Effektivwert	10 ms	1 Jahr	100%
zufällige lange Versorgungsunterbrechungen (> 3 min.)	einige 10 bis 50 pro Jahr (unter 1% U <sub>c</sub> )		Effektivwert	10 ms	1 Jahr	100%
zeitweilige netzfrequente Überspannungen (Außenleiter - Erde)	meist < 1,5 kV	1,7 bis 2,0 (je nach Sternpunktbehandlung)	Effektivwert	10 ms	keine Angabe	100%
Transiente Überspannungen (Außenleiter - Erde)	meist < 6 kV	entsprechend der Isolationskordination	Scheitelwert	kein	keine Angabe	100%
Spannungsunsymmetrie (Verhältnis Gegen- zu Mitsystem)	meist 2%, in Sonderfällen bis 3%		Effektivwert	10 min	1 Woche	95%
Oberschwingungsspannung (Bezugswert U <sub>n</sub> )	Gesamtoberschwingungsgehalt (THD) 8%		Effektivwert	10 min	1 Woche	95%
Zwischenharmonische Spannung	Werte in Beratung		Werte in Beratung			
Signalspannung (Bezugswert U <sub>n</sub> )	Bereich 9 bis 95 kHz in Beratung		Effektivwert	3 s	1 Tag	99%

# ELEKTROMAGNETISCHE VERTRÄGLICHKEIT

Jeder elektrische Strom erzeugt ein elektromagnetisches Feld, das wiederum einen elektrischen Stromfluss in anderen Leitern verursachen kann. Je nach Schwere der Störungen kann es zu Fehlfunktionen oder sogar Ausfällen der betroffenen Geräte kommen. Um die störenden Einflüsse so gering wie möglich zu halten, gibt es eine Vielzahl von Richtlinien. Die dabei relevante Messgröße ist der **Elektromagnetische Verträglichkeitspegel**. Darunter versteht man den elektromagnetischen Störpegel, der in einer vorgegebenen Umgebung als Bezugspegel zur Koordination bei der Festlegung von Aussendungs- und Störfestigkeitsebenen verwendet wird. Die zulässigen Grenzwerte der Verträglichkeitspegel sind in elektromagnetische Umgebungsclassen 1 bis 3 definiert:

Klasse 1: geschützte Versorgungsanlagen von sehr empfindlichen Betriebsmitteln, z.B. Labornetze, Rechenzentren, etc.

Klasse 2: Verknüpfungspunkte mit dem öffentlichen Netz, z.B. Privathaushalte, Gewerbebetriebe, etc.

Klasse 3: Anlageninterne Anschlusspunkte in industriellen Umgebungen, z.B. Schwerindustrie, etc.

Die Verträglichkeitspegel für Oberschwingungen sind in den EMV-Normen für öffentliche Niederspannungsnetze (EN 61000-2-2) und für Industrieanlagen (EN 61000-2-4) festgelegt.

Störgröße	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
Schwankungsbreite der Spannung, Abweichungen bezogen auf die Nennspannung $U_N \Delta U / U_N$	+ 8%	+ 10%	+ 10% bis - 15%
Spannungsunsymmetrie $\Delta U_{neg} / U_{pos}$	2%	2%	3%
Abweichungen von der energietechnischen Frequenz (Netzfrequenz) $\Delta f / f_N$	+ 1 Hz	+ 1 Hz	+ 1 Hz

### Auszug EN 61000-2-4:

*Verträglichkeitspegel für die Grenzabweichung der Spannung, Spannungsunsymmetrie und Schwankungen der energietechnischen Frequenz (Netzfrequenz)*

Ordnung h	Klasse 1 $U_h$ in %	Klasse 2 $U_h$ in %	Klasse 3 $U_h$ in %
5	3	6	8
7	3	5	7
11	3	3,5	5
13	3	3	4,5
17	2	2	4
$17 < h < 49$	$2,27 \times (17/h) - 0,27$	$2,27 \times (17/h) - 0,27$	$4,5 \times (17/h) - 0,5$

### Auszug EN 61000-2-4:

*Verträglichkeitspegel für Oberschwingungen - Oberschwingungsanteile der Spannung, Ungeradzahlige Oberschwingungen, keine Vielfache von 3.*

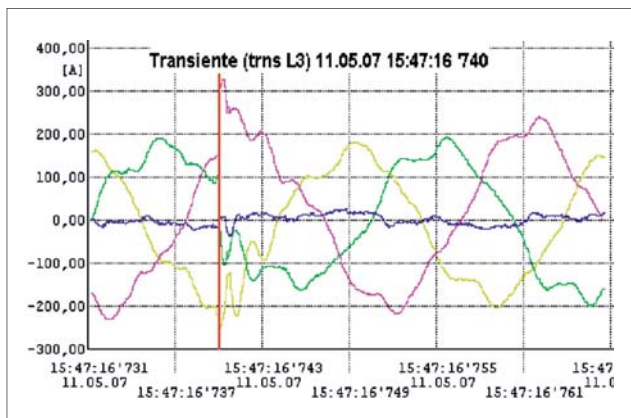
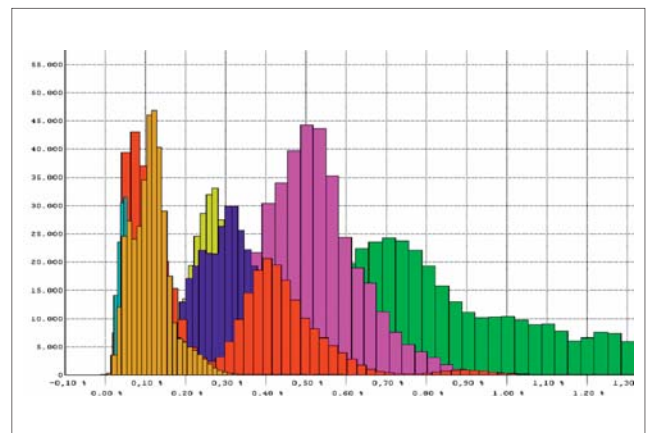
Oberschwingungen werden mit speziellen Geräten, sog. Netzanalysatoren, die an den Stromversorgungen angeschlossen werden, gemessen und sichtbar gemacht. Auf diese Weise wird auch das Aufspüren von Netzstörungen ermöglicht. Da eine Störung auch jedesmal Kosten verursacht, ist es ratsam, Netzanalysatoren schon frühzeitig einzusetzen, damit die Ursachen erkannt, Probleme behoben und langfristig eine stabile Netzqualität erhalten werden kann.

Eine Oberschwingungsmessung ist nur dann aussagekräftig, wenn sie über einen längeren Zeitraum hinweg durchgeführt wird. Parallel zur Spannungsmessung ist die Aufzeichnung der Ströme zur Interpretation der Messwerte unbedingt erforderlich.

## Im Allgemeinen werden die folgenden Messwerte erfasst:

Überprüfung und Analyse der aktuellen Netzspannungsqualität.  
Bewertung der Messergebnisse nach aktuellen Vorschriften bis 2,5 kHz (50. NH).

- 3-phasig Spannung und Strom bis 50. NH
- N-Leiterstrom
- Netzsymmetrie
- Netzfrequenz
- Verzerrungsfaktor (THD) Spannung und Strom
- Transiente Ereignisse
- Kurz- und Langzeitflicker (Pst und Plt)



## Netzstörmessungen in industriellen Strukturen:

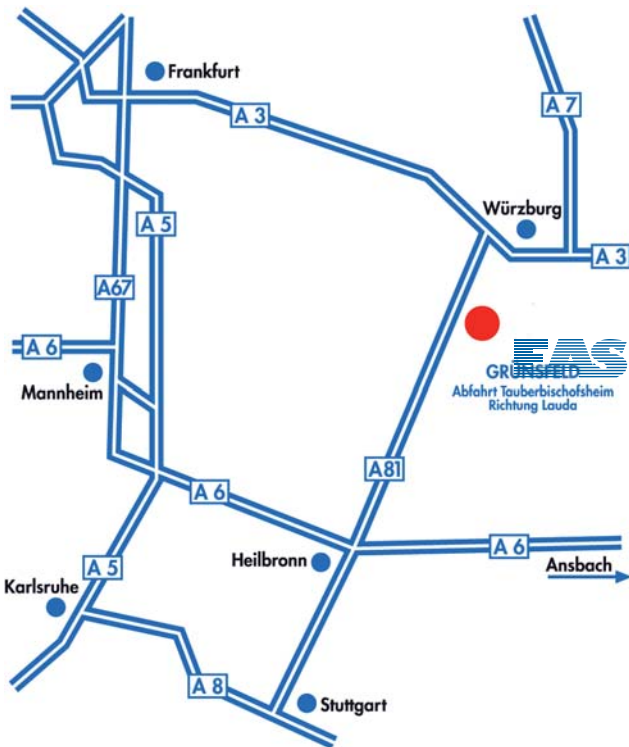
Erfassung von potenziellen Störquellen, die nachhaltig zu Fehlfunktionen, Störungen oder Zerstörungen innerhalb moderner Produktionsanlagen führen.

## Funktionsmessungen in Rechenzentren, Flughäfen o.ä.:

Überprüfen der Funktionen von NEA- und USV-Anlagen bei Netzstörungen, Vermessen von automatischen Schaltfunktionen mit Protokollierung. Überprüfung der Überbrückungszeiten unter Lastbedingungen.

EAS bietet seinen Kunden umfangreiche Dienstleistungen für Energieverteilungs- und Kompensationsanlagen aus einer Hand:

- Konzeption
- Planung
- Realisierung
- Montage
- Inbetriebnahme
- Messtechnische Begleitung



Aktuelle Neuheiten  
aus dem Hause EAS  
finden Sie auch unter:



[www.eas-schaltanlagen.de](http://www.eas-schaltanlagen.de)

