

2 Normen

Wie gut ist gut genug?

Probleme mit der Netzspannungsqualität stellen Planer immer wieder vor die Frage, welche Mindestanforderung an die Spannungsversorgung zu stellen ist. Eine pauschale Antwort darauf zu geben, ist schwierig, denn die Anforderung wird von Erzeuger, Verteiler und Anwender unterschiedlich gesehen. Gerne wird dann auf die bestehenden nationalen oder internationalen Normen verwiesen. In diesen werden einzelne Phänomene definiert und Verträglichkeitsgrenzwerte festgelegt, die von Geräteherstellern und Netzversorgern zugrunde gelegt werden. Eine Häufung dieser Ereignisse oder das Zusammentreffen mehrerer unterschiedlicher Störungen in ihrer Summenwirkung wird aber nicht berücksichtigt und muss auch nicht ausschließlich vom Erzeuger der Energie kommen.

Die Frage muss lauten:

Ist eine Kompatibilität zwischen Betriebsmittel und Stromversorgung gegeben?

Dazu muss die geforderte Netzqualität definiert werden und die erforderlichen Maßnahmen zur Sicherstellung dieser Qualität getroffen werden (**Bild 2.1**). Dies erfordert eine gute Planung, wirksame Gegenmaßnahmen, Zusammenarbeit mit dem Stromversorger, häufige Überwachung und laufende Wartung. Möglich wird dies erst mit der genauen Kenntnis der Prinzipien und Praxis der Qualitätsverbesserung in der Energieversorgung.

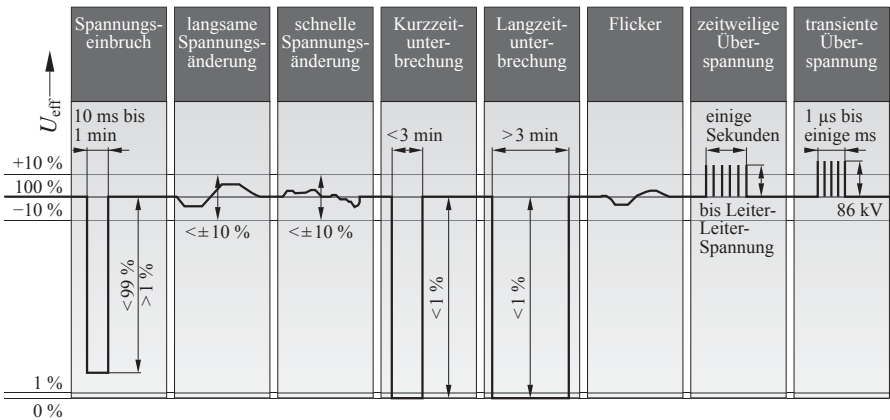


Bild 2.1 Definition der Qualitätsmerkmale der Netzspannung

Unterschiedliche Normungsgremien beschäftigen sich im Rahmen der EMV-Normung mit den Grenzwerten, Messverfahren, Messgeräten und Planungsmaßnahmen zum Thema Netzurückwirkungen und Oberschwingungen, um für Hersteller und Anwender eine Basis zur Beurteilung der gegenseitigen Verträglichkeit zu liefern.

Auf internationaler Ebene ist dies IEC/CISPR mit seinen technischen Komitees. Das TC 77 bearbeitet dort die Aufgaben der elektromagnetischen Verträglichkeit.

Auf europäischer Ebene ist dies CENELEC mit der Schaffung von EN-Normen. Das TC 110 befasst sich mit den EMV-Normen.

Auf nationaler Ebene ist in Deutschland die DKE mit der Bearbeitung von EMV-Normen beauftragt. Wie alle nationalen europäischen Normungsgremien unterliegt diese der CENELEC und letztendlich werden EN-Normen dort gemeinsam von allen Ländern beschlossen. Auf diesem Weg entstand als Grundlage das EMV-Gesetz, nach dem auch Netzurückwirkungen zu betrachten sind.

Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (EMVG)

Inhalt

- Es setzt bindende EG-Vorschriften zur EMV in deutsches Recht um als EG-Richtlinie zur EMV vom 3. Mai 1989 (89/336/EWG).

Geltungsbeginn, Übergangsregelungen

- Das EMVG, veröffentlicht im Bundesgesetzblatt (BGBI.), trat am 13. November 1992 in Kraft.
- Bis 31. Dezember 1995 konnten bisher bestehende nationale Regelungen angewendet werden (Hochfrequenzgerätegesetz, HFrG).
- Die überarbeitete EMV-Richtlinie 2004/108/EG wurde im Jahr 2004 eingeführt.
- Die Übergangsfrist dafür endete am 20. Juli 2009.

2.1 Merkmale der Netzspannung

Erstmals wurden in Europa Ende der 1980er-Jahre die Parameter der Netzspannung durch das Gremium UNIPEDA beschrieben. Aufbauend darauf entstand im Jahr 1993 durch CENELEC die EN 50160, die in Deutschland seit dem Jahr 1995 in Kraft ist [17]. Sie legt die üblicherweise zu erwartenden Wertebereiche für die Merkmale der Versorgungsspannung am Übergabepunkt fest. Dies sollte nicht mit den geforderten Verträglichkeitspegeln der angeschlossenen Geräte verwechselt werden.

2.1.1 Spannungsschwankungen

Spannungsschwankungen und Spannungsänderungen werden durch das Zu- und Abschalten von großen Lasten, Motoren mit wechselnden Belastungen oder dem Umschalten von Transformatoren verursacht. Auch der Betrieb von Blindstromkompensationsanlagen wirkt sich auf die Spannungshöhe der Netzspannung aus. Als Höhe der Spannungsänderung ΔU wird die Differenz zwischen den Effektivwerten vor und nach einer Spannungsänderung verstanden.

Merkmale sind:

- langsame Spannungsänderung $U = U_n \pm 10 \%$,
- schnelle Spannungsänderung $\Delta u < 5 \%$ (bis 10 % mehrmals pro Tag möglich).

Anzuwendende Normen

- DIN EN 60038 (**VDE 0175-1**) „CENELEC-Normspannungen“ (vormals IEC-Normspannungen). Die darin genannte neue Netz-Nennspannung für 50-Hz-Niederspannungs-Versorgungsnetze beträgt 230/400 V (bzw. 690 V). Die deutschen Netzbetreiber hatten die Umstellung bereits im Jahr 1992 abgeschlossen. Im Übergangszeitraum galt: 230/400 V (bzw. 690 V)^{+6 %/-10 %}. Seit dem Jahr 2009 legt IEC 60038 bzw. EN 60038 einen Toleranzbereich von $\pm 10 \%$ fest.
- DIN EN 50160 „Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen“ [17] beschreibt Wertebereiche, innerhalb derer sich die Netzspannung üblicherweise bewegt.
- DIN EN 61000-2-2 (**VDE 0839-2-2**) „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 2-2: Umgebungsbedingungen – Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen und Signalübertragung in öffentlichen Niederspannungsnetzen“ [20]
- DIN EN 61000-2-4 (**VDE 0839-2-4**) „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 2-4: Umgebungsbedingungen – Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen in Industrieanlagen“ [21]
- DIN EN 61000-3-3 (**VDE 0838-3**) „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 3-3: Grenzwerte – Begrenzung von Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flicker in öffentlichen Niederspannungs-Versorgungsnetzen für Geräte mit einem Bemessungsstrom ≤ 16 A je Leiter, die keiner Sonderanschlussbedingung unterliegen“,
- DIN EN 61000-4-14 (**VDE 0847-4-14**) „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-14: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit von Geräten und Einrichtungen mit einem Eingangsstrom bis einschließlich 16 A je Leiter gegen Spannungsschwankungen“,

- DIN EN 61000-4-30 (**VDE 0847-4-30**) „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-30: Prüf- und Messverfahren – Verfahren zur Messung der Spannungsqualität“.

2.1.2 Spannungseinbrüche und Spannungsausfälle

In Großbritannien wurden Unterbrechungen ausgewertet, die länger als 1 min auftraten. Dabei musste im Jahr 1999 jeder Verbraucher alle 15 Monate mit einer Unterbrechung von ca. 100 min rechnen. Dies entspricht einer Verfügbarkeit von 99,98 %, leider sind es gerade diese 0,02 %, die Probleme bereiten. Mit dieser relativ hohen Verfügbarkeit liegen wir aber in einem Bereich, der wirtschaftlich max. zu erreichen ist, ohne den Stromkostenpreis wesentlich anheben zu müssen.

Kurzunterbrechungen im Bereich von 100 ms bis 5 s treten häufiger auf und können z. B. bei Unwetter durch umstürzende Bäume oder Äste auf Freileitungen hervorgerufen werden. Der Netzbetreiber (EVU) ist ursächlich für diese Störungen meist nicht selbst verantwortlich und wird die entstehenden Verluste nur in der Höhe der Kosten der Ausfälle der Energielieferung bewerten, während der Verbraucher den Einnahmeverlust sieht, der durch die Unterbrechung seiner Produktion entstanden ist.

Längere Unterbrechungen im Minuten- bis Stundenbereich können durch Fehler beim Netzbetreiber selbst oder in dem Versorgungsnetz entstehen, z. B. Zerstörung des Leitungssystems durch äußere Einflüsse. Abhilfe kann hierbei nur durch redundante Systeme geschaffen werden. Die Versorgungssicherheit kann mit Notstromgeneratoren oder Anlagen zur unterbrechungsfreien Stromversorgung gesichert werden. Da solche Redundanzsysteme aufwendig und teuer sind, ist eine sorgfältige und möglichst frühzeitige Planung notwendig, damit Schwachstellen exakt definiert und im Aufbau der Gesamtversorgung die Redundanz mit eingeplant werden können.

Merkmale sind:

- Spannungsänderungen $> 10 \%$ werden als Spannungseinbruch oder Überspannung definiert.
- Spannungseinbrüche $< 40 \%$ für Zeiten $t < 1$ s; es ist mit bis 1000 Vorgängen im Jahr zu rechnen (vereinzelt auch größere Dauer, Tiefe und Häufigkeit).
- Kurzzeitunterbrechung für Zeiten $t < 0,2$ s bis 3 min; es ist mit bis 500 Vorgängen im Jahr zu rechnen, der größte Anteil dabei unter 1 s.
- Langzeitunterbrechungen für Zeiten $t > 3$ min; es ist mit bis 50 Vorgängen im Jahr zu rechnen.

Alle Vorgänge können in einem, zwei oder drei Außenleiter(n) auftreten und sind, je nach Netzform, als verkettete oder als Leiterspannung zu betrachten.

2.1.3 Netzspannungstransienten

Transienten sind Hochfrequenzereignisse mit einer Dauer von weniger als einer Netzperiode. Ursache können Schalthandlungen, Sicherungsfall oder Blitzeinschlag im Netz sein. Es werden dabei mehrere Kilovolt erreicht, und ohne Gegenmaßnahmen käme es zu erheblichen Schäden. Gerätehersteller müssen einen gewissen Schutz gegen Transienten vorsehen, wobei die Anzahl der Ereignisse nach der Blitzeinschlaghäufigkeit und der Gerätelebensdauer geplant wird. Kommt es in einem Netzabschnitt zu wesentlich häufigeren transienten Vorgängen, so altern die Schutzmaßnahmen gegen Überspannung wesentlich schneller, und der Geräteschutz kann nach kurzer Zeit verloren gehen. Blitzschutzkonzepte bauen den Schutz der Netzspannung vor Transienten in Anlagen mittels Überspannungsableitern und Varistoren auf, sodass die Versorgungsspannung am Verbraucher nur noch max. festgelegte Überspannungsspitzen erreichen sollte.

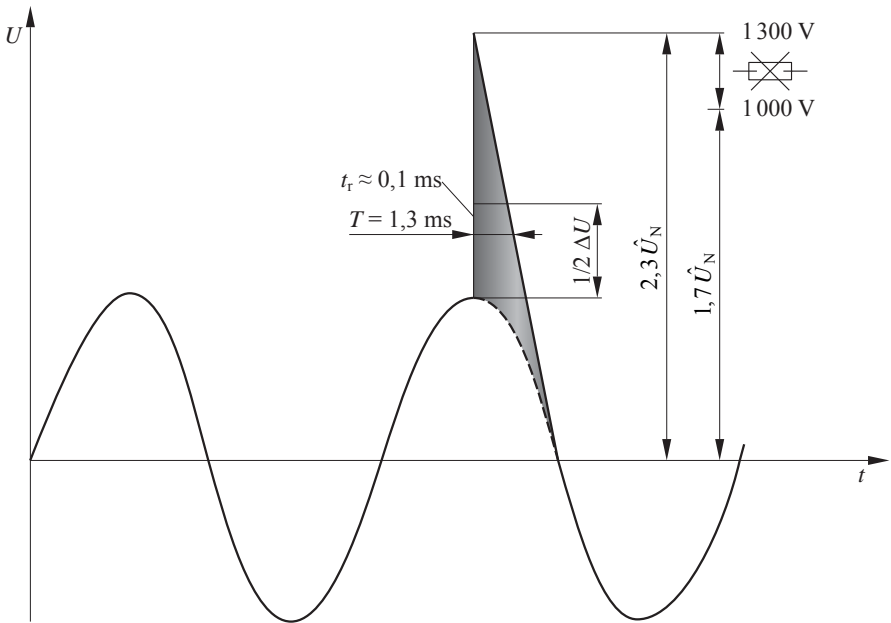


Bild 2.2 Netztransiente nach DIN EN 61000-4-1 (VDE 0847-4-1)

Im **Bild 2.2** dargestellt ist die in der Norm festgelegte Überspannungsspitze (Transiente), mit der im öffentlichen 400-V-Netz einige 100 Mal im Jahr gerechnet und die von den angeschlossenen Geräten ohne bleibende Schäden verkräftet werden muss. Verursacht werden diese durch Blitzeinschläge in Mittel- und Hochspannungsfrei-