

Klassifizierung von USV-Anlagen

Einordnung und Bewertung gemäß Produktnorm IEC 62040 Teil 3

W. Sölter, Warstein

Die bisherigen Begriffe wie „On-Line“, „Line-Interaktiv“ oder „Offline“ für verschiedene USV-Topologien sind nicht eindeutig. Hinzu kommt, dass es einen Wildwuchs an Begriffen gibt, die von vielen Herstellern und Anbietern frei erfunden werden. Dabei werden USV-Topologien, Phantasienamen und Betriebsarten beliebig vermischt. Der heute herrschenden babylonischen Sprachverwirrung wird mit der Produktnorm IEC 62040-3 „Methoden zum Festlegen der Leistungs- und Prüfanforderungen“ entgegen gewirkt.

1 Warum eine neue Klassifizierung?

Die bisherigen Bezeichnungen – beispielsweise „On-Line“ – laden gerade zu einem falschen Verständnis ein. Deshalb erfolgte in der neuen IEC 62040-3 die Anmerkung: „... On-Line bedeutet, dass die Verbraucherlast ständig vom Wechselrichter versorgt wird, unabhängig davon, in welchem Zustand sich der Wechselstromeingang befindet. Allerdings bedeutet „On-Line“ auch „Am Netz“. Um Missverständnisse zu vermeiden, sollte diese Bezeichnung nicht gebraucht werden,...“

Die neue IEC 62040-3 geht nun einen neuen Weg – komplett weg von den alten Begriffen und unabhängig von missverständlichen Namen. Die Grundidee dabei ist, dass für kritische Anwendungen die Qualität der versorgenden Spannung relevant ist – und dies unter allen Betriebsbedingungen! Es ist also das Betriebsverhalten der USV-Ausgangsspannung als Maßstab zur Bewertung einer Anlage heranzuziehen. Diese Aufgabe löst die IEC 62040-3 durch die Einführung eines dreistufigen USV-Klassifikations-Codes.

2 Aufgaben einer USV

USV haben die Aufgabe, nicht nur eine Lösung gegen Netzausfälle zu sein, sondern möglichst viele Netzstörungen von den Verbrauchern fernzuhalten. Die 10 häufigsten und für Endgeräte wichtigsten auftretenden Netzstörungen werden in Tafel 1 aufgeführt. Diese 10 Netzstörungen können den Eigenschaften bzw. Betriebsverhalten der drei USV-Klassen zugeordnet werden, wie es in Abschnitt 4 gezeigt wird.

Autor

Dipl.-Ing. Wilhelm Sölter ist Leiter Marketing USV bei AEG SVS Power Supply Systems GmbH und Mitglied des DKE AK 331.1 und IEC SC 22H

3 USV-Klassifizierung

Die Fachleute in den internationalen Normungsgremien haben einen dreistufigen Klassifizierungscode erstellt. Dabei bezieht sich

Stufe 1 auf die Abhängigkeit des USV-Ausganges vom Netz,

Stufe 2 auf die Spannungsformenform des USV-Ausganges und

Stufe 3 auf die Toleranzkurven zum dynamischen Verhalten des USV-Ausganges.

3.1 Definition der Stufe 1

Die erste Stufe unterscheidet drei Klassen bezüglich der Netzabhängigkeit. Zur Bedeutung der drei Bezeichnungen heißt es:

- **VFI:** Die USV-Ausgangsspannung ist unabhängig von allen Netzspannungs- und Frequenzschwankungen und wird innerhalb der Grenzen nach IEC 61000-2-4 geregelt. (engl.: „UPS output is **independent** of mains **voltage** and **frequency** variations“).
- **VI:** Die USV-Ausgangsfrequenz ist abhängig von der Netzfrequenz. Die Ausgangsspannung ist abhängig von der Netzspannung, sie wird aber durch aktive oder passive Regeleinrichtungen innerhalb bestimmter Grenzen aufbereitet. (engl.: „UPS output is **dependent** on mains frequency variations, but supply **voltage** variations are conditioned (**independent**)“).

- **VFD:** Der USV-Ausgang ist abhängig von Änderungen der Netzspannung und der Netzfrequenz, wenn die USV keine Maßnahmen zur Verbesserung durch Anzapftransformatoren, EMV-Filter oder Varistoren hat. (engl.: „UPS output is **dependent** on mains **voltage** and **frequency** variations“).

3.2 Definition der Stufe 2

Die Stufe 2 ordnet die Kurvenform der Ausgangsspannung in ein recht grobes Raster ein. Der Code dieser Stufe setzt sich aus zwei Buchstaben zusammen, wobei sich der erste auf die Betriebsart „Netzbetrieb“ und der zweite auf „Batteriebetrieb“ bezieht. Zur Bedeutung der Buchstaben hinsichtlich der Güte der Ausgangsspannung:

- **S:** Die Ausgangs-Kurvenform ist sinusförmig mit einem Verzerrungsfaktor $D < 0,08$ (IEC 61000-2-2) bei allen linearen und nicht-linearen Referenzlasten.
- **X:** Die Ausgangs-Kurvenform ist sinusförmig mit der Güte „S“ bei linearer Last. Bei nichtlinearer Referenzlast ist der Verzerrungsfaktor $D > 0,08$ bei Belastung oberhalb der vom Hersteller angegebenen Grenzen.
- **Y:** Die Ausgangs-Kurvenform ist nicht-sinusförmig und überschreitet auch die Grenzwerte nach IEC 61000-2-2.

Insbesondere bei USV des VFD-Typs kann die Spannungsformenform im Batteriebetrieb rechteck- oder trapezförmig sein, also erheblich von der Sinusform abweichen. Längst nicht alle Verbraucher sind dafür geeignet.

3.3 Definition der Stufe 3

Sogenannte „Geschäftskritische Anwendungen“, z. B. die Energieversorgung von Serverschränken, benötigen unter allen Bedingungen eine „saubere“ sinusförmige Spannung. So ist die Stufe 3, in der die maximal zulässigen dynamischen Abweichungen der Ausgangsspannung definiert sind, die „Königsdisziplin“ in der USV-Klassifizierung – hier trennt sich die „Spreu vom Weizen“.

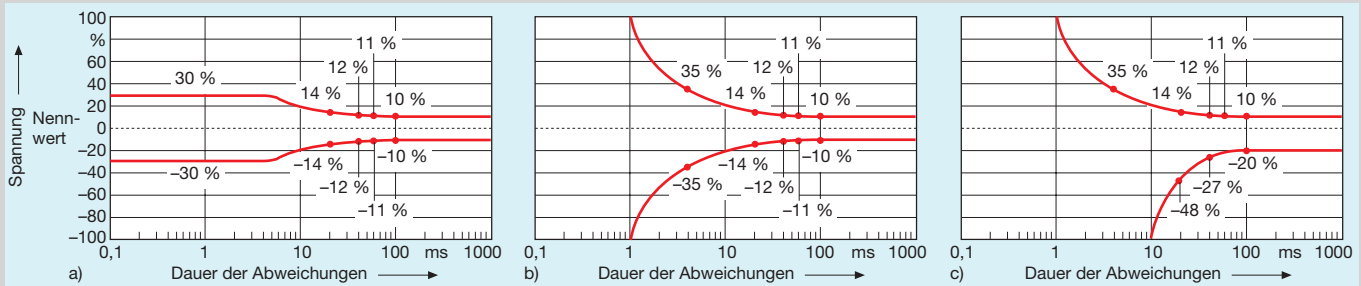
Bild 1 zeigt die Toleranzkurven, die zur Einstufung in die Klassifikation 1, 2 oder 3

Tafel 1 Mögliche Netzstörungen, die Zeit ihres Auftretens und deren Beherrschbarkeit durch die drei unterschiedlichen USV-Klassen

Quelle: ZVEI

Netzstörungen	Zeit	USV-Klasse
1. Netzausfälle	> 10 ms	VFD
2. Spannungsschwankungen	< 16 ms	
3. Spannungsspitzen	4 ... 16 ms	
4. Unterspannungen	kontinuierlich	VI
5. Überspannungen	kontinuierlich	
6. Blitzeinwirkungen *	sporadisch; < 1 ms	VFI
7. Spannungsstöße (Surge)	< 4 ms	
8. Frequenzschwankungen	sporadisch	
9. Spannungsverzerrungen (Burst)	periodisch	
10. Spannungsüberschwingungen	kontinuierlich	

* zusammen mit Überspannungsableitern



❶ Toleranzkurven zur Dynamik der Ausgangsspannung geben bei Klassifizierungsstufe 3 die Wertung 1 (Bild a), 2 (Bild b) oder 3 (Bild c) vor.

Tafel ❷ Beispiele für die USV-Klassifikation nach IEC 62040-3 Quelle: AEG SVS

Produktfamilie	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
CompuMaster	VFD	SY	333
Protect S.	VFI	SS	211
Protect 1.	VFI	SS	211
Protect 3.	VFI	SS	111
Protect 4.	VFI	SS	111
Protect 5.	VFI	SS	111

herangezogen werden. Verschiedene Betriebsbedingungen werden getestet und die Bewertung in einem Code in Form einer dreistelligen Zahl dargestellt:

Die **erste Ziffer** betrifft das Verhalten bei Änderungen der Betriebsart (z. B. Netzbetrieb – Batteriebetrieb – Bypassbetrieb).

Die **zweite Ziffer** betrifft das Verhalten bei Lastsprüngen mit linearer Last im Normal- (Netz-) und Batteriebetrieb.

Die **dritte Ziffer** betrifft das Verhalten bei Lastsprüngen mit nicht-linearer Last im Normal- (Netz-) und Batteriebetrieb.

Nur wenn für diese Stufe 3 der Klassifizierung drei mal erster Klasse garantiert wird, kann man sicher sein, dass kritische Anwendungen optimal geschützt sind.

Diese Aussage gilt für die Qualität der Ausgangsspannung unter allen Betriebsbedingungen. Eine Aussage über die Verfügbarkeit einer USV ist damit jedoch nicht verbunden. Sind die Anforderungen an die Verfügbarkeit sehr hoch, z. B. größer als 99,99 %, so müssen USV redundant vorhanden sein, z. B. durch eine (n+1)-Konfiguration.

3.4 Kompletter Code

Der komplette USV-Klassifizierungscode gemäß den vorhergehenden Ausführungen ist in Tafel ❷ anhand von Beispielen der Fa. AEG SVS aufgezeigt.

4 Zuordnung zwischen USV-Klassen und Netzstörungen

Der dreistufige Klassifikations-Code ist äußerst detailliert und erscheint auf den ersten Blick sehr komplex. Er wird aber übersichtlich und damit verständlicher,

wenn die 10 Netzstörungen den Eigenschaften der drei USV-Klassen aus der Klassifikationsstufe 1 zugeordnet werden, wie Tafel ❶ zeigt.

4.1 VFI-Klassifikation

Die Ausgangsspannung ist unabhängig von allen Änderungen der Netzspannungsamplituden. Um auch die geforderte Unabhängigkeit von der Netzfrequenz zu erreichen, gilt die physikalische Voraussetzung, die Ausgangsspannung im Normalbetrieb komplett neu aus einem Gleichstromzwischenkreis zu generieren. Die verwendete USV-Technik ist die Doppelwandler-Technik oder „Double Conversion“ (früher: Online). Die Betriebsart lautet „USV-Dauerbetrieb“. Durch die damit gegebene vollkommene Unabhängigkeit der USV-Ausgangsspannung vom speisenden Netz bietet dieser USV-Typ prinzipbedingt eine Lösung gegen alle 10 aufgeführten Netzstörungen.

VFI-Dynamik: Mit diesem USV-Typ können auch die schärfsten Anforderungen an die dynamischen Spannungsabweichungen – die Klassifikation 1 – erreicht werden, auch bei Betriebsartwechsel und Lastsprüngen! Dreimal die „Klassifikation 1“ ist nur mit diesem USV-Typ möglich.

4.2 VI-Klassifikation

Die Ausgangsspannung ist im Normalbetrieb abhängig von der Netzfrequenz. Netzfrequenz- und Phasenfehler gelangen zum Verbraucher. Dieser USV-Typ benötigt keinen Gleichstromzwischenkreis. Fehler der Netzspannungsamplitude können in den Grenzen $\pm 20\%$ ausgeglichen werden. Netzstörungen bis zu etwa 8 ms werden von der Regelung nicht unterdrückt. Die hier verwendete USV-Technik ist die Netzwechselrichter-Paralleltechnik (früher „Line Interaktiv“). Die Betriebsart lautet „USV-Netz-Parallelbetrieb“.

VI-Dynamik: Beim Umschalten der Betriebsarten ist das Toleranzfeld der Klasse 1 nicht einzuhalten. Es entstehen Versorgungslücken. Auch muss die USV bei jedem kleinsten Netzfehler sofort durch einen elektronischen Schalter vom Netz getrennt und auf Batteriebetrieb umgeschaltet werden, um das gestörte Netz vom

Verbraucher fernzuhalten. Auch dabei ist das Einhalten des Klasse-1-Toleranzfeldes selten möglich. Außerdem wird die Batterie dadurch laufend belastet und altert entsprechend schnell.

Mit USV des VI-Typs ist nur die Klassifizierung 2 zu erreichen.

Der VI-Typ ist prinzipbedingt eine Lösung gegen 5 der 10 aufgeführten Netzstörungen.

4.3 VFD-Klassifikation

Der USV-Ausgang ist abhängig von Änderungen der Netzspannung und der Netzfrequenz. Die hier verwendete USV-Technik ist die „Passive Netz-Paralleltechnik“ (früher „Off-Line“). Die Betriebsart lautet „Passiver Netz-Parallelbetrieb“. Prinzipbedingt werden im normalen Netzbetrieb fast alle Netzstörungen an die Verbraucher weiter gereicht. Durch Anzapftransformatoren, EMV-Filter oder Varistoren können graduelle Verbesserungen erreicht werden.

VFD-Dynamik: Bei erkanntem Netzausfall wird über einen mechanischen Schalter auf den Wechselrichter und damit auf Batteriebetrieb umgeschaltet – mit einer typischen Lücke von 4 bis 8 ms. Damit ist klar, dass mit diesem USV-Typ nur das Toleranzfeld der Klasse 3 erreichbar ist.

Der VFD-Typ ist deshalb nur eine Lösung gegen 3 der 10 aufgeführten Netzstörungen.

5 Zusammenfassung

Entsprechend den vorher erläuterten Abhängigkeiten sind in Tafel ❶ die drei USV-Typen den 10 Netzfehlern als differenzierte Lösungen zugeordnet worden. Die Tafel ist dem UPS-Guide des ZVEI entnommen und dient der Übersicht und der Entscheidungsfindung für den Anwender. Der neue Klassifikationscode bildet zusammen mit dieser Tafel ein hervorragendes Instrument zur eindeutigen Leistungsbeurteilung von verschiedenen USV-Typen – losgelöst von missverständlichen Begriffen und Namen. Anwender sollten Anbieter bevorzugen, die Angaben zur neuen Klassifikation machen, denn die Forderung eines messtechnischen Nachweises kann die Glaubwürdigkeit einer Klassifizierung erhöhen. ■