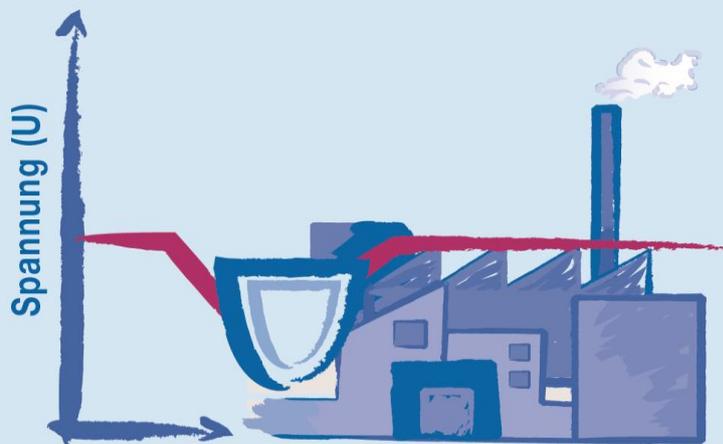


FNN-Hinweis



Störfestigkeit im Zusammenspiel

von Kundenanlagen und
Elektrizitätsnetzen

FNN

VDE

Impressum

© Forum Netztechnik / Netzbetrieb im VDE (FNN)

Bismarckstraße 33, 10625 Berlin

Telefon: + 49 (0) 30 3838687 0

Fax: + 49 (0) 30 3838687 7

E-Mail: fnn@vde.com

Internet: <http://www.vde.com/fnn>

August 2016

Störfestigkeit im Zusammenspiel von Kundenanlagen und Elektrizitätsnetzen

Inhalt

Einleitung	10
1 Anwendungsbereich	11
2 Normative Verweisungen	12
3 Begriffe und Abkürzungen	14
3.1 Begriffe	14
3.1.1 Anlagenbetreiber	14
3.1.2 Anschlussnutzer [VDE-AR-N 4101]	14
3.1.3 Betriebsspannung [IEV 601-01-22]	14
3.1.4 Bezugsspannung (für die Ermittlung von Spannungsunterbrechungen, - einbrüchen und -überhöhungen) [DIN EN 50160]	14
3.1.5 Dauer eines Spannungseinbruchs [DIN EN 50160]	14
3.1.6 Elektrizitätsversorgungsqualität [IEV 617-01-07]	14
3.1.7 Elektromagnetische Verträglichkeit [IEV 161-01-07]	15
3.1.8 Elektromagnetischer Verträglichkeitspegel [IEV 161-03-10]	15
3.1.9 EMV-Grundnorm [DIN EN 61000-4-11]	15
3.1.10 Fehlfunktion [DIN EN 61000-4-11]	15
3.1.11 Kunde [IEV 604-01-03]	15
3.1.12 Kundenanlage [VDE-AR-N 4101]	15
3.1.13 Kurzschlussleistung [IEV 601-01-14]	16
3.1.14 Kurzzeitunterbrechung [DIN EN 61000-4-11]	16
3.1.15 Kurzzeitige Unterbrechung [IEV 191-26-02]	16
3.1.16 Kurzzeitunterbrechung (der Versorgungsspannung) [IEV 161-08-20]	16
3.1.17 Nennspannung eines Netzes [IEV 601-01-21]	16
3.1.18 Netzbetreiber [VDE-AR-N 4105]	16
3.1.19 Netznutzer [DIN EN 50160]	16
3.1.20 Restspannung [DIN EN 61000-4-34]	16
3.1.21 Spannungsänderung (langsame) [DIN EN 50160]	17
3.1.22 Spannungsänderung (schnelle) [DIN EN 50160]	17
3.1.23 Spannungseinbruch [IEV 161-08-10]	17
3.1.24 Spannungsqualität [IEV 617-01-05]	17
3.1.25 Spannungsschwankung [DIN EN 61000-4-11]	17
3.1.26 Störaussendung [IEV 161-01-08]	17
3.1.27 Störfestigkeit (gegenüber einer Störgröße) [IEV 161-01-20]	17
3.1.28 Übergabestelle [IEV 604-01-04]	17
3.1.29 vereinbarte Versorgungsspannung [DIN EN 50160]	18
3.1.30 Verknüpfungspunkt [IEV 161-07-15]	18
3.1.31 Versorgungsnetzimpedanz [IEV 161-07-16]	18
3.1.32 Versorgungsspannung [IEV 604-01-16]	18
3.1.33 Versorgungsunterbrechung [IEV 603-05-11]	18
3.1.34 Versorgungsunterbrechung [DIN EN 50160]	18
3.1.35 Versorgungszuverlässigkeit [IEV 603-05-02]	19
3.1.36 Wiedereinschaltautomatik (AWE) / Kurzunterbrechungseinrichtung (KU) [IEV 448-16-02]	19

3.2	Abkürzungen.....	20
4	Rahmenbedingungen und Grundlagen: Elektromagnetische Verträglichkeit in der Normung.....	21
4.1	Einordnung und Begrifflichkeiten.....	21
4.1.1	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).....	21
4.1.2	Netzurückwirkungen.....	24
4.1.3	Versorgungsqualität.....	25
4.2	Normen und technische Regelwerke.....	26
4.2.1	Verhältnis der Gesetze zu Normen und technischen Regelwerken.....	26
4.2.2	Normenreihe IEC 61000-x-y.....	27
4.2.3	DIN EN 50160.....	28
4.2.4	Technische Regeln zur Beurteilung von Netzurückwirkungen (D-A-CH-CZ).....	28
4.2.5	VDE-Anwendungsregeln.....	29
4.2.6	Aussagen zu Spannungseinbrüchen in Normen und Regelwerken.....	29
5	Entstehung von Spannungseinbrüchen.....	35
5.1	Spannungseinbrüche durch nicht planbare Ereignisse.....	36
5.2	Spannungseinbrüche durch deterministische Ereignisse.....	38
5.3	Historische Entwicklung der Spannungseinbrüche.....	39
6	Systemanalyse auf der Kundenseite.....	41
6.1	Prozessbeschreibung.....	41
6.2	Planungsansätze.....	41
6.3	Überprüfung in bestehenden Kundenanlagen.....	41
6.4	Dokumentation der Störung und seinem Umfeld.....	42
6.5	Qualitätssicherung.....	43
7	Mögliche Abhilfe-Maßnahmen in öffentlichen Netzen, Kundenanlagen und Kundennetzen.....	44
7.1.	Durch Schaltung bzw. große Leistungsänderungen von Kundenanlagen verursachte Spannungseinbrüche.....	44
7.2	Durch Netzstörungen verursachte Spannungseinbrüche.....	45
7.3	Auslegung des Netzschutzes.....	46
7.3.1	Schutzgeräte für elektrische Netze.....	47
7.3.2	Blitzschutz.....	48
7.4	Mögliche Abhilfe-Maßnahmen in der Kundenanlage.....	48
7.4.1	Spezifische Abhilfe-Maßnahmen in der Kundenanlage.....	49
7.4.2	Maßnahmen gegen Spannungseinbrüche.....	49
7.4.3	Prozessoptimierung.....	49
7.4.4	Bilaterale Vereinbarungen.....	50
8	Zusammenfassung.....	51
	Literaturverzeichnis.....	53
	Anhang A: Beispiele für die Kundenseite.....	54
A1	Produktionsbetrieb mit hohem Automatisierungsgrad.....	54
A2	Auslösungen des kundeneigenen Leistungsschalters.....	54

A3	Totalausfall der Bürokommunikation	55
A4	Netzurückwirkungen im restlichen Netz	55
Anhang B: Beispiele für die Netzseite		57

Bildverzeichnis

Bild 1:	Wechselwirkung zwischen Störaussendung und –festigkeit als Randbedingung der elektromagnetischen Verträglichkeit [3]	22
Bild 2:	Wahrung des ökonomischen Optimums unter der Nebenbedingung: Störfestigkeit > Störaussendung	23
Bild 3:	Bereiche der Versorgungsqualität in der elektrischen Energieversorgung	26
Bild 4:	Gerätebezogene Störfestigkeitskurven verschiedener Normen.....	34
Bild 5:	Auswirkung eines Kurzschlusses in einer unterlagerten Netzebene auf die übergeordnete Netzebene (alle Spannungen bezogen auf jeweilige Nennspannung)	35
Bild 6:	Darstellung eines Fehlers in einem benachbarten (galvanisch verbundenen) Netz/Strang.....	37
Bild 7:	Zeitliche Entwicklung der auf die Stromkreislänge bezogenen kurzschlussartigen Fehler aus der FNN-Störungsstatistik (als Richtgröße für aufgetretene Spannungseinbrüche)	40
Bild 8:	Wichtige Gesichtspunkte bei der Dokumentation von Störungen	42
Bild 9:	Entkopplung von Störquelle und Störsenke	45
Bild 10:	Typisches MS-Netz mit verschiedenen möglichen Fehlerstellen.....	58

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Matrix Produktnormen (product standards).....	28
Tabelle 2: Matrix Fachgrundnorm (generic standards)	28
Tabelle 3: Störfestigkeitspegel zur Prüfung gegenüber Spannungseinbrüchen nach ausgewählten Normen.....	31
Tabelle 4: Störfestigkeitspegel zur Prüfung gegenüber Spannungsunterbrechungen nach ausgewählten Normen.....	32
Tabelle 5: Funktionsfähigkeitskriterien zur Bewertung bei Störfestigkeitsprüfungen gegenüber Spannungseinbrüchen und –unterbrechungen nach ausgewählten Normen	33
Tabelle 6: EMV-Umgebungsklassen zur Anwendung bei Störfestigkeitsprüfungen gegenüber Spannungseinbrüchen und -unterbrechungen gemäß DIN EN 61000-2-4:2002.....	33
Tabelle 7: Dauer eines Spannungseinbruchs durch übliche Fehlerklärungszeiten (1), (2)	37
Tabelle 8: Mögliche Abhilfe-Maßnahmen bei verschiedenen Unterbrechungsdauern	49
Tabelle 9: Produktionsbetrieb mit hohem Automatisierungsgrad: Gegenüberstellung der Situationen vor und nach der Umsetzung geeigneter Abhilfe-Maßnahmen zur Vermeidung von Produktionsausfällen.....	54
Tabelle 10:Auslösungen des kundeneigenen Leistungsschalters: Gegenüberstellung der Situationen vor und nach der Umsetzung geeigneter Abhilfe-Maßnahmen zur Vermeidung von Auslösungen des kundeneigenen Leistungsschalters	55
Tabelle 11:Totalausfall der Bürokommunikation: Gegenüberstellung der Situationen vor und nach der Umsetzung geeigneter Abhilfe-Maßnahmen zur Begrenzung des Anlaufstroms eines Krans	55
Tabelle 12:Netzurückwirkungen im restlichen Netz: Gegenüberstellung der Situationen vor und nach der Umsetzung geeigneter Abhilfe-Maßnahmen zur Begrenzung der Netzurückwirkungen	56

Vorwort

In der Wahrnehmung einiger Kunden treten gegenüber früher heute zunehmend Funktionsstörungen bei den eingesetzten Geräten bzw. Prozessen durch Spannungseinbrüche auf [1]. Demgegenüber steht die Tatsache, dass gemäß der FNN-Störungs- und Verfügbarkeitsstatistik [2] keine Zunahme der Ereignisse, die zu Spannungseinbrüchen führen, feststellbar ist.

Wesentliche Ursache für die heutige Wahrnehmung ist die empfindlichere Reaktion von Geräten auf Spannungseinbrüche durch die deutlich veränderte Gerätetechnik (Reduktion interner Energiespeicher). So wird in zunehmendem Maße die früher relativ unempfindliche direkte elektrothermische bzw. elektromechanische Energieumwandlung durch empfindlichere zusätzliche elektronische Strom-/Spannungsumwandlung (Umrichter) ersetzt und um elektronische Steuerungsgeräte ergänzt.

Die möglichen Gründe für die geänderte Wahrnehmung der Auswirkungen von Spannungseinbrüchen werden näher untersucht.

Die Projektgruppe „Störfestigkeit im Zusammenspiel von Kundenanlagen und Elektrizitätsnetzen“ des Forums Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN) hat den vorliegenden FNN-Hinweis erarbeitet.