

Inhaltsverzeichnis

1	Richtlinien, Gesetze und Normen	15
1.1	Einführung	15
1.2	Begriffe der EMV	18
1.3	Von der europäischen Richtlinie zur harmonisierten Norm	21
1.3.1	Europäische Richtlinien zur EMV, EMV-Gesetz	21
1.3.2	Richtlinienkonformität	22
1.3.3	Europäische harmonisierte und nationale Normen	24
1.3.4	Inverkehrbringen von Produkten	25
1.4	Besonderheiten bei ortsfesten Anlagen	25
2	Störgrößen: Quellen und Auswirkungen	27
2.1	Oberschwingungen und Spannungsschwankungen	27
2.1.1	Störungen durch Oberschwingungen	29
2.1.2	Spannungsschwankungen	34
2.2	Magnetische und elektrische Felder	36
2.2.1	Was ist ein Feld?	36
2.2.2	Magnetisches Feld	37
2.2.3	Elektrisches Feld	42
2.2.4	Natürliche Felder	44
2.2.5	Technische Felder	45
2.2.6	Felder im Bereich von Freileitungen	47
2.2.7	Felder im Bereich von Kabeln und elektrischen Betriebsmitteln	49
2.2.7.1	Berechnungsbeispiele und Messergebnisse	50
2.2.7.2	Bewertung der Beeinflussung durch Kabel und Leitungen	52
2.2.8	Felder im Bereich elektrischer Verbraucher	53
2.3	Entladung statischer Elektrizität (ESD)	54
2.4	Überspannungen infolge von Schalthandlungen	55
2.5	Blitzschlag	57
2.5.1	Einleitung	57
2.5.2	Potentialanhebung	58

2.5.3	Induktionsspannungen in Leiterschleifen	59
2.5.4	Induktiver Spannungsfall in einem Leiter	60
3	Kopplungsmechanismen	63
3.1	Galvanische Kopplung	64
3.2	Induktive Kopplung	69
3.3	Kapazitive Kopplung	73
3.4	Wellen- und Strahlungskopplung	76
3.4.1	Physikalische Grundlagen	76
3.4.2	Wellenkopplung	79
3.4.3	Strahlungskopplung	81
3.5	Zusammenfassung	85
4	EMV-Maßnahmen in der Elektroinstallation	87
4.1	Potentialausgleich, Massung und Erdung	87
4.1.1	Errichten der Erdungsanlage	87
4.1.2	Netzsysteme	90
4.1.3	Erdung des einspeisenden Systems	94
4.1.4	Aufbau und Ausführung des Potentialausgleichs	97
4.1.4.1	Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungs- schiene	98
4.1.4.2	Zusätzlicher Potentialausgleich	100
4.1.4.3	Fremdspannungsarmer Potentialausgleich	101
4.1.4.4	Sternförmige Potentialausgleichsanlage (Sternerdernetz Typ A)	104
4.1.4.5	Potentialausgleichsringleiter (Ringerdernetz Typ B)	106
4.1.4.6	Mehrfach vermaschte sternförmige Potential- ausgleichsanlage (Typ C)	106
4.1.4.7	Vermaschte sternförmige Potentialausgleichsanlage (Vermaschung Typ D)	108
4.1.4.8	Gegenüberstellung der unterschiedlichen Potentialausgleichskonzepte	109
4.2	Leitungsbetrieb und Trassierung	111
4.2.1	Konzept einer EMV-gerechten Verkabelung	111
4.2.2	Leitungsbemessung	115
4.2.2.1	Allgemeines	115
4.2.2.2	Schutz des Neutralleiters	115

4.2.2.3	Mindestquerschnitt des Neutralleiters	116
4.2.2.4	Auswirkungen von Oberschwingungsströmen auf symmetrisch belastete Drehstromsysteme	116
4.2.3	Verlegeabstände und Kabelkategorien	119
4.2.3.1	Allgemeines	119
4.2.3.2	Verlegeabstände zwischen unterschiedlichen Systemen	120
4.2.3.3	Kabelkategorien	120
4.2.4	Symmetrisch und asymmetrisch betriebene Signalleitungen	126
4.2.5	Kabelrinnen und Kabelwannen	128
4.3	Schirmung	132
4.3.1	Grundlagen	132
4.3.2	Schirmung von Geräten, Gebäuden und Leitungen	135
4.3.2.1	Allgemeines	135
4.3.2.2	Gebäude- und Raumschirmung	139
4.3.2.3	Schirmung von Leitungen	142
4.3.3	Korrosionsschutz	152
4.4	Filterung	153
4.4.1	Einführung	153
4.4.2	Filtereinsatz	155
4.5	Schaltschrank	157
4.5.1	Verminderung von Einflüssen magnetischer Störfelder	157
4.5.2	Verbindung der inaktiven Teile des Schrankes bzw. Massung	160
4.5.3	Schaltschrank-Zonenkonzept	161
4.5.4	Schirmung des Schaltschranks	163
4.5.5	Maßnahmen zur Vermeidung von Überspannungen	164
4.6	Abstände von Monitoren	167
4.7	Nachrüstungen in bestehenden Anlagen	169
4.7.1	Einführung eines TN-S-Systems	169
4.7.2	Behandlung der Einleiterkabel und parallelen Stromschienen	172
4.7.3	Nachrüstung des Potentialausgleichs	172
4.7.4	Behandlung der Schirme	173
4.7.5	Trennung und Schirmung der Systeme	173
4.7.6	Zusätzliche Maßnahmen (Ersatzmaßnahmen)	173

5	Oberschwingungen	175
5.1	Allgemeines	175
5.2	Störgrößen und ihre Auswirkungen	176
5.2.1	Wichtige Begriffe	177
5.2.1.1	Augenblickswert (Momentanwert)	177
5.2.1.2	Effektivwert und Gleichrichtwert	179
5.2.1.3	Formfaktor	180
5.2.1.4	Scheitelfaktor (Crestfaktor)	181
5.2.1.5	Weitere Begriffe	182
5.2.1.6	Wirk-, Blind- und Scheinleistung (ohne Oberschwingungen)	184
5.2.2	Grundsätzliches zur Oberschwingungstheorie	185
5.2.3	Oberschwingungserzeuger	187
5.2.4	Besonderheiten der 3. Harmonischen	188
5.2.5	Blindleistung durch Oberschwingungen	190
5.2.6	Neutralleiterüberlastung und Neutralleiterunterbrechung	191
5.2.7	Bemessung bzw. Auslegung des Stromversorgungssystems	194
5.2.8	Spannungseinbrüche bei gesteuerten Stromrichtern (Kommutierungsprobleme)	195
5.3	Kopplungsarten	196
5.3.1	Leitungsgebundene Kopplung	197
5.3.2	Kopplung über das magnetische Feld	201
5.4	Maßnahmen gegen die Auswirkungen von Oberschwingungen	201
5.4.1	Errichten des Stromversorgungssystems	201
5.4.2	Auswahl von störungsarmen Betriebsmitteln	202
5.4.3	Netzentlastung durch Filter	202
5.4.4	Maßnahmen ohne Netzentlastung	204
5.4.5	Verdrosselte Kompensationsanlagen	205
5.4.6	Aktive Netzfilter	206
5.5	Besonderheiten bei Frequenzumrichtern	209
5.5.1	Funktionsprinzip von Frequenzumrichtern	210
5.5.2	Frequenzumrichter als Störquelle	211
5.5.3	Ableitströme von Frequenzumrichtern	213

5.5.3.1	Stationäre Ableitströme	213
5.5.3.2	Variable Ableitströme	214
5.5.3.3	Transiente Ableitströme	215
5.5.3.4	Zusammenfassung	215
5.5.4	Filter	215
5.5.4.1	EMV-Filter	217
5.5.4.2	150-Hz-Kompensationsfilter	218
5.5.4.3	Sonstige Filter	219
5.5.5	Hinweise für die Errichtung	221
5.5.6	Isolationsüberwachung	223
5.5.6.1	Aufbau eines IT-Systems mit Isolations- überwachung	224
5.5.6.2	Permanente Isolationsüberwachung in TN-Systemen	224
5.5.6.3	Aufteilung der Umrichter auf verschiedene Stromkreise	225
6	Planungsgrundlagen	227
6.1	Die vier Planungsphasen	227
6.2	Planung an einem Beispiel	229
6.2.1	Vorprojektphase (Phase 1)	229
6.2.1.1	Fundamenterder	231
6.2.1.2	Gebäudeüberschreitende Leitungen und Kabel	231
6.2.1.3	Gebäudeschirmung und Raumschirmung	234
6.2.1.4	EMV-gerechter Potentialausgleich	234
6.2.1.5	Äußerer und innerer Blitzschutz einschließlich Überspannungsschutz	238
6.2.2	Angebotsphase (Phase 2)	239
6.2.3	Realisierungsphase (Phase 3)	240
6.2.4	Betriebsphase (Phase 4)	247
6.3	Berücksichtigung von Oberschwingungen	247
6.3.1	Verträglichkeitspegel	248
6.3.2	Theoretische Netzanalyse	249
6.3.3	Auswahl eines 150-Hz-Filters (Neutralleiterfilter)	249
6.3.4	Zusätzliche Überlegungen bei der Planung von Frequenzumrichterantrieben	251

7 Prüfungen	255
7.1 Allgemeine Prüfpflicht für elektrische Anlagen	255
7.2 Prüfungen nach EMV-Gesichtspunkten	257
7.2.1 Erstprüfung	257
7.2.1.1 Allgemeines	257
7.2.1.2 Typische EMV-Messungen	258
7.2.1.3 Prüfung der Netzqualität bei vermuteten Ober- schwingungen	260
7.2.2 Wiederkehrende Prüfungen	262
7.3 Dokumentation	263
7.4 Fachliche Voraussetzungen für Personen zum Prüfen von elektrischen Anlagen	264
7.5 Sachkundiger gemäß VdS-Richtlinien (VdS 2596)	264
7.6 Erforderliche Messgeräte	265
7.7 Kalibrierung der Messgeräte	266
Literaturverzeichnis	267
Bücher, Informationsschriften	267
Normen.....	268
VdS-Richtlinien	270
Stichwortverzeichnis	271