



excellence inside.

# 2022

Transformatoren  
Stromversorgungen  
Drosseln  
Filter

*Transformers  
Power supplies  
Reactors  
Filters*

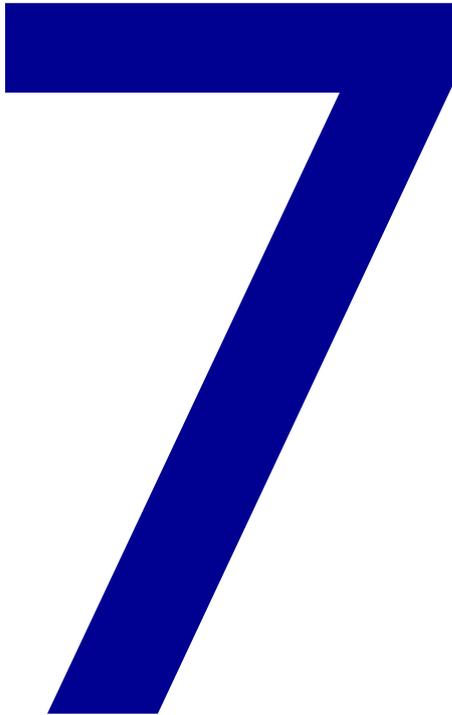
**Technische  
Informationen**  
*Technical  
Information*





# Technische Informationen

## *Technical Information*



Inhalt  
*Content*

---

7.1

Allgemeine Hinweis  
*General remarks*

---

7.2

Transformatoren  
*Transformers*

---

7.3

Stromversorgungen  
*Power Supplies*

---

7.4

Drosseln  
*Reactors*

---

7.5

Filter  
*Filters*

---

7.6

Normen und Zeichen  
*Standards and marks*

---

7.7

Fachbegriffe  
*Technical terms*

7.8

**7.2. Allgemeine Hinweise .....**

Vorwort ....  
 Europäische Normen und Richtlinien...  
 Der normative Bereich (Normen)  
 Der gesetzliche Bereich (Richtlinien)  
 Thermische Klassen  
 EMV-gerechter-Aufbau bzw. -  
 Anordnung von induktiven Bauelementen  
 Schutzart (Schutzgrad)  
 Übersicht IP-Code  
 Schutzklassen

**7.3. Transformatoren .....**

Allgemeines  
 Umgebungs- und Betriebsbedingungen  
 Umgebungstemperatur  
 Aufstellhöhe  
 Frequenz  
 Schutzart  
 Betriebsarten  
 Verhalten bei Kurzschluss und Überlast  
 kurzschlussfester Transformator Bedingt  
 kurzschlussfester Transformator Unbedingt  
 kurzschlussfester Transformator Fail-Safe-  
 Transformator  
 Nicht kurzschlussfester Transformator  
 Errichtungsbestimmungen  
 Ausführungsarten von Transformatoren  
 Trenntransformatoren für allgemeine -  
 Anwendungen  
 Sicherheitstransformatoren für allgemeine-  
 Anwendungen  
 Netztransformatoren für allgemeine-  
 Anwendungen  
 Steuertransformatoren  
 Spartransformatoren  
 Kurzschluss- und Überlastschutz  
 Allgemeine Kurzschluss-  
 und Überlastbedingungen  
 Niedriger Einschaltstrom primärseitiger  
 Kurzschluss- und Überlastschutz mit-  
 Standardleistungsschaltern  
 Thermistor-Transformatorschutz  
 Sondertransformatoren für den Schiffbau  
 Transformatoren für medizinische Geräte  
 Einphasen-Transformatoren  
 Dreiphasen-Transformatoren  
 Allgemeine Daten der 1-Phasen Tr.  
 Zulässige Transformatoren Belastung in  
 Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur  
 Betriebsverhalten  
 Primärseitiger Kurzschluss- und-  
 Überlastschutz mit Leistungsschaltern (TAM)  
 Primärseitiger Kurzschluss- und  
 Überlastschutz mit Leistungsschaltern (TAT)  
 Sekundärseitiger Kurzschluss- und-  
 Überlastschutz mit Leistungsschaltern (TAM)  
 Sekundärseitiger Kurzschluss- und-  
 Überlastschutz mit Leistungsschaltern (TAT)  
 Primärseitiger Absicherung mit-  
 Leistungsschaltern nach UL489  
 Primärseitiger Absicherung mit-  
 Leistungsschaltern nach UL489

8 Sekundärseitiger  
 Kurzschluss- und Überlastschutz mit  
 8 Leistungsschalter nach UL489 (TAM)  
 9 Sekundärseitiger  
 9 Kurzschluss- und Überlastschutz mit  
 9 Leistungsschalter nach UL489 (TAT)  
 12 Kurzzeitleistung von Steuertransformatoren  
 Schaltpläne von 1-Ph. Transformatoren  
 12 Allgemeine Daten der 3-Phasen Tr.  
 13 Bemessungsleistungen bei-  
 unterschiedlichen Umgebungstemperaturen  
 13 Betriebsverhalten  
 14 Primärseitiger Kurzschluss-  
 und Überlastschutz mit Leistungsschaltern  
 Sekundärseitiger Kurzschluss-  
 und Überlastschutz mit Leistungsschaltern  
 16 Technische Daten  
 16 Kurzzeitleistung von  
 17 Steuertransformatoren 3-Ph  
 17 Betriebsverhalten 3-Ph Transformatoren  
 18 Schaltpläne von 3-Ph Transformatoren  
 21

**7.4. Stromversorgungen .....**

22 Stromversorgungen  
 Gleichstromversorgungen allgemein  
 22 Ungeregelte Gleichstromversorgung mit-  
 22 DC 24 V zur Lastversorgung-  
 23 elektronischer Steuerungen-  
 (Ref.: EN 61131-2)  
 23 Ausgangskennlinie  
 23 EMV-gerechter Aufbau der Gleichstrom-  
 versorgungen TAV2 bis TAV5  
 23 Netztransformatoren dämpfen-  
 Störspannungen  
 26 Störaussendung  
 26 Störfestigkeit  
 29 Sicherheit ohne EMV-Problem  
 30 Hohe Umgebungstemperatur  
 Netzausfallüberbrückung  
 30 Parallelbetrieb  
 30 Sichere elektrische Trennung  
 Überlast- und Kurzschlusschutz  
 30 Kompakte Bauform  
 31 Resümee  
 32 Ungeregelte Stromversorgungen TAV  
 32 Übersicht  
 34 Anschlusstechnik  
 35 Nutzen  
 36 Anwendungsbereich  
 Aufbau  
 38 Schutzeinrichtungen  
 39 Anschlüsse  
 Montage  
 40 Zusatzkondensatoren für TAV3-  
 (Aluminium-Elektrolyt)  
 41 Funktion  
 Technische Daten  
 42 1- und 3-phasige  
 Gleichstromversorgungen  
 43 Belastbarkeit der Stromversorgungen mit-  
 Schützen 3RT1 für Gleichstrombetätigung  
 44 Primärseitiger Kurzschlusschutz,  
 Sekundärseitiger Kurzschluss-  
 und Überlastschutz  
 45 Schaltpläne

**7.5. Drosseln .....**

46 Komponenten zur Antriebstechnik / 84  
 Auswahlhilfe 84  
 mdexx Drosseln – Komponenten zur 84  
 47 Antriebstechnik 84  
 48 Auswahlhilfe 84  
 50...51 Einsatz- und Anwendungsgebiete 85  
 52 Dreiphasen - Netzdrosseln 85  
 Ausgangsdrosseln 85  
 54 Filterkreisdrosseln 86  
 55 Glättungsdrosseln für Gleichstromantriebe 86  
 Eisenlose Glättungsdrosseln 87  
 56 Pulververbunddrosseln 87  
 Bahndrosseln 88  
 57 Allgemeines 89  
 58 Induktivität 89  
 Verluste 89  
 60 Bemessungsströme I<sub>Ln</sub> und I<sub>ldn</sub> 89  
 61 Minderung der Bemessungsspannung, des 90  
 62...63 Bemessungs- stromes in Abhängigkeit von 90  
 Aufstellungshöhe und Kühlmitteltemperatur 90  
 65 Betrieb nach UL-Bestimmung 91  
 Betrieb nach VDE-Bestimmungen 91  
 Anschlusstechnik 91  
 66 Geräteanschluss über Flachanschluss 91  
 Schraubenanziehdrehmomente für-  
 Stromschienenverschraubungen und-  
 Geräteanschlüsse 92  
 67 Zulässige Einbaulage 93  
 67 Dreiphasen - Netzdrosseln  
 Baureihen 94  
 69 Spannungsabfall ΔU bzw. bezogener-  
 Spannungsabfall UD 94  
 69 Empfohlene Anschlussspannung UN-  
 bezogener Spannungsabfall UD und-  
 70 Isolationsbemessung 94  
 70 Betrieb mit Wechsellast 95  
 71 Betrieb mit Netzfrequenz 50 Hz und 60 Hz 95  
 71 Verluste 96  
 71 Anschlussbezeichnungen 96  
 71 Ausgangsdrosseln 96  
 71 Mögliche anschließbare Leitungslängen 96  
 72 Kabellängen 96  
 72 Filterkreisdrosseln 97  
 73 Filterkreisdrosseln in Kompensationsanlagen 97  
 74 Verdrosselte Kondensatoren-  
 74 (Verstimmter Filterkreis) 97  
 75 Leistungsangepasste Ausführung 98  
 75 Nichtleistungsangepasste Ausführung 98  
 75 Einsatz in 60 Hz-Netzen 99  
 75 Oberschwingungsanteile bei-  
 kundenspezifischen Drosseln 99  
 76 Glättungsdrosseln 99  
 Gleichstrom Id, Bemessungsgleichstrom I<sub>ldn</sub> 99  
 76 Welligkeit des Gleichstromes 100  
 76 Frequenzen 100  
 77 Verluste 100  
 77 Betrieb mit Wechsellast 100  
 77 Induktivität 101  
 Kennlinienverläufe bei-  
 77 Eisenglättungsdrosseln 102  
 78...79 Erforderliche Angaben für  
 78...79 Anfragen und Bestellungen 103  
 78...79 Bestimmung des erforderlichen  
 82 Energieinhaltes E 104  
 Aufstellung 105  
 Anschlusstechnik 105

**7.2. General Remarks ...**

Foreword ....  
 European standards and directives  
 Standards  
 Directives  
 Thermal class  
 EMC-compliant installation/placement-  
 of inductive components  
 Degree of protection  
 Overview of IP codes  
 Safety classes

**7.3. Transformers .....**

General Information  
 Environmental and Operating Conditions  
 Ambient temperature  
 Site altitude  
 Frequency  
 Degree of protection  
 Operating modes  
 Short circuit and overload behaviour  
 Short-circuit proof transformer  
 Conditional short-circuit proof transformer  
 Unconditional short-circuit proof transformer  
 Fail-safe transformer  
 Non-short-circuit proof transformer  
 Installation specifications  
 Transformer design types  
 Isolating transformers for general applications  
 Safety isolating transformers for general applications  
 Mains transformers for general applications Control transformers  
 Autotransformers  
 Short circuit and overload protection  
 General short circuit and overload conditions  
 Lower inrush current of primary-side short circuit and overload protection with standard power switches  
 Thermistor transformer protection  
 Special-purpose transformers for shipbuilding  
 Transformers for medical devices  
 Single-phase transformers  
 Threephase-Transformatoren  
 General data of the 1-phase Tr.  
 Rated power at different ambient temperatures  
 Operation characteristics  
 Primary-side short-circuit and overload protection with circuit breakers (TAM)  
 Primary-side short-circuit and overload protection with circuit breakers (TAT)  
 Secondary-side short-circuit and overload protection with motor starter protector (TAM)  
 Secondary-side short-circuit and overload

protection with motor starter protector (TAT)  
 Primary-side short-circuits and overloads  
 Circuit breakers according to UL489  
 Primary-side short-circuits and overloads  
 Circuit breakers according to UL489

**8** Secondary-side short-circuit and overload  
 Circuit breakers according to UL489 (TAM)  
**8** Secondary-side short-circuit and overload  
**9** Circuit breakers according to UL489 (TAT)  
**9** Short-time rating of control transformers  
**9** Circuit diagrams 1-Ph. Transformers  
**12** General data 3-Phase Transformers  
 Rated outputs at different  
**12** ambient temperatures  
**13** Operation characteristics  
**13** Primary-side short-circuit and overload  
**14** protection with motor starter protectors  
 Secondary-side short-circuit and overload  
**15** protection with motor starter protectors  
 General data  
**16** Short-time rating of  
**16** control transformers 3-Ph  
**17** Operation characteristics 3-Ph Tr.  
**17** Circuit diagrams 3-Ph Tr.

**7.4. Power supplies .....**

**22** Power supplies  
 DC power supplies in general  
**22** Non-stabilised 24 V DC power supply  
**22** for supplying the load of electronic  
**23** controllers  
**23** (Ref.: EN 61131-2)  
 Output curve  
**23** EMC-compliant installation of DC power  
 supplies TAV2 to TAV5  
**23** Power transformers dampen  
 interference voltages  
**23** Emission  
**26** Immunity  
**27** Safety without EMC problems  
**29** High ambient temperature  
 Mains buffering  
**30** Parallel operation  
**30** Safe electrical separation  
 Overload and short-circuit protection  
**30** Compact design  
**30** Conclusion

**31** TAV Non-Stabilized Power Supplies  
**32** Overview  
**32** Connection methods  
**34** Benefits  
**35** Application  
**36** Design  
**38** Protective devices  
**39** Terminals  
 Mounting  
**40** Additional capacitors for TAV3  
 (aluminum electrolyte)  
**41** Function  
 Technical specifications

**42** 1- and 3-phase DC  
 power supplies

**43** Current-carrying capacity of the power supplies  
 with 3RT11) contactors for DC operation  
**44** Primary-side short-circuit protection,  
 secondary-side short-circuit and  
**45** overload protection  
 Circuit diagrams

**7.5. Reactors .....**

**46**  
 Components for Drive Technology /  
**47** Selection aid  
**48** mdexx Reactors – Components for  
**50...51** Drive Technology  
**52** Selection aid  
 Application  
**54** Three - phase line reactors  
**55** Output reactors  
**55** Filter reactors  
**56** Smoothing reactors for DC drives  
 Air-core smoothing reactors  
**57** Powder composite reactors  
**59** Railway reactors  
 General Information  
**60** Inductance  
**61** Losses  
**62...63** Rated currents  $I_{Ln}$  and  $I_{dn}$   
 Reducing the rated voltage and rated  
 current as a function of site altitude  
 and coolant temperature  
**65** Operation according to UL provisions  
 Operation according to VDE provisions  
**66** Connection technology  
**66** Equipment connection via flat terminal  
 Bolt tightening torques  
 for busbar threaded joints and  
 equipment connections  
**67** Permitted installation position  
**67** Three - phase line reactors  
 Series  
**69** Voltage drop  $\Delta U$  or reference  
 voltage drop  $u_D$   
**69** Recommended connection voltage  $U_N$ ,  
 reference voltage drop  $u_D$  and  
**70** insulation rating  
**71** Operating under fluctuating load  
**71** Operation with mains frequency 50..60 Hz  
**71** Losses  
**71** Connection designations  
**71** Output reactors  
**71** Possible connectable cable lengths  
**72** Cable lengths  
**72** Filter reactors  
**73** Filter reactors in compensation systems  
**74** Inductor-capacitor units  
**74** (detuned filter circuit)  
**75** Performance-adapted version  
**75** Non-performance-adapted version  
**75** Use in 60 Hz networks  
**75** Harmonic components of  
 customised reactors  
**75** Smoothing reactors  
**76** Direct current  $I_d$ , rated direct current  $I_{dn}$   
**76** DC ripple  
**76** Frequencies  
**77** Losses  
 Operating under fluctuating load  
**77** Inductance  
 Characteristic curves for  
 iron-core smoothing reactors  
**80...81** Necessary information for  
 inquiries and orders  
**80...81** Determining the required  
 energy content E  
**82** Installation  
 Connection technology

Das Produktspektrum im Überblick	107	<b>7.6. Filter .....</b>	<b>131</b>	<b>7.7. Normen und Zeichen ....</b>	<b>153</b>
mdexx Drosseln	107				
Die Vorteile auf einen Blick	107	Filter – Komponenten zur Antriebstechnik		Internationale und regionale Gremien für-	
Power Quality	108	Auswahlhilfe	132	Bestimmungen und Normen	154
Produkte und Systeme	108	Einsatz und Anwendungsgebiete	133	Wichtige länderspezifische Gremien für-	
DC-Antriebe	108	du/dt - Filter, Spannungsbegrenzungsfilter		Bestimmungen und Normen	154
Kompensation	109	Sinusfilter	133	Wichtige Publikationen und Bestimmungen	156
AC-Antriebe	109	Allgemeines	135	Sonstige Bestimmungen	157
Störungsfreier Betrieb vom Netz bis zum Motor:		EMV Richtlinien und Grenzwerte	135	Schiffsklassifikationsgesellschaften	157
mdexx Drosseln für AC-Antriebe.	110	Störaussendung und Funkenstörung	136	Übersicht der Segmente der Vorschrift für	
Strom-Oberschwingungen		Der Frequenzrichter und seine		Transformatoren EN 61558,	
zuverlässig reduzieren:		elektromagnetische Verträglichkeit	136	DIN EN 61558 (VDE 0570)	158
Netzdrosseln	111	Maßnahmen zur Reduzierung der	137	Übersicht Zeichen und Symbole	159
Ladestromspitzen souverän minimieren:		Störaussendung		Übersicht Zeichen und Symbole	160
Ausgangsdrosseln	111	EMV-gerechter Aufbau von	140	Prüf- und Konformitätszeichen und ihre	
Bewährte Technik für erhöhte Verfügbarkeit:		Antriebsanlagen	140	Bedeutung	161
mdexx Drosseln für DC-Antriebe.	112	Die Grundregeln der EMV	140	Übersicht zu Approbationen nach	
Netzurückwirkungen optimal im Griff	112	Spannungsbegrenzungs-Filter, du/dt-Filter	143	CSA- und UL-Bestimmungen	162
mdexx Netzdrosseln	112	Sinusfilter	143	Schutzarten, IP-Code	162
Stromrippel zuverlässig reduzieren:		Kabellängen	143	Anordnung des IP-Code	162
mdexx Glättungsdrosseln	112	Das Produktspektrum im Überblick	145	Bestandteile des IP-Code	
Glättungsdrosseln zur Entkopplung an einer		mdexx Filter	145	und ihre Bedeutung	163
Druckmaschine: mdexx Drosseln im Einsatz	113	Die Vorteile auf einen Blick	145	Schaltzeichen	164
Sichere und stabile Netzverhältnisse:		Power Quality	146	Schaltsymbole:	164
mdexx Filterkreisdrosseln.	114	Produkte und Systeme	146	Schaltzeichen	165
Hohe Sicherheit in extremen Anwendungen	114	DC-Antriebe	146	Thermische Klassen	167
Konstante Induktivität unter jeder Bedingung	114	Kompensation	147	Höchstzulässige mittlere Übertemperatur	
Auswahlhilfen	115	AC-Antriebe	147	bei Bemessungsbetrieb	167
Netzdrosseln für Frequenzrichter	116	Störungsfreier Betrieb vom			
Anwendungsbereich	116	Netz bis zum Motor:			
Technische Daten	117	mdexx Filter für AC-Antriebe	148		
				<b>7.8. Fachbegriffe .....</b>	<b>169</b>
Ausgangsdrosseln	118	Motoren sicher schützen: mdexx du/dt-Filter	149		
Anwendungsbereich	118	Spannung sinusförmig gestalten: -			
Technische Informationen	118	mdexx Sinusfilter	149		
Eisen-Glättungsdrosseln	120	du/dt Filter	150		
Anwendungsbereich	120	Anwendungsbereich	150		
Glättungsdrosseln zur Entkopplung an einer		Technische Daten	150		
Druckmaschine: mdexx Drosseln im Einsatz	120	Sinusfilter	151		
Technische Informationen	121	Anwendungsbereich	151		
Filterkreisdrosseln	122	Technische Daten	151		
Anwendungsbereich	122	Harmonic Filter	152		
Technische Daten	123	Anwendungsbereich	152		
Induktivität	124	Technische Daten	152		
Verluste	124				
Abweichungen der Bemessungsgrößen –					
Minderung der Bemessungsspannung, des					
Bemessungsstromes in Abhängigkeit von					
Aufstellungshöhe und Kühlmitteltemperatur	124				
Zulässige Einbaulage	125				
Abstand zu benachbarten Bauteilen	125				
Betrieb nach EN-Bestimmungen	125				
Betrieb mit Wechsellast, Überlast	126				
Netzdrosseln	127				
Induktivität	127				
Empfohlene Anschlussspannung UN,					
bezogener Spannungsabfall uD und					
Isolationsbemessung	128				
Betrieb mit Netzfrequenz 50 Hz und 60 Hz	128				
Verluste	128				
Ausgangsdrosseln	128				
Glättungsdrosseln	128				
Gleichstrom Id, Bemessungsgleichstrom I <sub>dn</sub>	128				
Welligkeit des Gleichstromes	128				
Filterkreisdrosseln	129				
Leistungsangepasste Ausführung	129				
Nichtleistungsangepasste Ausführung	129				
Schaltpläne	130				

# 7.1. Inhalt

## 7.1. Content

Overview of the product range	107	<b>7.6. Filters.....</b>	<b>131</b>	<b>7.7. Standards and marks ....</b>	<b>153</b>
mdexx Reactors	107				
The advantages at a glance	107	Filters – Components for Drive Technology		International and regional committees for regulations and standards	154
Power Quality	108	Selection aid	132	Important country-specific committees for regulations and standards	154
Products and Systems	108	Application	133	Important publications and regulations	156
DC drives	108	dv/dt filters, Voltage-limiting filters		Other regulations	157
Compensation	109	Sinewave filters	133	Register of Shipping	157
AC drives	109	General	135	Summary of the segments of the regulations for transformers EN 61558	
Smooth operation from mains to motor: mdexx reactors for AC drives.	110	EMC directives and limit values	135	DIN EN 61558 (VDE 0570)	158
Reliable reduction of current harmonics: line reactors	111	Emitted and suppression interference	136	Summary marks and symbols	159
Effective minimization of load current peaks: output reactors	111	Emitted interference and interference suppression	136	Summary of marks and symbols	160
Proven technology for increased availability: mdexx reactors for DC drives	112	Measures for the reduction of emitted interference	137	Test and conformity symbols and their meaning	161
Optimum control of system perturbations: mdexx line reactors	112	EMC-compliant installation of drive units	140	Summary of approvals in accordance with CSA and UL regulations	162
Reliable current ripple reduction: mdexx smoothing reactors	112	The basic rules of EMC	140	Degree of protection, IP code	162
Smoothing reactors for decoupling on printing presses: mdexx reactors in action	112	Voltage-limiting filters, dv/dt filters	143	Arrangement of IP codes	162
Reliable and stable grid conditions mdexx filter reactors	112	Sinewave filters	143	Elements of IP-Codes and their meaning	163
Excellent reliability and safety in extreme applications	112	Cable lengths	145	Switch symbols	164
Constant inductance under any conditions	112	Overview of the product range mdexx Filters	145	Switch symbols	164
Selection aids	113	The advantages at a glance	145	Switch symbols	165
Line Reactors for Frequency Converters	114	Power Quality	146	Thermal classes	167
Application	114	Products and Systems	146	Maximum permitted temperature rise in rated operation	167
	114	DC drives	146		
	114	Compensation	147		
	114	AC drives	147		
	115	Smooth operation from mains to motor:			
	116	mdexx filters for AC drives	148		
	116				
Technical specifications	117	Reliable motor protection: mdexx dv/dt filters	149		
Output Reactors	118	Sinusoidal shaping of voltages: mdexx sinewave filters	149		
Application	118	dv/dt Filters	150		
Technical specifications	118	Application	150		
Iron-Core Smoothing Reactors	120	Technical specifications	150		
Application	120	Sinewave Filters	151		
Smoothing reactors for decoupling on printing presses: mdexx reactors in action	120	Application	151		
Technical specifications	121	Technical specifications	151		
Filter Reactors	122	Harmonic Filters	152		
Application	122	Application	152		
Technical specifications	123	Technical specifications	152		
Inductance	124				
Losses	124				
Deviations of rated values – Reduction of the rated voltage / rated current, depending on installation altitude and coolant temperature	124				
Permissible mounting position	125				
Clearance from adjacent components	125				
Operation according to EN Standards	125				
Operation with varying load, overload	126				
Line reactors	127				
Inductance	127				
Recommended supply voltage UN, voltage drop uD and insulation rating	128				
Operation with mains frequency 50Hz and 60Hz	128				
Losses	128				
Output reactors	128				
Smoothing reactors	128				
Direct current Id , rated direct current Idn	128				
Ripple of direct current	128				
Filter reactors	129				
Performance-adapted version	129				
Non-adapted version	129				
Circuit diagrams	130				

## 7.2. Allgemeine Hinweise

### 7.2. General Remarks

#### Vorwort

Die technischen Informationen sollen Planern und Anwendern Erläuterungen bei Einsatz von Transformatoren, Stromversorgungen, Drosseln und Filtern geben. Schnell und präzise geben sie Antworten auf Grundsatzfragen bzw. spezielle Fachfragen zu diesen Produkten. Die unterschiedlichen Fachthemen des Planers bzw. Projektors wurden dabei genauso berücksichtigt, wie die des Monteurs, des Bedienenden und des Wartungspersonals.

Sollten noch Fragen offen sein, die Ihnen diese technische Information nicht beantworten kann oder die sich aus der technischen Weiterentwicklung ergeben, stehen Ihnen unsere Fachberater gern zur Verfügung.

Den Benutzern dieser technischen Informationen sind wir für alle Hinweise und Anregungen dankbar, die spätere Auflagen ergänzen und verbessern helfen.

#### Foreword

*The technical information is intended to provide planners and users with explanations for the use of transformers, power supplies, reactors and filters. It provides quick and precise answers to both basic and technical questions about these products. Technical issues of importance to planners and designers are treated, as well as matters of interest to installation, operation and maintenance personnel.*

*Our expert advisers will gladly assist you if questions remain unanswered or arise from further technical developments.*

*We would be grateful for any remarks and suggestions provided by the users of this technical information to help us improve future editions.*

## 7.2. Allgemeine Hinweise

### 7.2. General Remarks

#### Europäische Normen und Richtlinien

Im europäischen Binnenmarkt gibt es harmonisierte Normen (Europasnormen EN und Richtlinien). Sie garantieren den freien Warenverkehr innerhalb der europäischen Union und sorgen für ein Mindestmaß an Sicherheit beim Anwender.

EU-Richtlinien schaffen in erster Linie eine einheitliche und verbindliche Rechtsgrundlage. Sie sind eine Art Rahmengesetz. Alle EU-Mitgliedsstaaten setzen die Richtlinien in nationales Recht um. Beispiel: Die Maschinenrichtlinie ist mit der neunten Verordnung Teil des Gerätesicherheits-Gesetzes in Deutschland geworden.

Das komplexe Thema lässt sich in zwei Bereiche unterteilen.

#### Der normative Bereich (Normen)

Die nationale Normung ist innerhalb der europäischen Union eingestellt worden. Europasnormen lösen die bisherigen nationalen Normen ab. Europäische Normungsorganisationen sind:

- für den Bereich Elektrotechnik: CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique) und
- für den Bereich Maschinen und Geräte: CEN (Comité Européen de Normalisation)

Sie erarbeiten keine neuen Bestimmungen, sondern übernehmen fast unverändert die weltweit geltenden IEC-Publikationen. Die IEC-Publikationen verstehen sich durchaus als globales Vorbild für das CENELEC. Durch die Orientierung an den IEC-Publikationen wird erreicht, dass der europäische Binnenmarkt offen für den Weltmarkt ist. Im Klartext bedeutet die Neuordnung des EU-Binnenmarktes Verbesserungen und einen leichteren Zugang für alle Hersteller.

Die IEC (Internationale Elektrotechnische Kommission) zählt u.z.T. ca. 80 Mitgliedsländer. Diese Länder repräsentieren 85 Prozent der Weltbevölkerung und erzeugen 95 Prozent der Elektrizität.

#### Der gesetzliche Bereich (Richtlinien)

EU-Richtlinien verstehen sich als eine Art Rahmengesetz. Sie sind für die Funktion des europäischen Binnenmarktes von Bedeutung und das Resultat der Angleichung unterschiedlicher nationaler Gesetze.

Die EU-Richtlinien finden eine Umsetzung in nationales Recht. Für EU-Richtlinien existiert kein globales Vorbild wie im Bereich der Normung. Sie dienen in erster Linie dazu, eine einheitliche und verbindliche Rechtsgrundlage zu schaffen. Damit ist der freie Warenverkehr innerhalb der europäischen Union sichergestellt. Um jedoch keine Handelsbarrieren aufzustellen, werden nur grundlegende Anforderungen definiert und keine technischen Details und Feinheiten festgeschrieben.

Einzelheiten sind den im Amtsblatt der europäischen Union zitierten EN-Normen zu entnehmen. Sie enthalten detaillierte Anforderungen die zur Einhaltung der Richtlinie führen. Für jede Richtlinie findet sich eine Auflistung in der „Mitteilung der Kommission im Rahmen der Durchführung der Richtlinie“. Sie ist beim Bundes-Anzeiger in Köln zu bestellen.

Die EN-Normen stützen sich, wie zuvor beschrieben, auf die weltweit geltenden IEC-Publikationen. Der freie Warenverkehr ist somit nicht nur innerhalb des EU-Binnenmarktes gewährleistet, sondern auch über dessen Grenzen hinaus.

Jeder Mitgliedsstaat der europäischen Union übernimmt die Europasnormen in das nationale Normenwerk. Bestehende nationale Normen, die inhaltlich den EN-Normen entgegenstehen, werden zurückgezogen. Dies trifft auch für die DIN/VDE-Vorschriften und die Unfallverhütungsvorschriften VBG/ZH der Berufsgenossenschaften zu.

Halten Maschinen, Anlagen oder Betriebsmittel die entsprechenden EN-Normen ein, kann man davon ausgehen, dass die Richtlinie(n) erfüllt ist (sind). Von uns werden Geräte der Niederspannungstechnik in Eigenverantwortung nach EN entwickelt und gefertigt.

Diese Vorgehensweise wird ermöglicht durch die Einhaltung und Zertifizierung nach den Internationalen Normen für Qualitätssicherungssysteme ISO 9000 ff.

(Fortsetzung nächste Seite)

#### European standards and directives

*The European Internal Market has a set of harmonised standards (EN and directives). They ensure the free exchange of goods within the European Union and provide a minimum level of consumer safety.*

*EU directives are primarily intended to specify a uniform and binding legal foundation. They are a kind of legislative framework. All EU member states implement the directives in national legislation. Example: The Machinery Directive has been implemented as part of the "Gerätesicherheitsgesetz" (Equipment Safety Act in Germany). This complex subject can be divided into two parts.*

#### Standards

*National standards have been discontinued within the European Union. European standards are replacing the previous national standards. European standardisation organisations are:*

- *for electrical engineering: CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique) and*
- *for machinery and equipment: CEN (Comité Européen de Normalisation)*

*They do not develop new regulations; they adopt the IEC publications, which are effective worldwide, with few modifications. The IEC publications can be thought of as a role model for CENELEC.*

*By orienting itself to the IEC publications, the European Internal Market opens itself to the world market. Put succinctly, this reorientation of the EU Internal Market represents an improvement and easier access for all producers.*

*At present, the IEC (International Electrotechnical Commission) has around 80 member countries. These countries account for about 85% of the world's population and produce 95% of its electricity.*

#### Directives

*EU directives can be thought of as a kind of legislative framework. They are important for the operation of the European Internal Market and result from the harmonisation of various national laws.*

*The EU directives are implemented in national legislation. In contrast to standardisation, there is no global role model for EU directives. Their main purpose is to provide a uniform and binding legal foundation, thus ensuring the free flow of goods within the European Union. To avoid creating barriers to trade, only basic requirements are defined; technical details and refinements are not stipulated.*

*Details can be found in the European standards cited in the Official Journal of the European Union. They include detailed requirements related to compliance with the directive. For each directive, a listing is included in the "Commission communication in the framework of the implementation of the Directive". It can be ordered from the "Bundesanzeiger" (German Federal Gazette) in Cologne. As already noted, European standards are based on the globally applicable IEC publications, thus ensuring the free movement of goods not only within the EU Internal Market but also outside its borders. Every EU member state incorporates the European standards into its national body of standards. Existing national standards with contents deviating from those of the European standards are repealed. This also applies for DIN/VDE regulations and the accident prevention regulations of the employers' liability insurance associations.*

*If machines, systems or equipment are compliant with the relevant European standards, then it can be assumed that the directive(s) is (are) fulfilled. Under our own responsibility, we develop and manufacture devices using low-voltage technology in accordance with European Standards by compliance with and certification according to the international standards for quality assurance systems ISO 9000 ff.*

(Continued on next page)

#### Europäische Normen und Richtlinien (Forts.)

Die Tabelle im Kapitel 7.6, „Wichtige Publikationen und Bestimmungen“ gibt einen Überblick über wichtige Normen und Bestimmungen für Niederspannungs-Schaltgeräte (inkl. Transformatoren, Stromversorgungen, Drosseln und Filter).

In vielen Ländern der Erde können Geräte der Niederspannungstechnik, hierzu gehören auch die mdexx Geräte und mdexx Stromversorgungssysteme, problemlos eingesetzt werden, da entweder die nationalen Bestimmungen inzwischen weitgehend an die IEC-Publikationen angeglichen sind oder die DIN VDE-Bestimmungen oder IEC-Publikationen als gültige elektrotechnische Bestimmungen anerkannt werden.

Die Bestimmungen der USA und Kanadas weichen jedoch erheblich von den IEC-Publikationen ab. In diesen Ländern dürfen die Geräte der Niederspannungstechnik zum Teil nur betrieben werden, wenn sie zuvor durch eine autorisierte Prüfstelle approbiert sind. Eine Vielzahl unserer Produkte sind approbiert und in den Kapiteln 3 bis 6 entsprechend gekennzeichnet. Für den Einsatz in Schiffsanlagen sind außerdem die Vorschriften der Schiffsklassifikationsgesellschaften zu beachten, Kapitel 7.6. „Schiffsklassifikationsgesellschaften“. Diese fordern zum Teil Typprüfungen der Geräte, für die dann eine Approbation erteilt wird.

Bedingt durch die zunehmende Internationalisierung und Harmonisierung werden die Bestimmungen und Normen laufend angepasst. In Zweifelsfällen sollten daher immer die jeweils gültigen Bestimmungen und Normen herangezogen werden.

#### European standards and directives (cont.)

*The table in chapter 7.6, “Important publications and regulations” provides an overview of important standards and regulations for low-voltage switching devices (including transformers, power supplies, reactors and filters).*

*In many countries, devices using low-voltage technology (also including the mdexx power systems) can be operated without difficulty since either the national regulations have been largely harmonised with the IEC publications or the DIN VDE regulations or the IEC publications have been acknowledged as valid electrotechnical regulations.*

*However, the regulations in Canada and the USA differ significantly from the IEC publications. In these countries, some devices using low-voltage technology may only be operated after being approved by an accredited test institute. A number of our products are certified and are marked as such in chapters 3 to 6.*

*In addition, for use on ships, the regulations of maritime classification societies also apply, chapter 7.6. “Register of shipping”. These may require type approval tests for the devices; if they pass, they would then be granted approval.*

*Due to increasing internationalisation and harmonisation, the regulations and standards are constantly subject to revision. When in doubt, you should always consult the currently applicable regulations and standards.*

## 7.2. Allgemeine Hinweise

7.2.. General Remarks

#### Thermische Klassen (Isolierstoffklasse, Wärmeklasse)

Für die Isolierung elektrotechnischer Betriebsmittel werden thermische Klassen gem. EN 60085 zugrunde gelegt. Die thermischen Klassen gelten für Isolierstoffe (Werkstoffe, Materialien und für Isoliersysteme). Bei mdexx Geräten sind den thermischen Klassen Grenztemperaturen zugeordnet. Die höchstzulässige mittlere Übertemperatur der Wicklung ist die Grenztemperatur abzüglich Bemessungs-Umgebungstemperatur und Heißpunktübertemperatur.

Thermische Klasse nach EN 60085	Grenztemperatur in °C	Heißpunktübertemperatur in °K nach EN 60076 / EN 61558
Temperature class according to EN 60085	Temperature limit in °C	Hot-spot temperature rise in °K according to VDE 0532 / EN 61558
A / Class 105	105	5
E / Class 120	120	5
B / Class 130	130	10
F / Class 155	155	15
H / Class 180	180	15

Tabelle 1 Thermische Klassen

Weitere Informationen zur Heißpunktübertemperatur nach UL 5085 und UL 1561, sowie die Formel zur Berechnung der höchstzulässigen mittleren Übertemperatur bei Nennbetrieb siehe Kapitel 7.6. „Thermische Klassen“.

#### Thermal class (insulating class, temperature class)

Temperature classes have been defined in EN 60085 for the insulation of electrical equipment. The temperature classes apply for insulating materials and insulation systems.

For mdexx devices, temperature limits have been assigned to the temperature classes. The highest permissible average temperature rise of the coil is the temperature limit minus the rated ambient temperature and the hot-spot temperature rise.

Table 1 Thermal class

For further information about hot-spot temperature rise according to UL 506 and UL 1561, as well as the formula for calculation of the highest permitted average temperature rise in nominal operation, see chapter 7.6. "Thermal classes".

#### EMV-gerechter-Aufbau bzw. -Anordnung von induktiven Bauelementen

Induktive Bauelemente erzeugen niederfrequente magnetische Störfelder, diese sind hervorgerufen durch Streufelder des Magnetisierungsvorganges in Höhe der Betriebsfrequenz.

Ein Einfluss auf benachbarte elektrische Betriebsmittel, Geräte, Ausrüstungen oder Anlagen kann nicht ausgeschlossen werden. Die Größe der Beeinflussung hängt im Wesentlichen von einem EMV-gerechten Aufbau (wie Erdung und Schirmung der Komponenten und dem räumlichen Abstand zueinander ab).

Zur allgemeinen Einschätzung und als Projektierungshilfe können folgende typische Werte, bezogen auf eine Bemessungsleistung von ca. 200 VA, gelten:

Bauelemente <sup>1)</sup> (ohne Schirmung) Components <sup>1)</sup> (without shielding)	Streufeld-Induktion im Abstand von	
	Leakage induction at a distance of	
	10 mm	100 mm
Ringkern-Transformator Toroidal transformer	1,0 mT	0,03 mT
EI-Mantelkern-Transformator EI-core transformer	2,5 mT	0,05 mT
EI-Mantelkern-Drossel mit Luftspalt EI-core reactor with air gap	15 mT	1,5 mT
Magn. Spannungs-konstanthalter Magnetic voltage stabiliser	5 mT	0,34 mT

Tabelle 2 Streufeld-Induktion

<sup>1)</sup> Bezug: Magnetische Kerninduktion ca. 1,2 T (1 Tesla = 1 Vs/m<sup>2</sup>), bei 50 Hz

#### EMC-compliant installation/placement of inductive components

Inductive components generate low-frequency magnetic interference fields, these are caused by stray fields of the magnetization process in the amount of operating frequency.

An influence on neighboring electrical equipment, devices, equipment or systems can not be excluded. The size of the influence essentially depends on an EMC-compliant design (As grounding and shielding) of the components and the spatial distance from each other.

For general assessment and as configuration aid, the following typical values, based on a rated power of approx. 200 VA, can apply:

Table 2 Leakage induction

<sup>1)</sup>Reference: Magnetic core inductance approx. 1.2 T (1 Tesla = 1 Vs/m<sup>2</sup>), at 50 Hz

## 7.2. Allgemeine Hinweise

### 7.2. General Remarks

#### EMV-gerechter-Aufbau bzw. -Anordnung von induktiven Bauelementen (Forts.)

In unkritischen Applikationen empfiehlt sich ein Abstand von 50 mm bis 100 mm der Komponenten zueinander einzuhalten und Abschirmungen z.B. den Einbau in ein Blechgehäuse vorzusehen.

Bei kritischen Applikationen, z.B. empfindliche Messverstärker, Digital-schaltungen, Monitoren, sind in der Regel zusätzliche EMV-Schirmaßnahmen oder größere Abstände notwendig. Die zu treffenden EMV-Maßnahmen sind jedoch stark von den eingesetzten Komponenten und den Betriebsparametern des Systems abhängig, so dass keine allgemeingültigen Aussagen gemacht werden können, sondern immer kundenspezifische Lösungen, die auf die Einsatzbedingungen abgestimmt sind, erarbeitet werden müssen.

#### EMC-compliant installation/placement of inductive components (cont.)

For non-critical applications, a separation between components of 50 mm to 100 mm is recommended; for shielding, a sheet-metal enclosure should be provided.

For critical applications such as sensitive amplifiers, digital circuits or monitors, additional EMC shielding techniques or larger separations are usually necessary. The required EMC shielding techniques are highly dependent on the components in use and on the system operating parameters, so that no generally applicable prescriptions can be given. Instead, customized solutions suited to the operating conditions must be developed.

#### Schutzart (Schutzgrad)

Die Angabe der Schutzart EN 60529 / VDE 0470 beschreibt den Schutz von elektrischen Betriebsmitteln durch Gehäuse Abdeckungen, Umhüllungen und dergleichen (z.B. IP23CH).

Die Schutzart beschreibt den Schutz von Personen gegen das Berühren unter Spannung stehender Teile und den Schutz der elektrischen Betriebsmittel gegen das Eindringen von festen Körpern und von Wasser bei Gehäusen und Kapselungen.

Die Schutzart wird international durch eine Kombination von Buchstaben (IP-Code) und Zahlen angegeben, wobei die erste Kennziffer (0 bis 6) über den Schutz gegen Berühren und gegen das Eindringen von Fremdkörpern Auskunft gibt. Die zweite Kennziffer (0 bis 8) informiert über den Schutz gegen das Eindringen von Wasser.

Mit den beiden zusätzlichen Buchstaben (fakultativ) z.B. C wird der Zugang zu gefährlichen Teilen mit Werkzeug bzw. mit dem zweiten Buchstaben z.B. H eine ergänzende Angabe speziell für Hochspannungsgeräte beschrieben. (Weitere Informationen zu Schutzart siehe Kapitel 7.6. „Schutzarten, IP-Code“)

#### Degree of protection

The degree of protection EN 60529 / VDE 0470 describes the protection of electrical equipment by housings, covers, etc., e.g. IP23CH.

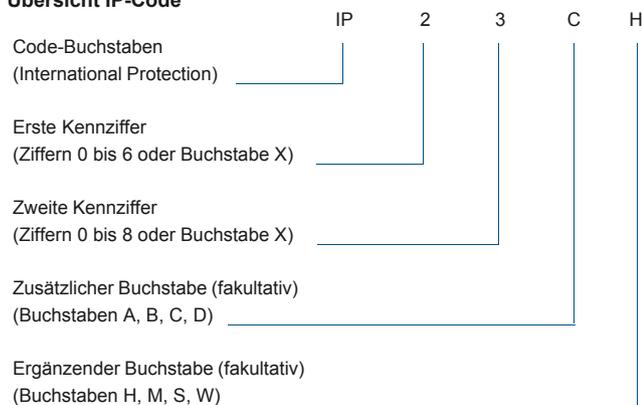
It describes how persons are protected against contact with live parts and how electrical equipment is protected against intrusion of solid objects or water for enclosures and housings.

The degree of protection is indicated worldwide by a combination of letters (IP code) and numbers, where the first digit (0 to 6) specifies the protection against contact and against intrusion by foreign objects. The second digit (0 to 8) indicates the degree of protection against intrusion by water.

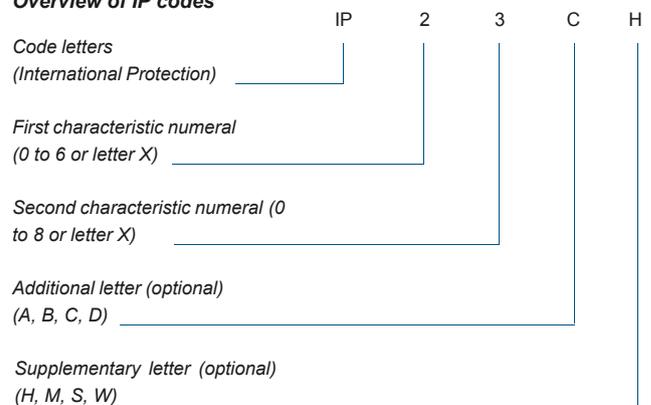
Further information can be provided with two optional additional letters. For example, a first letter C indicates access to dangerous parts with tools and a second letter H applies specifically to high-voltage devices.

(For further information about degrees of protection, see Chapter 7.6. "Degrees of protection, IP codes".)

#### Übersicht IP-Code



#### Overview of IP codes



### Schutzklassen

Die Schutzklasse ist in EN 61140 / VDE 0140 beschrieben. Die Schutzklasse ist ein Konstruktionsmerkmal zur Klassifizierung elektrischer Betriebsmittel für die Sicherheit gegen Körperströme. Die Klassifizierung dient nicht dazu, den Sicherheitspegel des Betriebsmittels auszudrücken, sie ist lediglich eine Aussage über die Maßnahmen, mit denen die Sicherheit erreicht wird.

#### Schutzklasse 0

Gerät ohne Schutzleiteranschluss mit Basisisolierung. In Deutschland ist aufgrund der VDE 0100 und den Gerätebestimmungen die Schutzklasse 0 nicht zugelassen!

#### Schutzklasse I

Betriebsmittel der Schutzklasse I sind Betriebsmittel, bei denen der Schutz gegen elektrischen Schlag nicht nur auf der Basisisolierung beruht. Eine zusätzliche Schutzmaßnahme ist dadurch gegeben, dass Teile mit dem Schutzleiter der festen Installation verbunden werden, so dass im Fall eines Versagens der Basisisolierung keine Spannung bestehen bleiben kann.

#### Schutzklasse II

Betriebsmittel der Schutzklasse II sind Betriebsmittel, bei denen der Schutz gegen elektrischen Schlag nicht nur auf der Basisisolierung beruht, sondern bei denen zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen wie doppelte Isolierung oder verstärkte Isolierung vorhanden sind. Es besteht keine Anschlussmöglichkeit für Schutzleiter und ist unabhängig von den Installationsbedingungen.

#### Schutzklasse III

Betriebsmittel der Schutzklasse III sind Betriebsmittel, bei denen der Schutz gegen elektrischen Schlag auf der Versorgung mit Schutzkleinspannung SELV beruht und in denen keine höheren Spannungen, als die SELV erzeugt werden (SELV: Spannung, die 50 V Wechselspannung oder 120 V geglättete Gleichspannung zwischen den Leitern oder zwischen einem Leiter und Erde in einem Stromkreis, der vom Versorgungsnetz z.B. durch einen Sicherheitstransformator getrennt ist, nicht überschreitet). Betriebsmittel der Schutzklasse III dürfen keinen Schutzleiteranschluss haben und dürfen nicht mit Netzschutzleitern verbunden werden. Hauptmerkmale von Betriebsmitteln entsprechend dieser Klassifizierung und Voraussetzungen, die für den Falle eines Versagens der Basisisolierung für die Sicherheit notwendig sind:

Merkmale	Schutzklasse			
	0	I	II	III
Hauptmerkmale der Betriebsmittel	Keine Anschlussstelle für Schutzleiter	Anschlussstelle für Schutzleiter	Zusätzliche Isolierung, keine Anschlussstelle für Schutzleiter	Versorgung mit Schutzkleinspannung
Voraussetzungen für die Sicherheit	Umgebung frei von Erdpotenzial	Anschluss an Schutzleiter	Keine	Anschluss an Schutzkleinspannung

Tabelle 3 Hauptmerkmale von Betriebsmitteln

### Safety classes

Safety classes are described in EN 61140 / VDE 0140. The Safety class is a design characteristic used in classifying electrical equipment in terms of safety against electric shock. The classification does not indicate the safety level of the equipment; it provides information about the measures needed to achieve the specified degree of safety.

#### Safety class 0

Device with basic insulation but without connection for protective earth, safety class 0 is not allowed in Germany due to VDE 0100 and equipment regulations!

#### Safety class I

Equipment with safety class I does not depend only on basic insulation for safety against electric shock. An additional measure of safety is provided by connecting parts to the main installation's protective earth so that no voltage can be maintained in the event of a failure of the basic insulation.

#### Safety class II

Equipment with safety class II does not depend only on basic insulation for safety against electric shock; additional safety precautions such as double or reinforced insulation are taken. There is no means of connection for protective earths and it is independent of the installation conditions.

#### Safety class III

Equipment with Safety class III depends on safety extra-low voltage (SELV) for safety against electric shock and generates no voltages higher than that of SELV. (SELV: voltage not exceeding the 50 V alternating voltage or 120 V smoothed DC voltage between the conductors or between a conductor and earth in a circuit separated from the supply network, e.g. by a safety transformer.) Equipment with safety class III may have neither a connection to a protective earth nor to a mains safety conductor. The main features of equipment corresponding to this classification and the safety requirements in case of failure of the basic insulation, are listed below.

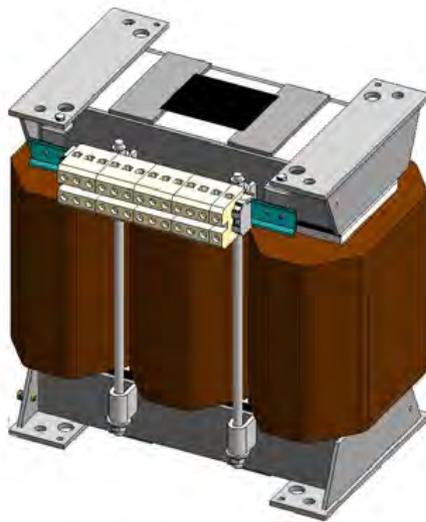
Features	Safety class			
	0	I	II	III
Main features of the electrical equipment	No connection for protective earth conductor	Connection for protective earth conductor	Additional insulation, no connection for protective earth conductor	SELV available
Safety requirements	Surroundings free of earth potential	Connection to protective earth conductor	none	Connection to SELV

Table 3 Main features of electrical equipment



### Technische Informationen *Technical Information*

#### 7.3. Transformatoren *7.3. Transformers*



## Allgemeines

Kleintransformatoren in Niederspannungsnetzen müssen neben den Anforderungen des jeweiligen Einsatzgebietes mit den unterschiedlichsten Umgebungs- und Betriebsbedingungen sowie des Verhaltens bei Kurzschluss und Überlast auch den Anforderungen an Sicherheit und Zuverlässigkeit genügen. So erfordern z.B. die Umgebungs- und Betriebsbedingungen die Berücksichtigung von Kriterien, die den Betrieb des Transformators beeinflussen können und die Anforderungen an das Verhalten bei Kurzschluss und Überlast die Berücksichtigung bei der grundsätzlichen Auslegung des Transformators. Zur Erfüllung der Anforderungen an die Sicherheit und Zuverlässigkeit werden für bestimmte Ausführungsarten von Transformatoren in den entsprechenden Normen die erforderlichen Ausprägungen vorgeschrieben (Ref.: IEC 61558, EN 61558, DIN EN 61558 (VDE 0570)). Weitergehende Informationen zu den Normen finden Sie im Kapitel 7.6.

„bersicht der Segmente EN 61558“.

## General Information

*Small transformers in low voltage systems have to fulfil requirements for safety and reliability in addition to the requirements of the relevant area of application with very different environmental and operating conditions and short circuit and overload behaviours. For example, the environmental and operating conditions require that criteria that may impact the operation of the transformer be taken into consideration and the requirements on short circuit and overload behaviours must be taken into consideration for the basic engineering of the transformer. In order to fulfil the requirements for safety and reliability, the required characteristics are specified for certain types of transformer design in the corresponding standards (cf.: IEC 61558, EN 61558, DIN EN 61558 (VDE 0570)). You will find detailed information on new standards in chapter 7.6. "Overview of segment EN 61558".*

## Umgebungs- und Betriebsbedingungen

Bemessungsleistung  $P_n$  – die Kenngröße für thermische Belastbarkeit. Der Bemessungsleistung  $P_n$  eines Transformators sind bestimmte Umgebungs- und Betriebsbedingungen zugrunde gelegt, unter denen der dauernde Betrieb erfolgen darf.

Die Bemessungsleistung ist eine Scheinleistung und wird in VA angegeben. Der Leistungsfaktor  $\cos \varphi$  gibt das Verhältnis der Wirkleistung (Angabe in W) zur Scheinleistung an, d.h. bei  $\cos \varphi = 1$  (rein ohmsche Last) ist die Wirkleistung gleich der Scheinleistung.

Die Umgebungs- und Betriebsbedingungen, die dem betreffenden Transformator zugeordnet sind, können den Auswahltabellen im Kapitel 3 „Transformatoren“ entnommen werden.

Das sind im Wesentlichen:

- Umgebungstemperatur
- Aufstellhöhe
- Frequenz
- Schutzart
- Betriebsart

Abweichungen von diesen Umgebungs- und Betriebsbedingungen haben eine Verminderung oder Erhöhung der Transformatorleistung zur Folge.

## Environmental and Operating Conditions

*Rate power  $P_n$  – the parameter for thermal rating. The rated power  $P_n$  of a transformer is based on the specified environmental and operating conditions under which continuous operation is permitted.*

*The rated power is an apparent power and is listed in VA. The power factor  $\cos \varphi$  specifies the ratio of the effective power (listed in W) to the apparent power. This means that when  $\cos \varphi = 1$  (pure ohmic load) the effective power is equal to the apparent power.*

*See the selection tables in chapter 3 "Transformers" for the environmental and operating conditions that are assigned to the transformer in question.*

*These are essentially:*

- Ambient temperature
- Site altitude
- Frequency
- Degree of protection
- Duty type

*Deviations from these environmental and operating conditions will reduce or increase the transformer power.*

# 7.3. Transformatoren

## 7.3. Transformers

### Umgebungstemperatur

mdexx Transformatoren weisen folgende, in den Auswahl tabellen beschriebenen Eigenschaften auf:

- Dauerbetrieb  $P_n$ ,
- Frequenz AC 50 ... 60 Hz,
- Schutzart IP 00,
- Aufstellhöhe bis 1000 m über NN,
- Bemessungs-Umgebungstemperatur  $t_a$  Typenabhängig 40 °C oder 55 °C.

Bei einer höheren Umgebungstemperatur als der Bemessungs-Umgebungstemperatur des Transformators erreicht dieser seine Grenztemperatur bereits bei einer Leistung, die unterhalb der Bemessungsleistung  $P_n$  liegt, während eine niedrigere Umgebungstemperatur eine Erhöhung der Transformatorleistung zulässt.

### Ambient temperature

mdexx transformers possess the following characteristics as described in the selection table:

- Continuous operation  $P_n$ ,
- Frequency AC 50 ... 60 Hz,
- Safety class IP 00,
- Site altitude up to 1000 m above sea level,
- Rated ambient temperature  $t_a$  type-dependant 40 °C or 55 °C.

At a higher ambient temperature than the rated ambient temperature of the transformer, it already reaches its limit temperature at a power that is below the rated power  $P_n$ , while a lower ambient temperature permits an increase in transformer power.

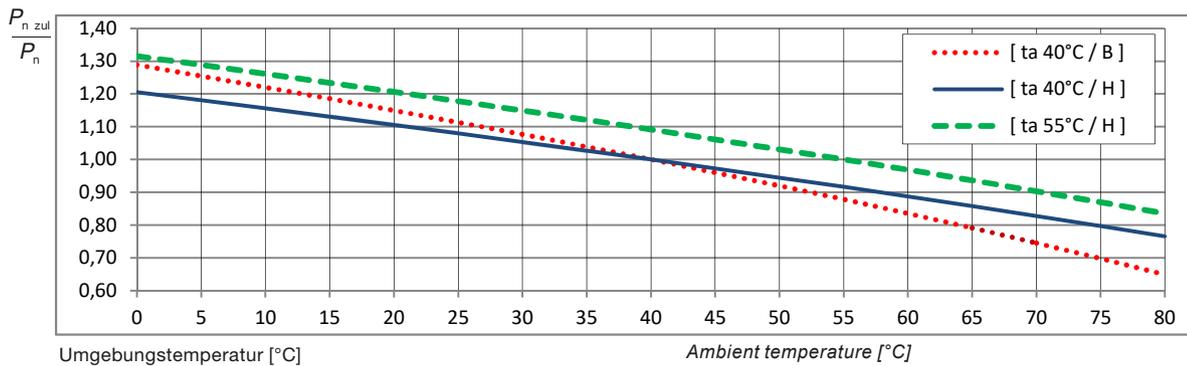


Bild 1 Zulässige Transformator-Dauerbelastung in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur

Fig. 1 Permissible transformer continuous load in relation to the ambient temperature

mdexx Transformatoren ab 4,0kVA sind für eine hohe Umgebungstemperatur T40/H ausgelegt. Die aufgrund der Isolierstoffklasse erzielbare Temperaturdifferenz wird in der Regel nicht ausgenutzt, so dass sich eine höhere zu erwartende Lebensdauer ergibt.

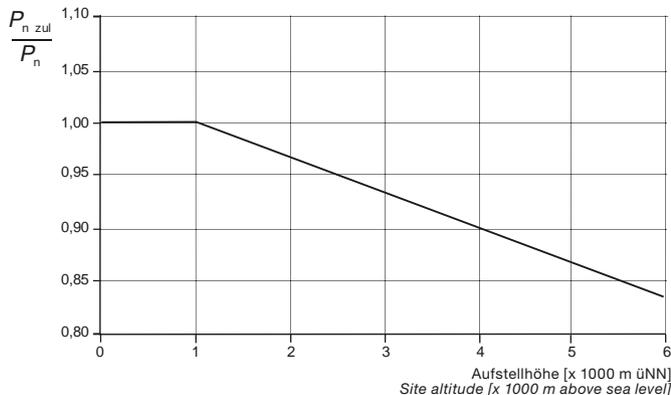
mdexx transformers starting from 4 kVA are designed for high ambient temperatures T40/H. The temperature difference achievable as a result of the isolating material class is normally not utilised, which yields a higher expected service life

### Aufstellhöhe

Bei einer größeren Aufstellhöhe als der in den Auswahl tabellen angegebenen, kann der Transformator nicht mehr die volle Wärme abgeben, d.h. er erreicht schneller seine zulässige Grenztemperatur. Damit die zulässige Erwärmung nicht überschritten wird, muss die dem Transformator entnommene Leistung reduziert werden.

### Site altitude

At an site altitude higher than the one listed in the selection table, the transformer is no longer able to dissipate all of the heat, which means that it reaches its permissible limit temperature more quickly. In order to avoid exceeding the permissible heat, the power withdrawn from the transformer must be reduced.



$P_{n\ zul}$  Zulässige Bemessungsleistung  
Permissible rated power  
 $P_n$  Bemessungsleistung  
Rated power

Bild 2 Zulässige Transformator-Dauerbelastung in Abhängigkeit von der Aufstellhöhe

Fig. 2 Permissible transformer continuous load in relation to the site altitude

### Frequenz

Kleintransformatoren dürfen nur bei der Frequenz betrieben werden, für die sie ausgelegt sind. Allerdings kann bei höheren Frequenzen auch eine höhere Leistung erzielt werden, wenn der Transformator für diese höhere Frequenz geeignet ist. Die Umrechnung erfolgt linear auf Basis der Bemessungsleistung für 50 Hz.

$$P_{n \text{ tats}} = P_{n50\text{Hz}} \times f_{\text{tats}}/50 \quad (\text{in VA})$$

### Schutzart

Die in den Auswahltabellen angegebenen Bemessungsleistungen gelten in der Regel für die Schutzart IP 00, d.h. der Transformator besitzt keinen Schutz gegen Berührung und gegen das Eindringen von festen Fremdkörpern und Wasser. Eine Erhöhung der Schutzart behindert die Wärmeabgabe des Transformators, was wiederum zu einer Erhöhung der Erwärmung führt. Damit die zulässige Erwärmung nicht überschritten wird, ist die Transformatorleistung entsprechend zu reduzieren.

Da die Abhängigkeit der tatsächlich erzielbaren Leistung bei einer bestimmten Schutzart gegenüber der Bemessungsleistung von der jeweiligen Ausführung der Schutzeinrichtung (z.B. Gehäuse) abhängt, kann hier kein allgemein gültiger Zusammenhang genannt werden.

Die jeweilig zu erzielende Leistung ist daher der entsprechenden Auswahl-tabelle im Kapitel 3 „Transformatoren“ zu entnehmen.

Bei Kleintransformatoren in einer Schutzeinrichtung muss die tatsächlich zu erzielende Leistung dem Typenschild der Schutzeinrichtung (z.B. dem Gehäuse) zu entnehmen sein. Das Typenschild des Transformators innerhalb der Schutzeinrichtung gibt die Leistung bei Schutzart IP 00 an.

Allgemein gültige Hinweise zu Schutzarten und dem IP-Code finden Sie im Kapitel 7.6. „Schutzarten, IP-Code“.

### Betriebsarten

Die in den Auswahltabellen angegebenen Bemessungsleistungen gelten für die Betriebsart Dauerbetrieb. Bei anderen Betriebsarten kann unter Umständen eine höhere Leistung entnommen oder, falls der Transformator entsprechend ausgelegt ist, eine kleinere Typenleistung gewählt werden.

Allgemein gilt für den mittleren Belastungsstrom:

$$I_{\text{mittel}} = \sqrt{\frac{\sum (I^2 \times t)}{\sum t_{\text{Last}} + \sum t_{\text{Pause}}}} \quad (\text{in A})$$

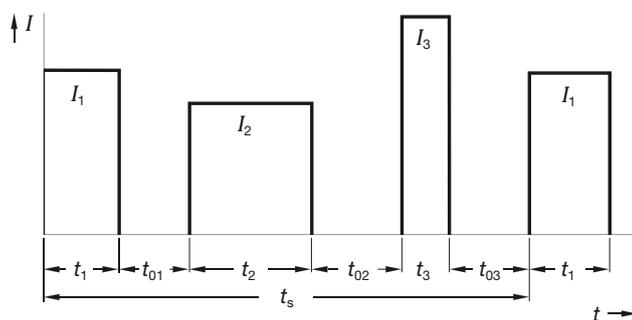


Bild 3 Die Darstellung zeigt den möglichen Verlauf der Strombelastung in Abhängigkeit von der Zeit.

In Abhängigkeit von der Zeit ergibt sich damit ein mittlerer Belastungsstrom  $I_{\text{mittel}}$  zu:

$$I_{\text{mittel}} = \sqrt{\frac{I_1^2 \times t_1 + I_2^2 \times t_2 + I_3^2 \times t_3}{t_1 + t_{01} + t_2 + t_{02} + t_3 + t_{03}}} \quad (\text{in A})$$

### Frequency

Small transformers are permitted to be operated at the frequency for which they are designed only. However, higher frequencies permit higher powers if the transformer is suited to the higher frequency. The conversion is linear and based on the rated power for 50 Hz.

$$P_{n \text{ act}} = P_{n50\text{Hz}} \times f_{\text{act}}/50 \quad (\text{in VA})$$

### Degree of protection

As a rule, the rated powers listed in the selection tables are for safety class IP 00, meaning that the transformer is not protected against contact and against ingress of solid foreign bodies and water. An increase in the safety class interferes with the heat dissipation of the transformer, which in turn leads to an increase in heat. In order to avoid exceeding the permissible heat, the power withdrawn from the transformer must be reduced.

For any given safety class, the relation to the actual achievable power vis-à-vis the rated power depends on the respective design of the protective equipment (e.g. housing): it is impossible to describe a generally valid interrelation here.

This is why the selection table in chapter 3 “Transformers” should be consulted to find the corresponding achievable power.

For small transformers in protective devices, the nameplate of the protective device (e.g. the housing) lists the actual achievable power.

The nameplate of the transformer inside the protective device lists the power for safety class IP 00. For generally valid notes on safety classes and IP codes, see chapter 7.6. “Degree of protection, IP codes”.

### Operating modes

The rated powers in the selection table are valid for the operating mode continuous operation. Depending on the circumstances, a higher power can be withdrawn, or if the transformer is designed accordingly, a smaller capacity can be selected.

In general, the following is valid for the mean load current:

$I_{\text{mittel}}$	Mittlerer Strom average current
$I$	Belastungsstrom $I_1, I_2, \dots$ load current $I_1, I_2, \dots$
$t$	Belastungszeit load period
$t_s$	Belastungsspiel loading cycle
$\sum t_{\text{Last}}$	Summe aller Belastungszeiten accumulated number of load period
$\sum t_{\text{Pause}}$	Summe aller Pausenzeiten accumulated number of idle times

Figure 3 The figure shows the possible course of the load current in relation to time.

In relation to time, the result is therefore a mean load current  $I_{\text{mean}}$  to:

## 7.3. Transformatoren

### 7.3. Transformers

Die Betriebsart **Dauerbetrieb** ist so definiert, dass der Transformator ohne zeitliche Begrenzung mit seiner Bemessungsleistung betrieben werden kann. Dabei wird die Beharrungstemperatur erreicht, aber auch bei zeitlich unbegrenztem Betrieb nicht überschritten.

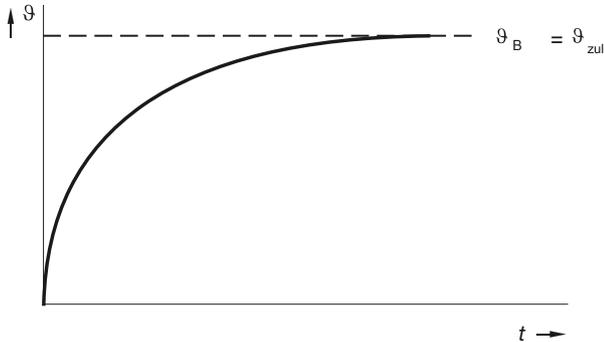


Bild 4 Temperaturkennlinie bei Dauerbetrieb

$\vartheta$	Temperatur
$t$	Zeit
$\vartheta_{zul}$	Zulässige Temperaturzunahme
$\vartheta_B$	Beharrungstemperatur

Die Betriebsart **Kurzzeitbetrieb** ist so definiert, dass der Transformator während einer spezifizierten Zeit betrieben werden kann, innerhalb der er zwar die zulässige Betriebstemperatur, aber nicht die Beharrungstemperatur erreicht. Die nachfolgende Betriebspause, in der der Transformator einseitig vom Netz getrennt ist, ist dann so lang, dass eine Abkühlung auf Umgebungstemperatur erreicht wird (siehe Bild 5).

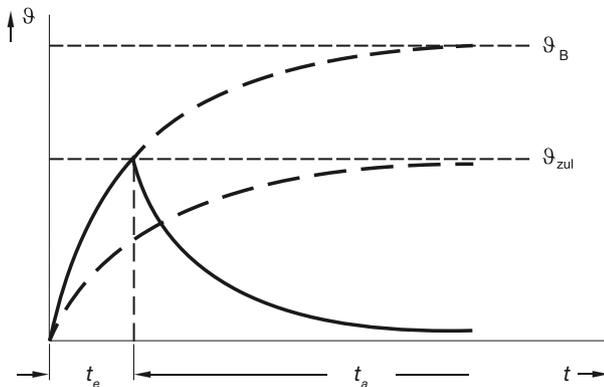


Bild 5 Temperaturkennlinie bei Kurzzeitbetrieb

$\vartheta$	Temperatur
$t$	Zeit
$\vartheta_{zul}$	Zulässige Temperaturzunahme (= $\vartheta_B$ )
$\vartheta_B$	Beharrungstemperatur bei Kurzzeitbetrieb
$t_e$	Einschaltzeit
$t_a$	Pausenzeit

Bei Transformatoren, die für Kurzzeitbetrieb ausgelegt sind, wird auf dem Typenschild die Dauer der Betriebszeit in Sekunden oder in Minuten angegeben.

The operation mode **continuous operation** is defined in such a way that the transformer can be operated at its level of structural safety without a time limit. While doing this it reaches the steady state temperature but does not exceed it, even during operation without a time limit.

Figure 4 Characteristic temperature curve for continuous operation

$\vartheta$	Temperature
$t$	Time
$\vartheta_{zul}$	Permissible temperature increase
$\vartheta_B$	Steady state temperature

The operation mode **short time operation** is defined in a way that the transformer can be operated for a specified period of time during which it is able to achieve the permissible operating temperature, but not the steady state temperature. The following pause in operation, in which the transformer is disconnected from the grid on the input side, is long enough to allow it to cool down to the ambient temperature (see figure 5).

Figure 5 Characteristic temperature curve for short time operation

$\vartheta$	Temperature
$t$	Time
$\vartheta_{zul}$	Permissible temperature increase (= $\vartheta_B$ )
$\vartheta_B$	Steady state temperature for short time operation
$t_e$	Operating time
$t_a$	Idle time

Transformers that are designed for short time operation have the duration of the operating time in seconds or in minutes on the nameplate.

## 7.3. Transformatoren

### 7.3. Transformers

Die Betriebsart **Aussetzbetrieb** ist so definiert, dass der Transformator während einer spezifizierten Zeit betrieben wird, innerhalb der er zwar die zulässige Betriebstemperatur, nicht aber die Beharrungstemperatur erreicht. Die nachfolgende Betriebspause, in der der Transformator eingangsseitig vom Netz getrennt ist, ist aber nicht lang genug, dass eine Abkühlung auf Umgebungstemperatur erreicht wird (siehe Bild 6).

The operation mode **intermittent duty** is defined in such a way that the transformer can be operated for a specified period of time during which it is able to achieve the temperature, but not the steady-state temperature. However, the following pause in operation, in which the transformer is disconnected from the mains on the input side, is not long enough to allow it to cool down to the ambient temperature (see figure 6).

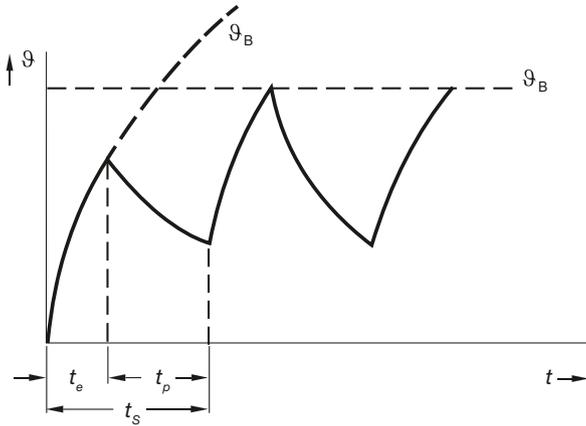


Bild 6 Temperaturkennlinie bei Aussetzbetrieb

Figure 6 Characteristic temperature curve for intermittent duty

$\vartheta$	Temperatur
$t$	Zeit
$\vartheta_{zul}$	Zulässige Temperaturzunahme
$\vartheta_B$	Beharrungstemperatur bei Aussetzbetrieb
$t_e$	Einschaltzeit
$t_p$	Pausenzeit
$t_s$	Spieldauer

$\vartheta$	Temperature
$t$	Time
$\vartheta_{zul}$	Permissible temperature increase
$\vartheta_B$	Steady-state temperature for intermittent duty
$t_e$	Operating time
$t_p$	Idle time
$t_s$	Duty cycle

Die Betriebsart **Durchlaufbetrieb mit Aussetzbelastung** ist so definiert, dass der Transformator eingangsseitig dauernd am Netz liegt, die angegebene zulässige Belastungszeit aber so kurz ist, dass er zwar die zulässige Betriebstemperatur, nicht aber die Beharrungstemperatur erreicht. Die nachfolgende Betriebspause ist aber nicht lang genug, dass eine Abkühlung auf Beharrungstemperatur im Leerlauf erreicht wird (siehe Bild 7).

The **continuous operation with intermittent load** operation mode is defined in such a way that on the input side, the transformer is always on the mains, but the listed permissible load period is that short that it can achieve the permissible operating temperature but not the steady state temperature. However, the following pause in operation is not long enough to allow it to cool down to the steady state temperature while idling (see figure 7).

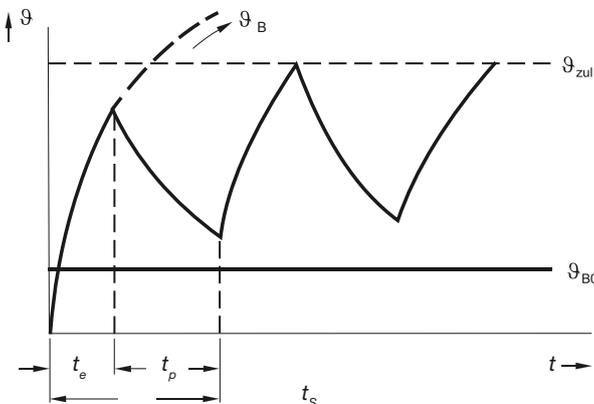


Bild 7 Temperaturkennlinie bei Durchlaufbetrieb mit Aussetzbelastung

Figure 7 Temperature characteristic curve for continuous operation with intermittent load

$\vartheta_{zul}$	Zulässige Temperaturzunahme
$\vartheta_{B0}$	Beharrungstemperatur bei Leerlauf
$\vartheta_B$	Beharrungstemperatur bei Durchlaufbetrieb mit Aussetzbelastung
$t_e$	Einschaltzeit
$t_p$	Pausenzeit
$t_s$	Spieldauer

$\vartheta_{zul}$	Permissible temperature increase
$\vartheta_{B0}$	Steady-state temperature while no-load operation
$\vartheta_B$	Steady-state temperature for continuous operation with intermittent load
$t_e$	Operating time
$t_p$	Idle time
$t_s$	Duty cycle

## 7.3. Transformatoren

### 7.3. Transformers

Zur Definition des Verhältnisses der Spieldauer zur Summe von Spieldauer und nachfolgender Pausenzeit dient die *relative Einschaltdauer* ED:

$$ED = t_e / (t_e + t_p) \times 100 \text{ (in \%)}.$$

Bei Kleintransformatoren, die für **Aussetzbetrieb** und **Durchlaufbetrieb mit Aussetzbelastung** ausgelegt sind, wird die relative Einschaltdauer auf dem Typenschild in % angegeben. Die Abhängigkeit der tatsächlich erzielbaren Leistung gegenüber der Bemessungsleistung bei **Dauerbetrieb** von der relativen Einschaltdauer zeigt das Bild 8.

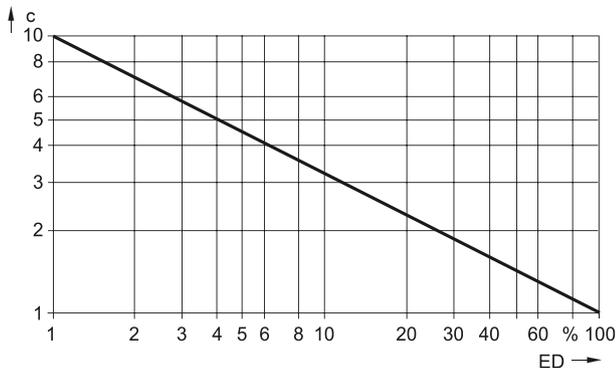


Bild 8 Belastungskennlinie in Abhängigkeit von der Einschaltdauer (ED)

Mit dem Umrechnungsfaktor  $c$  aus dem obigen Bild errechnet sich die tatsächlich erzielbare Leistung zu:

$$P_{n \text{ tats}} = P_{n \text{ bem}} \times c \quad (\text{in VA})$$

Außer den vorher beschriebenen allgemein gültigen Betriebsarten gibt ist speziell für Steuertransformatoren noch eine Besonderheit, die auch als eine gewisse Variante einer Betriebsart angesehen werden kann:

**Kurzzeitleistung** bei  $\cos \varphi = 0,5$  ist so definiert, dass bei dieser kurzzeitig übertragenen Leistung die Ausgangsspannung noch mindestens 95 % der Ausgangs-Bemessungsspannung betragen muss.

Der Steuertransformator wird dabei im Dauerbetrieb betrieben und nur kurzzeitig, z.B. wenn ein Schütz anzieht, mit einer hohen Leistung bei schlechtem Leistungsfaktor belastet. Dabei darf es zu keinem wesentlichen Spannungseinbruch kommen, weil sonst die Gefahr besteht, dass das eventuell bereits angezogene Schütz wieder abfallen oder zumindest das betätigte Schütz nicht anzieht.

Nachdem das Schütz angezogen hat, muss der Steuertransformator lediglich die wesentlich niedrigere Halteleistung übertragen.

Steuertransformatoren sind speziell hierfür ausgelegt, damit sie trotz der erwünschten hohen Kurzzeitleistung eine möglichst niedrige Bemessungsleistung (und damit niedriges Gewicht und geringes Volumen) aufweisen. Für die Auswahl eines Steuertransformators müssen beide Größen, d.h. die erforderliche Dauerleistung sowie die erforderliche Kurzzeitleistung ermittelt werden.

To define the relationship of the operating time to the sum of the operating time and following pauses, use the relative duty cycle ED:

$$ED = t_e / (t_e + t_p) \times 100 \text{ (in \%)}.$$

For small transformers that are designed for **intermittent duty** and **continuous operation with intermittent load**, the relative duty cycle is listed on the nameplate in %.

The dependence of the actual actual achievable power vis-à-vis the rated power for **continuous operation** on the relative duty cycle is shown in

Figure 8.

Figure 8 Load characteristic curve in relation to the duty cycle (ED)

Using conversion factor  $c$  from the above figure, the actual achievable power calculates to:

Other than the generally valid operating modes described above, there is a special form of operation particularly for control transformers that can be considered a type of operating mode variant:

**Short-time rating** for  $\cos \varphi = 0.5$  is defined in such a way for this short term transmission of power that the output voltage has to be at least 95 % of the initial rated voltage.

The control transformer is operated in continuous operation and only for the short term, e.g. when a contactor loaded with a high power at a poor power factor activates. In this mode significant voltage drops must be prevented, otherwise there is a risk that contactors that have already activated will drop again or at least the actuated contactor will not activate.

After the contactor has activated, the control transformer only has to carry the significantly lower holding power. Control transformers are specially designed to do this so that the rated power they present is as low as possible (and with it, a low weight and volume) despite the required high short-time rating. When selecting a control transformer, both the required continuous power and short-term power must be determined.

## Verhalten bei Kurzschluss und Überlast

Das Verhalten bei Kurzschluss und Überlast wird grundsätzlich wie folgt definiert:

### Kurzschlussfester Transformator

Kurzschlussfest ist ein Transformator, bei dem die Temperaturerhöhung bei Überlast oder im Kurzschluss die festgelegten Grenzen nicht überschreitet, und der nach Entfernen des Kurzschlusses oder der Überlast weiterhin alle Anforderungen erfüllt. Kennzeichnung von Kleintransformatoren bezüglich des Verhaltens bei Kurzschluss und Überlast:

Bild Fig.	Bildzeichen Symbol	Art des Transformators Type of transformer
1		Kurzschlussfester Transformator (bedingt und unbedingt) <i>Short-circuit proof transformer (non-inherently and inherently)</i>
2		Fail-Safe-Transformator <i>Fail-safe transformer</i>
3		Nicht kurzschlussfester Transformator <i>Non-short-circuit proof transformer</i>

Tabelle 1 Kennzeichnung von Kleintransformatoren

**Anmerkung:** Diese Bildzeichen dürfen nur in Verbindung mit den Kennzeichen für Trenn-, Sicherheits-, Anpasstransformatoren usw. verwendet werden.

Kurzschlussfeste Transformatoren werden gemäß Tabelle 1 im Bild 1 gekennzeichnet. Eine weitere Unterscheidung in der Kennzeichnung zwischen bedingt und unbedingt kurzschlussfesten Transformatoren ist nicht vorgesehen.

### Bedingt kurzschlussfester Transformator

Ein bedingt kurzschlussfester Transformator ist ein kurzschlussfester Transformator, der mit einer Schutzvorrichtung ausgerüstet ist, die den Eingangs- oder Ausgangstromkreis unterbricht oder den Strom im Eingangs- oder Ausgangstromkreis verringert, wenn der Transformator überlastet oder kurzgeschlossen ist, und der nach Entfernen der Überlast oder des Kurzschlusses und das Rücksetzen oder Ersetzen der Schutzvorrichtung weiterhin alle Anforderungen der Norm erfüllt.

### Unbedingt kurzschlussfester Transformator

Ein unbedingt kurzschlussfester Transformator ist ein kurzschlussfester Transformator ohne Schutzvorrichtung, bei dem die Temperatur im Kurzschluss oder bei Überlast die festgelegte Grenztemperaturen nicht überschreitet und der nach Entfernen der Überlast oder des Kurzschlusses weiterhin alle Anforderungen der Norm erfüllt.

### Fail-Safe-Transformator

Ein Fail-Safe-Transformator ist ein Transformator, der infolge nicht bestimmungsgemäßem Gebrauch durch Unterbrechung des Eingangsstromkreises bleibend ausfällt, aber für den Anwender oder die Umgebung keine Gefahr darstellt. Fail-Safe-Transformatoren werden gemäß Tabelle 1 im Bild 2 gekennzeichnet.

### Nicht kurzschlussfester Transformator

Ein nicht kurzschlussfester Transformator ist ein Transformator, der gegen übermäßige Temperatur durch eine Schutzvorrichtung, mit der der Transformator selbst nicht ausgerüstet ist, geschützt wird, und der nach Entfernen der Überlast oder des Kurzschlusses und nach Wiederinstandsetzung der Schutzvorrichtung alle Anforderungen der Norm erfüllt. Nicht kurzschlussfeste Transformatoren werden gemäß Tabelle 1 im Bild 3 gekennzeichnet.

## Short circuit and overload behaviour

Short circuit and overload behaviour is basically defined as follows:

### Short-circuit proof transformer

A transformer is short-circuit proof when the temperature increase does not exceed the specified limits in the event of an overload or short circuit. It continues to fulfil all requirements after the short circuit or overload has been remedied.

Labelling of small transformers with regard to short circuit and overload behaviour

Table 1 Marking of small transformers

**Comment:** These icons may only be used in conjunction with the labelling of isolating, safety and matching transformers, etc.

Short-circuit proof transformers are marked as per Table 1 in Fig. 1. An additional difference in labelling between conditional and unconditional short-circuit proof transformers is not planned.

### Conditional short-circuit proof transformer

A conditional short-circuit proof transformer is a short-circuit proof transformer equipped with a protective device that interrupts the input or output electric circuit or reduces the electricity in the input or output electric circuit when the transformer is overloaded or short circuited. After the overload or short circuit has been remedied and the protective device has been reset or replaced, it continues to fulfil all of the requirements of the standard.

### Unconditional short-circuit proof transformer

An unconditional short-circuit proof transformer is a short-circuit proof transformer without a protective device whose temperature does not exceed the specified limit temperature in the event of an overload or short circuit. It continues to fulfil all requirements of the standard after the short circuit or overload has been remedied.

### Fail-safe transformer

A fail-safe transformer is a transformer that has permanently failed as a result of non-intended use in the form of an interruption of the input electric circuit but does not pose a risk to the user or the surroundings.

Fail-safe transformers are marked as per Table 1 in Fig. 2.

### Non-short-circuit proof transformer

A non-short-circuit proof transformer is a transformer that is protected against excessive temperatures by a protective device although the transformer itself is not equipped with one. It continues to fulfil all requirements of the standard after the short circuit or overload has been remedied and the protective device has been repaired. Non-short-circuit proof transformers are marked as per Table 1 in Fig. 3.

## 7.3. Transformatoren

### 7.3. Transformers

#### Errichtungsbestimmungen

Errichtungsbestimmungen stellen unterschiedliche Anforderungen an die Ausführung der Transformatoren, weil besondere Bedingungen bezüglich Schutz sowohl gegen direktes als auch bei indirektem Berühren zu berücksichtigen sind.

Aus diesen Forderungen heraus haben sich eine Reihe von Ausführungsarten von Transformatoren ergeben, die in den einschlägigen Vorschriftenwerken näher beschrieben sind.

#### Ausführungsarten von Transformatoren

##### Trenntransformatoren für allgemeine Anwendungen

Trenntransformatoren nach EN 61558-2-4, DIN EN 61558-2-4 (VDE 0570 Teil 2-4) sind Transformatoren mit Schutztrennung zwischen den Eingangs- und Ausgangswicklungen. Neben Trenntransformatoren für allgemeine Anwendungen sind auch Transformatoren für spezielle Anwendungen genormt, für die es spezielle Vorschriften gibt, z.B. Trenntransformatoren für medizinische genutzte Räume EN61558-2-15, Transformatoren für Rasiersteckdosen EN61558-2-5 usw. Trenntransformatoren weisen folgende grundlegende Eigenschaften auf:

- Eingangs-Bemessungsspannung: max. AC 1000 V
- Ausgangs-Bemessungsspannung:  
über AC 50 V, jedoch max. AC 500 V,  
über DC 120 V oberwellenfrei, jedoch max. AC 708 V
- Bemessungsleistung:  
einphasig: max. 25 kVA,  
dreiphasig: max. 40 kVA
- Bemessungsfrequenz: max. 500 Hz.

Abweichungen von diesen Eigenschaften sind jedoch in einigen Fällen möglich, z.B.

- besondere Trenntransformatoren sind nach Vereinbarung ohne Begrenzung der Bemessungsleistung zulässig,
- bei tragbaren Trenntransformatoren darf die Ausgangsbemessungsspannung AC 250 V nicht überschreiten
- für den Fall, dass nationale Errichtungsbestimmungen diese zulassen oder für spezielle Verwendung, darf die Ausgangsbemessungsspannung auch AC 1000 V bzw. DC 1415 V oberwellenfrei betragen.

Trenntransformatoren werden zur sicheren elektrischen Trennung von Stromkreisen verwendet, um Gefahren einzuschränken, die sich aus der zufällig gleichzeitigen Berührung von Erde und unter Spannung stehenden Teilen oder Metallteilen ergeben, die im Falle eines Isolationsfehlers im Sekundärkreis unter Spannung stehen können.

Trenntransformatoren werden deshalb dort eingesetzt, wo andere Schutzmaßnahmen wie der Schutz durch Schutzisolierung oder der Schutz durch Abschaltung aufgrund der Netzkonfiguration oder der Schutz durch Kleinspannung z.B. wegen der Verbraucherspannung nicht zum Tragen kommen können.

Aufgrund ihrer Bauart erfüllen sie die Anforderungen der Schutzmaßnahme „Schutztrennung“, d.h. die angeschlossenen Betriebsmittel sind vom speisenden Netz sicher getrennt. Es darf daher weder ein Körper noch ein Leiter des Sekundärkreises mit dem Schutzleitersystem verbunden werden, eine Ausnahme besteht lediglich beim Potentialausgleich.

Trenntransformatoren sind auch dort einzusetzen, wo in leitfähigen Bereichen mit begrenzter Bewegungsfreiheit elektrische Anlagen errichtet oder handgehaltene Betriebsmittel mit Strom versorgt werden müssen.

In der Regel werden in den oben geschilderten Fällen tragbare Trenntransformatoren eingesetzt, die schutzisoliert sein müssen und bei Arbeiten z.B. in Kesseln außerhalb des Arbeitsplatzes aufzustellen sind.

#### Installation specifications

*The installation specifications present different requirements on the design of the transformers because special conditions with regard to protection and against direct and indirect contact must be taken into consideration. These requirements have resulted in a series of transformer design types that are described in more detail in the relevant specifications.*

#### Transformer design types

##### Isolating transformers for general applications

*Isolating transformers as per EN61558-2-4, DIN EN 61558-2-4 (VDE 0570 parts 2-4) are transformers with protective separation between their input and output windings. In addition to isolating transformers for general applications, transformers have been standardised for special applications with their own particular specifications, for example, isolating transformers for locations for medical use EN61558-2-15, transformers for shaver sockets EN61558-2-5, etc.*

*Isolating transformers have the following basic characteristics:*

- *Rated input voltage: max. AC 1000 V*
- *Rated output voltage:*  
*> AC50 V but max. AC 500 V,*  
*> DC 120 V harmonics-free but max. AC 708 V,*
- *Rated power:*  
*Single-phase: max. 25 kVA,*  
*three-phase: max. 40 kVA*
- *Rated frequency: max. 500 Hz.*

*Deviations from these characteristics are, however, possible in some cases, e.g.*

- *as per prior agreement, special isolating transformers are permissible without limits on rated power,*
- *for portable isolating transformers, the rated output voltage may not exceed AC 250 V,*
- *national installation specification permitting or for special applications, the rated output voltage may also equal AC 1000 V or DC 1415 V harmonics-free.*

*Isolating transformers are used for the secure electrical isolation of electric circuits, to restrict hazards that may arise from the accidental, simultaneous contact between earth and live parts or metal parts that could become live in the event of an isolation failure in the secondary circuit. This is why isolating transformers are used where other protective measures such as protection by means of protective insulation or protection by means of switching off are not possible due to the mains configuration or protection by means of low voltage because of the load voltage, for example, is not possible.*

*As a result of their engineering, they fulfil the requirements of the “protective separation” protective measure, meaning that the connected operating resources are securely separated from the feeding network. This is why neither exposed conductive parts nor secondary circuit conductors may be connected to the equipment earthing conductor. The only exception to this is the case of potential equalisation. Isolating transformers are also used when electrical equipment is installed in conductive areas with limited freedom of movement or hand-held operating resources have to be supplied with electricity. As a rule, portable isolating transformers that require protective insulation are used in the cases described above. They have to be set up outside the work area for work in boilers, for example.*

Die Trenntransformatoren dürfen mehrere Ausgangswicklungen haben, aber jede Ausgangswicklung darf nur einen Verbraucher speisen. Um Trenntransformatoren für allgemeine Anwendung deutlich von anderen Transformatoren unterscheiden zu können, müssen sie mit dem Bild-Zeichen für Trenntransformatoren gekennzeichnet sein.

Bildzeichen	Art des Transformators
Symbol	Type of transformer
	Trenntransformatoren für allgemeine Anwendung <i>Isolating transformers for general use</i>

Table 2 Kennzeichnung von Trenntransformatoren

Anmerkung: Dieses Bildzeichen darf nur in Verwendung mit der Kennzeichnung für kurzschlussfeste, nicht kurzschlussfeste und Fail-Safe-Transformatoren verwendet werden.

### Sicherheitstransformatoren für allgemeine Anwendungen

Sicherheitstransformatoren nach EN 61558-2-6, DIN EN 61558-2-6 (VDE 0570 Teil 2-6) sind Trenntransformatoren, die für die Versorgung von **SELV** (Safety Extra-Low Voltage)- oder **PELV** (Protective Extra-Low Voltage)-Stromkreisen vorgesehen sind.

Neben Sicherheitstransformatoren für spezielle Anwendungen z.B. Klingel- und Lätewerkstransformatoren EN 61558-2-8, und Transformatoren für Spielzeuge EN 61558-2-7 sind auch Sicherheitstransformatoren für allgemeine Anwendungen genormt.

Sicherheitstransformatoren weisen folgende grundlegende Eigenschaften auf:

- Eingangs-Bemessungsspannung: max. AC 1000 V, Effektivwert
- Ausgangs-Bemessungsspannung:  
max. AC 50 V,  
max. DC 120 V oberwellenfrei,
- Bemessungsleistung: einphasig: max. 10 kVA, dreiphasig: max. 16 kVA,
- Bemessungsfrequenz: max. 500 Hz.

Hierbei ist auf folgendes hinzuweisen:

Besondere Sicherheits-Transformatoren sind nach Vereinbarung ohne Begrenzung der Bemessungsleistung zulässig. Die maximale Ausgangs-Bemessungsspannung gilt für Leerlauf und Vollast.

Für den Fall, dass der Transformator mehrere Ausgangswicklungen besitzt, darf die Summe aller Ausgangs-Bemessungsspannungen die angegebenen Spannungsgrenzen nicht überschreiten, auch wenn die Ausgangswicklungen nicht dazu bestimmt sind, in Reihe geschaltet zu werden.

Sicherheitstransformatoren sind dazu bestimmt, Verbraucherstromkreise oder Geräte zu versorgen, bei denen keine gefährlichen oder unzulässig hohen Berührungsspannungen auftreten dürfen. Die von Sicherheitstransformatoren erzeugte Schutzkleinspannung am erdpotentialfreien Ausgang ist so niedrig, dass von ihr selbst keine Gefahr ausgehen kann.

**SELV**-Stromkreise (Safety Extra-Low Voltage) sind Stromkreise mit Schutztrennung gegenüber anderen Stromkreisen. **SELV**-Stromkreise besitzen keine Anschlüsse zum Erden der berührbaren leitfähigen Teile. **PELV**-Stromkreise (Protective Extra-Low Voltage) sind Stromkreise mit Schutztrennung gegenüber anderen Stromkreisen. **PELV**-Stromkreise können, im Gegensatz zu **SELV**-Stromkreisen, aus Funktionsgründen geerdet sein, und/oder es können dessen berührbare Teile geerdet sein.

Bei **SELV** und **PELV**-Spannungen dürfen die Werte von 50 V Wechselspannung oder 120 V geglättete Gleichspannung zwischen den Leitern oder zwischen einem Leiter und Erde in einem Stromkreis, der vom Versorgungsnetz z.B. durch einen Sicherheits-Transformator getrennt ist, nicht überschreiten.

Für bestimmte Anforderungen darf ein niedrigerer Höchstwert unter den Werten von AC 50 V bzw. DC 120 V festgelegt werden, insbesondere dann, wenn das direkte Berühren von aktiven Teilen zulässig ist. Z.B. in der DIN EN 60601 „Medizinische Elektrische Geräte“ sind für die Schutzkleinspannung **SELV** Spannungen von AC 25 V oder DC 60 V als Höchstgrenze festgelegt.

*Isolating transformers may have several output windings, but each output winding may only feed one load. In order to clearly distinguish isolating transformers for general applications from other transformers, they must be marked with the symbol for isolating transformers.*

Table 2 Marking of Isolating transformers

*Comment: This icon may only be used for labelling short-circuit proof, non-short-circuit proof and fail-safe transformers.*

### Safety isolating transformers for general applications

Safety isolating transformers as per EN 61558-2-6, DIN EN 61558-2-6 (VDE 0570 parts 2-6) are isolating transformers intended for the supply of **SELV** (Safety Extra-Low Voltage) or **PELV** (Protective Extra-Low Voltage) electric circuits.

In addition to safety isolating transformers for special applications (e.g. bell- and chime transformers EN 61558-2-8 and transformers for toys EN 61558-2-7), safety isolating transformers for general applications are standardised.

Safety isolating transformers have the following basic characteristics:

- Rated input voltage: max. AC 1000 V, effective value
- Rated output voltage:  
max. AC 50 V  
max. DC 120 V harmonics-free,
- Rated power: Single-phase: max. 10 kVA, three-phase: max. 16 kVA
- Rated frequency: max. 500 Hz.

Please note:

*As per prior agreement, special safety isolating transformers without limits on rated power are permissible. The maximum rated output voltage is valid for idling and full load. In the event that the transformer has several output windings, the sum of the rated output voltages may not exceed the listed voltage limits, even if the output windings are not intended for serial switching.*

*Safety isolating transformers are intended to supply load electric circuits or devices that are not permitted to experience dangerous or impermissibly high contact voltages. The protective low voltage at the earth-potential-free output generated by safety isolating transformers is that low that it does not pose a risk itself. **SELV** electric circuits (Safety Extra-Low Voltage) are electric circuits with protective separation from other electric circuits.*

***SELV** electric circuits do not have connections for earthing contactable, conductive parts. **PELV** electric circuits (Protective Extra-Low Voltage) are electric circuits with protective separation from other electric circuits. Unlike **SELV** electric circuits, **PELV** electric circuits can be earthed for reasons of function and/or its contactable parts can be earthed.*

*Neither **SELV** nor **PELV** voltages are permitted to exceed values of 50 V AC or 120 V constant DC between contactors or between a contactor and earth in one electric circuit that is isolated from the supply network by a safety transformer, for example.*

*For certain requirements, a lower upper value below the values of AC 50 V or DC 120 V can be specified, particularly when direct contact with live parts is permissible. For example, in DIN EN 60601 "Medical Electrical Devices," voltages of AC 25 V or DC 60 V have been set as an upper limit for **SELV** protective low voltage.*

## 7.3. Transformatoren

### 7.3. Transformers

Die Tabelle 3 gibt einen Überblick zu den Kleinspannungen **SELV** und **PELV** bezüglich der sicheren Trennung und der Verbindung mit dem Schutzleiter.

Table 3 provides an overview of **SELV** and **PELV** low voltages with regard to safe isolation and connection to the protective conductor.

Art der Trennung		Beziehung zur Erde oder zu einem Schutzleiter		Bezeichnung
Stromquellen	Stromkreise	Stromkreise	Körper	
mit sicherer Trennung	mit sicherer Trennung,	ungeerdet	ungeerdet	SELV
z.B. ein Sicherheitstransformator nach EN 61558-2-6 oder gleichwertige Stromquellen	z.B. an den Kontakten	es ist keine Verbindung aktiver Teile mit dem Schutzleiter erlaubt	Körper dürfen nicht absichtlich mit Erde oder einem Schutzleiter verbunden sein	
		geerdet und ungeerdet erlaubt	Körper dürfen geerdet oder mit einem Schutzleiter verbunden sein	PELV

Tabelle 3 SELV und PELV Stromkreise

Type of isolation		Relationship to earth or a protective conductor		Designation
Current sources	Current circuits	Current circuits	Exposed conductive part	
with secure isolation	with secure isolation,	unearthed	unearthed	SELV
e.g. a safety transformer as per EN 61558-2-6 or equivalent energy sources	e.g. at the contacts	connecting live parts to the protective conductor is not permitted	Exposed conductive parts may not be connected to earth or a protective conductor on purpose	
		earthed and unearthed permitted	Exposed conductive parts may be earthed or connected to a protective conductor	PELV

Table 3 SELV and PELV electric circuits

Sicherheitstransformatoren werden deshalb dort eingesetzt, wo andere Schutzmaßnahmen wie der Schutz durch Abschaltung, die Schutzisolierung oder die Schutztrennung aufgrund der Netzkonfiguration nicht zum Tragen kommen können.

Sicherheitstransformatoren sind auch dort einzusetzen, wo in leitfähigen Bereichen mit begrenzter Bewegungsfreiheit elektrische Anlagen errichtet oder handgehaltene Betriebsmittel mit Strom versorgt werden müssen. In der Regel werden in den oben geschilderten Fällen tragbare Sicherheitstransformatoren eingesetzt, die schutzisoliert sein müssen und bei Arbeiten z.B. in Kesseln außerhalb des Arbeitsplatzes aufzustellen sind.

Um Sicherheitstransformatoren für allgemeine Anwendung deutlich von anderen Transformatoren unterscheiden zu können, müssen sie mit dem Bildzeichen für Sicherheitstransformatoren gekennzeichnet sein.

This is why safety isolating transformers are used when other protective measures such as protection by means of switching off, protective insulation or protective separation are not possible due to the mains configuration.

Safety isolating transformers are also used when electrical equipment is installed in conductive areas with limited freedom of movement or hand-held operating resources have to be supplied with electricity. As a rule, portable isolating transformers that require protective insulation are used in the cases described above. They have to be set up outside the work area for work in tanks, for example.

In order to clearly distinguish safety isolating transformers for general applications from other transformers, they must be marked with the symbol for safety isolating transformers.

Bildzeichen	Art des Transformators
Symbol	Type of transformer
	Sicherheitstransformatoren für allgemeine Anwendung Safety isolating transformers for general use

Tabelle 4 Kennzeichnung von Sicherheitstransformatoren

**Anmerkung:** Dieses Bildzeichen darf nur in Verwendung mit der Kennzeichnung für kurzschlussfeste, nicht kurzschlussfeste und Fail-Safe-Transformatoren verwendet werden.

Table 4 Marking of safety isolating transformers

**Comment:** This icon may only be used for labelling short-circuit proof, non-short-circuit proof and fail-safe transformers.

### Netztransformatoren für allgemeine Anwendungen

Netztransformatoren (Anpasstransformatoren) für allgemeine Anwendung nach EN 61558-2-1, DIN EN 61558-2-1 (VDE 0570 Teil 2-1), sind Transformatoren, deren Eingangs- und Ausgangswicklungen lediglich durch Basis-Isolierung getrennt sind.

Netztransformatoren weisen folgende grundlegende Eigenschaften auf:

- Eingangs-Bemessungsspannung: max. AC 1000 V,
- Ausgangs-Bemessungsspannung: über AC 50 V, jedoch max. AC 1000 V, über DC 120 V, jedoch max. 1415 V,
- Bemessungsleistung: einphasig: max. 1 kVA, dreiphasig: max. 5 kVA
- Bemessungsfrequenz: max. 500 Hz.

Hierbei ist auf Folgendes hinzuweisen:

Die maximale Ausgangs-Bemessungsspannung gilt für Leerlauf und Last. Für den Fall, dass der Transformator mehrere Ausgangswicklungen besitzt, darf die Summe aller Ausgangs-Bemessungsspannungen die angegebenen Spannungsgrenzen nicht überschreiten. Das gilt auch, wenn die Ausgangswicklungen nicht dazu bestimmt sind, in Reihe geschaltet zu werden. Spezielle Netztransformatoren dürfen eine Bemessungsleistung von max. 40 kVA haben.

Netztransformatoren sind dazu bestimmt, Verteilerstromkreise oder Geräte zu versorgen, bei denen die Schutzmaßnahmen wie Schutz durch Abschaltung oder Schutzisolierung aufgrund der Errichtungsbestimmungen zulässig sind. Um Netztransformatoren für allgemeine Anwendung deutlich von anderen Transformatoren unterscheiden zu können, müssen sie mit dem Bildzeichen für Netztransformatoren gekennzeichnet sein.

Bildzeichen	Art des Transformators
Symbol	Type of transformer
	Netztransformatoren für allgemeine Anwendung Separating transformers for general use

Tabelle 5 Kennzeichnung von Netztransformatoren

**Anmerkung:** Dieses Bildzeichen darf nur in Verwendung mit der Kennzeichnung für kurzschlussfeste, nicht kurzschlussfeste und Fail-Safe-Transformatoren verwendet werden.

### Steuertransformatoren

Steuertransformatoren sind Transformatoren nach EN 61558-2-2, DIN EN 61558-2-2 (VDE 0570 Teil 2-2), zur Versorgung von Steuerstromkreisen. Ihre Ausführung entspricht der der Netztransformatoren, jedoch müssen sie aufgrund ihrer Verwendung, z.B. Stromversorgung von Schützen besonderen Anforderungen genügen (z.B. in Hinsicht auf die Umgebungs- und Betriebsbedingungen sowie der Kurzzeitleistung). Außerdem verfügen Steuertransformatoren wegen der besonderen Sicherheitsanforderungen in Steuerstromkreisen gegenüber Netztransformatoren über eine höhere Isolation, die jedoch nicht den Anforderungen von Trenn- und Sicherheitstransformatoren entspricht.

Steuertransformatoren weisen folgende grundlegende Eigenschaften auf:

- Eingangs-Bemessungsspannung: max. AC 1000 V,
- Ausgangs-Bemessungsspannung: max. AC 1000 V,
- Bemessungsleistung: einphasig: ohne Begrenzung dreiphasig: ohne Begrenzung
- Kurzzeitleistung bei  $\cos \phi = 0,5$ : Nicht spezifiziert, muss aber angegeben werden,
- Bemessungsfrequenz: max. 500 Hz.

### Mains transformers for general applications

Mains transformers (matching transformers) for general applications as per EN 61558-2-1, DIN EN 61558-2-1 (VDE 0570 parts 2-1), are transformers whose input and output windings are only isolated by means of basic insulation.

Mains transformers have the following basic characteristics:

- Rated input voltage: max. AC 1000 V,
- Rated output voltage: > AC 50 V but max. AC 1000 V, > DC 120 V, but max. 1415 V,
- Rated power: Single-phase: max. 1 kVA, three-phase: max. 5 kVA
- Rated frequency: max. 500 Hz.

Please note:

The maximum rated output voltage is valid for idling and load. In the event that the transformer has several output windings, the sum of the rated output voltage may not exceed the voltage limits listed. This also applies if the output windings are not intended for series connection.

Special mains transformers are permitted to have a rated power of max. 40 kVA.

Mains transformers are intended to supply distribution circuits or devices for which protective measures such as protection by means of switching off or protective insulation are permitted due to the installation specifications.

In order to clearly distinguish mains transformers for general applications from other transformers, they must be marked with the symbol for mains transformers.

Table 5 Marking of separating transformers

**Comment:** This icon may only be used for labelling short-circuit proof, non-short-circuit proof and fail-safe transformers.

### Control transformers

Control transformers are transformers as per EN 61558-2-2, DIN EN 61558-2-2 (VDE 0570 part 2-2), for supplying control circuits. Their design is the same as that of mains transformers, but due to their use (e.g. supplying power to contactors) they have to fulfil special requirements with regard to the environmental and operating conditions and short-time rating, for example.

In addition, control transformers have a higher isolation in comparison to mains transformers because of the special safety requirements in control electric circuits, but they do not fulfil the requirements for isolating and safety isolating transformers.

Control transformers have the following basic characteristics:

- Rated input voltage: max. AC 1000 V,
- Rated output voltage: max. AC 1000 V,
- Rated power: Single-phase: without limits three-phase: without limits
- Short-time rating for  $\cos \phi = 0,5$ : Not specified but has to be listed,
- Rated frequency: max. 500 Hz.

# 7.3. Transformatoren

## 7.3. Transformers

**Steuertransformatoren (Forts.)** Hierbei ist auf Folgendes hinzuweisen:

- Bei Kurzzeitleistung muss die Ausgangsspannung mindestens 95 % der Ausgangs-Bemessungsspannung betragen,
- Die maximale Ausgangs-Bemessungsspannung gilt für Leerlauf und Last.
- Für den Fall, dass der Transformator mehrere Ausgangswicklungen besitzt, darf die Summe aller Ausgangs-Bemessungsspannungen die angegebenen Spannungsgrenzen nicht überschreiten. Das gilt auch, wenn die Ausgangswicklungen nicht dazu bestimmt sind, in Reihe geschaltet zu werden.

Steuertransformatoren werden gemäß DIN EN 60204-1 (VDE 0113 Teil 1: Elektrische Ausrüstung von Maschinen) zur Versorgung von Steuerstromkreisen vorgeschrieben.

Die rechnerische Ermittlung der für den Steuertransformator erforderlichen Leistung im Dauerbetrieb und der Kurzzeitleistung muss in zwei getrennten Schritten vorgenommen werden:

**Kurzzeitleistung  $P_n$  – die Kenngröße für das dynamische Leistungsvermögen**

Das wichtigste Auswahlkriterium für Steuertransformatoren ist ihre Kurzzeitleistung  $P_n$

Sie ist erforderlich für das Einschalten elektromagnetischer Lasten, z.B. Schütze mit hoher Einschaltleistung gegenüber der Halteleistung. Bei dieser Belastung darf nach EN 61558-2-2 „Bestimmungen für Steuertransformatoren“ die Ausgangsspannung nur um maximal 5 % gegenüber der Bemessungsspannung abfallen, um ein sicheres Schalten zu gewährleisten. Steuertransformatoren TAM, TAT  $\leq$  16kVA sind entsprechend ihrer Anwendung besonders für hohe Kurzzeitleistung bei vergleichsweise niedriger Bemessungsleistung und somit kleiner Baugröße optimiert.

**Berechnung der Kurzzeitleistung**

Die Ermittlung der erforderlichen Kurzzeitleistung wird grundlegend dadurch bestimmt, dass die Ausgangsspannung nicht unter den Wert von 95 % der Ausgangs-Bemessungsspannung sinken darf, bei dem die Schütze noch zuverlässig arbeiten.

Die maximal erforderliche Scheinleistung des Transformators errechnet sich aus der erforderlichen Wirkleistung (z.B. Halteleistung der Schütze, Leistung der Leuchtmelder) und der Blindleistung (z.B. Blindleistung der Schütze im angezogenen Zustand) für den Betrieb bei Kurzzeitleistung zu:

$$P_{n\text{ erf}} = \sqrt{P_{\text{Wirk}}^2 + P_{\text{Blind}}^2} \text{ (in VA)}$$

Der erforderliche Leistungsfaktor  $\cos \varphi$  errechnet sich zu:

$$\cos \varphi = (P_{\text{WirkDauer}} + P_{\text{WirkKurzzeit}}) / P_{n\text{ erf}} \text{ (in VA)}$$

Mit dem Ergebnis dieser Rechnung kann der Transformator aus der entsprechenden Übersicht, z.B. Kurzzeitleistung in Abhängigkeit von Leistungsfaktor  $\cos \varphi$  (siehe Tabelle 6 „Kurzzeitleistung von Steuertransformatoren“), bezüglich Kurzzeitleistung ausgewählt werden.

$P_{n\text{ erf}}$	Erforderliche Leistung <i>Required power</i>
$P_{\text{Wirk}}$	Wirkleistung <i>Effective power</i>
$P_{\text{Blind}}$	Blindleistung <i>Reactive power</i>
$P_{\text{WirkDauer}}$	Dauerwirkleistung <i>Continuous effective power</i>
$P_{\text{WirkKurzzeit}}$	Kurzzeitwirkleistung <i>Short-time effective power</i>

**Control transformers (cont.)**

Please note:

- For short-time rating, the output voltage has to be at least 95 % of the rated output voltage,
  - The maximum rated output voltage is valid for idling and load.
  - In the event that the transformer has several output windings, the sum of the rated output voltages may not exceed the voltage limits listed. This also applies if the output windings are not intended for serial connection.
- Control transformers are specified as per DIN EN 60204-1 (VDE 0113 part 1: Electrical Equipment of Machinery) for supplying control circuits.

The calculation to determine the required continuous operation and short-time rating of the control transformer has to be performed in two steps:

**Short-time rating  $P_n$  – the parameter for dynamic performance** The most important selection criterion for control transformers is their short-time rating  $P_n$

It is required for switching on electromagnetic loads, for example, contactors with higher switch on power vis-à-vis the holding power. At this load level and in order to guarantee secure switching, the output voltage may only drop by a maximum of 5 % vis-à-vis the rated voltage as per EN 61 558-2-2 “Specifications for Control Transformers”. In accordance with their application, control transformers TAM, TAT  $\leq$  16kVA are especially optimised for high short-time rating at relatively low rated power and therefore for smaller sizes.

**Calculation of short-time rating**

The required short-time rating is determined under the basic premise that the output voltage may not drop below the value of 95 % of the rated output voltage at which the contactors still reliably work.

The maximum required transformer apparent power calculates using the required effective power (e.g. contactor holding power or signal lamp power) and the idle power (e.g. contactor idle power in activated state) for short-time rating operation to:

The required power factor  $\cos \varphi$  calculates to:

With the result of this calculation, the transformer can be selected from the corresponding overview, e.g. short-time rating, depending on power factor  $\cos \varphi$  (see table 6 "Short-time rating of control transformers"), with regard to short-time rating.

**Kurzzeitleistung von Steuertransformatoren TAM und TAT  $P_{kurzz} = f(\cos \varphi)$  für  $U_2 = 0,95 \times U_{2N}$**   
**Short-time rating of control transformers TAM and TAT  $P_{kurzz} = f(\cos \varphi)$  für  $U_2 = 0,95 \times U_{2N}$**

Transformator Transformer	Bemessungsleistung Rated power $P_n$	Kurzzeitleistung $P_{kurzz}$ bei Short-time rating $P_{short}$ for									
		$\cos \varphi = 0,1$	$\cos \varphi = 0,2$	$\cos \varphi = 0,3$	$\cos \varphi = 0,4$	$\cos \varphi = 0,5$	$\cos \varphi = 0,6$	$\cos \varphi = 0,7$	$\cos \varphi = 0,8$	$\cos \varphi = 0,9$	$\cos \varphi = 1$
Typ Type	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA
TAM32 4	0,063	0,56	0,37	0,28	0,23	0,19	0,16	0,14	0,12	0,12	0,11
TAM34 4	0,100	0,96	0,62	0,46	0,37	0,31	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17
TAM38 4	0,160	1,52	0,98	0,73	0,58	0,49	0,42	0,37	0,33	0,30	0,28
TAM40 4	0,250	2,50	1,62	1,24	1,00	0,85	0,74	0,66	0,59	0,54	0,51
TAM43 4	0,315	3,40	2,15	1,63	1,33	1,12	0,97	0,86	0,77	0,71	0,67
TAM46 4	0,400	3,51	2,53	2,00	1,67	1,44	1,26	1,13	1,00	0,95	0,92
TAM48 4	0,500	5,34	3,75	2,90	2,40	2,00	1,75	1,55	1,40	1,30	1,25
TAM52 4	0,630	5,05	3,85	3,15	2,70	2,35	2,10	1,90	1,75	1,65	1,60
TAM55 4	0,800	7,69	5,80	4,65	3,90	3,40	3,00	2,70	2,50	2,30	2,25
TAM57 4	1,00	12,1	8,85	7,00	5,85	5,00	4,40	3,95	3,60	3,30	3,20
TAM61 4	1,60	12,1	10,3	9,00	8,10	7,30	6,80	6,40	6,10	5,90	6,40
TAM64 4	2,00	15,8	13,5	11,9	10,7	9,70	9,00	8,50	8,10	7,90	8,60
TAM65 4	2,50	19,2	17,3	15,6	14,3	13,3	12,5	12,0	11,6	11,5	13,2
TAT30 3	4,00	36,0	27,0	21,5	18,0	15,5	13,5	12,5	11,0	10,5	10,0
TAT36 1	5,00	46,0	32,0	25,0	20,0	17,0	15,0	13,0	12,0	11,0	10,5
TAT36 3	6,30	46,0	35,5	29,0	24,5	21,5	19,0	17,5	16,0	15,0	14,5
TAT39 1	8,00	57,5	44,0	36,5	31,0	27,0	24,5	22,0	20,5	19,0	18,5
TAT39 3	10,0	48,0	41,5	36,5	33,0	30,0	28,0	26,5	25,5	24,5	24,0
TAT43 0	11,2	117	85,8	67,8	56,3	48,3	42,4	37,9	34,5	31,9	30,7
TAT43 1	12,5	117	89,5	72,9	61,8	53,8	47,9	43,3	39,8	37,2	36,7
TAT43 2	14,0	111	90,0	75,9	66,0	58,7	53,1	48,8	45,5	43,2	44,2
TAT45 0	16,0	187	140	112	94,0	81,2	71,7	64,5	59,0	54,7	53,4

Tabelle 6 Kurzzeitleistung von Steuertransformatoren

Als nächster Schritt muss die Bestimmung der Leistung im Dauerbetrieb (Halteleistung) erfolgen.

### Berechnung der Leistung im Dauerbetrieb

Bei rein induktiver Belastung (nur Schützspulen) ist in der Regel die Auswahl allein nach der Kurzzeitleistung als ausreichend anzusehen. Bei zusätzlicher ohmscher Belastung (z.B. durch Meldeleuchten) muss aber die erforderliche Leistung bei Dauerbetrieb wie folgt ermittelt werden:

$$P_{n\text{ erf}} = \sqrt{P^2_{\text{Wirk}} + P^2_{\text{Blind}}} \text{ (in VA)}$$

Mit dem Ergebnis dieser Rechnung kann der Transformator aus der entsprechenden Übersicht, z.B. Kurzzeitleistung in Abhängigkeit vom Leistungsfaktor  $\cos \phi$  (s. Tabelle 6), bezüglich der Leistung bei Dauerbetrieb ausgewählt werden.

Die endgültige Auswahl des Transformators erfolgt dann nach der höchsten ermittelten Leistung.

Steuertransformatoren können für bestimmte Anwendungen mit den zusätzlichen Eigenschaften von Trenn- oder Sicherheitstransformatoren versehen sein. In diesem Falle gelten die jeweils schärfsten Forderungen, die sich aus der Kombination der jeweiligen Bestimmungen ergeben. Damit Steuertransformatoren deutlich von anderen Transformatoren unterschieden werden können, müssen sie mit dem Bildzeichen für Steuertransformatoren gekennzeichnet sein.

Bildzeichen Symbol	Art des Transformators Type of transformer
	Steuertransformatoren Control transformers

Tabelle 7 Kennzeichnung von Steuertransformatoren

Table 6 Short-time rating for control transformers

In the next step, the power in continuous operation (holding power) must be determined.

### Calculation of power in continuous operation

For purely inductive loads (contactor coils only), as a rule the short-time rating is the only selection criterion necessary. For additional ohmic loads (e.g. from signal lamps), the required power under continuous operation has to be determined as follows:

With the result of this calculation, the transformer can be selected from the corresponding overview, e.g. short-time rating, depending on power factor  $\cos \phi$  (see table 6), with regard to power under continuous operation. The final selection of the transformer is then based on the highest power determined.

Control transformers can bear the additional characteristics of isolating or safety isolating transformers for certain applications. In these cases, the most rigorous requirements that result from the combination of the respective specifications apply. In order to clearly distinguish control transformers from other transformers, they must be marked with the symbol for control transformers.

Dieses Bildzeichen darf nur in Verwendung mit der Kennzeichnung für kurzschlussfeste, nicht kurzschlussfeste und Fail-Safe-Transformatoren verwendet werden.

This icon may only be used for labelling short-circuit proof, non-short-circuit proof and fail-safe transformers.

Table 7 Marking of control transformers

# 7.3. Transformatoren

## 7.3. Transformers

### Spartransformatoren

Spartransformatoren nach EN 61558-2-13, DIN EN 61558-2-13 (VDE 0570 Teil 2-13), unterscheiden sich von allen anderen Arten von Transformatoren dadurch, dass sie einen gemeinsamen Wicklungsteil haben. D.h., dass zwischen den Ein- und Ausgangsseitigen Wicklungen keinerlei Trennung besteht.

Spartransformatoren weisen folgende Eigenschaften auf:

- Eingangsbemessungsspannung: max. AC 1000 V,
- Ausgangsbemessungsspannung: max. AC 1000 V,
- Kernleistung (Typenleistung)

einphasig: max. 2 kVA,

dreiphasig: max. 10 kVA,

- Bemessungsleistung (Durchgangsleistung):

einphasig: max. 40 kVA,

dreiphasig: max. 200 kVA,

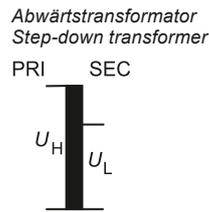
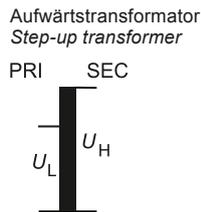
- Bemessungsfrequenz: max. 500 Hz.

Besondere Spartransformatoren sind nach Vereinbarung ohne Begrenzung der Bemessungsleistung zulässig.

Überall dort, wo eine Anpassung der Spannung vorgenommen werden muss und dabei auf eine Trennung vom speisenden Netz verzichtet werden kann, bietet der Spartransformator die wirtschaftlichste Lösung.

Bei gleicher Durchgangsleistung – das ist die an die Verbraucher abgegebene Leistung – hat der Spartransformator abhängig vom Übersetzungsverhältnis eine deutlich geringere Typenleistung als ein Transformator mit getrennten Wicklungen und damit natürlich ein geringeres Gewicht und ein geringeres Volumen.

Die erforderliche Typenleistung  $P_{n\text{erf}}$  des Spartransformators kann anhand der nachfolgenden Formeln bestimmt werden (gilt auch für Drehstrom-Spartransformatoren):



$$P_{n\text{erf}} = P_{n\text{Verbr}} \frac{U_H - U_L}{U_H}$$

Damit Spartransformatoren deutlich von anderen Transformatoren unterschieden werden können, müssen sie mit dem Bildzeichen für Spartransformatoren gekennzeichnet sein.

Bildzeichen	Art des Transformators
Symbol	Type of transformer
	Spartransformator Autotransformer

Tabelle 8 Kennzeichnung von Spartransformatoren

**Anmerkung:** Dieses Bildzeichen darf nur in Verwendung mit der Kennzeichnung für kurzschlussfeste, nicht kurzschlussfeste und Fail-Safe-Transformatoren verwendet werden.

Eine Zusammenstellung der Bildzeichen gem. EN 61558, DIN EN 61558 (VDE 0570) und deren Bedeutung, sowie deren Anwendungsbereich finden Sie im Kapitel 7.6. „Übersicht Zeichen und Symbole“.

### Autotransformers

Autotransformers as per EN 61558-2-13, DIN EN 61558-2-13 (VDE 0570 parts 2-13) are different from all other types of transformer in that they have one common winding. This means that the primary-side and secondary side windings are not isolated from each other.

Autotransformers have the following basic characteristics:

- Rated input voltage: max. AC 1000 V,
- Rated output voltage: max. AC 1000 V,
- Basic power (capacity)  
single-phase: max. 2 kVA,  
three-phase: max. 10 kVA
- Rated power (Throughput):  
Single-phase: max. 40 kVA,  
three-phase: max. 200 kVA
- Rated frequency: max. 500 Hz.

As per prior agreement, special autotransformers without limits on rated power are permissible.

In all applications where the voltage must be adjusted and there is no need for isolation from the feeding mains, an autotransformer is the most economical solution. At the same transmitted power – which is the power transmitted to the load – and dependant on the transformation ratio, an autotransformer has a significantly lower capacity than a transformer with separate windings. Of course it also has a lower weight and volume. The required capacity  $P_{n\text{erf}}$  of the autotransformer can be determined based on the following formula (also applies to rotary current autotransformers):

- $P_{n\text{erf}}$  Erforderliche Leistung  
Required power
- $P_{n\text{Verbr}}$  Benötigte Leistung  
Required power
- $U_H$  Oberspannung  
Higher voltage
- $U_L$  Unterspannung  
Lower voltage

In order to clearly distinguish autotransformers from other transformers, they must be marked with the symbol for autotransformers.

Table 8 Marking of Autotransformers

**Comment:** This icon may only be used for labelling short-circuit proof, non-short-circuit proof and fail-safe transformers.

You will find an overview of the icons as per EN 61558, DIN EN 61558 (VDE 0570) and their meanings as well as their areas of application in chapter 7.6. “Summary marks and symbols”.

## Kurzschluss- und Überlastschutz

Transformatoren, die zu jeder „Stromversorgung“ eines Gerätes gehören, sind oft auch Teil für den Überlast- und Kurzschlusschutz.

### Allgemeine Kurzschluss- und Überlastbedingungen

Die verschiedenen Komponenten in Stromkreisen erfüllen ihre Aufgabe entsprechend den Nennwerten, für die sie bemessen sind. Werden die vorgegebenen Daten eingehalten, kann der Betrieb ungestört ablaufen. Der hohe Qualitätsstand der Transformatoren von mdexx schließt material- oder fertigungsbedingte Mängel praktisch aus. Es gibt aber andere Ursachen für unvermeidliche Störungen. Einige Beispiele hierfür sind: Beschädigung der Isolation durch Umwelteinflüsse, herabgesetzte Lebensdauer durch Alterung, unsachgemäße Bedienung oder gewaltsame mechanische Zerstörung. Überlastströme werden vor allem durch Überlastungen, Kurzschlussströme durch fehlerhafte Überbrückung von Isolationswiderständen hervorgerufen. Meist fließt der volle Kurzschlussstrom nicht sofort, sondern wird durch länger andauernde Überlastströme eingeleitet. Die Folge sind erhöhte Temperaturen; sie zerstören innerhalb einer unbestimmten Zeitspanne die Isolation, es bilden sich Fehlerlichtbögen, die schließlich den Kurzschluss verursachen. Die Höhe des Kurzschlussstroms ist abhängig vom Widerstand des Strompfades zwischen der Kurzschlussstelle und dem Kurzschlussorgan sowie vom Spannungsverhalten des Netztransformatoren. Innerhalb kurzer Zeit erwärmt der Kurzschlussstrom die durchflossenen Teile. Wird während der Kurzschlussdauer keine Wärme an die Umgebung abgegeben, steigt die Temperatur an.

Auch die Kräfte, die (vom quadratischen Scheitelwert des Kurzschlussstroms verursacht), auf die betroffenen Teile wirken, sollten nicht vernachlässigt werden. Sie können bei unzureichenden Vorkehrungen die Wicklung zerstören und die Konstruktionsteile erheblich verformen. Um die schädlichen Auswirkungen der Kurzschlussströme gering zu halten, sind Schutzeinrichtungen notwendig, die den überlasteten oder kurzgeschlossenen Stromkreis unterbrechen, bevor Personen, die Anlage oder die Umgebung gefährdet werden. Die dadurch ausgelösten, unvermeidbaren Unterbrechungen möchte jedes Unternehmen so kurz wie möglich halten. Das ist dann möglich, wenn die Ursache schnell erkannt, der Fehler beseitigt und die Anlage sofort wieder in Betrieb gesetzt werden kann. An die Schutzeinrichtungen sind deshalb Anforderungen zu stellen, die den jeweiligen Betriebsbedingungen entsprechen.

Der Aufwand muss außerdem in einem günstigen wirtschaftlichen Verhältnis zu den Sicherheitsanforderungen der Anlage oder des Gerätes stehen.

### Niedriger Einschaltstrom primärseitiger Kurzschluss- und Überlastschutz mit Standardleistungsschaltern

Einphasen-Transformatoren TAM, TAT sowie Dreiphasen-Transformatoren TAP, TAU im Leistungsbereich  $\leq 16$  kVA sind auf Schutzeinrichtungen abgestimmt, welche die Transformatoren bei Kurzschluss oder Überlast zuverlässig schützen.

Optimalen Schutz bieten die Standard-Leistungsschalter z.B. Siemens Typ 3RV und 3VF. Damit sind die Transformatoren auf der Primärseite problemlos sowohl bei Kurzschluss und auch Überlast absicherbar, ohne dass Fehlerlösungen beim Einschalten auftreten. Der niedrige Einschaltstrom, der Kurzschlussstrom sowie die thermische Belastbarkeit bei Überlast sind auf die Auslösekennlinien der Leistungsschalter abgestimmt. Darüber hinaus ist es auch möglich, die Transformatoren auf der Sekundärseite mit Leistungsschaltern oder mit Leitungsschutzschaltern mit der Charakteristik C gegen Kurzschluss oder Überlast abzusichern.

Hinweis:

Die angegebenen primärseitigen Leistungsschalter sind der primärseitige Schutz für die Transformatoren bei Kurzschluss und Überlast auf der Sekundärseite. Bei einem möglichen Kurzschluss auf den Zuleitungen zwischen der Primärseite des Transformators ist das Bemessungskurzschlussausschaltvermögen des Leistungsschalters hinsichtlich des an der Einbaustelle maximal möglichen Stromes zu berücksichtigen.

Die Zuordnung von Leistungsschaltern zu den Transformatoren siehe

## Short circuit and overload protection

Transformers that belong to the current supply unit of a device are often also parts for short circuit and overload protection.

### General short circuit and overload conditions

The various components of electric circuits perform their functions in accordance with the nominal values for which they are rated. As long as they comply with the specified data, operations run smoothly. The high quality standard of mdexx transformers practically eliminate material or production defects. However, unavoidable disturbances may occur for other reasons. Some examples are: damage to the insulation from environmental factors, reduced service life due to aging, incorrect use or forced mechanical destruction.

Overload currents are primarily caused by overloads and short circuit currents by the defective bridging of insulation resistance. Usually, all of the short circuit current does not flow immediately; instead, it is induced by longer-lasting overload currents. The consequence is a temperature increase, which eventually destroys the insulation. The fault arcs that are generated cause the short circuit.

The strength of the short circuit current depends on the resistance of the current path between the short circuit point and the short circuit element and from the voltage behaviour of the mains transformer. Within a brief period, the short circuit current heats up the parts it passes through. If heat is not dissipated to the environment during the short circuit period, the temperature rises.

The forces caused by the quadratic peak value of the short circuit current that impact the components involved must also be considered. If preventive measures were not taken, they can destroy the windings and significantly deform the structural parts. In order to reduce the damaging effects of short circuit currents, protective devices are required to interrupt the overloaded or short circuited electric circuit before people, the equipment or the environment are endangered. Every company wants to keep the unavoidable disruptions they trigger as brief as possible. This becomes possible when the causes are detected quickly, the fault is remedied and the plant can be put into operation again immediately. This is why protective devices must meet requirements that correspond to the relevant operating conditions.

In addition, the cost has to be economical in relation to the safety requirements of the equipment or the device.

### Lower inrush current of primary-side short circuit and overload protection with standard power switches

Single-phase TAM and TAT transformers and three-phase TAP and TAU transformers in the  $\leq 16$  kVA power range are harmonised with protective devices that reliably protect the transformers against short circuits or overloads. Standard power switches e.g. Siemens type 3RV and 3VF provide optimal protection. With them, transformers can be secured against short circuits and overloads on the primary side without triggering a fault when they are switched on. The low inrush current, short circuit current and thermal rating for overloads are harmonised to the tripping characteristics of the power switch.

In addition, it is possible to protect the transformers against short circuits or overloads using power switches or power circuit breakers with characteristic C on the secondary side. Note:

The primary power switches listed are the transformers' primary-side protection against short circuits and against overloads on the secondary side. In the event a short circuit occurs on the input leads between the primary side of the transformer, the rated short circuit switch-off capacity of the power switch with regard to the maximum possible current at the installation site must be taken into consideration. For the assignment of power switches to transformers, see the selection tables in the corresponding project planning notes, for example "Primary-side

## 7.3. Transformatoren

### 7.3. Transformers

Auswahltabellen in den entsprechenden Projektierungshinweisen z.B. „Primärseitiger Kurzschlusschutz und Überlastschutz mit Leistungsschaltern“ im Kapitel 3 „Transformatoren“.

#### Thermistor-Transformatorschutz

Ein Thermistor-Transformatorschutz besteht aus Temperaturfühlern, die nach Ansprechtemperaturen abgestuft sind, und einem Auslösegerät.

Die Auslösegeräte gehören nicht zum Lieferumfang der Transformatoren. Die Transformatoren TBT und TBU können durch Thermistor-Transformatorschutz vor unzulässiger Erwärmung der Wicklung geschützt werden. Als Temperaturfühler werden Kaltleiter verwendet, die in jedem Schenkel des Transformators eingewickelt und in Reihe geschaltet sind. Die Bemessungsansprechtemperatur liegt geringfügig über der Grenztemperatur für Dauerbetrieb bzw. bei Kurzschluss.

Mögliche Ausführungen

- Warnung
- Abschaltung
- Warnung und Abschaltung

Die Anschlüsse der Temperaturfühler sind an Klemmen geführt, je 2 Klemmen für Warnung und Abschaltung.

Verwendet wird dieser Thermistorschutz bei Transformatoren mit hohen Sicherheitsanforderungen, z.B. bei Transformatoren zur Stromversorgung medizinisch genutzter Räume. Der Transformator wird so auch bei erhöhter Umgebungstemperatur vor unzulässiger Erwärmung geschützt.

Transformatoren mit häufig wechselnden Kurzzeitbelastungen können bei vorhandenem Thermistorschutz thermisch voll ausgenutzt werden.

*short circuit and overload protection using power switches" in chapter 3 "Transformers".*

#### Thermistor transformer protection

*A thermistor transformer protection consists of temperature sensors that are graded according to activation temperature and triggering devices.*

*The triggering devices are not included in the scope of delivery of the transformers.*

*The winding of TBT and TBU transformers can be protected against impermissible heating by means of thermistor transformer protection. Resistors that are wound into each limb of the transformers and serially connected are used as temperature sensors. The rated activation temperature is slightly above the limit temperature for continuous operation or for short circuits.*

*Possible design variants*

- *Warning*
- *Switch off*
- *Warning and switch off*

*The connections of the temperature sensors are guided to terminals: 2 terminals each for warning and switch off.*

*This thermistor protection is used for transformers with rigorous safety requirements, for example for transformers for supplying medical premises. This also protects the transformer against impermissible heating at high ambient temperatures. Transformers with frequently changing short term loads can be fully utilised thermally if they have thermistor protection.*

### Sondertransformatoren für den Schiffbau

Für diese Art von kundenspezifisch entwickelten Sondertransformatoren die für den Einsatz in Schiffsanlagen bestimmt sind, sind neben den einschlägigen produktspezifischen internationalen Normen die Vorschriften der Schiffsklassifikationsgesellschaften zu beachten. Diese fordern zum Teil Typprüfungen, für die dann eine Approbation erteilt wird.

Die folgende Übersicht gibt einen Überblick zu den länderspezifischen Klassifikationsgesellschaften, sowie deren Kurzzeichen und Bedeutung.

Land	Kurzzeichen	Bedeutung
Country	Code	Meaning
Deutschland <i>Germany</i>	<b>GL</b>	<b>Germanischer Lloyd</b>
Großbritannien <i>Great Britain</i>	<b>LRS</b>	<b>Lloyds Register of Shipping</b>
Frankreich <i>France</i>	<b>BV</b>	<b>Bureau Veritas</b>
Norwegen <i>Norway</i>	<b>DNV</b>	<b>Det Norske Veritas</b>
Russland <i>Russia</i>	<b>RMRS</b>	<b>Russian Maritime Register of Shipping</b>
Italien <i>Italy</i>	<b>RINA</b>	<b>Registro Italiano Navale</b>
Polen <i>Poland</i>	<b>PRS</b>	<b>Polski Rejestr Statków</b>
USA <i>USA</i>	<b>ABS</b>	<b>American Bureau of Shipping</b>
V.R. China <i>P.R. China</i>	<b>CCS</b>	<b>China Classification Society</b>

Tabelle 9 Länderspezifische Klassifikationsgesellschaften

### Transformatoren für medizinische Geräte

Alle Transformatoren der Typenreihe TAM, TAP, TAW, TAT, TAU, TBT und TBU lassen sich nach der Vorschrift für Transformatoren für medizinische Geräte DIN EN 60601-1 (VDE 0750) fertigen.

### Special-purpose transformers for shipbuilding

For this type of customized special-purpose transformer for use in ship systems, both the relevant, product-specific international standards and the regulations of ship classification organisations must be taken into consideration. In some cases, they require type tests, which will be used to issue an approval.

The following overview lists country-specific classification organisations, their codes and meanings.

Table 9 Country-specific classification organisations

### Transformers for medical devices

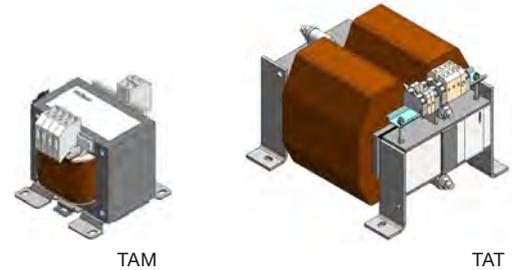
All TAM, TAP, TAW, TAT, TAU, TBT and TBU series transformers can be produced in compliance with DIN EN 60601-1 (VDE 0750), the regulation for transformers for medical devices.

## 7.3. Transformatoren

7.3. Transformers

### Übersicht

Einphasen-  
Transformatoren *Single-  
phase transformers*



TAM

TAT

Ausführung <i>Version</i>	Bemessungsleistung <i>Rated power</i>	Bemessungs- Eingangsspannung <i>Rated input voltage</i>	Bemessungs- Ausgangsspannung <i>Rated output voltage</i>	Schutzklasse <i>Safety class</i>	Seite <i>Page</i>
	kVA	V	V		

**Sicherheits-, Trenn-, Steuer- und Netztransformatoren**  
*Safety, isolating, control and separating transformers*  
**Sicherheits-, Netz- und Steuertransformatoren TAM**  
*TAM safety, separating and control transformers*

mit einer Eingangsspannung <i>With one input voltage</i>	0,063 ... 1,0	230 ± 5 %; 400 ± 5 %	24; 42	I	3/21
in Eurospannungsausführung <i>For European voltages</i>	0,063 ... 1,0	400/230 ± 15 V	24; 42	I	3/23
in Mehrspannungsausführung <i>In multi-voltage version</i>	0,063 ... 1,0	550 ... 208 x); 600 ... 230 y)	24; 42	I	3/24

**Trenn-, Steuer- und Netztransformatoren TAM, TAT**  
*TAM, TAT isolating control and separating transformers*

mit einer Eingangsspannung TAM und TAT <i>TAM and TAT with one input voltage</i>	TAM: 0,063 ... 2,5; TAT: 4 ... 10	230 ± 5 %; 400 ± 5 %; 440 ± 5 %; 500 ± 5 %	110; 230	I	3/26
mit einer Eingangsspannung TAM ohne $e_{\text{NEC}}$ <i>TAM with one input voltage without <math>e_{\text{NEC}}</math></i>	TAM: 0,063 ... 2,5	660 ± 5 %; 690 ± 5 %	230	I	3/32
in Eurospannungsausführung TAM und TAT <i>TAM and TAT in European voltage design</i>	TAM: 0,063 ... 2,5; TAT: 4 ... 10	400/230 ± 15 V	2 x 115	I	3/34
in Mehrspannungsausführung TAM und TAT <i>TAM and TAT in multi-voltage version</i>	TAM: 0,063 ... 2,5; TAT: 4 ... 10	550 ... 208 x); 600 ... 230 y)	2 x 115	I	3/36 3/38

x) 550-525-500-480-460-440-415-400-380-230-208

y) 600-575-550-525-500-480-460-440-415-400-240-230

Weitere Produkte siehe [www.mdexx.com](http://www.mdexx.com).  
For more products see [www.mdexx.com](http://www.mdexx.com).

## 7.3. Transformatoren

### 7.3. Transformers

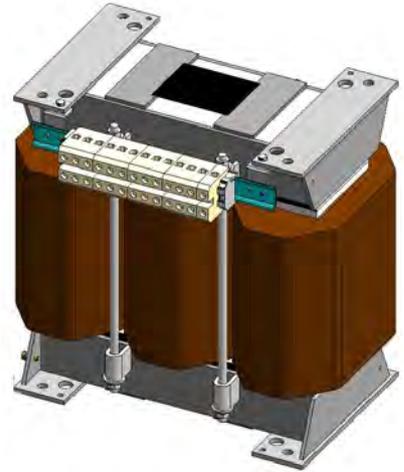
#### Dreiphasen-Transformatoren Three-phase transformers



TAP20



TAU



TBU

Ausführung Version	Bemessungsleistung Rated power	Bemessungs- Eingangsspannung Rated input voltage	Bemessungs- Ausgangsspannung Rated output voltage	Schutzklasse Safety class	Seite Page
	kVA	V	V		
<b>Sicherheits-, Trenn-, Steuer- und Netztransformatoren Safety, isolating, control and separating transformers</b>					
<b>Trenn-, Steuer- und Netztransformatoren TAP, TAU TAP, TAU Safety, isolating, control and separating transformers</b>					
in Zweispannungsausführung TAP und TAU TAP and TAU in two-voltage version	0,63 ... 16	Y 500-400 / Δ 289-230	Y 400 / Δ 230	I	3/59
in Mehrspannungsausführung TAP und TAU TAP and TAU in multiple-voltage version	0,63 ... 16	Y 520 ... 360 z) / Δ 300 ... 208 z)	Y 400 / Δ 230	I	3/60
<b>Leistungstransformatoren Power Transformers</b>					
Netzspanstransformatoren TBU mit einer Eingangsspannung TBU matching transformers with one input voltage	18 ... 400	Δ 400, 400 ± 5 % / Y 400, 400 ± 5 %	Y 400	I	3/61
Netzspanstransformatoren TBU mit $e_{\text{NEC}}$ -Zulassung mit einer Eingangsspannung TBU matching transformers With $e_{\text{NEC}}$ approval With one input voltage	18 ... 400	Δ 480 ± 5 %/ Y 480 ± 5 %	Y 400	I	3/67

z) Y 520-500-480-460-440-420-400-380-360

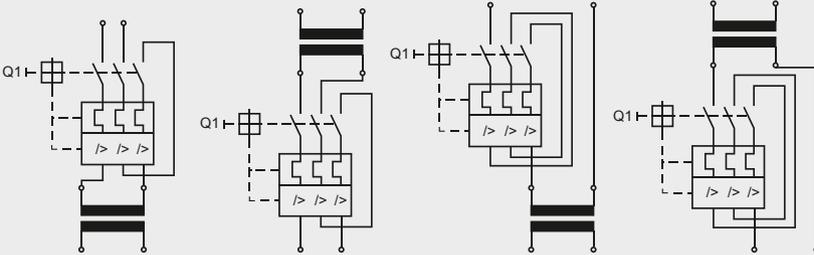
z) Δ 300-289-277-266-254-240-230-220-208

Weitere Produkte siehe [www.mdexx.com](http://www.mdexx.com).

For more products see [www.mdexx.com](http://www.mdexx.com).

Technische Daten

Allgemeine Daten

Transformatoren	Typ	TAM	TAT
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführung</li> <li>• Leistungsbereich (bei IP00)</li> <li>• Approbationen</li> </ul>	kVA	YEI-Kern 0,063 ... 2,5 	YUI-Kern >2,5 ... 16
<b>Spannungsbereich</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• für Approbationen USA, Kanada</li> </ul>	V	≤ 690	
	V	≤ 600	
<b>Bemessungsfrequenz</b>	Hz	50 ... 60	
<b>Thermische Klasse</b> • nach UL/CSA		B Class 130	H Class 180
<b>Umgebungsbedingungen</b>  Bemessungsumgebungstemperatur • bei Bemessungsleistung • Höchstwert (nach Leistungsreduzierung entsprechend Belastungskennlinie <sup>1)</sup> ) • Tiefstwert		Schutz vor schädlichen Umwelteinflüssen: vollständige Imprägnierung in Polyesterharz. Klimafest für Aufstellung in Räumen mit Außenraumklima nach DIN 50010	
	°C	40	40
	°C	80	
	°C	-25	
<b>Schutzklasse</b>		I	
<b>Schutzart</b> • ohne Gehäuse • mit Schutzgehäuse (siehe „Auswahl- und Bestelldaten“)		IP00 IP23 oder IP54 Ausführung: Stahlblechgehäuse mit Epoxidharzpulver beschichtet, Farbe grau RAL 7035	
<b>Aufstellhöhe<sup>2)</sup></b>		Bis 1000 m über NN (darüber hinaus mit Leistungsreduzierung möglich)	
<b>Schutzeinrichtungen</b> • extern		Die Transformatoren sind primär- und sekundärseitig absicherbar mit Leistungsschaltern gegen Kurzschluss und Überlast.   Ein- oder zweipolige Schaltung der Leistungsschalter für primär- oder sekundärseitigen Kurzschluss- und Überlastschutz.  Für einen sicheren Kurzschluss-, Überlast- und Berührungsschutz müssen die Leitungen zwischen den Ausgangsklemmen des Transformators und dem Verbraucher eine vernachlässigbare Leitungsimpedanz aufweisen. Nähere Vorgaben sind der DIN VDE 0100 (Errichten von Niederspannungsanlagen) Teil 410, Teil 520 insbesondere Abschnitt 525 und Teil 610 zu entnehmen. Zugeordnete Schutzeinrichtungen (siehe „Primärseitiger Kurzschluss- und Überlastschutz mit Leistungsschaltern“ bzw. „Sekundärseitiger Kurzschluss- und Überlastschutz mit Leistungsschaltern“)  Die klemmbaren Leitungsquerschnitte sind den jeweiligen Klemmentypen zugeordnet. Bezüglich der von der Installationsart abhängigen Zuordnung des Leiterquerschnitts zum Strom siehe DIN VDE 0298-4 und EN 60204 (VDE 0113-1). Die eingesetzten Anschlussklemmen sind fingersicher nach DIN EN 50274.  Die für jede Ausführung zulässige Einbaulage ist in den „Projektierungshilfen“ <sup>4)</sup> angegeben.	
<b>Anschluss technik</b> • Klemmenanordnung <sup>3)</sup>			
<b>Einbaulage</b>			

- 1) Siehe Kapitel 7 Technische Informationen Transformatoren, „Umgebungstemperatur“
- 2) Siehe Kapitel 7 Technische Informationen Transformatoren, „Aufstellhöhe“
- 3) Siehe am Ende dieses Kapitels „Schaltpläne“.
- 4) Siehe am Ende dieses Kapitels „Maßzeichnungen“.

Weitere technische Daten siehe [www.mdexx.com](http://www.mdexx.com)

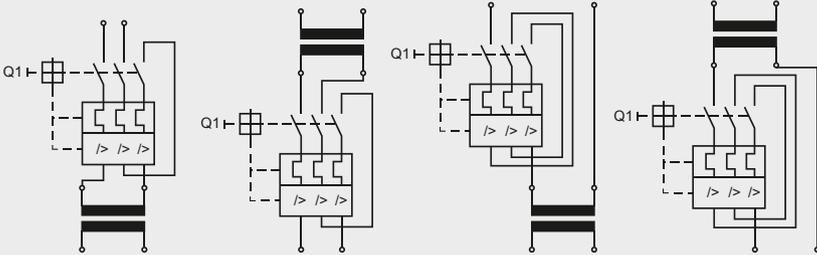
7.3 / 22

## 7.3. Einphasen-Transformatoren

### 7.3. Single-Phase Transformers

### Sicherheits-, Trenn-, Steuer- und Netztransformatoren Safety, Isolating, Control and Separating Transformers

#### Technical specifications

General data			
Transformers	Type	TAM	TAT
<ul style="list-style-type: none"> <li>Version</li> <li>Performance range (with IP00)</li> <li>Approvals</li> </ul>	kVA	YEI core 0.063 ... 2.5	YUI core > 2.5 ... 16
<b>Voltage range</b>	V	≤ 690	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Approvals for USA, Canada</li> </ul>	V	≤ 600	
<b>Rated frequency</b>	Hz	50 ... 60	
<b>Thermal class</b>		B	H
<ul style="list-style-type: none"> <li>Acc. to UL/CSA</li> </ul>		Class 130	Class 180
<b>Environmental conditions</b>		Protection against harmful environmental conditions: Complete impregnation in polyester resin Climate-proof for installation in rooms with an external climate to DIN 50010	
Rated ambient temperature			
<ul style="list-style-type: none"> <li>At rated power</li> <li>Maximum value (after power reduction in accordance with load characteristic<sup>1)</sup>)</li> <li>Minimum value</li> </ul>	°C	40	40
	°C	80	
	°C	-25	
<b>Safety class</b>		I	
<b>Degree of protection</b>		IP00	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Without enclosure</li> <li>With protective enclosure (see "Selection and ordering data")</li> </ul>		IP23 or IP54	
		Version: sheet-steel enclosure coated with epoxy resin, color grey RAL 7035	
<b>Site altitude<sup>2)</sup></b>		Up to 1000 m above sea level (above this, power reduction is necessary)	
<b>Protective devices</b>		The transformers can be protected against short-circuits and overload on the primary and secondary side with circuit breakers.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>External</li> </ul>		I	
			
		Single- or two-pole connection of circuit breaker for primary or secondary side short circuit and overload protection.	
		For reliable protection against short-circuits, overload and touch, the cables between the output terminals of the transformer and the load must have a negligible line impedance. For more details see DIN VDE 0100 (Erection of low-voltage systems) Part 410, Part 520 (particularly section 525) and Part 610.	
		Assigned protective devices (see "Primary-side short-circuit and overload protection with motor starter protectors" or "Secondary-side short-circuit and overload protection with motor starter protectors")	
<b>Connection methods</b>		The permissible conductor cross-sections are assigned to the specified terminal types.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Terminal arrangement<sup>3)</sup></li> </ul>		Refer to DIN VDE 0298-4 and EN 60204 for the permissible conductor cross-sections for the specified current according to the installation type. The terminals used are finger-safe according to EN 50274.	
<b>Mounting position</b>		The permissible mounting position for each version is shown in the "Project Planning Aids" <sup>4)</sup> .	

- 1) See chapter 7 Technical Information Transformers, "Environmental temperature"
- 2) See chapter 7 Technical Information Transformers, "Site altitude"
- 3) See end of this chapter "Circuit diagrams".
- 4) See end of this chapter "Dimensional Drawing".

For more specifications see [www.mdexx.com](http://www.mdexx.com)

Bemessungsleistungen bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturen

- mit galvanisch getrennten Wicklungen
- Schutzart IP00
- nach EN 61558,  

Rated power at different ambient temperatures

- With electrically separated windings
- Degree of protection IP00
- According to EN 61558,  

Transformator Typ Transformer Type	Bemessungsleistung $P_n$ Rated power $P_n$	Zulässige Transformator-Belastung in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur Permissible transformer load depending on the ambient temperature							
		$t_a = 60\text{ °C}$	$t_a = 55\text{ °C}$	$t_a = 50\text{ °C}$	$t_a = 45\text{ °C}$	$t_a = 40\text{ °C}$	$t_a = 35\text{ °C}$	$t_a = 30\text{ °C}$	$t_a = 25\text{ °C}$
	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA

Transformatoren

TAM TAM Transformers

TAM324	0,063	0,053	0,055	0,058	0,061	0,063	0,065 <sup>1)</sup>	0,068 <sup>1)</sup>	0,070 <sup>1)</sup>
TAM344	0,100	0,084	0,088	0,092	0,096	0,100	0,104 <sup>1)</sup>	0,108 <sup>1)</sup>	0,111 <sup>1)</sup>
TAM384	0,160	0,134	0,141	0,147	0,154	0,160	0,166 <sup>1)</sup>	0,172 <sup>1)</sup>	0,178 <sup>1)</sup>
TAM404	0,250	0,209	0,220	0,230	0,240	0,250	0,260	0,269	0,278
TAM434	0,315	0,263	0,277	0,290	0,303	0,315	0,327	0,339	0,351
TAM464	0,40	0,33	0,35	0,37	0,38	0,40	0,42	0,43	0,45
TAM484	0,50	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56
TAM524	0,63	0,53	0,55	0,58	0,61	0,63	0,65	0,68	0,70
TAM554	0,80	0,67	0,70	0,74	0,77	0,80	0,83	0,86	0,89
TAM574	1,00	0,84	0,88	0,92	0,96	1,00	1,04	1,08	1,11
TAM614	1,60	1,34	1,41	1,47	1,54	1,60	1,66	1,72	1,78
TAM644	2,00	1,67	1,76	1,84	1,92	2,00	2,08	2,15	2,23
TAM654	2,50	2,09	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,69	2,78

Transformatoren TAT

TAT Transformers

TAT303	4,00	3,55	3,67	3,78	3,89	4,00	4,11	4,21	4,32
TAT361	5,00	4,44	4,58	4,72	4,86	5,00	5,13	5,27	5,40
TAT363	6,30	5,59	5,77	5,95	6,13	6,30	6,47	6,64	6,80
TAT391	8,00	7,10	7,33	7,56	7,78	8,00	8,22	8,43	8,64
TAT393	10,0	8,87	9,16	9,45	9,73	10,0	10,3	10,5	10,8

<sup>1)</sup> Für Steuertransformatoren gelten die Werte für  $t_a = 40\text{ °C}$ .

<sup>1)</sup> For control transformers, the values  $t_a = 40\text{ °C}$  apply.

## 7.3. Einphasen-Transformatoren

### 7.3. Single-Phase Transformers

### Sicherheits-, Trenn-, Steuer- und Netztransformatoren Safety, Isolating, Control and Separating Transformers

#### Betriebsverhalten

- nach EN 61558-2-6, EN 61558-2-4, EN 61558-2-2, EN 61558-2-1

#### Operation characteristics

- According to EN 61558-2-6, EN 61558-2-4, EN 61558-2-2, EN 61558-2-1

Transformator Typ	Bemessungsleistung $P_n$ 50 Hz ... 60 Hz 1000 m über NN Schutzart IP00	Kerngröße nach EN 60740 (nach DIN 41302)	Spannungsanstieg bei Leerlauf (betriebswarm) $u_A$ etwa	Spannungsfall bei Nennlast <sup>1)</sup> $u_R$ etwa	Kurzschluss- spannung <sup>1)</sup> $u_Z$ etwa	Wirkungsgrad $\eta$ etwa
Transformer Type	Rated power $P_n$ 50 Hz ... 60 Hz 1000 m above sea level, degree of protection IP00	Core size acc. EN 60740 (acc. DIN 41302)	Voltage rise in no-load operation (operating temperature) $u_A$ approx.	Voltage drop on rated load <sup>1)</sup> $u_R$ approx.	short-circuit voltage <sup>1)</sup> $u_Z$ approx.	Efficiency $\eta$ approx.
	kVA	%	%	%	%	%

**Transformatoren TAM:  $t_a = 40^\circ\text{C/B}$**   
**TAM transformers:  $t_a = 40^\circ\text{C/B}$**

TAM324	0,063	YEI 1-28/28 (EI 84/28)	10,0	8,40	8,40	85,0
TAM344	0,100	YEI 1-28/42 (EI 84/42)	10,0	7,70	7,70	86,0
TAM384	0,160	YEI 1-32/44 (EI 96/44)	10,4	7,60	7,70	86,0
TAM404	0,250	YEI 1-32/58 (EI 96/58)	7,20	5,40	5,40	89,0
TAM434	0,315	YEI 1-35/60 (EI 105/60)	6,60	4,90	5,00	90,0
TAM464	0,400	YEI 1-40/52 (EI 120/52)	5,70	4,30	4,40	91,0
TAM484	0,500	YEI 1-40/72 (EI 120/72)	5,00	3,80	3,80	91,0
TAM524	0,630	YEI 1-50/48 (EI 150N/48)	4,70	3,60	3,70	92,0
TAM554	0,800	YEI 1-50/65 (EI 150N/65)	4,00	3,00	3,10	92,0
TAM574	1,00	YEI 1-50/90 (EI 150N/90)	3,20	2,50	2,50	93,0
TAM614	1,60	YEI 1-58/82 (EI 174/82)	2,40	1,90	2,10	96,0
TAM644	2,00	YEI 1-58/102 (EI 174/102)	2,10	1,70	1,90	96,0
TAM654	2,50	YEI 1-64/110 (EI 192/110)	1,60	1,30	1,60	96,0

**Transformatoren TAT:  $t_a = 40^\circ\text{C/H}$**   
**TAT transformers:  $t_a = 40^\circ\text{C/H}$**

TAT303	4,00	YUI 1-50/75 (UI 150/75)	3,25	3,15	3,22	94,5
TAT361	5,00	YUI 1-60/75 (UI 180/75)	4,61	4,41	4,45	92,6
TAT363	6,30	YUI 1-60/75 (UI 180/75)	3,66	3,53	3,68	94,0
TAT391	8,00	YUI 1-70/70 (UI 210/70)	3,67	3,54	3,68	94,0
TAT393	10,0	YUI 1-70/70 (UI 210/70)	4,25	3,91	3,93	95,2

Ermittlung der Verlustleistung  $P_V$

$$P_V = \frac{P_n (100\% - \eta)}{\eta} \text{ [kW]}$$

<sup>1)</sup> Wicklungsbezugstemperatur: 20 °C.

Calculation of power loss  $P_V$

$$P_V = \frac{P_n (100\% - \eta)}{\eta} \text{ [kW]}$$

<sup>1)</sup> Winding reference temperature: 20 °C.

Primärseitiger Kurzschluss- und Überlastschutz mit Leistungsschaltern

Primary-side short-circuit and overload protection with motor starter protectors

Trans- formator Typ	Bemes- sungs- leistung $P_n$	Leistungsschal- ter Ausführung: Motorschutz <sup>1)</sup> / Einstellwert $I_r$ in A	Bemessungs-Eingangsspannung $U_{1N}$ in V																					
			Rated input voltage $U_{1N}$ in V																					
Trans- former type	Rated power $P_n$	Motor starter protector version: Motor protection <sup>1)</sup> / Set value $I_r$ in A	kVA	Typ <sup>2)</sup>	Type <sup>2)</sup>	690	660	600	575	550	525	500	480	460	440	415	400	380	240	230	220	208	200	190

Transformatoren TAM

TAM transformers

TAM324	0,063	3RV24 11-□□□ 10 $I_r$	0AA 0,13	0BA 0,14	0BA 0,15	0BA 0,16	0BA 0,16	0BA 0,17	0BA 0,18	0BA 0,19	0CA 0,20	0CA 0,21	0CA 0,22	0CA 0,23	0CA 0,24	0FA 0,38	0FA 0,40	0FA 0,42	0FA 0,44	0FA 0,46	0FA 0,48						
TAM344	0,100	3RV24 11-□□□ 10 $I_r$	0CA 0,21	0DA 0,23	0DA 0,24	0DA 0,25	0DA 0,26	0DA 0,27	0DA 0,28	0DA 0,30	0EA 0,31	0EA 0,32	0EA 0,34	0EA 0,35	0EA 0,37	0HA 0,59	0HA 0,62	0HA 0,65	0HA 0,68	0HA 0,71	0HA 0,75						
TAM384	0,160	3RV24 11-□□□ 10 $I_r$	0EA 0,32	0FA 0,35	0FA 0,37	0FA 0,38	0FA 0,40	0FA 0,42	0FA 0,44	0FA 0,46	0GA 0,48	0GA 0,50	0GA 0,53	0GA 0,55	0GA 0,58	0KA 1,0	0KA 1,0	0KA 1,1	0KA 1,1	0KA 1,1	0KA 1,2						
TAM404	0,250	3RV24 11-□□□ 10 $I_r$	0GA 0,50	0GA 0,52	0GA 0,54	0GA 0,56	0HA 0,59	0HA 0,62	0HA 0,65	0HA 0,68	0HA 0,71	0HA 0,74	0HA 0,77	0HA 0,81	0HA 0,84	0JA 1,0	0JA 1,1	0JA 1,1	0JA 1,2	0JA 1,3	0JA 1,3	1AA 1,4	1AA 1,4	1AA 1,5	1BA 1,6	1BA 1,6	1BA 1,7
TAM434	0,315	3RV24 11-□□□ 10 $I_r$	0HA 0,60	0HA 0,65	0HA 0,68	0HA 0,71	0JA 0,74	0JA 0,77	0JA 0,81	0JA 0,84	0JA 0,88	0JA 0,92	0KA 0,96	0KA 1,0	0KA 1,1	1BA 1,7	1BA 1,8	1BA 1,9	1BA 1,9	1CA 1,9	1CA 2,0	1CA 2,1					
TAM464	0,400	3RV24 11-□□□ 10 $I_r$	0HA 0,75	0JA 0,81	0JA 0,84	0JA 0,88	0KA 0,92	0KA 0,96	0KA 1,0	0KA 1,1	0KA 1,1	0KA 1,2	0KA 1,3	0KA 1,3	1AA 1,4	1AA 1,4	1AA 1,4	1AA 1,4	1AA 1,4	1AA 1,4	1AA 1,4						
TAM484	0,500	3RV24 11-□□□ 10 $I_r$	0KA 1,0	0KA 1,0	0KA 1,1	0KA 1,1	1AA 1,1	1AA 1,2	1AA 1,3	1AA 1,3	1AA 1,4	1AA 1,5	1AA 1,5	1AA 1,6	1AA 1,7	1BA 2,7	1BA 2,8	1BA 2,9	1BA 2,9	1BA 3,1	1BA 3,2	1BA 3,4					
TAM524	0,630	3RV24 11-□□□ 10 $I_r$	1AA 1,2	1AA 1,2	1AA 1,3	1AA 1,4	1BA 1,4	1BA 1,5	1BA 1,6	1BA 1,6	1BA 1,7	1BA 1,8	1BA 1,9	1BA 2,0	1BA 2,1	1CA 3,3	1CA 3,4	1CA 3,6	1CA 3,8	1CA 3,9	1CA 4,1						
TAM554	0,800	3RV24 11-□□□ 10 $I_r$	1BA 1,5	1CB 1,5	1BA 1,7	1BA 1,7	1CA 1,8	1CA 1,9	1CA 2,0	1CA 2,1	1CA 2,2	1CA 2,3	1CA 2,4	1CA 2,5	1CA 2,6	1DA 4,1	1DA 4,3	1DA 4,5	1DA 4,8	1DA 5,0	1DA 5,3						
TAM574	1,00	3RV24 11-□□□ 10 $I_r$	1BA 1,8	1CA 1,9	1CA 2,1	1CA 2,2	1DA 2,3	1DA 2,4	1DA 2,5	1DA 2,7	1DA 2,8	1DA 2,9	1DA 3,1	1DA 3,2	1DA 3,4	1EA 5,3	1EA 5,5	1EA 5,8	1EA 6,1	1EA 6,3	1EA 6,6						
TAM614	1,60	3RV24 11-□□□ 10 $I_r$	1DA 2,8	1EA 2,9	1EA 3,2	1EA 3,3	1FA 3,5	1FA 3,7	1FA 3,9	1FA 4,0	1FA 4,2	1FA 4,4	1FA 4,6	1FA 4,8	1FA 5,1	1GA 8,1	1GA 8,4	1GA 8,8	1GA 9,2	1GA 9,6	1GA 10,0						
TAM644	2,00	3RV24 11-□□□ 10 $I_r$	1EA 3,5	1FA 3,8	1FA 4,0	1FA 4,2	1GA 4,4	1GA 4,6	1GA 4,8	1GA 5,1	1GA 5,3	1GA 5,5	1GA 5,8	1GA 6,0	1HA 6,3	1HA 10,0	1HA 10,5	1HA 11,0	1KA 11,5	1KA 12,0	1KA 12,5						
TAM654	2,50	3RV24 11-□□□ 10 3RV24 21-□□□ 10 $I_r$	1FA 4,3	1GA 4,8	1GA 5,0	1GA 5,2	1HA 5,5	1HA 5,8	1HA 6,1	1HA 6,3	1HA 6,6	1HA 6,9	1HA 7,2	1HA 7,5	1JA 7,9	1JA 12,5	1JA 13,0	1JA 13,5	4AA 14,5	4AA 15,0	4AA 16,0						

1) Leistungsschalter können zwei- oder einpolig (3 Strombahnen in Reihe) angeschlossen werden, siehe Schaltbilder Seite 3/10.

2) z.B. Siemens

1) Motor starter protectors can be connected two-pole or single-pole (3 conducting paths in series), see circuit diagrams on page 3/11.

2) e.g. Siemens

# 7.3. Einphasen-Transformatoren

## 7.3. Single-Phase Transformers

## Sicherheits-, Trenn-, Steuer- und Netztransformatoren Safety, Isolating, Control and Separating Transformers

### Primärseitiger Kurzschluss- und Überlastschutz mit Leistungsschaltern

### Primary-side short-circuit and overload protection with motor starter protectors

Trans- formator Typ	Bemes- sungs- leistung $P_n$	Leistungsschal- ter Ausführung: Motorschutz <sup>1)</sup> / Einstellwert $I_r$ in A	Bemessungs-Eingangsspannung $U_{1N}$ in V																		
			Rated input voltage $U_{1N}$ in V																		
Trans- former type	Rated power $P_n$	Motor starter protector version: Motor protection <sup>1)</sup> / Set value $I_r$ in A	690	660	600	575	550	525	500	480	460	440	415	400	380	240	230	220	208	200	190
	kVA	Typ <sup>2)</sup> Type <sup>2)</sup>																			

#### Transformatoren TAT

#### TAT transformers

TAT303	4,00	3RV24 11-□□□ 10 3RV24 21-□□□ 10 3RV24 31-□□□ 10 $I_r$	1HA	1JA	1KA	1KA	1KA	4AA	4AA	4AA	--	--	--	--	--						
			--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4CA	4CA	4CA	--	--	--
			7,0	7,3	8,0	8,3	8,6	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	20	21	22	23	24	25
TAT361	5,00	3RV24 11-□□□ 10 3RV24 21-□□□ 10 3RV24 31-□□□ 10 $I_r$	1JA	1KA	1KA	1KA	4AA	4AA	4AA	4AA	4AA	4AA	--	--	--	--	--	--	--	--	--
			--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4BA	4BA	4BA	--	--	--	--	--	--
			9,0	9,1	10,0	10,5	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	16,0	26	27	28	29	30	32
TAT363	6,30	3RV24 11-□□□ 10 3RV24 21-□□□ 10 3RV24 31-□□□ 10 $I_r$	1KA	4AA	4AA	4AA	4AA	4AA	4AA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
			--	--	--	--	--	--	--	4BA	4BA	4BA	4CA	4CA	4CA	--	--	--	--	--	--
			11,0	11,5	12,8	13,5	14,0	14,5	15,0	16,5	17,0	18,0	18,5	19,0	20	32	33	35	37	38	40
TAT391	8,00	3RV24 11-□□□ 10 3RV24 21-□□□ 10 3RV24 31-□□□ 10 $I_r$	4AA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
			--	4BA	4BA	4BA	4CA	4CA	4CA	4CA	4CA	4CA	--	--	--	--	--	--	--	--	--
			14,0	14,5	16,0	16,5	17,5	18,5	19,5	20	21	22	23	24	25	39	41	43	46	48	51
TAT393	10,0	3RV24 21-□□□ 10 3RV24 31-□□□ 10 $I_r$	4BA	4CA	4CA	4CA	4DA	4DA	4DA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
			--	--	--	--	--	--	--	4EA	4EA	4EA	4EA	4EA	4EA	4XA	4XA	4XA	4JA	4JA	4JA
			17,0	18,0	20	21	21	23	24	25	26	27	28	29	31	49	51	53	58	60	63

1) Leistungsschalter können zwei- oder einpolig (3 Strombahnen in Reihe) angeschlossen werden, siehe Schaltbilder Seite 3/10.  
2) z.B. Siemens

1) Motor starter protectors can be connected two-pole or single-pole (3 conducting paths in series), see circuit diagrams on page 3/11.  
2) e.g. Siemens

7.3 / 27

Sekundärseitiger Kurzschluss- und Überlastschutz mit Leistungsschalter

Secondary-side short-circuit and overload protection with motor starter protector

Trans- formator Typ	Bemes- sungs- leistung $P_n$	Leistungsschalter Ausführ- ung: Motorschutz <sup>1)</sup> / Einstellwert $I_r$ in A	Bemessungs-Ausgangsspannung $U_{2N}$ in V				
			Rated output voltage $U_{2N}$ in V				
Trans- former type	Rated power $P_n$	Motor starter protector version: Motor protection <sup>1)</sup> / Set value $I_r$ in A	230	115	110	42	24

Transformatoren TAM  
 TAM Transformers

TAM324	0,0630	3RV20 11-□□□ 10 $I_r$	0DA 0,28	0GA 0,55	0HA 0,58	1BA 1,5	1DA 2,7
TAM344	0,100	3RV20 11-□□□ 10 $I_r$	0FA 0,44	0JA 0,88	0KA 0,92	1DA 2,4	1FA 4,2
TAM384	0,160	3RV20 11-□□□ 10 $I_r$	0HA 0,70	1AA 1,4	1BA 1,5	1FA 3,9	1HA 6,7
TAM404	0,250	3RV20 11-□□□ 10 3RV20 21-□□□ 10 $I_r$	0KA -- 1,1	1CA -- 2,2	1DA -- 2,3	1HA -- 6,0	1KA -- 10,5
TAM434	0,315	3RV20 11-□□□ 10 3RV20 21-□□□ 10 $I_r$	1AA -- 1,4	1DA -- 2,8	1DA -- 2,9	1JA -- 7,6	4AA -- 13,5
TAM464	0,400	3RV20 11-□□□ 10 3RV20 21-□□□ 10 $I_r$	1BA -- 1,8	1EA -- 3,5	1EA -- 3,7	1KA -- 9,6	-- 4BA 17,0
TAM484	0,500	3RV20 11-□□□ 10 3RV20 21-□□□ 10 3RV20 31-□□□ 10 $I_r$	1CA -- -- 2,2	1FA -- -- 4,4	1FA -- -- 4,6	4AA -- -- 12,0	-- 4DA -- 21
TAM524	0,630	3RV20 11-□□□ 10 3RV20 21-□□□ 10 3RV20 31-□□□ 10 $I_r$	1DA -- -- 2,8	1GA -- -- 5,6	1HA -- -- 5,8	-- 4BA -- 15,0	-- 4NA -- 27
TAM554	0,800	3RV20 11-□□□ 10 3RV20 21-□□□ 10 3RV20 31-□□□ 10 $I_r$	1EA -- -- 3,5	1HA -- -- 7,0	1JA -- -- 7,3	-- 4CA -- 19,5	-- 4PA -- 34
TAM574	1,00	3RV20 11-□□□ 10 3RV20 21-□□□ 10 3RV20 31-□□□ 10 $I_r$	1FA -- -- 4,4	1JA -- -- 8,8	1JA -- -- 9,2	-- 4DA -- 24	-- -- 4VA 42
TAM614	1,60	3RV20 11-□□□ 10 3RV20 21-□□□ 10 3RV20 31-□□□ 10 $I_r$	1HA -- -- 7,0	4AA -- -- 14,5	-- 4BA -- 15,0	-- -- 4VA 39	-- -- 4KA 67

1) Leistungsschalter können zwei- oder einpolig (3 Strombahnen in Reihe) angeschlossen werden, siehe Schaltbilder Seite 3/10.

2) z.B. Siemens

1) Motor starter protectors can be connected two-pole or single-pole (3 conducting paths in series), see circuit diagrams on page 3/11.

2) e.g. Siemens

## 7.3. Einphasen-Transformatoren

### 7.3. Single-Phase Transformers

### Sicherheits-, Trenn-, Steuer- und Netztransformatoren Safety, Isolating, Control and Separating Transformers

#### Sekundärseitiger Kurzschluss- und Überlastschutz mit Leistungsschalter

#### Secondary-side short-circuit and overload protection with motor starter protector

Trans- formator Typ	Bemes- sungs- leistung $P_n$	Leistungsschalter Ausführ- rung: Motorschutz <sup>1)</sup> / Einstellwert $I_r$ in A	Bemessungs-Ausgangsspannung $U_{2N}$ in V				
			Rated output voltage $U_{2N}$ in V				
Trans- former type	Rated power $P_n$	Motor starter protector version: Motor protection <sup>1)</sup> / Set value $I_r$ in A	230	115	110	42	24
		Typ <sup>2)</sup> Type <sup>2)</sup>					
TAM644	2,00	3RV20 11-□□□ 10	1JA	--	--	--	--
		3RV20 21-□□□ 10	--	4BA	4CA	--	--
		3RV20 31-□□□ 10	--	--	--	4WA	--
		3RV20 41-□□□ 10	--	--	--	--	4YA
		$I_r$	8,8	17,5	18,5	48	84
TAM654	2,50	3RV20 11-□□□ 10	1KA	--	--	--	--
		3RV20 21-□□□ 10	--	4DA	4DA	--	--
		3RV20 31-□□□ 10	--	--	--	4JA	--
		3VA11 12-□□□□□-0AA0	--	--	--	--	5EF32
		$I_r$	11,0	22	23	60	105

#### TransformatorenTAT

#### TAT Transformers

TAT303	4,00	3RV20 21-□□□ 10	4BA	4PA	4FA	--	--
		3RV20 31-□□□ 10	--	--	--	--	--
		$I_r$	17,5	35	37	--	--
TAT361	5,00	3RV20 21-□□□ 10	4DA	--	--	--	--
		3RV20 31-□□□ 10	--	4WA	4WA	--	--
		$I_r$	22	44	46	--	--
TAT363	6,30	3RV20 21-□□□ 10	4EA	--	--	--	--
		3RV20 31-□□□ 10	--	4XA	4JA	--	--
		$I_r$	28	55	58	--	--
TAT391	8,00	3RV20 21-□□□ 10	4PA	--	--	--	--
		3RV20 31-□□□ 10	--	4KA	4RA	--	--
		$I_r$	35	70	73	--	--
TAT393	10,0	3RV20 31-□□□ 10	4WA	--	--	--	--
		3RV20 41-□□□ 10	--	4YA	4MA	--	--
		$I_r$	44	87	91	--	--

1) Leistungsschalter können zwei- oder einpolig (3 Strombahnen in Reihe) angeschlossen werden, siehe Schaltbilder Seite 3/10.

2) z.B. Siemens

1) Motor starter protectors can be connected two-pole or single-pole (3 conducting paths in series), see circuit diagrams on page 3/11.

2) e.g. Siemens

Primärseitiger Absicherung mit Leistungsschaltern nach UL489

Primary-side protection with circuit breakers according to UL489

Trans- formator Typ	Bemes- sungs- leistung $P_n$	Leistungsschalter Ausführung: Motorschutz <sup>1)</sup> / Sicherungswert $I_r$ [A]	Bemessungs-Eingangsspannung $U_{1N}$ in V																				
			Rated input voltage $U_{1N}$ in V																				
Trans- former type	Rated power $P_n$	Motor starter protector version: Motor protection <sup>1)</sup> / Fuse value $I_r$ [A]	kVA	Typ <sup>2)</sup>	600	575	550	525	500	480	460	440	420	415	400	380	360	240	230	220	208	200	190

Transformatoren TAM			TAM transformers																					
TAM324	0,063	3RV28 11-□□□ 10 $I_r$	0BD	0BD	0BD	0BD	0BD	0BD	0CD	0FD														
TAM344	0,100	3RV28 11-□□□ 10 $I_r$	0CD	0CD	0DD	0DD	0DD	0ED	0HA															
TAM384	0,160	3RV28 11-□□□ 10 $I_r$	0ED	0ED	0ED	0ED	0ED	0FD	0FD	0FD	0GD	0GD	0GD	0GD	0GD	0GD	0JD	0JD	0JD	0KD	0KD	0KD	0KD	0KD
TAM404	0,250	3RV28 11-□□□ 10 $I_r$	0GD	0GD	0HD	0HD	0HD	0HD	0HD	0HD	0JD	0JD	0JD	0JD	0JD	0JD	1AD	1AD	1AD	1BD	1BD	1BD	1BD	1BD
TAM434	0,315	3RV28 11-□□□ 10 $I_r$	0HD	0HD	0JD	0JD	0JD	0JD	0JD	0JD	0KD	0KD	0KD	0KD	0KD	0KD	1BD	1BD	1BD	1CD	1CD	1CD	1CD	1CD
TAM464	0,400	3RV28 11-□□□ 10 $I_r$	0JD	0JD	0JD	0JD	0JD	0KD	0KD	0KD	1AD	1AD	1AD	1AD	1AD	1AD	1CD	1CD	1CD	1DD	1DD	1DD	1DD	1DD
TAM484	0,500	3RV28 11-□□□ 10 $I_r$	0KD	0KD	1AD	1AD	1AD	1AD	1AD	1AD	1BD	1BD	1BD	1BD	1BD	1BD	1DD	1DD	1DD	1ED	1ED	1ED	1ED	1ED
TAM524	0,630	3RV28 11-□□□ 10 $I_r$	1AD	1AD	1AD	1AD	1AD	1BD	1ED															
TAM554	0,800	3RV28 11-□□□ 10 $I_r$	1BD	1BD	1CD	1CD	1CD	1DD	1GD															
TAM574	1,00	3RV28 11-□□□ 10 $I_r$	1CD	1CD	1CD	1CD	1CD	1DD	1GD															
TAM614	1,60	3RV28 11-□□□ 10 $I_r$	1ED	1ED	1ED	1ED	1ED	1FD	1JD															
TAM644	2,00	3RV28 11-□□□ 10 $I_r$	1FD	1FD	1FD	1FD	1FD	1GD	1GD	1GD	1HD	1HD	1HD	1HD	1HD	1HD	1KD	1KD	1KD	4AD	4AD	4AD	4AD	4AD
TAM654	2,50	3RV28 11-□□□ 10 3RV28 21-□□□ 10 $I_r$	1FD	1FD	1FD	1GD	1GD	1GD	1GD	1GD	1HD	1HD	1HD	1HD	1HD	1HD	1KD	1KD	1KD	--	--	--	--	--
			--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4BD	4BD	4BD	4BD	4BD	
			5,0	5,0	5,0	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	12,5	12,5	12,5	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0

1) Leistungsschalter können zwei- oder einpolig (3 Strombahnen in Reihe) angeschlossen werden, siehe Schaltbilder Seite 3/10.  
 2) z.B. Siemens

1) Motor starter protectors can be connected two-pole or single-pole (3 conducting paths in series), see circuit diagrams on page 3/11.  
 2) e.g. Siemens

# 7.3. Einphasen-Transformatoren

## 7.3. Single-Phase Transformers

## Sicherheits-, Trenn-, Steuer- und Netztransformatoren Safety, Isolating, Control and Separating Transformers

Primärseitiger Kurzschluss- und Überlastschutz mit Leistungsschaltern nach UL489

Primary-side short-circuit and overload protection with motor starter protectors according to UL489

Trans- formator Typ	Bemes- sungs- leistung $P_n$	Leistungsschalter Ausführung: Motorschutz <sup>1)</sup> / Sicherungswert $I_r$ [A]  Motor starter protector version: Motorprotectio n <sup>1)</sup> / Fuse value $I_r$ [A]	Bemessungs-Eingangsspannung $U_{1N}$ in V																		
			Rated input voltage $U_{1N}$ in V																		
Trans- former type	Rated power $P_n$		600	575	550	525	500	480	460	440	420	415	400	380	360	240	230	220	208	200	190

### Transformatoren TAT

#### TAT transformers

TAT303	4,00	3RV28 11-□□□ 10 3RV28 21-□□□ 10 3RV27 42-□□□ 10 $I_r$	1JD	1JD	1JD	1JD	1KD	--	--	--	--	--	--								
			--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5ED	5ED	5ED	5GD	5GD	5GD
			10,0	10,0	10,0	10,0	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	30	30	30	40	40	40
TAT361	5,00	3RV28 11-□□□ 10 3RV28 21-□□□ 10 3RV27 42-□□□ 10 $I_r$	1KD	1KD	1KD	1KD	4AD	4AD	4AD	4AD	4AD	4AD	--	--	--	--	--	--	--	--	--
			--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4BD	4BD	4BD	--	--	--	--	--	--
			12,5	12,5	12,5	12,5	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	20	20	20	40	40	40	50	50	50
TAT363	6,30	3RV28 11-□□□ 10 3RV28 21-□□□ 10 3RV27 42-□□□ 10 $I_r$	4AD	4AD	4AD	4AD	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
			--	--	--	--	4BD	4BD	4BD	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
			15	15	15	15	20	20	20	30	30	30	30	30	30	50	50	50	60	60	60
TAT391	8,00	3RV28 21-□□□ 10 3RV27 42-□□□ 10 $I_r$	4BD	4CD	4CD	4CD	4CD	4CD	4CD	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
			--	--	--	--	--	--	--	5FD	5FD	5FD	5FD	5FD	5FD	5LD	5LD	5LD	5QD	5QD	5QD
			20	22	22	22	22	22	22	35	35	35	35	35	35	60	60	60	70	70	70
TAT393	10,0	3RV28 21-□□□ 10 3RV27 42-□□□ 10 3VA52 □□-5EF31-0AA0 $I_r$	4CD	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
			--	5FD	5FD	5FD	5FD	5FD	5FD	5GD	5GD	5GD	5GD	5GD	5GD	5QD	5QD	5QD	--	--	--
			20	35	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40	40	70	70	70	125	125	125

1) Leistungsschalter können zwei- oder einpolig (3 Strombahnen in Reihe) angeschlossen werden, siehe Schaltbilder Seite 3/10.  
2) z.B. Siemens

1) Motor starter protectors can be connected two-pole or single-pole (3 conducting paths in series), see circuit diagrams on page 3/11.  
2) e.g. Siemens

7.3 / 31

Sekundärseitiger Kurzschluss- und Überlastschutz mit Leistungsschalter nach UL489

Secondary-side short-circuit and overload protection with motor starter protector according to UL489

Trans- formator Typ	Bemes- sungs- leistung $P_n$	Leistungsschalter Ausfüh- rung: Motorschutz <sup>1)</sup> / Sicherungswert $I_r$ in A	Bemessungs-Ausgangsspannung $U_{2N}$ in V				
			Rated output voltage $U_{2N}$ in V				
Trans- former type	Rated power $P_n$	Motor starter protector version: Motor protection <sup>1)</sup> / Set value $I_r$ in A	230	115	110	42	24
		Typ <sup>2)</sup> Type <sup>2)</sup>					

Transformatoren TAM  
 TAM Transformers

TAM324	0,0630	3RV27 11-□□□ 10 $I_r$	0DD 0,32	0GD 0,63	0GD 0,63	1AD 1,6	1DD 3,2
TAM344	0,100	3RV27 11-□□□ 10 $I_r$	0FD 0,50	0JD 1,00	0JD 1,00	1CD 2,5	1FD 5,0
TAM384	0,160	3RV27 11-□□□ 10 $I_r$	0HD 0,80	1AD 1,6	1AD 1,6	1ED 4,0	1HD 8,0
TAM404	0,250	3RV27 11-□□□ 10 3RV27 21-□□□ 10 $I_r$	0KD -- 1,25	1CD -- 2,5	1CD -- 2,5	1GD -- 6,3	1KD -- 12,5
TAM434	0,315	3RV27 11-□□□ 10 3RV27 21-□□□ 10 $I_r$	1AD -- 1,6	1DD -- 3,2	1DD -- 3,2	1HD -- 8,0	4AD -- 15,0
TAM464	0,400	3RV27 11-□□□ 10 3RV27 21-□□□ 10 $I_r$	1BD -- 2,0	1ED -- 4,0	1ED -- 4,0	1JD -- 10,0	-- 4BD 20,0
TAM484	0,500	3RV27 11-□□□ 10 3RV27 21-□□□ 10 3RV27 42-□□□ 10 $I_r$	1CD -- -- 2,5	1FD -- -- 5,0	1FD -- -- 5,0	1KD -- -- 12,5	-- -- 5DD 25
TAM524	0,630	3RV27 11-□□□ 10 3RV27 21-□□□ 10 3RV27 42-□□□ 10 $I_r$	1DD -- -- 3,2	1GD -- -- 6,3	1GD -- -- 6,3	4AD -- -- 15,0	-- -- 5ED 30
TAM554	0,800	3RV27 11-□□□ 10 3RV27 21-□□□ 10 3RV27 42-□□□ 10 $I_r$	1ED -- -- 4,0	1HD -- -- 8,0	1JA -- -- 7,3	-- 4BD -- 20,0	-- -- 5FD 35
TAM574	1,00	3RV27 11-□□□ 10 3RV27 21-□□□ 10 3RV27 42-□□□ 10 $I_r$	1FD -- -- 5,0	1JD -- -- 10,0	1JA -- -- 9,2	-- -- 5DD 25	-- -- 5HD 45
TAM614	1,60	3RV27 11-□□□ 10 3RV27 21-□□□ 10 3RV27 42-□□□ 10 $I_r$	1HD -- -- 8,0	4AD -- -- 15,0	4AD -- -- 15,0	-- -- 5GD 40	-- -- 5QD 60

1) Leistungsschalter können zwei- oder einpolig (3 Strombahnen in Reihe) angeschlossen werden, siehe Schaltbilder Seite 3/10.  
 2) z.B. Siemens

1) Motor starter protectors can be connected two-pole or single-pole (3 conducting paths in series), see circuit diagrams on page 3/11.  
 2) e.g. Siemens

7.3 / 32

## 7.3. Einphasen-Transformatoren

### 7.3. Single-Phase Transformers

### Sicherheits-, Trenn-, Steuer- und Netztransformatoren Safety, Isolating, Control and Separating Transformers

#### Sekundärseitiger Kurzschluss- und Überlastschutz mit Leistungsschalter nach UL489

#### Secondary-side short-circuit and overload protection with motor starter protector according to UL489

Trans- formator Typ	Bemes- sungs- leistung $P_n$	Leistungsschalter Ausführ- rung: Motorschutz <sup>1)</sup> / Einstellwert $I_r$ in A	Bemessungs-Ausgangsspannung $U_{2N}$ in V				
			Rated output voltage $U_{2N}$ in V				
Trans- former type	Rated power $P_n$	Motor starter protector version: Motor protection <sup>1)</sup> / Set value $I_r$ in A	230	115	110	42	24
		Typ <sup>2)</sup> Type <sup>2)</sup>					
TAM644	2,00	3RV27 11-□□□ 10	1JD	--	--	--	--
		3RV27 21-□□□ 10	--	4BD	4BD	--	--
		3RV27 42-□□□ 10	--	--	--	5JD	--
		3VA51 □□-5EF31-0AA0 $I_r$	10,0	20,0	20,0	50	100
TAM654	2,50	3RV27 11-□□□ 10	1KD	--	--	--	--
		3RV27 21-□□□ 10	--	4CD	--	--	--
		3RV27 42-□□□ 10	--	--	5DD	5LD	--
		3VA52 □□-5EF31-0AA0 $I_r$	12,5	22	25	60	125

#### TransformatorenTAT

##### TAT Transformers

TAT303	4,00	3RV27 21-□□□ 10	4BD	--	--	--	--
		3RV27 42-□□□ 10 $I_r$	-- 20,0	5FD 35	5FD 35	--	--
TAT361	5,00	3RV27 21-□□□ 10	4CD	--	--	--	--
		3RV27 42-□□□ 10 $I_r$	-- 22	5HD 45	5HD 45	--	--
TAT363	6,30	3RV27 21-□□□ 10	--	--	--	--	--
		3RV27 42-□□□ 10 $I_r$	5ED 30	5LD 60	5LD 60	--	--
TAT391	8,00	3RV27 21-□□□ 10	--	--	--	--	--
		3RV27 42-□□□ 10 $I_r$	5FD 35	5QD 70	5QD 70	--	--
TAT393	10,0	3RV27 42-□□□ 10	5HD	--	--	--	--
		3V51□□-5EF31-0AA0 $I_r$	-- 45	10 100	10 100	--	--

1) Leistungsschalter können zwei- oder einpolig (3 Strombahnen in Reihe) angeschlossen werden, siehe Schaltbilder Seite 3/10.

2) z.B. Siemens

1) Motor starter protectors can be connected two-pole or single-pole (3 conducting paths in series), see circuit diagrams on page 3/11.

2) e.g. Siemens

Kurzzeitleistung von Steuertransformatoren

$$P_{kurzz.}^{1)} = f(\cos \varphi) \text{ für } U_2 = 0,95 \times U_{2N}$$

Short-time rating of control transformers

$$P_{shortt.}^{1)} = f(p.f.) \text{ for } U_2 = 0.95 \times U_{2N}$$

Trans- formator Typ	Bemes- sungs- leistung $P_n$	Kurzzeitleistung $P_{kurzz.}^{1)}$ bei $\cos \varphi$ von										Spannungs- anstieg bei Leerlauf (betriebs- warm)	Spannungs- fall bei Nennlast (bei 20 °C)	Kurz- schluss- spannung (bei 20 °C)
		Short-time rating $P_{shortt.}^{1)}$ with p.f. of												
Trans- former type	Rated power $P_n$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	$u_A$ %	$u_R$ %	$u_Z$ %
	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA			

Transformatoren TAM

TAM Transformers

TAM324	0,063	0,56	0,37	0,28	0,23	0,19	0,16	0,14	0,12	0,12	0,11	10,0	8,40	8,50
TAM344	0,100	0,96	0,62	0,46	0,37	0,31	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	10,0	7,70	7,70
TAM384	0,160	1,52	0,98	0,73	0,58	0,49	0,42	0,37	0,33	0,30	0,28	10,4	7,60	7,70
TAM404	0,250	2,50	1,62	1,24	1,00	0,85	0,74	0,66	0,59	0,54	0,51	7,20	5,40	5,40
TAM434	0,315	3,40	2,15	1,63	1,33	1,12	0,97	0,86	0,77	0,71	0,67	6,60	4,90	5,00
TAM464	0,40	3,51	2,53	2,00	1,67	1,44	1,26	1,13	1,00	0,95	0,92	5,70	4,30	4,40
TAM484	0,50	5,34	3,75	2,90	2,40	2,00	1,75	1,55	1,40	1,30	1,25	5,00	3,80	3,80
TAM524	0,63	5,05	3,85	3,15	2,70	2,35	2,10	1,90	1,75	1,65	1,60	4,70	3,60	3,70
TAM554	0,80	7,69	5,80	4,65	3,90	3,40	3,00	2,70	2,50	2,30	2,25	4,00	3,00	3,10
TAM574	1,00	12,1	8,85	7,00	5,85	5,00	4,40	3,95	3,60	3,30	3,20	3,20	2,50	2,50
TAM614	1,60	12,1	10,3	9,00	8,10	7,30	6,80	6,40	6,10	5,90	6,40	2,40	1,90	2,10
TAM644	2,00	15,8	13,5	11,9	10,7	9,70	9,00	8,50	8,10	7,90	8,60	2,10	1,70	1,90
TAM654	2,50	19,2	17,3	15,6	14,3	13,3	12,5	12,0	11,6	11,5	13,2	1,60	1,30	1,60

TransformatorenTAT

TAT Transformers

TAT303	4,00	36,5	27,0	21,5	18,0	15,5	13,5	12,5	11,0	10,5	10,0	3,25	3,15	3,20
TAT361	5,00	45,5	32,0	24,5	20,0	17,0	15,0	13,0	12,0	11,0	10,5	4,61	4,41	4,45
TAT363	6,30	46,0	35,5	29,0	24,8	21,5	19,0	17,5	16,0	15,0	14,5	4,82	4,60	4,71
TAT391	8,00	57,5	44,0	36,5	31,0	27,0	24,5	22,0	20,5	19,0	18,5	3,66	3,52	3,67
TAT393	10,0	48,0	41,5	36,5	33,0	30,0	28,0	26,5	25,5	24,5	24,0	2,93	2,85	3,38

<sup>1)</sup>  $P_{kurzz.}$  gilt bis 300 Schützsaltungen je Stunde. Die angegebene Leistung ist die typische maximale Kurzzeitleistung.

<sup>1)</sup>  $P_{shortt.}$  applies to up to 300 contactor operations per hour. The specified rating is the typical maximum short-time rating.

## 7.3. Einphasen-Transformatoren

7.3. *Single-Phase Transformers*

# 7.3. Einphasen-Transformatoren

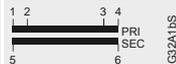
## 7.3. Single-Phase Transformers

### Schaltpläne

### Circuit diagrams

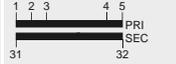
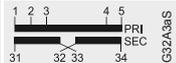
Schaltplan Circuit diagram	$U_{1N}$	$U_{2N}$	Typ Type	$U_{1N}$	$U_{1N}$ + 5 %	$U_{1N}$ - 5 %	$U_{2N}$	Verb.	Klemmenbelegung Terminal
-------------------------------	----------	----------	-------------	----------	-------------------	-------------------	----------	-------	-----------------------------

**Mit einer Eingangsspannung**  
**With one input voltage**

A1a		$U_{1N} \pm 5 \%$	$U_{2N}$	TAM32 ... TAM65	1-3	1-4	1-2	31-32	--	SEC <table border="1"><tr><td>32</td><td>31</td></tr></table> PRI <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> G32A1bK	32	31	1	2	3	4
32	31															
1	2	3	4													
A1b		$U_{1N} \pm 5 \%$	$U_{2N}$	TAT30 ... TAT39	1-3	1-4	2-3	5-6	--	PRI <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> SEC <table border="1"><tr><td>5</td><td>6</td></tr></table> G32A1bK	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4													
5	6															

Schaltplan Circuit diagram	$U_{1N}$	$U_{2N}$	Typ Type	$U_{1N}$	$U_{1N}$ + 15 V	$U_{1N}$ - 15 V	$U_{2N}$	Verb.	Klemmenbelegung Terminal
-------------------------------	----------	----------	-------------	----------	--------------------	--------------------	----------	-------	-----------------------------

**Eurospannung**  
**European voltages**

A2		400/230 V $\pm$ 15 V	$U_{2N}$	TAM32 ... TAM65	400 V: 1-5 2-5	1-5	3-5	31-32	--	SEC <table border="1"><tr><td>32</td><td>31</td></tr></table> PRI <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> G32A2K	32	31	1	2	3	4	5		
32	31																		
1	2	3	4	5															
A3a		400/230 V $\pm$ 15 V	2 x 115 V	TAM32 ... TAM65	400 V: 1-5 2-5	1-5	3-5	230 V: 32-33 31-34	32-33	SEC <table border="1"><tr><td>34</td><td>33</td><td>32</td><td>31</td></tr></table> PRI <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> G32A3aK	34	33	32	31	1	2	3	4	5
34	33	32	31																
1	2	3	4	5															
A3b		400/230 V $\pm$ 15 V	2 x 115 V	TAT30 ... TAT39	400 V: 1-5 2-5	1-5	3-5	230 V: 6-9 6-9	7-8	PRI <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table> SEC <table border="1"><tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td></tr></table> G32A3bK	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5															
6	7	8	9																
					230 V: 1-4 2-4	1-4	3-4	115 V: 31-32; 31-34	33-34										

# 7.3. Einphasen-Transformatoren

## 3.2. Single-Phase Transformers

### Schaltpläne

### Circuit diagrams

Schaltplan Circuit diagram	$U_{1N}$	$U_{2N}$	Typ Type	$U_1$	Anschlüsse Terminals	Verb. Link	$U_2$	Anschlüsse Terminals	Verb. Link	Klemmenbelegung Terminal assignment	
<b>Mehrspannungsausführung</b> <b>Multiple voltage version</b>											
$U_{1N} = 550-525-500-480-460-440-415-400-380-230-208\text{ V}$											
A4a 	550 ... 208 V	$U_{2N}$	TAM32, TAM34	550 525 500 480 460 440	1-7 2-7 3-7 1-6 2-6 3-6	--	$U_{2N}$	31-32	--	SEC $\begin{matrix} 32 & 31 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \end{matrix}$ PRI	G32A4aK
A4b 	550 ... 208 V	$2 \times U_{2N}$	TAM32, TAM34	415 400 380 230 208	1-5 2-5 3-5 2-4 3-4	--	230 V 115 V	31-34 31-34	32-33 31-32; 33-34	SEC $\begin{matrix} 34 & 33 & 32 & 31 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \end{matrix}$ PRI	G32A4bK
A5a 	550 ... 208 V	$U_{2N}$	TAM38 ... TAM65	550 525 500 480	1-8 1-8 1-8 1-8	4-5 3-5 2-5 2-5	$U_{2N}$	31-32	--	SEC $\begin{matrix} 32 & 31 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \end{matrix}$ PRI	G32A5aK
A5b 	550 ... 208 V	$2 \times U_{2N}$	TAM38 ... TAM65	460 440 415	1-8 1-8 1-8	4-6 3-6 3-7	230 V	31-34	32-33	SEC $\begin{matrix} 34 & 33 & 32 & 31 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \end{matrix}$ PRI	G32A5bK
A5c 	550 ... 208 V	$2 \times U_{2N}$	TAT30 ... TAT39	400 380 230 208	1-8 1-8 1-8 1-8	2-6 2-7 1-6; 4-8 1-7; 3-8	115 V	31-34	31-32; 33-34	PRI $\begin{matrix} 1 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 8 \\ 31 & 31 & 32 & 33 & 34 & 34 & 34 \end{matrix}$ SEC	G32A5cK
<b>Mehrspannungsausführung</b> <b>Multiple voltage version</b>											
$U_{1N} = 600-575-550-525-500-480-460-440-415-400-240-230\text{ V}$											
A6a 	600 ... 230 V	$U_{2N}$	TAM32, TAM34	600 575 550 525 500 480	1-7 2-7 3-7 1-6 2-6 3-6	--	$U_{2N}$	31-32	--	SEC $\begin{matrix} 32 & 31 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \end{matrix}$ PRI	G32A6aK
A6b 	600 ... 230 V	$2 \times U_{2N}$	TAM32, TAM34	460 440 415 400 240 230	1-5 2-5 3-5 3-5 1-4 2-4	--	230 V 115 V	31-34 31-34	32-33 31-32; 33-34	SEC $\begin{matrix} 34 & 33 & 32 & 31 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \end{matrix}$ PRI	G32A6bK
A7a 	600 ... 230 V	$U_{2N}$	TAM38 ... TAM65	600 575 550 525	1-8 1-8 1-8 1-8	4-5 4-6 4-7 3-5	$U_{2N}$	31-32	--	SEC $\begin{matrix} 32 & 31 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \end{matrix}$ PRI	G32A7aK
A7b 	600 ... 230 V	$2 \times U_{2N}$	TAM38 ... TAM65	500 480 460	1-8 1-8 1-8	3-6 3-7 3-7	230 V	31-34	32-33	SEC $\begin{matrix} 34 & 33 & 32 & 31 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \end{matrix}$ PRI	G32A7bK
A7c 	600 ... 230 V	$2 \times 115\text{ V}$	TAT30 ... TAT39	440 415 400 240 230	1-8 1-8 1-8 1-8 1-8	2-5 2-6 2-7 1-6; 4-8 1-7; 3-8	115 V	31-34	31-32; 33-34	PRI $\begin{matrix} 1 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 8 \\ 31 & 31 & 32 & 33 & 34 & 34 & 34 \end{matrix}$ SEC	G32A7cK

Technische Daten

Allgemeine Daten

Transformatoren	Typ	TAP	TAU
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführung</li> <li>• Leistungsbereich (bei IP00)</li> <li>• Approbationen</li> </ul>	kVA	YUI 2-Kern 0,63 ... 4 eT <sub>US</sub>	YUI 2-Kern > 5 ... 18
<b>Spannungsbereich</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• für Approbationen USA, Kanada</li> </ul>	V	≤ 690	
	V	≤ 600	
<b>Bemessungsfrequenz</b>	Hz	50 ... 60	
<b>Thermische Klasse</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nach UL/CSA</li> </ul>		B Class 130	H Class 180
<b>Umgebungsbedingungen</b>  Bemessungsumgebungstemperatur <ul style="list-style-type: none"> <li>• bei Bemessungsleistung</li> <li>• Höchstwert (nach Leistungsreduzierung entsprechend Belastungskennlinie<sup>1)</sup>)</li> <li>• Tiefstwert</li> </ul>	°C	40	40
	°C	80	
	°C	-25	
<b>Schutzklasse</b>		I	
<b>Schutzart</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ohne Gehäuse</li> <li>• mit Schutzgehäuse (siehe „Auswahl- und Bestelldaten“)</li> </ul>		IP00 IP23 oder IP54 Ausführung: Stahlblechgehäuse mit Epoxidharzpulver beschichtet, Farbe grau RAL 7035	
<b>Aufstellhöhe<sup>2)</sup></b>		Bis 1000 m über NN (darüber hinaus mit Leistungsreduzierung möglich)	
<b>Schutzeinrichtungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• extern</li> </ul>		Die Transformatoren sind primär- und sekundärseitig absicherbar mit Leistungsschaltern gegen Kurzschluss und Überlast.  Für einen sicheren Kurzschluss-, Überlast- und Berührungsschutz müssen die Leitungen zwischen den Ausgangsklemmen des Transformators und dem Verbraucher eine vernachlässigbare Leitungsimpedanz aufweisen. Nähere Vorgaben sind der DIN VDE 0100 (Errichten von Niederspannungsanlagen) Teil 410, Teil 520 insbesondere Abschnitt 525 und Teil 610 zu entnehmen. Zugeordnete Schutzeinrichtungen (siehe „Primärseitiger Kurzschluss- und Überlastschutz mit Leistungsschaltern“ bzw. „Sekundärseitiger Kurzschluss- und Überlastschutz mit Leistungsschaltern“)	
<b>Anschlusstechnik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klemmenanordnung<sup>3)</sup></li> </ul>		Die klemmbaren Leitungsquerschnitte sind den jeweiligen Klemmentypen zugeordnet. Bezüglich der von der Installationsart abhängigen Zuordnung des Leiterquerschnitts zum Strom siehe DIN VDE 0298-4 und EN 60204 (VDE 0113-1). Die eingesetzten Anschlussklemmen sind fingersicher nach DIN EN 50274.	
<b>Einbaulage</b>		Die für jede Ausführung zulässige Einbaulage ist in den „Projektierungshilfen“ <sup>4)</sup> angegeben.	

- 1) Siehe Kapitel 7 Technische Informationen Transformatoren, „Umgebungstemperatur“
- 2) Siehe Kapitel 7 Technische Informationen Transformatoren, „Aufstellhöhe“
- 3) Siehe am Ende dieses Kapitels „Schaltpläne“.
- 4) Siehe am Ende dieses Kapitels „Maßzeichnungen“.

Weitere technische Daten siehe [www.mdexx.com](http://www.mdexx.com)

## 7.3. Dreiphasen-Transformatoren

### 7.3. Three-Phase Transformers

### Sicherheits-, Trenn-, Steuer- und Netztransformatoren Safety, Isolating, Control and Separating Transformers

#### Technical specifications

##### General data

Transformers	Type	TAP	TAU
<ul style="list-style-type: none"> <li>Version</li> <li>Performance range (with IP00)</li> <li>Approvals</li> </ul>	kVA	YUI 2-core 0.63 ... 4 	YUI 2-core > 5 ... 18
<b>Voltage range</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Approvals for USA, Canada</li> </ul>	V	≤ 690 ≤ 600	
<b>Rated frequency</b>	Hz	50 ... 60	
<b>Thermal class</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Acc. to UL/CSA</li> </ul>		B Class 130	H Class 180
<b>Environmental conditions</b>		Protection against harmful ambient conditions: Complete impregnation in polyester resin. Climate-proof for installation in rooms with an external climate to DIN 50010	
Rated ambient temperature			
<ul style="list-style-type: none"> <li>At rated power</li> <li>Maximum value (after power reduction in accordance with load characteristic<sup>1)</sup>)</li> <li>Minimum value</li> </ul>	°C	40 80 -25	40
<b>Safety class</b>		I	
<b>Degree of protection</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Without enclosure</li> <li>With protective enclosure (see "Selection and ordering data")</li> </ul>		IP00 IP23 or IP54 Version: sheet-steel enclosure coated with epoxy resin, color grey RAL 7035	
<b>Site altitude<sup>2)</sup></b>		Up to 1000 m above sea level (above this, power reduction is necessary)	
<b>Protective devices</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>External</li> </ul>	I	The transformers are protected from short-circuits and overload on the primary and secondary side with motor starter protectors. For reliable protection against short-circuits, overload and touch, the cables between the output terminals of the transformer and the load must have a negligible line impedance. For more details see DIN VDE 0100 (Erection of low-voltage systems) Part 410, Part 520 (particularly section 525) and Part 610. Assigned protective devices (see "Primary-side short-circuit and overload protection with motor starter protectors" or "Secondary-side short-circuit and overload protection with motor starter protectors")	
<b>Connection methods</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Terminal arrangement<sup>3)</sup></li> </ul>		The permissible conductor cross-sections are assigned to the specified terminal types. Refer to DIN VDE 0298-4 and EN 60204 for the permissible conductor cross-sections for the specified current according to the installation type. The terminals used are finger-safe according to EN 50274.	
<b>Mounting position</b>		The permissible mounting position for each version is shown in the "Project Planning Aids" <sup>4)</sup> .	

1) See chapter 7 Technical Information Transformers, "Environmental temperature"

2) See chapter 7 Technical Information Transformers, "Site altitude"

3) See end of this chapter "Circuit diagrams".

4) See end of this chapter "Dimensional Drawings".

For more specifications see [www.mdexx.com](http://www.mdexx.com)

Bemessungsleistungen bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturen

Rated outputs at different ambient temperatures

- mit galvanisch getrennten Wicklungen
- Schutzart IP00
- nach EN 61558,  $\varphi_{VA}$ us

- With electrically separated windings
- Degree of protection IP00
- According to EN 61558,  $\varphi_{VA}$ us

Transformator Typ <i>Transformer type</i>	Bemessungsleistung $P_n$ <i>Rated power <math>P_n</math></i>	Zulässige Transformator-Belastung in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur <i>Permissible transformer load depending on the ambient temperature</i>							
		$t_a = 60\text{ °C}$	$t_a = 55\text{ °C}$	$t_a = 50\text{ °C}$	$t_a = 45\text{ °C}$	$t_a = 40\text{ °C}$	$t_a = 35\text{ °C}$	$t_a = 30\text{ °C}$	$t_a = 25\text{ °C}$
	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA

**Transformatoren TAP**  
**TAP Transformers**

TAP204	0,630	0,526	0,553	0,580	0,605	0,630	0,654	0,678	0,701
TAP214	1,00	0,835	0,878	0,920	0,960	1,00	1,04	1,08	1,11
TAP254	1,60	1,34	1,41	1,47	1,54	1,60	1,66	1,72	1,78
TAP274	2,50	2,09	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,69	2,78
TAP304	4,00	3,34	3,51	3,68	3,84	4,00	4,15	4,31	4,45

**Transformatoren TAU**  
**TAU Transformers**

TAU300	5,00	4,44	4,58	4,72	4,86	5,00	5,13	5,27	5,40
TAU360	6,30	5,59	5,77	5,95	6,13	6,30	6,47	6,64	6,80
TAU361	8,00	7,10	7,33	7,56	7,78	8,00	8,22	8,43	8,64
TAU363	10,0	8,87	9,16	9,45	9,73	10,0	10,3	10,5	10,8
TAU400	12,5	11,1	11,5	11,8	12,2	12,5	12,8	13,2	13,5
TAU401	14,0	12,4	12,8	13,2	13,6	14,0	14,4	14,7	15,1
TAU402	16,0	14,2	14,7	15,1	15,6	16,0	16,4	16,9	17,3
TAU403	18,0	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,4

7.3 / 40

## 7.3. Dreiphasen-Transformatoren

### 7.3. Three-Phase Transformers

### Sicherheits-, Trenn-, Steuer- und Netztransformatoren Safety, Isolating, Control and Separating Transformers

#### Betriebsverhalten

- nach EN 61558-2-6, EN 61558-2-4, EN N 61558-2-2, EN 61558-2-1

#### Operation characteristics

- According to EN 61558-2-6, EN 61558-2-4, EN 61558-2-2, EN 61558-2-1

Transformator Typ	Bemessungsleistung $P_n$ 50 Hz ... 60 Hz 1000 m über NN Schutzart IP00	Kerngröße nach EN 60740 (nach DIN 41302)	Spannungsanstieg bei Leerlauf (betriebswarm) $u_A$ etwa	Spannungsfall bei Nennlast <sup>1)</sup> $u_R$ etwa	Kurzschluss- spannung <sup>1)</sup> $u_Z$ etwa	Wirkungsgrad $\eta$ etwa
Transformer type	Rated power $P_n$ 50 Hz ... 60 Hz 1000 m above sea level, degree of protection IP00	Core size acc. EN 60740 (acc. DIN 41302)	Voltage rise in no-load operation (operating temperature) $u_A$ approx.	Voltage drop on rated load <sup>1)</sup> $u_R$ approx.	short-circuit voltage <sup>1)</sup> $u_Z$ approx.	Efficiency $\eta$ approx.
	kVA	%	%	%	%	%

#### Transformatoren TAP: $t_a = 40\text{ °C/B}$ TAP transformers: $t_a = 40\text{ °C/B}$

TAP204	0,630	YUI 2-30/30 (3UI 90/30)	9,30	6,80	6,80	89,0
TAP214	1,00	YUI 2-30/50 (3UI 90/50)	6,40	4,80	4,80	92,0
TAP254	1,60	YUI 2-38/62 (3UI 114/62)	4,90	3,60	3,60	93,0
TAP274	2,50	YUI 2-44/70 (3UI 132/70)	4,50	3,40	3,40	94,0
TAP304	4,00	YUI 2-50/75 (3UI 150/75)	3,50	2,60	2,70	95,0

#### Transformatoren TAU: $t_a = 40\text{ °C/H}$ TAU transformers: $t_a = 40\text{ °C/H}$

TAU300	5,00	YUI 2-50/75 (3UI 150/75)	3,70	3,60	3,60	93,6
TAU360	6,30	YUI 2-60/75 (3UI 180/75)	5,40	5,10	5,10	91,4
TAU361	8,00	YUI 2-60/75 (3UI 180/75)	4,20	4,10	4,10	93,1
TAU363	10,0	YUI 2-60/75 (3UI 180/75)	3,40	3,30	3,50	94,4
TAU400	12,5	YUI 2-70/88 (3UI 210/88)	3,60	3,50	3,50	93,9
TAU401	14,0	YUI 2-70/88 (3UI 210/88)	3,20	3,10	3,20	94,5
TAU402	16,0	YUI 2-70/88 (3UI 210/88)	2,80	2,70	2,90	95,2
TAU403	18,0	YUI 2-70/88 (3UI 210/88)	2,50	2,40	2,80	95,7

Ermittlung der Verlustleistung  $P_V$

$$P_V = \frac{P_n (100\% - \eta)}{\eta} \text{ [kW]}$$

<sup>1)</sup> Wicklungsbezugstemperatur: 20 °C.

Größere Leistungen und andere Bedingungen auf Anfrage.

Calculation of power loss  $P_V$

$$P_V = \frac{P_n (100\% - \eta)}{\eta} \text{ [kW]}$$

<sup>1)</sup> Winding reference temperature: 20 °C.

Higher ratings and other conditions on request.

Primärseitiger Kurzschluss- und Überlastschutz mit Leistungsschaltern

Primary-side short-circuit and overload protection with motor starter protectors

Trans- formator Typ	Bemes- sungs- leistung $P_n$	Leistungsschal- ter Ausführung: Motorschutz / Einstellwert $I_r$ in A	Bemessungs-Eingangsspannung $U_{1N}$ in V																
			Rated input voltage $U_{1N}$ in V																
Trans- former type	Rated power $P_n$	Motor starter protector version: Motor protection / Set value $I_r$ in A																	

kVA	Typ <sup>1)</sup> Type <sup>1)</sup>	690	520	500	480	460	440	420	400	380	360	300	288	277	265	254	242	230	220	208
-----	--------------------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Transformatoren TAP / TAP transformers

TAP174	0,16	3RV24 11-□□□ 10 $I_r$	0BA 0,18	0DA 0,24	0DA 0,25	0DA 0,26	0DA 0,27	0DA 0,28	0DA 0,29	0EA 0,31	0EA 0,33	0EA 0,34	0FA 0,38	0FA 0,40	0FA 0,42	0GA 0,48	0GA 0,50	0FAG 0,52	0GA 0,56	0GA 0,58	0GA 0,61
TAP184	0,25	3RV24 11-□□□ 10 $I_r$	0DA 0,27	0FA 0,37	0FA 0,38	0FA 0,40	0FA 0,42	0FA 0,44	0FA 0,46	0GA 0,48	0GA 0,51	0GA 0,53	0HA 0,58	0HA 0,60	0HA 0,62	0JA 0,72	0JA 0,75	0JA 0,79	0JA 0,81	0JA 0,85	0JA 0,90
TAP194	0,40	3RV24 11-□□□ 10 $I_r$	0FA 0,43	0HA 0,58	0HA 0,60	0HA 0,63	0HA 0,67	0HA 0,70	0HA 0,73	0JA 0,78	0JA 0,82	0JA 0,87	0KA 1,0	0KA 1,1	0KA 1,1	1AA 1,20	1AA 1,2	1AA 1,3	1AA 1,3	1AA 1,4	1AA 1,5
TAP204	0,63	3RV24 11-□□□ 10 $I_r$	0HA 0,66	0JA 0,87	0JA 0,90	0JA 0,94	0KA 1,0	0KA 1,1	0KA 1,1	1AA 1,2	1AA 1,2	1AA 1,3	1BA 1,5	1BA 1,7	1BA 1,7	1BA 1,8	1BA 1,9	1BA 1,90	1CA 2,10	1CA 2,15	1CA 2,2
TAP214	1,00	3RV24 11-□□□ 10 $I_r$	0KA 1,0	1AA 1,3	1AA 1,4	1AA 1,5	1BA 1,5	1BA 1,6	1BA 1,7	1BA 1,8	1BA 1,9	1CA 2,1	1DA 2,40	1DA 2,5	1DA 2,6	1DA 2,7	1DA 2,8	1EA 2,9	1EA 3,1	1EA 3,2	1EA 3,4
TAP254	1,60	3RV24 11-□□□ 10 $I_r$	1BA 1,6	1CA 2,2	1CA 2,3	1CA 2,4	1DA 2,5	1DA 2,6	1DA 2,7	1DA 2,8	1DA 2,9	1EA 3,2	1FA 3,8	1FA 4,0	1FA 4,1	1FA 4,3	1FA 4,5	1GA 4,7	1GA 5,0	1GA 5,2	1GA 5,5
TAP274	2,50	3RV24 11-□□□ 10 $I_r$	1DA 2,5	1EA 3,4	1EA 3,5	1EA 3,6	1FA 3,8	1FA 4,0	1FA 4,2	1FA 4,5	1FA 4,7	1HA 5,2	1HA 5,8	1HA 6,0	1HA 6,2	1HA 6,7	1HA 7,0	1HA 7,3	1JA 7,7	1JA 8,0	1JA 8,5
TAP304	4,00	3RV24 11-□□□ 10 $I_r$	1FA 3,9	1GA 5,4	1GA 5,6	1GA 5,8	1HA 6,0	1HA 6,3	1HA 6,6	1HA 7,0	1HA 7,4	1JA 8,2	1KA 9,1	1KA 9,5	1KA 9,9	1KA 10,5	1KA 11,0	4AA 11,5	4AA 12,5	4AA 13,0	4AA 14,0

Transformatoren TAU / TAU transformers

TAU301	5,00	3RV24 11-□□□ 10 3RV24 21-□□□ 10 $I_r$	1GA 4,9	1HA 6,5	1HA 6,8	1HA 7,1	1JA 7,4	1JA 7,7	1JA 8,1	1JA 8,5	1JA 8,9	1JA 9,9	4AA 11,5	4AA 12,0	4AA 12,5	4AA 13,0	4AA 13,5	4AA 14,0	-- 15,5	-- 16,0	-- 17,0
TAU360	6,30	3RV24 11-□□□ 10 3RV24 21-□□□ 10 $I_r$	1HA 6,3	1JA 8,5	1JA 8,8	1JA 9,2	1KA 9,4	1KA 9,8	1KA 10,5	1KA 11,0	1KA 11,5	1KA 12,5	-- 14,5	-- 15,0	-- 15,5	-- 16,5	-- 17,0	-- 18,0	-- 19,0	-- 20	-- 21
TAU361	8,00	3RV24 11-□□□ 10 3RV24 21-□□□ 10 3RV24 31-□□□ 10 $I_r$	1JA 7,80	1KA 10,5	1KA 11,0	1KA 11,5	4AA 12,0	4AA 12,5	4AA 13,0	4AA 13,5	4AA 14,0	4AA 15,5	-- 19,0	-- 20	-- 21	-- 21	-- 22	-- 23	-- 24	-- 25	-- 26
TAU363	10,00	3RV24 11-□□□ 10 3RV24 21-□□□ 10 3RV24 31-□□□ 10 $I_r$	1KA 9,8	4AA 13,0	4AA 13,5	-- 14,0	-- 15,0	-- 15,5	-- 16,0	-- 17,0	-- 18,0	-- 20	-- 23	-- 24	-- 25	-- 25	-- 27	-- 28	-- 30	-- 31	-- 33
TAU400	12,50	3RV24 11-□□□ 10 3RV24 21-□□□ 10 3RV24 31-□□□ 10 $I_r$	4AA 12,0	-- 16,5	-- 17,0	-- 17,5	-- 18,0	-- 19,0	-- 20	-- 21	-- 22	-- 24	-- 30	-- 31	-- 32	-- 32	-- 33	-- 34	-- 36	-- 38	-- 40
TAU401	14,00	3RV24 11-□□□ 10 3RV24 21-□□□ 10 3RV24 31-□□□ 10 $I_r$	4AA 13,5	-- 18,0	-- 18,5	-- 19,5	-- 21	-- 22	-- 23	-- 24	-- 25	-- 28	-- 32	-- 33	-- 34	-- 35	-- 37	-- 39	-- 41	-- 43	-- 45
TAU402	16,00	3RV24 21-□□□ 10 3RV24 31-□□□ 10 $I_r$	4BA 15,5	4DA 21	4DA 22	4DA 22	-- 24	-- 25	-- 26	-- 27	-- 28	-- 31	-- 36	-- 38	-- 40	-- 42	-- 44	-- 47	-- 49	-- 52	
TAU403	18,00	3RV24 21-□□□ 10 3RV24 31-□□□ 10 $I_r$	4BA 17,5	4DA 23	4DA 24	4DA 25	-- 26	-- 28	-- 29	-- 30	-- 32	-- 36	-- 40	-- 42	-- 44	-- 46	-- 48	-- 50	-- 53	-- 55	-- 58

1) z.B. Siemens

1) e.g. Siemens

## 7.3. Dreiphasen-Transformatoren

### 7.3. Three-Phase Transformers

### Sicherheits-, Trenn-, Steuer- und Netztransformatoren Safety, Isolating, Control and Separating Transformers

#### Sekundärseitiger Kurzschluss- und Überlastschutz mit Leistungsschaltern

#### Secondary-side short-circuit and overload protection with motor starter protectors

Trans- formator Typ	Bemes- sungs- leistung $P_n$	Leistungsschalter Ausführung: Motorschutz / Einstellwert $I_r$ in A	Bemessungs- Ausgangsspannung $U_{2N}$ in V	
Trans- former type	Rated power $P_n$	Motor starter protector version: Motor protection / Set value $I_r$ in A	Rated output voltage $U_{2N}$ in V	
	kVA	Typ <sup>1)</sup> Type <sup>1)</sup>	400	230

#### Transformatoren TAP / TAP transformers

TAP174	0,16	3RV20 11-□□□ 10 $I_r$	0CA 0,24	0FA 0,41
TAP184	0,25	3RV20 11-□□□ 10 $I_r$	0EA 0,37	0HA 0,63
TAP194	0,40	3RV20 11-□□□ 10 $I_r$	0GA 0,58	0KA 1,1
TAP204	0,63	3RV20 11-□□□ 10 $I_r$	0JA 0,91	1BA 1,6
TAP214	1,00	3RV20 11-□□□ 10 $I_r$	1AA 1,5	1DA 2,6
TAP254	1,60	3RV20 11-□□□ 10 $I_r$	1CA 2,4	1FA 4,1
TAP274	2,50	3RV20 11-□□□ 10 $I_r$	1EA 3,7	1HA 6,3
TAP304	4,00	3RV20 11-□□□ 10 $I_r$	1GA 5,8	1KA 10,5

#### Transformatoren TAU / TAU transformers

TAU301	5,00	3RV20 11-□□□ 10 3RV20 21-□□□ 10 $I_r$	1HA -- 7,3	4AA -- 13,0
TAU360	6,30	3RV20 11-□□□ 10 3RV20 21-□□□ 10 $I_r$	1JA -- 9,1	-- 4BA 16,0
TAU361	8,00	3RV20 11-□□□ 10 3RV20 21-□□□ 10 $I_r$	1KA -- 12,0	-- 4CA 21
TAU363	10,0	3RV20 11-□□□ 10 3RV20 21-□□□ 10 $I_r$	4AA -- 14,5	-- 4NA 26
TAU400	12,5	3RV20 21-□□□ 10 3RV20 31-□□□ 10 $I_r$	4BA -- 18,5	4PA -- 32
TAU401	14,0	3RV20 21-□□□ 10 3RV20 31-□□□ 10 $I_r$	4CA -- 21	4FA -- 36
TAU402	16,0	3RV20 21-□□□ 10 3RV20 31-□□□ 10 $I_r$	4DA -- 24	-- 4VA 41
TAU403	18,0	3RV20 21-□□□ 10 3RV20 31-□□□ 10 $I_r$	4NA -- 26	-- 4WA 46

<sup>1)</sup> z.B. Siemens

<sup>1)</sup> e.g. Siemens

Technische Daten

Allgemeine Daten

Transformatoren	Typ	TBU
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführung</li> <li>• Leistungsbereich (bei IP00)</li> <li>• Approbationen</li> </ul>	kVA	3UI-Kern > 16 ... 400 (bis 2000 kVA auf Anfrage) 
<b>Spannungsbereich</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• für Approbationen USA, Kanada</li> </ul>	V	≤ 1000 V ≤ 600
<b>Bemessungsfrequenz</b>	Hz	50 ... 60
<b>Thermische Klasse</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nach UL/CSA</li> </ul>		H Class 180
<b>Umgebungsbedingungen</b>  Bemessungsumgebungstemperatur <ul style="list-style-type: none"> <li>• bei Bemessungsleistung</li> <li>• Höchstwert (nach Leistungsreduzierung entsprechend Belastungskennlinie<sup>1)</sup>)</li> <li>• Tiefstwert</li> </ul>	°C	Schutz vor schädlichen Umwelteinflüssen: vollständige Imprägnierung in Polyesterharz. Klimafest für Aufstellung in Räumen mit Außenraumklima nach DIN 50010  40 80 -25
<b>Schutzklasse</b>		I
<b>Schutzart</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ohne Gehäuse</li> <li>• mit Schutzgehäuse (siehe „Auswahl- und Bestelldaten“)</li> </ul>		IP00 IP20 oder IP23 Ausführung: Stahlblechgehäuse mit Epoxidharzpulver beschichtet, Farbe grau RAL 7032
<b>Aufstellhöhe<sup>2)</sup></b>		Bis 1000 m über NN (darüber hinaus mit Leistungsreduzierung möglich)
<b>Schutzeinrichtungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• extern</li> <li>• intern</li> </ul>		Mit Thermistor-Transformatorschutz für Warnung oder Abschaltung oder Warnung und Abschaltung ausführbar <sup>1)</sup> . Die Transformatoren sind primär- oder sekundärseitig absicherbar mit Schutzeinrichtungen gegen Kurzschluss. Für einen sicheren Kurzschluss- und Berührungsschutz müssen die Leitungen zwischen den Ausgangsklemmen des Transformators und dem Verbraucher eine vernachlässigbare Leitungsimpedanz aufweisen. Nähere Vorgaben sind der DIN VDE 0100 (Errichten von Niederspannungsanlagen) Teil 410, Teil 520 insbesondere Abschnitt 525 und Teil 610 zu entnehmen. Auf Anfrage
<b>Anschluss technik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klemmenanordnung<sup>3)</sup></li> </ul>		Die klemmbaren Leitungsquerschnitte sind den jeweiligen Klemmentypen zugeordnet. Bezüglich der von der Installationsart abhängigen Zuordnung des Leiterquerschnitts zum Strom siehe DIN VDE 0298-4 und EN 60204 (VDE 0113-1). Die eingesetzten Anschlussklemmen sind fingersicher nach DIN EN 50274.
<b>Einbaulage</b>		Die für jede Ausführung zulässige Einbaulage ist in den „Projektierungshilfen“ <sup>4)</sup> angegeben.

1) Siehe Kapitel 7 Technische Informationen Transformatoren, „Umgebungstemperatur“  
 2) Siehe Kapitel 7 Technische Informationen Transformatoren, „Aufstellhöhe“  
 3) Siehe am Ende dieses Kapitels „Schaltpläne“.  
 4) Siehe am Ende dieses Kapitels „Maßzeichnungen“.

Weitere technische Daten siehe [www.mdexx.com](http://www.mdexx.com)

7.3 / 44

## 7.3. Dreiphasen-Transformatoren

### 7.3. Three-Phase Transformers

#### Technical specifications

##### General data

Transformers	Type	TBU
<ul style="list-style-type: none"> <li>Version</li> </ul>		3UI core
<ul style="list-style-type: none"> <li>Performance range (with IP00)</li> <li>Approvals</li> </ul>	kVA	> 16 ... 400 ( up to 2000 kVA on request) 
<b>Voltage range</b>	V	≤ 1000
<ul style="list-style-type: none"> <li>Approvals for USA, Canada</li> </ul>	V	≤ 600
<b>Rated frequency</b>	Hz	50 ... 60
<b>Thermal class</b>		H
<ul style="list-style-type: none"> <li>Acc. to UL/CSA</li> </ul>		Class 180
<b>Environmental conditions</b>		Protection against harmful ambient conditions: Complete impregnation in polyester resin. Climate-proof for installation in rooms with an external climate to DIN 50010
<b>Rated ambient temperature</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>At rated power</li> </ul>	°C	40
<ul style="list-style-type: none"> <li>Maximum value (after power reduction in accordance with load characteristic<sup>1)</sup>)</li> </ul>	°C	80
<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimum value</li> </ul>	°C	-25
<b>Safety class</b>		I
<b>Degree of protection</b>		IP00
<ul style="list-style-type: none"> <li>Without enclosure</li> </ul>		IP20 or IP23
<ul style="list-style-type: none"> <li>With protective enclosure (see "Selection and ordering data")</li> </ul>		Version: sheet-steel enclosure coated with epoxy resin, color gray RAL 7032
<b>Site altitude<sup>2)</sup></b>		Up to 1000 m above sea level (above this, power reduction is necessary)
<b>Protective devices</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Internal</li> </ul>		Can be designed with thermistor transformer protection for warning or disconnection or warning and disconnection <sup>1)</sup> .
<ul style="list-style-type: none"> <li>External</li> </ul>		The transformers can be protected from short-circuits on the primary or secondary side with motor protective devices. For reliable protection against short-circuiting and touch, the cables between the output terminals of the transformer and the load must have a negligible line impedance. For more details see DIN VDE 0100 (Erection of low-voltage systems) Part 410, Part 520 (particularly section 525) and Part 610. On request
<b>Connection methods</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Terminal arrangement<sup>3)</sup></li> </ul>		The permissible conductor cross-sections are assigned to the specified terminal types. Refer to DIN VDE 0298-4 and EN 60204 for the permissible conductor cross-section for the specified current according to the installation type. The terminals used are finger-safe according to EN 50274.
<b>Mounting position</b>		The permissible mounting position for each version is shown in the "Project Planning Aids" <sup>4)</sup> .

<sup>1)</sup> See chapter 7 Technical Information Transformers, "Environmental temperature"

<sup>2)</sup> See chapter 7 Technical Information Transformers, "Site altitude"

<sup>3)</sup> See end of this chapter "Circuit diagrams".

<sup>4)</sup> See end of this chapter "Dimensional Drawings".

For more specifications see [www.mdexx.com](http://www.mdexx.com)

Kurzzeitleistung von Steuertransformatoren  
 $P_{kurzz.}^{1)} = f(\cos \phi)$  für  $U_2 = 0,95 \times U_{2N}$

Short-time rating of control transformers  
 $P_{shortt.}^{1)} = f(p.f.)$  for  $U_2 = 0.95 \times U_{2N}$

Trans- formator Typ	Bemes- sungs- leistung	Kurzzeitleistung $P_{kurzz.}^{1)}$ bei $\cos \phi$ von											Spannungs- anstieg bei Leerlauf (betriebs- warm)	Span- nungs- fall bei Nennlast (bei 20 °C)	Kurz- schluss- spannung (bei 20 °C)
		Short-time rating $P_{shortt.}^{1)}$ with p.f. of													
Trans- former type	Rated power $P_n$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1				
	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	kVA	$u_A$ %	$u_R$ %	$u_Z$ %	

**Transformatoren TAP**  
**TAP transformers**

TAP204	0,630	4,50	3,30	2,60	2,10	1,80	1,60	1,40	1,30	1,20	1,10	9,30	6,80	6,80
TAP214	1,00	9,30	6,50	5,00	4,10	3,50	3,00	2,70	2,40	2,20	2,10	6,40	4,80	4,80
TAP254	1,60	21,0	14,0	10,0	8,30	6,90	5,90	5,20	4,70	4,20	3,90	4,90	3,60	3,60
TAP274	2,50	37,0	24,0	17,0	14,0	11,0	9,90	8,70	7,80	7,00	6,50	4,50	3,40	3,40
TAP304	4,00	60,0	40,0	30,0	24,0	20,0	18,0	16,0	14,0	13,0	12,0	3,50	2,60	2,70

**Transformatoren TAU**  
**TAU transformers**

TAU301	5,00	55,0	38,0	28,0	23,0	19,0	17,0	15,0	13,0	12,0	11,0	3,80	3,60	3,70
TAU360	6,30	60,0	41,0	31,0	25,0	21,0	18,0	16,0	14,0	13,0	12,0	5,40	5,10	5,10
TAU361	8,00	69,0	49,0	39,0	32,0	27,0	24,0	21,0	20,0	18,0	17,0	4,30	4,10	4,10
TAU363	10,0	64,0	51,0	43,0	37,0	33,0	30,0	27,0	25,0	24,0	24,0	3,40	3,30	3,50
TAU400	12,5	122,0	88,0	68,0	56,0	48,0	42,0	37,0	34,0	31,0	30,0	3,60	3,50	3,50
TAU401	14,0	123,0	92,0	75,0	62,0	53,0	48,0	43,5	39,0	36,0	35,0	3,20	3,10	3,20
TAU402	16,0	117,0	94,0	78,0	68,0	60,0	54,0	49,0	46,0	43,0	43,0	2,80	2,70	2,90
TAU403	18,0	105,0	89,0	77,0	69,0	63,0	58,0	54,0	51,0	50,0	50,0	2,50	2,40	2,80

<sup>1)</sup>  $P_{kurzz.}$  gilt bis 300 Schützsicherungen je Stunde.

<sup>1)</sup>  $P_{shortt.}$  applies to up to 300 contactor operations per hour.

## 7.3. Dreiphasen-Transformatoren

### 7.3. Three-Phase Transformers

## Leistungstransformatoren Power Transformers

### Operation characteristics Betriebsverhalten

- nach EN 60076 / VDE 0532
- $t_G = 40\text{ °C/H}$

- According to EN 60076 / VDE 0532
- $t_G = 40\text{ °C/H}$

Transformator Typ	Bemessungsleistung $P_n$ 50 Hz ... 60 Hz 1000 m über NN Schutzart IP00	Kerngröße	Spannungsanstieg bei Leerlauf (betriebswarm) $u_A$ etwa	Spannungsfall bei Nennlast <sup>1)</sup> $u_R$ etwa	Kurzschlussspannung <sup>1)</sup> $u_Z$ etwa	Wirkungsgrad $\eta$ etwa
Transformer type	Rated power $P_n$ 50 Hz ... 60 Hz 1000 m above sea level, degree of protection IP00	Core size	Voltage rise in no-load operation (operating temperature) $u_A$ approx.	Voltage drop on rated load <sup>1)</sup> $u_R$ approx.	short-circuit voltage <sup>1)</sup> $u_Z$ approx.	Efficiency $\eta$ approx.
	kVA	%	%	%	%	%
			TBU.. .2/TBU.. .3 <sup>2)</sup>	TBU.. .2/TBU.. .3 <sup>2)</sup>	TBU.. .2/TBU.. .3 <sup>2)</sup>	TBU.. .2/TBU.. .3 <sup>2)</sup>
TBU43 3.	18,0	3UI 230/80	4,2/4,0	3,9/3,7	4,0/3,8	95
TBU43 4.	20,0	3UI 230/80	3,8/3,6	3,5/3,4	3,7/3,5	96
TBU43 5.	22,5	3UI 230/80	3,4/3,2	3,1/3,0	3,4	96
TBU45 3.	25,0	3UI 230/107	3,3/3,1	3,0/2,9	3,1/3,0	96
TBU45 4.	28,0	3UI 230/107	2,9/2,8	2,7/2,6	2,9/2,8	96
TBU47 3.	31,5	3UI 230/137	2,7/2,6	2,5/2,4	2,6/2,5	96/97
TBU47 4.	35,5	3UI 230/137	2,4/2,3	2,2	2,4/2,3	97
TBU47 5.	40,0	3UI 230/137	2,1/2,0	2,0/1,9	2,3/2,2	97
TBU52 3.	45,0	3UIS 220/120	3,4/3,2	3,1/3,0	3,9/3,8	96
TBU53 3.	50,0	3UIS 220/135	3,1/2,9	2,8/2,7	3,5	96/97
TBU53 4.	56,0	3UIS 220/135	2,7/2,6	2,5/2,4	3,6/3,5	97
TBU54 3.	63,0	3UIS 306/125	4,0/3,9	3,7/3,6	4,3/4,2	95/96
TBU54 4.	71,0	3UIS 306/125	3,6/3,4	3,3/3,2	4,2	96
TBU55 3.	80,0	3UIS 306/140	3,3/3,1	3,0/2,9	3,9	96
TBU56 3.	91,0	3UIS 306/160	3,0/2,9	2,8/2,7	3,6	96/97
TBU56 4.	100	3UIS 306/160	2,7/2,6	2,5	3,7	97
TBU58 3.	112	3UIS 395/150	4,4/4,2	4,0/3,9	4,9/4,8	95
TBU58 4.	125	3UIS 395/150	3,9/3,8	3,6/3,5	4,9/4,8	96
TBU58 5.	140	3UIS 395/150	3,5/3,4	3,2/3,1	5,1/5,0	96
TBU59 3.	160	3UIS 395/170	3,2/3,1	3,0/2,9	4,7	96
TBU60 3.	180	3UIS 395/195	3,0/2,9	2,8/2,7	4,3/4,2	97
TBU62 3.	200	3UIS 456/175	2,8/2,6	2,6/2,5	3,8/3,7	97
TBU62 4.	225	3UIS 456/175	2,4/2,3	2,3/2,2	4,0	97
TBU62 5.	250	3UIS 456/175	2,2/2,1	2,1/2,0	4,5	97
TBU63 3.	280	3UIS 456/200	2,1/2,0	1,9	4,0/4,5	97/98
TBU63 4.	315	3UIS 456/200	1,8/1,7	1,7	4,7	98
TBU64 3.	355	3UIS 456/230	1,7/1,6	1,6/1,5	4,2/4,3	98
TBU65 3.	400	3UIS 456/260	1,6/1,5	1,5/1,4	4,0/4,3	98

Ermittlung der Verlustleistung  $P_V$

$$P_V = \frac{P_n (100\% - \eta)}{\eta} \text{ [kW]}$$

<sup>1)</sup> Wicklungsbezugstemperatur: 115 °C.

<sup>2)</sup> TBU.. .2 ohne  $e_{\text{Aus}}$ -Zulassung; TBU.. .3 mit  $e_{\text{Aus}}$ -Zulassung.

Größere Leistungen und andere Bedingungen auf Anfrage.

Calculation of power loss  $P_V$

$$P_V = \frac{P_n (100\% - \eta)}{\eta} \text{ [kW]}$$

<sup>1)</sup> Winding reference temperature: 115 °C.

<sup>2)</sup> TBU.. .2 without  $e_{\text{Aus}}$  approval; TBU.. .3 with  $e_{\text{Aus}}$  approval.

Higher ratings and other conditions on request.

TAP TAU

Schaltbild Circuit diagram	Bemessungs- spannung Rated power	Anschlüsse Terminals	Schaltverbindungen <sup>1)</sup> Links <sup>1)</sup>	Klemmenbelegung Terminal assignment
	V			

**A31a** Schaltgruppe Vector group IIIiii0

	<b>Primär Primary</b>		<b>TAP20 ... TAP 30:</b>
	Y 500      1U1-1V1-1W1      1U2-1V2-1W2 Y 400                              1U3-1V3-1W3 Δ 289                              1U1-1W2, 1V1-1U2, 1W1-1V2 Δ 230                              1U1-1W3, 1V1-1U3, 1W1-1V3		SEC 2U1 2U2 2V1 2V2 2W1 2W2 PRI 1U1 1U3 1U2 1V1 1V3 1V2 1W1 1W3 1W2 G33XX0037
	<b>Sekundär / Secondary</b>		<b>TAU 30 ... TAU39:</b>
Y 400      2U1-2V1-2W1      2U2-2V2-2W2 Δ 230      2U1-2V1-2W1      2U1-2W2, 2V1-2U2, 2W1-2V2		PRI 1U1 1U3 1U2 1V1 1V3 1V2 1W1 1W3 1W2 SEC 2U1 2U2 2V1 2V2 2W1 2W2 G33XX0038	

**A32a** Schaltgruppe Vector group IIIiii0

	<b>Primär Primary</b>		<b>TAP20 ... TAP30:</b>
	Y 520      1U1-1V1-1W1      1U2-1V2-1W2 Y 500      1U1-1V1-1W1      1U6-1V6-1W6 Y 480      1U1-1V1-1W1      1U5-1V5-1W5 Y 460      1U3-1V3-1W3      1U2-1V2-1W2 Y 440      1U3-1V3-1W3      1U6-1V6-1W6 Y 420      1U3-1V3-1W3      1U5-1V5-1W5 Y 400      1U4-1V4-1W4      1U2-1V2-1W2 Y 380      1U4-1V4-1W4      1U6-1V6-1W6 Y 360      1U4-1V4-1W4      1U5-1V5-1W5 Δ 300      1U1-1V1-1W1      1U2-1V1; 1V2-1W1; 1W2-1U1 Δ 289      1U1-1V1-1W1      1U6-1V1; 1V6-1W1; 1W6-1U1 Δ 277      1U1-1V1-1W1      1U5-1V1; 1V5-1W1; 1W5-1U1 Δ 266      1U3-1V3-1W3      1U2-1V3; 1V2-1W3; 1W2-1U3 Δ 254      1U3-1V3-1W3      1U6-1V3; 1V6-1W3; 1W6-1U3 Δ 240      1U3-1V3-1W3      1U5-1V3; 1V5-1W3; 1W5-1U3 Δ 230      1U4-1V4-1W4      1U2-1V4; 1V2-1W4; 1W2-1U4 Δ 220      1U4-1V4-1W4      1U6-1V4; 1V6-1W4; 1W6-1U4 Δ 208      1U4-1V4-1W4      1U5-1V4; 1V5-1W4; 1W5-1U4		SEC 2U1 2U2 2V1 2V2 2W1 2W2 PRI 1U1 1U3 1U4 1U5 1U6 1U2 1V1 1V3 1V4 1V5 1V6 1V2 1V1 1 1) 2 1W1 1W3 1W4 1W5 1W6 1W2 SEC 2U1 2U2 2V1 2V2 2W1 2W2 G33XX0041
	<b>Sekundär / Secondary</b>		<b>TAU30 ... TAU39</b>
Y 400      2U1-2V1-2W1      2U2-2V2-2W2 Δ 230      2U1-2V1-2W1      2U1-2W2, 2V1-2U2, 2W1-2V2		PRI 1U1 1U3 1U4 1U5 1U6 1U2 1V1 1V3 1V4 1V5 1V6 1V2 1V1 1 1) 2 1W1 1W3 1W4 1W5 1W6 1W2 SEC 2U1 2U2 2V1 2V2 2W1 2W2 G33XX0042	

7.3 / 48

## 7.3. Dreiphasen-Transformatoren

### 7.3. Three-Phase Transformers

TBU

Schaltbild	Bemes- sungs- spannung	Anschlüsse	Schaltverbindungen <sup>1)</sup>	Klemmenbelegung
Circuit diagram	Rated voltage	Terminals	Links <sup>1)</sup>	Terminal assignment
	V			

#### A33a Schaltgruppe Vector group Dyn5

	<b>Primär Primary</b>			
	△ 480	1U1-1V1-1W1	--	PRI SEC
	△ 400	1U1-1V1-1W1	--	1U1 1V1 1W1 2U2 2V2 2W2 2N
	<b>Sekundär Secondary</b>			
	Y 400	2U2-2V2-2W2	--	

#### A34a Schaltgruppe Vector group Dyn5 ± 5 %

	<b>Primär Primary</b>			
	△ 504	1U1-1V1-1W1	1U2-1V1; 1V2-1W1; 1W2-1U1	PRI
	△ 480		1U4-1V1; 1V4-1W1; 1W4-1U1 <sup>3)</sup>	1U3 1U4 1U2 1V1 1V1 1V3 1V4 1V2 1W1 1W1 1W3
	△ 456		1U3-1V1; 1V3-1W1; 1W3-1U1	
	△ 420	1U1-1V1-1W1	1U2-1V1; 1V2-1W1; 1W2-1U1	
	△ 400		1U4-1V1; 1V4-1W1; 1W4-1U1 <sup>3)</sup>	SEC
	△ 380		1U3-1V1; 1V3-1W1; 1W3-1U1	1W3 1W4 1W2 1U1 1U1 2U2 2V2 2W2 2N
	<b>Sekundär Secondary</b>			G33XX203G
	Y 400	2U2-2V2-2W2	--	

#### A35a Schaltgruppe Vector group Yyn0 <sup>2)</sup>

	<b>Primär Primary</b>			
	Y 480	1U1-1V1-1W1	--	PRI SEC
	Y 400	1U1-1V1-1W1	--	1U1 1V1 1W1 2U1 2V1 2W1 2N
	<b>Sekundär Secondary</b>			
	Y 400	2U1-2V1-2W1	--	

#### A36a Schaltgruppe Vector group Yyn0 ± 5 % <sup>2)</sup>

	<b>Primär Primary</b>			
	Y 504	1U1-1V1-1W1	--	PRI SEC
	Y 480	1U3-1V3-1W3		1U1 1U3 1U4 1V1 1V3 1V4 1W1 1W3 1W4 2U1 2V1 2W1 2N
	Y 456	1U4-1V4-1W4		G33XX207G
	Y 420	1U1-1V1-1W1	--	
	Y 400	1U3-1V3-1W3		
	Y 380	1U4-1V4-1W4		
	<b>Sekundär Secondary</b>			
	Y 400	2U1-2V1-2W1	--	

- 1) Klemmen bis 81 A Bemessungsstrom, darüber Flachanschlüsse
- 2) Yyn0: Einphasige Belastung max 10 % des Bemessungsstromes einer Phase, (vgl. DIN VDE 0532)
- 3) Versandschaltung

- 1) Terminals up to 81 A rated current, above flat connectors
- 2) Yyn0: single-phase loading is permissible only up to 10 % of the rated current of a phase (see. DIN VDE 0532)
- 3) Factory setting

## 7.3. Dreiphasen-Transformatoren

*7.3. Three-Phase Transformers*

7.3 / 50



### Technische Informationen *Technical Information*

#### 7.4. Stromversorgungen

*7.4. Power supplies*



### Stromversorgungen

Ob im Anlagen- oder Maschinenbau, überall dort, wo elektrische Steuerungen zum Einsatz kommen, muss eine sichere und zuverlässige Stromversorgung, ob geregelt oder unregelt, den Prozess mit Energie versorgen.

Der Bedarf an Stromversorgungen am Markt ist vielseitig. So werden bei mdexx unregelte und geregelte Gleichstromversorgungen, Kompaktgeräte und Containerversionen mit Ausgangsleistungen bis in den kW-Bereich auf die einzelnen Kundenbedürfnisse hin entwickelt, gefertigt und an unsere Kunden ausgeliefert.

Neben Anforderungen wie Sicherheit werden in Bezug auf den Toleranzbereich der Ausgangsspannung sowie deren Grundwertigkeit besondere Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) der Stromversorgung gestellt.

Wichtig für einen problemlosen Einsatz sind vor allem:

- eine oberwellenarme Stromaufnahme
- eine geringe Störemission (Störaussendung) und
- eine ausreichende Immunität (Störfestigkeit) gegenüber Störeinkopplungen

EMV	Störphänomen
Emission (Störaussendung)	Beeinflussung von Fernseh- und Rundfunkempfang Störungseinkopplung auf Datenleitungen oder Stromversorgungsleitungen
Immunität (Störfestigkeit)	Störungen auf der Netzleitung durch Schaltvorgänge an nichtohmschen Verbrauchern wie Motoren oder Schützen statische Entladungen durch Blitzschlag elektrostatische Entladungen durch den menschlichen Körper leitungsgebundene Störungen induziert durch Radiofrequenzen

Tabelle 1 Ausgewählte Störphänomene

### Gleichstromversorgungen allgemein

Die Gleichstromversorgung ist ein statisches Gerät mit einem oder mehreren Eingängen und einem oder mehreren Ausgängen, das durch elektromagnetische Induktion ein System von Wechselspannung und Wechselstrom und/oder Gleichspannung und Gleichstrom in ein System mit Gleichspannung und Gleichstrom, gewöhnlich mit verschiedenen Werten, zum Zweck der Übertragung elektrischer Energie umwandelt.

Die konstruktiven Unterschiede von Gleichstromversorgungen werden vorwiegend durch ihren vorgesehenen Einsatz bestimmt. Anforderungen sind u.a. in den Installations- und Gerätenormen

z.B. VDE 0100, DIN EN 60204 (VDE 0113), DIN EN 60335 (VDE 0700), DIN EN 60950 (VDE 0805) und den für Gleichstromversorgungen mit allg.

Endanwendung zu beachtenden Normen

z.B. DIN EN 61558 (VDE 0570), DIN EN 61204 (VDE 0557) festgelegt.

### Power supplies

*In machinery and plant engineering, wherever electrical controls are used, a safe, reliable power supply, stabilised or non-stabilised, must supply the process with energy. The demand for power supplies on the market covers a broad range of applications. At mdexx, non-stabilised and stabilised DC power supplies, compact units and container versions with a power output up to the kW range are developed in line with individual customer requirements, manufactured and delivered to our customers.*

*In addition to requirements such as safety, the tolerance range of the out-put voltage and its fundamental ripple are subject to special requirements concerning the electromagnetic compatibility (EMC) of the power supply. The following, above all, are vital for trouble-free use:*

- A current input low in harmonics
- Low emitted interference, and
- Sufficient immunity to parasitic coupling

EMC	Type of interference
Emission (Emitted interference)	Influence on television and radio reception parasitic coupling in data lines or power supply lines
Immunity	Interference in the mains cable caused by switching operations on non-ohmic loads such as motors or contactors Static discharge caused by lightning Electrostatic discharge caused by the human body Mains-borne interference caused by radio frequencies

Table 1 Selected interference phenomena

### DC power supplies in general

*The DC power supply is a static device with one or more inputs and one or more outputs. It uses electromagnetic induction to convert a system of alternating voltage and alternating current and/or direct voltage and direct current into a system with direct voltage and direct current, usually with different values, for the purpose of transmitting electrical energy.*

*The differences in the design of DC power supplies are determined primarily by their intended use.*

*Requirements are set out in installation and device standards*

*e.g. VDE 0100, DIN EN 60204 (VDE 0113), DIN EN 60335 (VDE 0700), DIN EN 60950 (VDE 0805), among others, and in standards for DC power supplies for general end-use applications*

*e.g. DIN EN 61558 (VDE 0570), DIN EN 61204 (VDE 0557).*

# 7.4. Stromversorgungen

## 7.4. Power supplies

### Ungeregelte Gleichstromversorgung mit DC 24 V zur Lastversorgung elektronischer Steuerungen (Ref.: EN 61131-2)

Die Funktionssicherheit von elektronischen Steuerungen und somit ein zuverlässiger Betrieb automatisierter Anlagen ist sehr eng mit der Ausfallsicherheit der Laststromversorgung gekoppelt. Nur bei deren sicherem Betrieb reagieren Stellglieder sowie Ein- und Ausgabebaugruppen auf Befehlssignale. Die Anforderungen an diese Stromversorgungen sind in der EN 61131-2 definiert.

Die mdexx Gleichstromversorgungen TAV2 bis TAV5 sind entsprechend dieser Norm (EN 61131-2) ausgelegt, halten jedoch noch engere Grenzen ein, damit auch alle angeschlossenen SPS-Systeme sicher und zuverlässig arbeiten können.

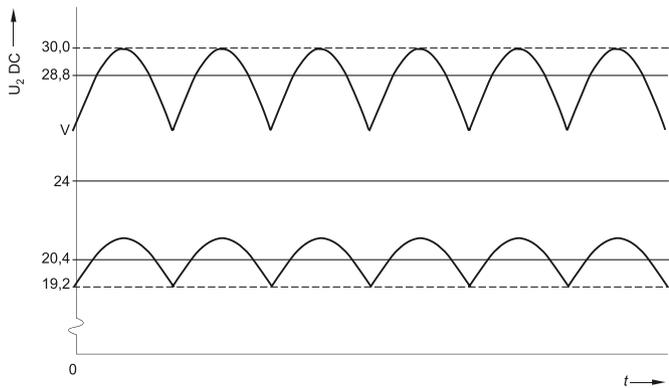


Bild 1 Sekundärspannung  $U_2$

Grenzwerte für die Nenngleichspannung DC 24 V nach EN 61131-2

### Non-stabilised 24 V DC power supply for supplying the load of electronic controllers (Ref.: EN 61131-2)

The functional reliability of electronic controllers, and therefore the reliable operation of automated systems, is closely tied to the reliability of the load power supply. Only if this functions reliably can actuators, input and output modules react to command signals. The requirements for these power supplies are defined in EN 61131-2.

mdexx DC power supplies TAV2 to TAV5 are designed in conformity with this standard (EN 61131-2), but comply with even stricter tolerances, also enabling all connected SPS-Systems to work safely and reliably.

Oberer Grenzwert bei  $U_{1N} + 10\%$  und Leerlauf  
Upper limit at  $U_{1N} + 10\%$  and no load

$U_2$  DC DC Ausgangsspannung  
DC output voltage  
t Time

Unterer Grenzwert bei  $U_{1N} - 10\%$  und Nennstrom  
Lower limit at  $U_{1N} - 10\%$  and nominal current

Figure 1 Secondary voltage  $U_2$

Limits for nominal DC voltage 24 V DC to EN 61131-2

### Ausgangskennlinie

Die in der EN 61131-2 genannten Grenzwerte für die obere und untere Spannungsgrenze auch bei Unterspannung (-10 %) und Überspannung (+10 %) der Netzspannung gem. IEC 60038 werden unabhängig von der Belastung (Leerlauf bis Bemessungsstrom) sicher eingehalten.

Die elektronische Steuerung wird mit der zulässigen Betriebsspannung versorgt, ohne dass dabei – abhängig von den Last- und Netzverhältnissen – entsprechende Anzapfungen am Transformator zum Anheben oder Absenken der Ausgangsgleichspannung ausgewählt werden müssen. Die Transformatoren sind in ihrer Spannungssteifigkeit für diesen Anwendungsfall dimensioniert.

### Output curve

The limits as defined in EN 61131-2 for the upper and lower voltage, which also apply to undervoltage (-10 %) and overvoltage (+10 %) of the mains voltage as per IEC 60038, are reliably complied with irrespective of the load (from no load to rated current).

The electronic controller is supplied with the permitted operating voltage, with no need to select appropriate transformer taps to raise or lower the DC output voltage as a function of load and grid conditions. The transformers have ample voltage rigidity for this type of use.

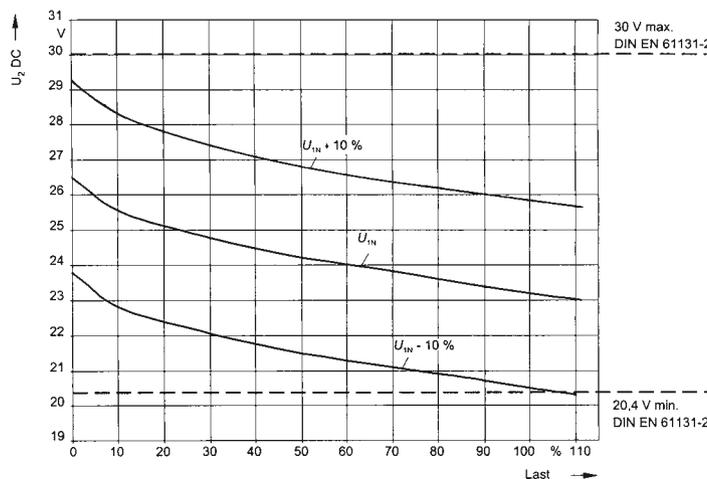


Bild 2 Typische Lastkennlinie für unregelte Gleichstromversorgungen vom Typ TAV2/3

Figure 2 Typical load curve for type TAV2/3 non-stabilised DC power supplies

$U_{1N}$  Netzspannung  
Line voltage  
Last Belastung  
Load

# 7.4. Stromversorgungen

## 7.4. Power supplies

Die Welligkeit ist neben der Toleranz der Ausgangsspannung ein wichtiges Kriterium, um die Güte einer Gleichstromversorgung zu beschreiben (Ref.: DIN 41755).

Die Welligkeit (W) ist das Verhältnis des Effektivwerts der überlagerten Wechselspannung ( $U_W$ ) zum arithmetischen Mittelwert der pulsierenden Gleichspannung ( $U_d$ ) und wird in Prozent angegeben.

$$W = \frac{U_W}{U_d} \times 100 \%$$

In DIN 41755 wird auch der Messaufbau zur Ermittlung der Welligkeit vorgegeben, der für ein- und dreiphasige Gleichstromversorgung identisch ist. Zur Unterdrückung des Gleichspannungsanteils bei der Erfassung des überlagerten Wechselspannungsanteils wird ein Kondensator in Reihe zum Effektivwert / Voltmeter geschaltet.

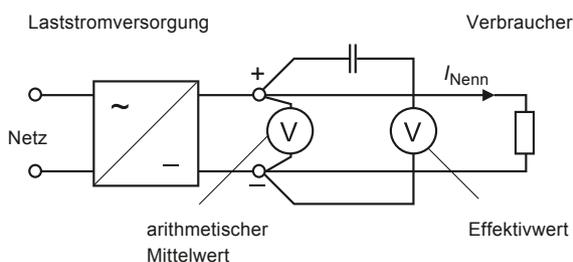


Bild 3 Messanordnung zur Bestimmung der Welligkeit

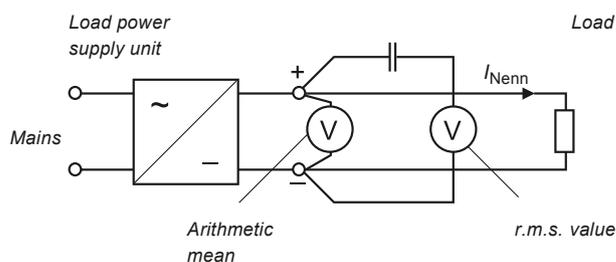


Figure 3 Measuring set-up to determine ripple

Ausführungen für die weltweit geläufigsten Netzspannungen zwischen AC 115 V und 600 V sichern den globalen Einsatz von Geräten und Systemen.

Versions for the most common mains voltages world-wide, from AC 115 V to 600 V, ensure that devices and systems can be used around the world.

## 7.4. Stromversorgungen

### 7.4. Power supplies

#### EMV-gerechter Aufbau der Gleichstromversorgungen TAV2 bis TAV5

Gleichstromversorgungen TAV2/3 sind geeignet zum Anschluss an öffentliche Versorgungs- und Industrienetze. Die EMV-Produktnorm EN 62041 für Produkte nach EN 61558 wird eingehalten.

Vom Aufbau her handelt es sich bei diesen Gleichstromversorgungen um ein- und dreiphasige Sicherheitstransformatoren mit nachgeschalteten Gleichrichtern. Die Ausführung erfolgt in Zweipuls- bzw. Sechspulsbrückenschaltung mit anschließender Kondensatorglättung. Einphasentransformatoren mit nachgeschaltetem Zweipuls- oder Brückengleichrichter erzeugen Welligkeiten von etwa 48 %; mit Hilfe nachgeschalteter Siebkondensatoren lassen sich jedoch Welligkeiten von kleiner 5 % erreichen. Drehstromtransformatoren mit nachgeschalteter Brückengleichrichtung ergeben auch ohne zusätzliche Siebkondensatoren Welligkeiten von weniger als 5 %. Die entsprechenden Stromlaufpläne sind im folgenden Übersichtsbild dargestellt.

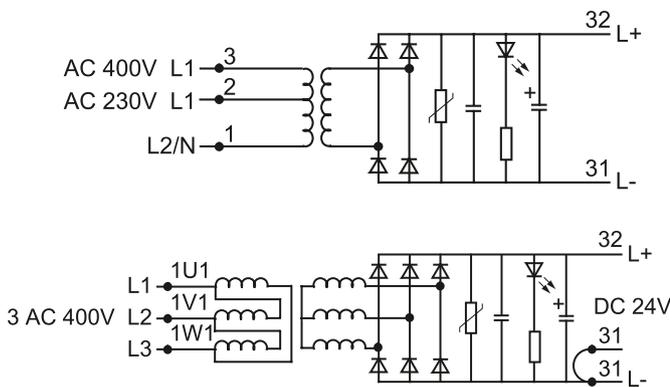


Bild 4 Übersichtsbild TAV2/3 - Stromversorgungen

#### EMC-compliant installation of DC power supplies TAV2 to TAV5

TAV2/3 DC power supplies are suitable for connection to public supply and industrial mains. The EMC-Product standard EN 62041 for products according to EN 61558 is observed.

These DC power supplies are single and three-phase safety isolating transformers with series-connected rectifiers. They feature a two or six-pulse bridge connection with capacitor smoothing.

Single-phase transformers with series-connected two-way or bridge rectifiers produce ripples of approximately 48 %; ripples of less than 5 % can be achieved with the aid of series-connected filter capacitors. Three-phase transformers with series-connected bridge rectification deliver ripples of less than 5% even without additional filter capacitors. The associated wiring diagrams can be seen in the overview diagram below.

Figure 4 Overview diagram of TAV2/3 power supplies

#### Netztransformatoren dämpfen Störspannungen

Der klassische 50 Hz-Transformator kann mehr als nur transformieren. Er lässt Störspannungen nicht ungehindert passieren. Durch die frequenzabhängig ansteigenden Verluste im Transformator Kern sowie infolge des Skin Effektes in beiden Wicklungen werden der Hauptfluss geringer und die Verlustwiderstände größer. Die Übertragungseigenschaften bei höheren Frequenzen werden also – hier erwünschterweise – schlechter.

#### Power transformers dampen interference voltages

The classic 50-Hz transformer does more than just transform. It does not allow interference voltages to pass unhindered. Thanks to the losses in the transformer core, that increase in relation to the frequency, and as a result of the skin effect in both windings, the useful flux is reduced and the loss resistance values increase. At higher frequencies, the transformation characteristic becomes worse – which is desirable in this case.

	Dämpfung (dB) bei symmetrischer Störung (Störspannung zwischen den Anschlüssen)			Dämpfung (dB) bei asymmetrischer Störung (Störspannung jeweils zwischen Erde und den Anschlüssen)		
	<i>Damping (dB) in the case of symmetrical interference (interference voltage between the connections)</i>			<i>Damping (dB) in the case of asymmetrical interference (interference voltage between earth and the connections)</i>		
f(kHz)	0,2 - 1	1 - 100	100 - 1000	0,2 - 1	1 - 100	100 - 1000
Standardtransformator <i>Standard transformer</i>	0-2	2 - 30	40	80	80-45	45-25
Cu-Folie (stat. Abschirmung) <i>Cu foil (stat. shield)</i>	0-3	3 - 34	45	80	80-70	70-50
magnetische Folie (stat. u. magn. Abschirmung) <i>Magnetic foil (stat. &amp; magn. shield)</i>	6-15	15 - 55	55	80	80-75	75-55

Tabelle 2 mdexx Transformatoren reduzieren Störspannungen

Table 2 mdexx transformers reduce interference voltages

Einfluss verschiedener Abschirmungen auf die Dämpfung (Transformatoren 1-phasig, 160 VA. Die von-bis-Werte geben den Verlauf in dem angegebenen Frequenzbereich an).

The influence of various shields on damping (1-phase transformers, 160 VA. The 'from/to' values describe behaviour in the specified frequency range).

In der Tabelle 2 ist die dämpfende Wirkung eines 50-Hz-Transformators dargestellt. Außerdem sind weitere Werte angegeben, die durch unterschiedliche Abschirmmaßnahmen erreicht werden können.

Table 2 illustrates the damping effect of a 50-Hz transformer. In addition, it contains further values that can be achieved by the use of different shielding measures.

In einem normalen Standardtransformator lässt sich problemlos eine zusätzliche Schirmwicklung einbauen und damit die Dämpfung erhöhen. Eine geerdete Cu-Folie wirkt als elektrostatischer Schirm bei Frequenzen über 50 kHz.

An additional shielding winding can be installed without problem in a normal standard transformer to increase the damping effect. An earthed Cu foil acts as an electrostatic shield at frequencies above 50 kHz.

Eine geerdete Abschirmung aus einer magnetisierbaren Spezialfolie bringt einen Dämpfungszuwachs von ca. 20 dB, und dies bereits ab ca. 1 kHz. Ausführung und verwendetes Material der zusätzlichen Abschirmung entscheiden über die Güte der Dämpfung. Auch haben der konstruktive Aufbau und die Typenleistung des Transformators einen Einfluss auf den Dämpfungsverlauf.

An earthed shield of magnetisable special foil achieves a damping gain of approx. 20 dB, even at approx. 1 kHz and above. The construction and material of such additional shielding determine the damping quality. The design and unit rating of the transformer also exert an influence on the damping characteristic.

Für hohe Ansprüche kommt ein spezieller Transformator mit spezieller Schirmwicklung (Störschutztransformator) zum Einsatz, wodurch aufwendige Abschirmtechnik die kapazitive und induktive Kopplung vernachlässigbar klein wird. Grundsätzlich wirken sich diese Dämpfungseigenschaften auf die Emission und Immunität der Stromversorgungen aus.

For more stringent requirements, a special transformer with special shielding winding (noise protection transformer) is used. Capacitive and inductive coupling becomes negligible with this sophisticated shield technology. These damping properties basically also have an impact on the emitted interference and immunity of power supplies.

### Störaussendung

Alle Störsignale, die vom Gerät abgegeben werden, tragen zur Emission bei. Die Störstrahlungen können bei den unregelmäßig arbeitenden Geräten von mdexx vernachlässigt werden.

### Emission

All interference signals emitted by the unit contribute to its emission figures. In non-stabilised devices from mdexx, emitted interference is negligible.

Bedingt durch den Trägerstau-Effekt (TSE) der Gleichrichterdioden entsteht ein höherfrequentes Spannungsspektrum, welches aber durch den Transformator gedämpft wird. Die Emission liegt hier innerhalb der zulässigen Grenzwerte. In der Praxis werden oft Verbraucher angeschlossen, die selbst Störsignale erzeugen:

The carrier storage effect of the rectifier diodes gives rise to a higher-frequency voltage spectrum, which is damped by the transformer. The emission lies within the permitted limits. In practice, loads are often connected that themselves generate interference signals:

- Phasenanschnittsteuerungen (Dimmer)
- Motorsteuerungen mit Impulsbreitensteuerung
- Der Nachstabilisierung dienende Schaltnetzteile (Sekundärtaakter) Die guten Dämpfungswerte der Transformatoren verringern wesentlich die Störungen bei Betrieb am Netz.

- Phase angle controls (dimmers)
- Motor controllers with pulse width control
- Switched-mode power supplies that make use of post-stabilisation The transformers' good damping values considerably reduce interference during mains operation.

### Störfestigkeit

Die von anderen Verbrauchern auf der Netzseite aufgeprägten niederfrequenten Störspannungen spielen hier kaum eine Rolle, weil sie durch die immer vorhandene große Kapazität der Glättungskondensatoren unschädlich gemacht werden.

### Immunity

The low-frequency interference voltages from other loads exerted on the line side scarcely come into play here, because they are rendered harmless by the large and ever available capacity of the smoothing capacitors. To protect the loads from higher-frequency overvoltage from the mains, the outputs of all TAV DC power supplies are connected to varistors and MKT capacitors.

Zum Schutz der Verbraucher vor höherfrequenten Überspannungen aus dem Netz sind die Ausgänge aller TAV-Gleichstromversorgungen mit Varistoren und MKT-Kondensatoren beschaltet.

## 7.4. Stromversorgungen

### 7.4. Power supplies

#### Sicherheit ohne EMV-Problem

In Bezug auf die EMV sind die unregelmäßig Gleichrichtergeräte von mdexx zuverlässig und wirtschaftlich. Sie halten die für sie gültigen Europa-Normen, die Niederspannungs- sowie die EMV-Richtlinie ein. Die Grenzwerte für die Oberwellenbelastung der Netze werden deutlich unterschritten. Höherfrequente Anteile, bedingt durch die Gleichrichterdiode oder andere nichtohmsche Verbraucher, werden durch den Transformator ausreichend unterdrückt. Die Störfestigkeit ist gut aufgrund der Dämpfungswirkung des Transformators und durch die großzügige dimensionierte Schutzbeschaltung.

#### Hohe Umgebungstemperatur

TAV2/3-Laststromversorgungen sind für den Betrieb in gekapselten Steuer- und Elektronikschränken bei Umgebungstemperaturen bis +60 °C ausgelegt. Bis zu diesem Temperaturgrenzwert arbeitet die Stromversorgung ohne Leistungsreduzierung, d.h. sie ist mit vollem Bemessungsstrom dauerhaft belastbar. Dies lässt sich durch hochwertige, temperaturbeständige Materialien sowie eine „worst-case“ – Dimensionierung der aktiven Geräteteile erreichen.

#### Netzausfallüberbrückung

Besonders bei unregelmäßig Gleichstromversorgungen besteht häufig die Forderung, dass kurze Netzunterbrechungen im Millisekundenbereich nicht zu Steuerungsfehlern führen dürfen. Eine zusätzliche Beschaltung mit Zusatzkondensatoren parallel zum DC-Ausgang vermag Energie zu speichern und diese im Fall einer kurzen Netzunterbrechung wieder abzugeben. Die mdexx Gleichstromversorgungen der Typen TAV30 bis TAV38 können wahlweise mit Zusatzkondensatoren geliefert werden. (Hierzu siehe Tabelle in den Auswahl- u. Bestelldaten, Kapitel 4). Die angegebenen Pufferzeiten gelten bei Abweichung der Netzspannung gegenüber der Bemessungseingangsspannung der Gleichstromversorgung um -10 %.

#### Parallelbetrieb

Werden höhere Ausgangsströme benötigt, kann man beliebig viele Geräte gleichen Typs parallel schalten. Dabei ist es zu beachten, dass der Gesamtstrom auf etwa 90 % der einzelnen Bemessungsströme zu begrenzen ist.

#### Sichere elektrische Trennung

Ein ungefährlicher Betrieb der 24-V-Ausgangsspannung wird gewährleistet, indem die Laststromversorgungen mit Sicherheitstransformatoren nach EN 61558-2-6 aufgebaut sind. Dadurch wird ein viel höherer Schutz erreicht als bei Verwendung eines mit dem Schutzleiter verbundenen Schutzschirms zwischen Primär- und Sekundärwicklung. Die sichere Trennung wird mit einer Prüfspannung von 4,5 kV nachgewiesen.

#### Überlast- und Kurzschlusschutz

Stromversorgungen in Speicherprogrammierbaren Steuerungen benötigen einen Kurzschluss- und Überlastschutz. Dazu werden auf Primär- und Sekundärseite Schutzelemente integriert, die Transformator und Gleichrichterbrücke bei einem möglichen Fehler vor Zerstörung schützen. Die Stromversorgungen können sowohl mit Schmelzeinsätzen als auch sicherungslos mit Standardleistungsschaltern abgesichert werden. Die primärseitige sicherungslose Schutzvariante erfordert besondere Transformatoren mit niedrigem Einschaltstrom – dem sogenannten Einschalt-Rush –, der den 14- bis 18fachen Nennstrom erreicht. Neben dem niedrigen Einschaltstrom sind Kurzschlussstrom und thermische Belastbarkeit bei Überlast auf die Auslösekennlinie von Standardleistungsschaltern abzustimmen. Im Kapitel 4 ist die Zuordnung von Standard-Leistungsschaltern zu den Stromversorgungen beschrieben.

#### Safety without EMC problems

*Non-stabilised rectifier assemblies from mdexx are reliable and cost-efficient in relation to EMC. They satisfy the applicable European standards, as well as the Low Voltage and EMC Directives. Values are far below the limits set for the harmonic load of grids. Higher frequencies caused by the rectifier diodes or other non-ohmic loads are adequately suppressed by the transformer.*

*Immunity to interference is good thanks to the damping effect of the transformer, and the generously sized suppressor.*

#### High ambient temperature

*TAV2/3 load power supplies are designed for operation in encapsulated control and electronic cabinets at ambient temperatures of up to +60 °C. Up to this temperature limit, the power supply works without any reduction in power, i.e. it can continuously supply the full rated current. This is achieved by the use of high-quality, temperature-resistant materials and by dimensioning the active device components for the "worst case" scenario.*

#### Mains buffering

*Where non-stabilised DC power supplies are used, in particular, it is often a prerequisite that mains failures lasting just milliseconds must not lead to control errors. An additional circuit with extra capacitors parallel to the DC output is able to store energy and deliver this in the event of a brief power cut. DC power supplies TAV30 to TAV38 from mdexx can be supplied with additional capacitors as an option. (See table in the Selection and ordering data, chapter 4). The stated buffer times apply if the mains voltage differs from the rated input voltage of the DC power supply by -10 %.*

#### Parallel operation

*If higher output currents are required, any number of devices of the same type can be connected in parallel. In this case, please bear in mind that the total current is limited to around 90 % of the individual rated currents.*

#### Safe electrical separation

*Safe operation of the 24-V output voltage is guaranteed by constructing the load power supplies with safety isolating transformers to EN 61558-2-6. This enables far greater protection to be attained than when using a protective shield between the primary and secondary windings, connected to a protective earth conductor. Safe separation is verified at a test voltage of 4.5 kV.*

#### Overload and short-circuit protection

*Power supplies in stored program controllers require short-circuit and overload protection. To this aim, protective elements are integrated on the primary and secondary sides that protect the transformer and rectifier bridge from fatal damage in the event of a fault. The power supplies can either be protected by fuse-links, or by standard circuit-breakers, fuseless. The fuseless primary-circuit version requires special transformers with a low inrush current, which reaches 14 to 18 times the nominal current. As well as the low inrush current, the short-circuit current and thermal loading capacity on overload must be adapted to suit the tripping characteristic of standard circuit-breakers. A cross reference of standard circuit-breakers to power supplies is contained in chapter 4.*

#### Kompakte Bauform

Bei Steuerungsanlagen soll der benötigte Einbauplatz für die zugehörige Laststromversorgung möglichst klein sein. Durch eine geeignete konstruktive Verbindung der für Gleichrichtung und Glättung notwendigen Bauteile mit dem Transformator kann die erforderliche Einbaufläche im wesentlichen auf die Grundfläche des Transformators beschränkt werden. Abdeckungen über den Elektronikbauteilen schützen diese vor mechanischen Beschädigungen. Alle netzspannungsführenden Teile müssen nichtberührbar ausgeführt werden; die Geräte sind fingersicher nach DIN VDE 0106-100 auszulegen.

#### Resümee

Laststromversorgungen mit den beschriebenen technischen Merkmalen erfüllen alle Anforderungen an Stromversorgungen mit Gleichspannung 24 V für speicherprogrammierbare Steuerungen. Sie können bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen eingesetzt werden und bieten sowohl ein hohes Maß an Betriebs- als auch an Funktionssicherheit. Laststromversorgungen, aufgebaut als Sicherheitstransformator nach EN 61558 mit nachgeschaltetem Gleichrichter und Siebkondensator, sind kompakt, zuverlässig und wirtschaftlich. Auch in Bezug auf die EMV sind unregelte Gleichstromversorgungen zuverlässig und wirtschaftlich.

#### Compact design

*In control systems, the necessary installation space for the load power supply must be as small as possible. The necessary rectifying and smoothing components are combined with the transformer in such a way that the required installation space can basically be restricted to the area of the transformer. Covers over the electronic components protect them from mechanical damage. All parts carrying mains voltage must not be touchable; the devices must have protection against accidental contact in accordance with DIN VDE 0106-100.*

#### Conclusion

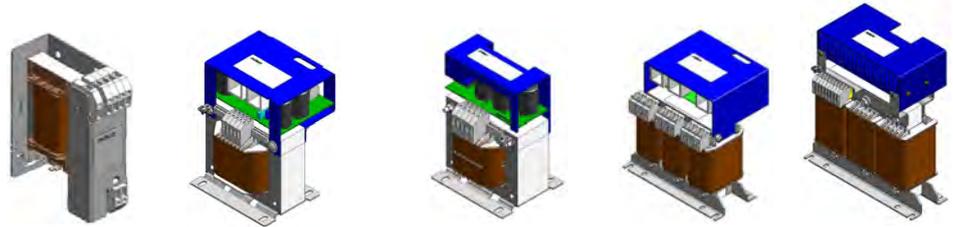
*Load power supplies with the technical features described above satisfy all requirements for power supplies with 24 V direct voltage for stored program controllers. They can be used under different operating conditions, and offer a high degree of operational and functional reliability. Load power supplies, in the form of safety isolating transformers to EN 61558 with series-connected rectifier and smoothing capacitor, are compact, reliable and economical. Non-stabilised DC power supplies are also reliable and cost-efficient where EMC is concerned.*

# 7.4. Stromversorgungen

## 7.4. Power supplies

### Unregelte Stromversorgungen TAV

### TAV Non-Stabilized Power Supplies



	TAV21/23	TAV20/22/24/26	TAV4	TAV3	TAV5
<b>Gesiebt zur Versorgung elektronischer Steuerungen</b> <b>Filtered for supply of electronic controls</b>					
Welligkeit <i>Ripple</i>	< 5 %	< 5 %	< 5 %	< 5 %	< 5 %
Phasen <i>Phase</i>	1	1	1	3	3
Bemessungs-Eingangsspannung AC V <i>Rated input voltage V AC</i>	115 ... 415	115 ... 415	230 ... 415	200 ... 600	400 ... 415
Bemessungs-Ausgangsspannung DC V nach EN 61131-2 für SIMATIC-Systeme geeignet <i>Rated output voltage according to EN 61131-2 suitable for SIMATIC systems</i>	24	24	24	24	24
Bemessungs-Ausgangsstrom <i>Rated output current</i>	1 ... 4,2 A	2,5 ... 18	1,5 ... 10	15 ... 180	25, 35
Anschluss <i>Connection</i>	Schraub-/ Flachsteck- anschluss <i>Screw terminals/ flat connectors</i>	Schraub-/ Flachsteck - anschluss <i>Screw terminals/ flat connectors</i>	Schraub-/ Flachsteck- anschluss <i>Screw terminals/ flat connectors</i>	Schraub-/ Flachsteck- anschluss <i>Screw terminals/ flat connectors</i>	Schraub-/ Flachsteck- anschluss <i>Screw terminals/ flat connectors</i>
Montage <i>Mounting</i>	Hutschienen- montage <i>Standard rail mounting</i>	Schraub- und/oder Hutschienenmontage <i>Screw and/or standard rail mounting</i>	Schraub- und/oder Hutschienenmontage <i>Screw and/or standard rail mounting</i>	Schraubmontage <i>Screw mounting</i>	Schraubmontage <i>Screw mounting</i>
-Zulassung bei 60 °C <i>UL approval at 60 °C</i>	Ja Yes	Ja Yes	Nein No	z. T.	Nein No
Seite <i>Page</i>	4/14	4/14	4/14	4/15 ff.	4/15

Weitere Produkte siehe mdexx.com. *For more products see www.mdexx.com.*

## 7.4. Ungeregelte Stromversorgungen

### 7.4. Non-Stabilized Power Supplies

#### Übersicht

Mit TAV Stromversorgungen bieten wir ein ganzes Spektrum an erstklassigen Produkten an. Die kompletten Typenreihen gewährleisten gleichmäßige Spannungen und minimale Ausfallzeiten. Sie decken alle wichtigen Eingangsspannungen ab – weltweit

Stromversorgungen TAV2, TAV3, TAV4 und TAV5 liefern eine ungeregelte Gleichspannung von DC 24 V auf der Basis von Einphasen- bzw. Dreiphasen-Sicherheitstransformatoren mit nachgeschalteten Gleichrichtern und Kondensatorsiebung (TAV36 und TAV38 ohne Kondensatorsiebung).

#### Anschluss technik

Die ungeregelten Stromversorgungen TAV.. sind mit Schraub-/ Flachsteckanschlüssen lieferbar.



Schraubanschluss



Flachsteckanschluss

#### Overview

*With TAV power supplies we offer a full range of first-class products. The complete type series ensure uniform voltages and minimum downtimes. They cover all important input voltages worldwide. TAV2, TAV3, TAV4 and TAV5 power supplies deliver a nonstabilized DC voltage of 24 V DC based on single-phase or three-phase safety transformers with downstream rectifiers and capacitor filtering (TAV36 and TAV38 without capacitor filtering).*

#### Connection methods

TAV.. non-stabilized power supplies are available with screw terminals/f at connectors.



Screw terminals



Flat connectors

## 7.4. Ungeregelte Stromversorgungen

### 7.4. Non-Stabilized Power Supplies

#### Nutzen

Durch den robusten Aufbau weisen die TAV-Geräte eine sehr hohe Zuverlässigkeit auf. Sie zeigen sich ausgesprochen stabil gegen den Einfluss externer Netzstörungen und wirken dämpfend gegenüber EMV. Auch für die Versorgung kapazitiver Lasten sind sie gut geeignet, da ein Zuschalten dieser Verbraucher nur geringe Spannungseinbrüche verursacht.

#### Anwendungsbereich

Die Geräte TAV2, TAV3, TAV4 und TAV5 werden eingesetzt zur:

- Versorgung allgemeiner elektrischer Lasten
- Speisung von Steuerstromkreisen
- Stromversorgung elektronischer Steuerungen. Sie erfüllen die Anforderungen nach EN 61131-2 „Speicherprogrammierbare Steuerungen – Betriebsmittelanforderungen und Prüfungen“ und sind u. a. für SIMATIC geeignet.

#### Aufbau

Die Stromversorgungen TAV2, TAV3, TAV4 und TAV5 sind Einphasen- bzw. Dreiphasen-Transformatoren mit nachgeschalteten Gleichrichtern in Zweipuls (B2)- bzw. Sechspuls (B6)-Brückenschaltung und Kondensatorseibung. Sie entsprechen der Schutzklasse I.

Die eingesetzten Sicherheitstransformatoren sind gemäß EN 61558-2-6 aufgebaut und ermöglichen die sichere Trennung von Schutzkleinspannungs (SELV)- und Funktionskleinspannungs (FELV)-Stromkreisen von anderen Stromkreisen. Zum Schutz gegen schädliche Umwelteinflüsse sind sie vollständig in Polyesterharz getränkt.

TAV-Geräte sind

- für sicherungslose Bauweise mit Standard-Leistungsschaltern absicherbar
- ausgerüstet mit zusätzlichen Erdanschlüssen für eine einfache Erdung des Steuerstromkreises über eine lösbare Verbindung direkt am Gerät
- einfach zu montieren durch frei zugängliche Befestigungslochungen und teilweise durch Hutschienenschnappbefestigung
- am Ausgang zur Dämpfung höherfrequenter Überspannungen mit Varistoren und MKT-Kondensatoren beschaltet
- verfügbar für die IEC-Normspannungen 230/400 V und in Mehrspannungsausführungen an die weltweit geläufigsten Netzspannungen bis 600 V anschließbar

Bei den Typen TAV21 und TAV23 schützt die Geräte eine eingebaute elektronische Absicherung. Nach kurzer Abkühlungszeit durch Netzabschaltung oder Entlastung wird der Ausgang selbsttätig wieder zugeschaltet. Bei den Typen TAV4 erfolgt der Kurzschluss- und Überlastschutz durch eine eingebaute sekundärseitige Schmelzsicherung.

#### Schutzeinrichtungen

Für einen sicheren Kurzschluss-, Überlast- und Berührungsschutz müssen die Leitungen zwischen den Ausgangsklemmen der Stromversorgung und dem Verbraucher eine vernachlässigbare Leitungsimpedanz aufweisen. Nähere Vorgaben sind der DIN VDE 0100 (Errichten von Niederspannungsanlagen) Teil 410, Teil 520 insbesondere Abschnitt 525 und Teil 610 zu entnehmen.

#### Anschlüsse

Die Stromversorgungen TAV werden standardmäßig mit Schraub-/Flachsteckanschluss geliefert (Ausnahme: TAV38, sekundär mit Flachanschluss).

Die eingesetzten Anschlussklemmen sind:

- fingersicher nach DIN EN 50274
- geeignet für Leiterquerschnitte nach DIN VDE 0298-4 und DIN EN 60204 (VDE 0113 Teil 1).

#### Benefits

*The rugged construction of the TAV units makes them extremely reliable. They are extremely stable when confronted with external mains failures and have a damping effect on electromagnetic interference. They are also highly suitable for supplying capacitive loads, because when the loads are connected only minimal voltage dips occur.*

#### Application

*The TAV2, TAV3, TAV4 and TAV5 units are used for:*

- *Supplying general electrical loads*
- *Supplying control circuits*
- *Power supply to electronic controllers They comply with the requirements of EN 61131-2 "Programmable logic controllers – equipment specifications and tests" and are suitable for SIMATIC or other systems.*

#### Design

*The TAV2, TAV3, TAV4 and TAV5 power supplies are singlephase or three-phase transformers with downstream rectifiers in two-pulse (B2) or six-pulse (B6) bridge connection with capacitor filtering. They comply with safety class I. The safety transformers used are designed according to EN 61558-2-6 and support the protective separation of protective extra-low voltage (SELV) and extra-low voltage (FELV) circuits from other circuits. The transformers are completely impregnated with polyester resin for protection against harmful environmental influences.*

*TAV devices are*

- *Designed for fuseless protection with standard motor starter protectors*
- *Equipped with additional ground connections for a simple grounding of the control circuit using a detachable connection directly on the device*
- *Easy to install thanks to freely accessible fixing holes and, in some cases, by snapping onto standard mounting rails*
- *Connected with varistors and metalized dielectric capacitors for damping high-frequent overvoltages*
- *Available for standard IEC voltages 230/400 V, and the multivoltage versions allow connection to the most commonly available mains voltages worldwide up to 600 V*

*Types TAV21 and TAV23 are protected by an integrated solidstate fuse. The output is automatically reconnected after the short cooling time following a mains disconnection or load shedding.*

*For the TAV4 types, short-circuit and overload protection is provided by an integrated replaceable melting fuse on the secondary side.*

#### Protective devices

*For reliable protection against short-circuits, overload and touch, the cables between the output terminals of the power supply and the load must have a negligible line impedance. For more details see DIN VDE 0100 (Erection of low-voltage systems) Part 410, Part 520 (particularly section 525) and part 600 (see also IEC 60364-4-41, -5-52 and -6).*

#### Terminals

*The TAV power supplies are supplied as standard with screw/flat connectors (except: TAV38, secondary with flat connectors).*

*The terminals used are:*

- *Finger-safe according to EN 50274*
- *Suitable for conductor cross-sections according to VDE 0298-4 and EN 60204-1.*

## 7.4. Ungeregelte Stromversorgungen

### 7.4. Non-Stabilized Power Supplies

#### Montage

Standard-Ausführung

Die Stromversorgungen TAV (Ausnahme: TAV21/TAV23) werden in der Standardausführung für Schraubbefestigung auf Montageplatte geliefert. Hutschienenbefestigung

- Integrierte Ausführung  
Für die Montage auf Hutschienen (Einbaulage horizontal) sind die Typen TAV20, TAV4103 und TAV4106 standardmäßig mit einer integrierten Schnappbefestigung für 35-mm-Hutschiene nach EN 60715 ausgerüstet. Die Typen TAV21 und TAV23 sind ausschließlich für Hutschienenmontage geeignet.
- Optionale Ausführung  
Die Typen TAV22, TAV24, TAV4101 und TAV4110 sind auf Wunsch mit einem bereits vormontierten Adapter zur Montage auf einer 35-mm-Hutschiene erhältlich.

**Zusatzkondensatoren für TAV3 (Aluminium-Elektrolyt)** Die Typen TAV30 bis TAV38 sind wahlweise mit Zusatzkondensatoren lieferbar. Hierdurch werden die Werte in den „Auswahl und Bestelldaten“ erreicht. Die Pufferzeit gilt bei:  $U_1 = U_{1N} - 10\%$

#### Funktion

Die Stromversorgungen TAV erfüllen die Anforderungen nach EN 61131-2, unabhängig von der Belastung (Leerlauf bis Bemessungsstrom) und auch unabhängig von der Schwankung der Netzspannung (+ 6 % bis – 10 % nach IEC 60038). Die elektronische Steuerung wird auch bei Schwankung dieser Parameter mit der zulässigen Betriebsspannung versorgt, ohne dass dazu – abhängig von den Last- und Netzverhältnissen – entsprechende Anzapfungen am Transformator zum Anheben oder Absenken der Ausgangsgleichspannung ausgewählt werden müssten. Die Transformatoren sind in ihrer Spannungssteifigkeit für diese Anwendung dimensioniert. Geräte gleichen Typs können bei höherem Strombedarf in beliebiger Zahl parallel geschaltet werden. Dabei darf der Gesamtstrom 90 % der Einzel-Bemessungsströme nicht überschreiten.

#### Mounting

Standard version

The TAV power supplies (except: TAV21/TAV23) are supplied in the standard version for screw fixing to the mounting plate.

Standard rail mounting

- Integrated version  
For mounting onto standard mounting rails (horizontal mounting position), types TAV20, TAV4103 and TAV4106 are equipped as standard with an integrated snap-on mounting for 35 mm standard mounting rails to EN 60715. Types TAV21 and TAV23 are only suitable for standard rail mounting.
- Optional version  
Types TAV22, TAV24, TAV4101 and TAV4110 are available on request with a preassembled adapter for fixing on a 35 mm standard mounting rail.

#### Additional capacitors for TAV3 (aluminum electrolyte)

Types TAV30 to TAV38 can be supplied with additional capacitors. This is how the values in the "Selection and ordering data" are achieved. The back-up time is applicable for:  $U_1 = U_{1N} - 10\%$

#### Function

The TAV power supplies comply with EN 61131-2, irrespective of the load (no load up to rated current) and also irrespective of fluctuations of the mains voltage (+ 6 % to – 10 % according to IEC 60038). Despite variations in these parameters, the electronic control is supplied with the permissible operational voltage without having to select suitable tapings on the transformer to step up or step down the DC output voltage according to load and mains conditions. The transformers are dimensioned in their voltage stability for this application. Any number of units of the same type can be connected in parallel if a higher current level is required. The total current in this case must not overshoot 90 % of the individual rated currents.

## 7.4. Ungeregelte Stromversorgungen

### 7.4. Non-Stabilized Power Supplies

#### Technische Daten *Technical specifications*

#### 1- und 3-phasige Gleichstromversorgungen

Gleichspannung DC 24 V Grenzwerte	EN 61131-2	Typischer Wert				Bedingungen
		TAV2	TAV3	TAV4	TAV5	
<b>Welligkeit</b>	≤ 5%	2,2 ... 2,7 %	4,2 %	3,0 ... 3,7 %	4,2 %	bei Bemessungsstrom
<b>Gleichspannung DC 24 V</b>						
• Obergrenze	30 V	≤ 28,8 V	≤ 28,8 V	≤ 30 V	≤ 30 V	bei Netzüberspannung +6 % und Leerlauf bei Netzunterspannung –10 % und Bemessungsstrom
• Untergrenze	20,4 V	20,4 V	20,5 V	20,4 V	20,4 V	
- arithmetischer Mittelwert						
- unterer Spitzenwert	19,2 V	19,3 V	19,3 V	19,2 V	19,2 V	
• Bemessungswert	23,5 V	23,5 V	23,5 V	23,5 V	23,5 V	bei Netznennspannung und Bemessungsstrom

#### Single- and three-phase DC power supplies

Direct voltage 24 V DC Limit values	EN 61131-2	Typical value				Conditions
		TAV2	TAV3	TAV4	TAV5	
<b>Ripple</b>	≤ 5%	2.2 ... 2.7 %	4.2 %	3.0 ... 3.7 %	4.2 %	At rated current
<b>Direct voltage 24 V DC</b>						
• Upper limit	30 V	≤ 28.8 V	≤ 28.8 V	≤ 30 V	≤ 30 V	For mains overvoltage +6 % and no-load operation
• Lower limit	20.4 V	20.4 V	20.5 V	20.4 V	20.4 V	For mains undervoltage –10 % and rated current
- Arithmetic mean value						
- Lower peak value	19.2 V	19.3 V	19.3 V	19.2 V	19.2 V	
• Rated value	23.5 V	23.5 V	23.5 V	23.5 V	23.5 V	For rated mains voltage and rated current

#### Belastbarkeit der Stromversorgungen mit Schützen 3RT1<sup>1)</sup> für Gleichstrombetätigung

- Baugrößen S00 bis S3 mit DC-Magnetsystemen:  
Einschaltleistung = Halteleistung. Die Gleichstromversorgungen können bis zu ihrem Bemessungsstrom belastet werden.
- Baugrößen S6 bis S12:  
bei Betrieb der Gleichrichtergeräte mit –10 % Netzunterspannung

#### Current-carrying capacity of the power supplies with 3RT1<sup>1)</sup> contactors for DC operation

- Sizes S00 to S3 with DC solenoid systems:  
power at closing = power when closed. The DC power supplies can be loaded up to their rated currents.
- Sizes S6 to S12:  
When operating the rectifiers at –10 % mains undervoltage

Schütz Contactor	Anzahl gleichzeitig betätigbarer Schütze 3RT1 <sup>2)</sup> bei Vorbelastung Number of 3RT1 <sup>2)</sup> contactors that can be operated simultaneously with preloading																									
	TAV20/ TAV21		TAV23		TAV22		TAV24		TAV26		TAV30		TAV31		TAV32		TAV33		TAV34		TAV35		TAV36		TAV38	
Typ Type	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②
3RT1. 5	--	--	--	--	1	1	2	1	3	1	2	1	3	2	4	2	7	5	8	5	14	10	22	16	42	30
3RT1. 6	--	--	--	--	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	4	3	4	3	7	5	11	8	22	15
3RT1. 7	--	--	--	--	--	--	1	--	1	--	1	--	1	1	2	1	3	2	3	2	5	4	9	6	16	12

① Leerlauf

② Bemessungsstrom

1) z.B. Siemens

2) Die Anzahl der Schütze kann durch zusätzliche extern anzuschließende Kondensatorbatterien wesentlich erhöht werden.

① No-load operation

② Rated current

1) e.g. Siemens

2) The number of contactors can be significantly increased by using additional banks of capacitors which must be connected externally.

# 7.4. Ungeregelte Stromversorgungen

## 7.4. Non-Stabilized Power Supplies

### Primärseitiger Kurzschlusschutz, sekundärseitiger Kurzschluss- und Überlastschutz

Gleichrichtergerät	Umgebungstemperatur $t_a$	Bemessungsausgangsstrom $I_d$	Primärseitige Absicherung gegen Kurzschluss (Leitungsschutz) durch Leistungsschalter <sup>1)</sup> oder Sicherung								Sekundärseitige Absicherung gegen Kurzschluss und Überlast durch Leistungsschalter oder Sicherung	
			Bemessungs-Eingangsspannung $U_{1N}$									
Typ	°C	DC A	Typ <sup>2)</sup>	575 V (600 V)	500 V	460 V (480 V)	400 V (415 V)	230 V (240 V)	200 V	115V (120 V)	Typ <sup>2)</sup>	
<b>1-phasig</b>												
TAV21	60	1	3RV24 11-□□□10 Einstellwert in A	--	--	--	0CA	0FA	--	0JA	Eingebaute elektrische Kurzschluss-/Überlast-Sicherung	--
	40	1,2	3RV24 11-□□□10 Einstellwert in A	--	--	--	0DA	0FA	--	0KA		
TAV20	60	2,5	3RV24 11-□□□10 Einstellwert in A	--	--	--	0FA	0HA	--	1BA	3RV20 11-□□□10 Einstellwert in A	1DA
	40	3	3RV24 11-□□□10 Einstellwert in A	--	--	--	0,48	0,72	--	1,9	Einstellwert in A	2,5 3
TAV23	60	3,5	3RV24 11-□□□10 Einstellwert in A	--	--	--	0HA	0JA	--	1CA	Eingebaute elektrische Kurzschluss-/Überlast-Sicherung	--
	40	4,2	3RV24 11-□□□10 Einstellwert in A	--	--	--	0,66	0,84	--	2,4		
TAV22	60	5	3RV24 11-□□□10 Einstellwert in A	--	--	--	0HA	1AA	--	1DA	3RV20 11-□□□10 Einstellwert in A	1GA
	40	6	3RV24 11-□□□10 Einstellwert in A	--	--	--	0,72	1,3	--	2,9	Einstellwert in A	5 6
TAV24	60	10	3RV24 11-□□□10 Einstellwert in A	--	--	--	1CA	1DA	--	1GA	3RV20 11-□□□10 Einstellwert in A	1KA
	40	12	3RV24 11-□□□10 Einstellwert in A	--	--	--	2,2	2,9	--	6	Einstellwert in A	10 12
TAV26	60	15	3RV24 11-□□□10 Einstellwert in A	--	--	--	1CA	1EA	--	1HA	3RV20 21-□□□10 Einstellwert in A	4BA
	40	18	3RV24 11-□□□10 Einstellwert in A	--	--	--	2	3,2	--	6	Einstellwert in A	15 18
TAV41 01	40	1,5	3RV24 11-□□□10 Einstellwert in A Sicherung gG in A	--	--	--	0BA	0DA	--	--	integrierte Flachsicherung FK2	4 A
				--	--	--	0,15	0,27	--	--		
				--	--	--	0,5	1	--	--		
TAV41 03	40	3	3RV24 11-□□□10 Einstellwert in A Sicherung gG in A	--	--	--	0GA	0HA	--	--	integrierte Flachsicherung FK2	7,5 A
				--	--	--	0,5	0,7	--	--		
				--	--	--	1	2	--	--		
TAV41 06	40	6	3RV24 11-□□□10 Einstellwert in A Sicherung gG in A	--	--	--	0JA	0KA	--	--	integrierte Flachsicherung FK2	15 A
				--	--	--	0,8	1,2	--	--		
				--	--	--	2	2	--	--		
TAV41 10	40	10	3RV24 11-□□□10 Einstellwert in A Sicherung gG in A	--	--	--	1BA	1CA	--	--	integrierte Flachsicherung FK2	25 A
				--	--	--	1,6	2,4	--	--		
				--	--	--	4	4	--	--		

1) Bei einem Kurzschluss auf den Zuleitungen zwischen der Schutzrichtung und der Eingangsseite des Gerätes ist das Bemessungskurzschlussausschaltvermögen der Schutzrichtung hinsichtlich des an der Einbaustelle maximal möglichen Stromes zu berücksichtigen.

2) z.B. Siemens

# 7.4. Ungeregelte Stromversorgungen

## 7.4. Non-Stabilized Power Supplies

### Primärseitiger Kurzschlusschutz, sekundärseitiger Kurzschluss- und Überlastschutz

Gleichrichtergerät	Umgebungstemperatur $t_a$	Bemessungs-Ausgangsstrom $I_d$	Primärseitige Absicherung gegen Kurzschluss (Leitungsschutz) durch Leistungsschalter <sup>1)</sup> oder Sicherung								Sekundärseitige Absicherung gegen Kurzschluss und Überlast durch Leistungsschalter oder Sicherung	
			Bemessungs-Eingangsspannung $U_{1N}$									
Typ	°C	DC A	Typ <sup>2)</sup>	575 V (600 V)	500 V	460 V (480 V)	400 V (415 V)	230 V (240 V)	220 V	200V	Typ <sup>2)</sup>	
<b>3-phasig</b>												
TAV30	60	9/10	3RV24 11-□□□10	0FA	0GA	0GA	0HA	0KA	0KA	1AA	3RV20 11-□□□10	1KA
	40	11/12	Einstellwert in A	0,40	0,50	0,50	0,60	1,00	1,00	1,20	Einstellwert in A	9/10
TAV31	60	13,5/15	3RV24 11-□□□10	0HA	0JA	0JA	0KA	1BA	1BA	1CA	3RV20 21-□□□10	4BA
	40	16/18	Einstellwert in A	0,60	0,75	0,75	1,00	1,60	1,60	1,80	Einstellwert in A	14/15
TAV32	60	18/20	3RV24 11-□□□10	0JA	0KA	0KA	1AA	1DA	1DA	1DA	3RV20 21-□□□10	4DA
	40	21,5/24	Einstellwert in A	0,86	1,00	1,00	1,30	2,20	2,20	2,40	Einstellwert in A	18/20
TAV33	60	27/30	3RV24 11-□□□10	1AA	1BA	1BA	1CA	1EA	1EA	1FA	3RV20 21-□□□10	4EA
	40	32,5/36	Einstellwert in A	1,30	1,60	1,60	1,90	3,30	3,30	3,80	Einstellwert in A	27/30
TAV34	60	36/40	3RV24 11-□□□10	1BA	1CA	1CA	1DA	1GA	1GA	1GA	3RV20 31-□□□10	4VA
	40	43/48	Einstellwert in A	1,70	2,10	2,10	2,40	4,50	4,50	5,00	Einstellwert in A	36/40
TAV35	60	45/50	3RV24 11-□□□10	1BA	1CA	1CA	1DA	1GA	1GA	1GA	3RV20 31-□□□10	4WA
	40	54/60	Einstellwert in A	2,00	2,50	2,50	2,90	5,20	5,20	6,00	Einstellwert in A	43/48
TAV36	60	80	3RV24 11-□□□10	1DA	1DA	1DA	1EA	1HA	1HA	1HA	3RV20 31-□□□10	4WA
	40	96	Einstellwert in A	2,20	2,60	2,60	3,20	5,50	5,50	6,30	Einstellwert in A	45/50
TAV38	60	150	3RV24 11-□□□10	1DA	1DA	1DA	1EA	1HA	1HA	1HA	3RV20 31-□□□10	4JA
	40	180	Einstellwert in A	2,60	3,10	3,10	3,70	6,50	6,50	7,40	Einstellwert in A	54/60
TAV51 25	60	80	3RV24 11-□□□10	1FA	1GA	1GA	1GA	1KA	1KA	4AA	3RV20 41-□□□10	4MA
	40	96	Einstellwert in A	3,60	4,50	4,50	5,20	9,50	9,50	11,0	Einstellwert in A	80
TAV51 35	60	150	3RV24 11-□□□10	4AA	4AA	4AA	4AA	4AA	4AA	4AA	3VA1116-5EF32-0AA0	150
	40	180	Einstellwert in A	7,00	8,50	8,50	10,0	--	--	--	Einstellwert in A	150
TAV51 25	60	150	3RV24 11-□□□10	1JA	1JA	1JA	4AA	--	--	--	3VA1220-5EF32-0AA0	180
	40	180	Einstellwert in A	1,20	1,40	1,40	1,60	3,00	3,00	3,30	Einstellwert in A	180
TAV51 35	60	150	3RV24 11-□□□10	1AA	1AA	1AA	1BA	1EA	1EA	1EA	3RV20 21-□□□10	4NA
	40	25	Einstellwert in A	1,20	1,40	1,40	1,60	3,00	3,00	3,30	Einstellwert in A	25
TAV51 35	60	150	3RV24 11-□□□10	1BA	1BA	1BA	1CA	1FA	1FA	1FA	3RV20 21-□□□10	4PA
	40	35	Einstellwert in A	1,60	1,90	1,90	2,40	4,10	4,10	4,60	Einstellwert in A	35

1) Bei einem Kurzschluss auf den Zuleitungen zwischen der Schutzrichtung und der Eingangsseite des Gerätes ist das Bemessungskurzschlussausschaltvermögen der Schutzrichtung hinsichtlich des an der Einbaustelle maximal möglichen Stromes zu berücksichtigen.

2) z.B. Siemens

# 7.4. Ungeregelte Stromversorgungen

## 7.4. Non-Stabilized Power Supplies

### Primary-side short-circuit protection, secondary-side short-circuit and overload protection

Rectifier unit	Ambient temperature $t_a$	Rated output current $I_d$	Primary-side protection against short-circuits (line protection) by means of motor starter protector <sup>1)</sup> or fuse								Secondary-side protection against short-circuit and overload by means of motor starter protector or fuse	
			Type <sup>2)</sup>	575 V (600 V)	500 V	460 V (480 V)	400 V (415 V)	230 V (240 V)	200 V	115V (120 V)	Type <sup>2)</sup>	
<b>1-phase</b>												
TAV21	60	1	3RV24 11-□□□10 Set value in A	--	--	--	0CA 0,24	0FA 0,4	--	0JA 0,9	Built-in electrical short-circuit/overload protection fuse	--
	40	1,2	3RV24 11-□□□10 Set value in A	--	--	--	0DA 0,29	0FA 0,48	--	0KA 1,1		
TAV20	60	2,5	3RV24 11-□□□10 Set value in A	--	--	--	0FA 0,4	0HA 0,6	--	1BA 1,6	3RV20 11-□□□10 Set value in A	1DA 2,5
	40	3	Set value in A	--	--	--	0,48	0,72	--	1,9		
TAV23	60	3,5	3RV24 11-□□□10 Set value in A	--	--	--	0HA 0,55	0JA 0,7	--	1CA 2	Built-in electrical short-circuit/overload protection fuse	--
	40	4,2	Set value in A	--	--	--	0,66	0,84	--	2,4		
TAV22	60	5	3RV24 11-□□□10 Set value in A	--	--	--	0HA 0,6	1AA 1,1	--	1DA 2,4	3RV20 11-□□□10 Set value in A	1GA 5
	40	6	Set value in A	--	--	--	0,72	1,3	--	2,9		
TAV24	60	10	3RV24 11-□□□10 Set value in A	--	--	--	1CA 1,8	1DA 2,4	--	1GA 5	3RV20 11-□□□10 Set value in A	1KA 10
	40	12	Set value in A	--	--	--	2,2	2,9	--	6		
TAV26	60	15	3RV24 11-□□□10 Set value in A	--	--	--	1CA 2	1EA 3,2	--	1HA 6	3RV20 21-□□□10 Set value in A	4BA 15
	40	18	Set value in A	--	--	--	2,4	3,8	--	7,2		
TAV41 01	40	1,5	3RV24 11-□□□10 Set value in A Fuse gG in A	--	--	--	0BA 0,15 0,5	0DA 0,27 1	--	--	Integrated blade-type fuse FK2	4 A
TAV41 03	40	3	3RV24 11-□□□10 Set value in A Fuse gG in A	--	--	--	0GA 0,5 1	0HA 0,7 2	--	--		
TAV41 06	40	6	3RV24 11-□□□10 Set value in A Fuse gG in A	--	--	--	0JA 0,8 2	0KA 1,2 2	--	--	Integrated blade-type fuse FK2	15 A
TAV41 10	40	10	3RV24 11-□□□10 Set value in A Fuse gG in A	--	--	--	1BA 1,6 4	1CA 2,4 4	--	--		

1) In the event of a short-circuit on the feeder lines between the protective device and the input side of the unit, the rated short-circuit breaking capacity of the protection equipment must be taken into account with regard to the maximum possible prospective short-circuit current at the place of installation.

2) e.g. Siemens

7.4 / 16

## 7.4. Ungeregelte Stromversorgungen

### 7.4. Non-Stabilized Power Supplies

#### Primary-side short-circuit protection, secondary-side short-circuit and overload protection

Rectifier unit	Ambient temperature $t_a$	Rated output current $I_d$	Primary-side protection against short-circuits (line protection) by means of motor starter protector <sup>1)</sup> or fuse								Secondary-side protection against short-circuit and overload by means of motor starter protector or fuse	
			Type <sup>2)</sup>	575 V (600 V)	500 V	460 V (480 V)	400 V (415 V)	230 V (240 V)	220 V	200V	Type <sup>2)</sup>	
Type	°C	DC A	Rated input voltage $U_{1N}$									
<b>3-phase</b>												
TAV30	60	9/10	3RV24 11-□□□10	0FA	0GA	0GA	0HA	0KA	0KA	1AA	3RV20 11-□□□10	1KA
	40	11/12	Set value in A	0,40	0,50	0,50	0,60	1,00	1,00	1,20	Set value in A	9/10
TAV31	60	13,5/15	3RV24 11-□□□10	0HA	0JA	0JA	0KA	1BA	1BA	1CA	3RV20 21-□□□10	4BA
	40	16/18	Set value in A	0,60	0,75	0,75	1,00	1,60	1,60	1,80	Set value in A	14/15
TAV32	60	18/20	3RV24 11-□□□10	0JA	0KA	0KA	1AA	1DA	1DA	1DA	3RV20 21-□□□10	4DA
	40	21,5/24	Set value in A	0,86	1,00	1,00	1,30	2,20	2,20	2,40	Set value in A	18/20
TAV33	60	27/30	3RV24 11-□□□10	1AA	1BA	1BA	1CA	1EA	1EA	1FA	3RV20 21-□□□10	4EA
	40	32,5/36	Set value in A	1,30	1,60	1,60	1,90	3,30	3,30	3,80	Set value in A	27/30
TAV34	60	36/40	3RV24 11-□□□10	1AA	1BA	1BA	1CA	1EA	1EA	1FA	3RV20 21-□□□10	4PA
	40	43/48	Set value in A	1,50	1,90	1,90	2,20	3,90	3,90	4,50	Set value in A	32,5/36
TAV35	60	45/50	3RV24 11-□□□10	1BA	1CA	1CA	1DA	1GA	1GA	1GA	3RV20 31-□□□10	4VA
	40	54/60	Set value in A	1,70	2,10	2,10	2,40	4,50	4,50	5,00	Set value in A	36/40
TAV36	60	80	3RV24 11-□□□10	1BA	1CA	1CA	1DA	1GA	1GA	1GA	3RV20 31-□□□10	4WA
	40	96	Set value in A	2,00	2,50	2,50	2,90	5,20	5,20	6,00	Set value in A	43/48
TAV38	60	150	3RV24 11-□□□10	1DA	1DA	1DA	1EA	1HA	1HA	1HA	3RV20 31-□□□10	4WA
	40	180	Set value in A	2,20	2,60	2,60	3,20	5,50	5,50	6,30	Set value in A	45/50
TAV51 25	60	80	3RV24 11-□□□10	1DA	1DA	1DA	1EA	1HA	1HA	1HA	3RV20 31-□□□10	4JA
	40	96	Set value in A	2,60	3,10	3,10	3,70	6,50	6,50	7,40	Set value in A	54/60
TAV51 35	60	80	3RV24 11-□□□10	1FA	1GA	1GA	1GA	1KA	1KA	4AA	3RV20 41-□□□10	4MA
	40	96	Set value in A	3,60	4,50	4,50	5,20	9,50	9,50	11,0	Set value in A	80
TAV51 35	60	150	3RV24 11-□□□10	4AA	4AA	4AA	4AA	--	--	--	3VA1116-5EF32-0AA0	150
	40	180	Set value in A	7,00	8,50	8,50	10,0	--	--	--	Set value in A	
TAV51 25	60	150	3RV24 11-□□□10	1JA	1JA	1JA	4AA	--	--	--	3VA1220-5EF32-0AA0	180
	40	180	Set value in A	7,00	8,50	8,50	10,0	--	--	--	Set value in A	
TAV51 25	60	25	3RV24 11-□□□10	1JA	1JA	1JA	4AA	--	--	--	3VA1220-5EF32-0AA0	180
	40	25	Set value in A	8,40	10,0	10,0	12,0	--	--	--	Set value in A	
TAV51 35	60	25	3RV24 11-□□□10	1AA	1AA	1AA	1BA	1EA	1EA	1EA	3RV20 21-□□□10	4NA
	40	25	Set value in A	1,20	1,40	1,40	1,60	3,00	3,00	3,30	Set value in A	25
TAV51 35	60	35	3RV24 11-□□□10	1BA	1BA	1BA	1CA	1FA	1FA	1FA	3RV20 21-□□□10	4PA
	40	35	Set value in A	1,60	1,90	1,90	2,40	4,10	4,10	4,60	Set value in A	35

1) In the event of a short-circuit on the feeder lines between the protective device and the input side of the unit, the rated short-circuit breaking capacity of the protection equipment must be taken into account with regard to the maximum possible prospective short-circuit current at the place of installation.

2) e.g. Siemens

# 4.2. Ungeregelte Stromversorgungen

## 4.2. Non-Stabilized Power Supplies

### Schaltpläne

### Circuit diagrams

	Schaltplan <i>Circuit diagram</i>	Typ <i>Type</i>	Bemessungs- spannung $U_{1N}$ <i>Rated input voltage <math>U_{1N}</math></i>	Anschlüsse <i>Terminals</i>	Verb. <i>Links</i>	Klemmenbelegung <i>Terminal assignment</i>
A41a		TAV2102, TAV2302	230 V (240 V) 115 V (120 V)	1-4 1-4	2-3 1-3; 2-4	PRI 1 2 3 4 SEC 32 31 G41XXA41bK
A41b		TAV2106, TAV2306	400 V (415 V)	1-2	--	PRI 1 2 SEC 32 31 G41XXA41bK
A42a		TAV2 . 00	415 V 400 V 385 V 245 V 230 V (240 V) 215 V	5-3 1-3 4-3 5-2 1-2 4-2	-- -- -- -- -- --	SEC 31 31 32 PRI 1 2 3 4 5 G41XXA42bK
A42b		TAV2 . 01	400 V (415 V) 230 V (240 V) 115 V (120 V)	1-5 1-4 1-4	2-3 2-3 1-3; 2-4	PRI 31 31 32 SEC 1 2 3 4 5 G41XXA42bK
A43		TAV41	415 V 400 V 385 V 245 V 230 V 215 V	400 V + 15 V 400 V 0 V 400 V - 15 V 230 V + 15 V 230 V 0 V 230 V - 15 V	-- -- -- -- -- --	SEC M M L+ +15 V 0 V -15 V 230 V 400 V PRI G41XXA43K
A44a		TAV3 . 00	Y 420 Y 400 (415) Y 380 Δ 240 Δ 230 Δ 220	1U1-1V1-1W1 1U1-1V1-1W1 1U1-1V1-1W1 1U1-1V1-1W1 1U1-1V1-1W1 1U1-1V1-1W1	1U2-1V2-1W2 1U4-1V4-1W4 1) 1U3-1V3-1W3 1U1-1W2; 1V1-1U2; 1W1-1V2 1U1-1W4; 1V1-1U4; 1W1-1V4 1U1-1W3; 1V1-1U3; 1W1-1V3	SEC 31 31 31 32 PRI 1U1 1U3 1U4 1U2 1V1 1V3 1V4 1V2 1W1 1W3 1W4 1W2 G41XXA44bK
A44b		TAV3101 TAV3301 TAV3501	Y 500	1U1-1V1-1W1	--	SEC 31 31 31 32 PRI 1U1 1U3 1V1 1V3 1W1 1W3 G41XXA44bK
A44c		TAV3601 TAV3801	Y 400 (415)	1U3-1V3-1W3	--	PRI 1U1 1V1 1W1 1U3 1V3 1W3 32 31 31 SEC G41XXA44bK
A45		TAV3 . 02	Y 575 (600) Y 500 Y 460 (480) Y 400 (415) Δ 230 (240) Δ 200	1U1-1V1-1W1 1U3-1V3-1W3 1U4-1V4-1W4 1U5-1V5-1W5 1U5-1V5-1W5 1U6-1V6-1W6	1U2-1V2-1W2 1U2-1V2-1W2 1U2-1V2-1W2 1U2-1V2-1W2 1) 1U2-1V5; 1V2-1W5; 1W2-1U5 1U2-1V6; 1V2-1W6; 1W2-1U6	G41XXA45K SEC 31 31 31 32 PRI 1U1 1U3 1U4 1U5 1U6 1U2 1V1 1V3 1V4 1V5 1V6 1V2 1W1 1W3 1W4 1W5 1W6 1W2
A46		TAV51 . 5	Y 420 Y 400 Y 380	420V-420V- 420V 400V-400V- 400V 380V-380V- 380V	-- -- --	SEC M M L+ 420 420 420 400 400 380 380 380 PRI G41XXA46K

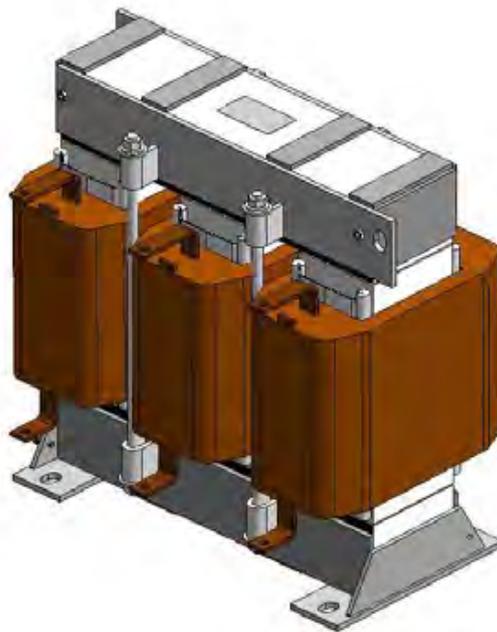
1) Versandschaltung

1) factory setting



## Technische Informationen *Technical Information*

### 7.5. Drosseln *7.5. Reactors*



**mdexx Drosseln – Komponenten zur Antriebstechnik**

Drosseln gelten neben den Transformatoren als klassische Bauelemente der Elektrotechnik und sind auch in modernsten Industrieanlagen als Komponente der Starkstromtechnik und Leistungselektronik unverzichtbare Bauelemente.

Wenn in Wechsel- bzw. Drehstromsystemen leitungsgebundene Störungen unterdrückt oder in Gleichspannungskreisen Ströme geglättet werden sollen: Gleich- und Wechselstromdrosseln von mdexx sind die Spezialisten. Als Motor- und Kommutierungsdrosseln in der Antriebstechnik für Lokomotiven und Triebwagen ebenso wie als wassergekühlte Ventildrosseln für HGÜ-Anlagen in der Energieverteilung.

Eine Drossel ist ein Gerät, das aus einer oder mehreren Wicklungen mit einem frequenzabhängigen Widerstand besteht und nach dem Prinzip der Selbstinduktion arbeitet. Dabei erzeugt ein magnetisierender Strom ein magnetisches Feld, welches durch einen magnetisch wirksamen Kern oder durch Luft führt.

Drosseln haben die Aufgaben, Stromspitzen oder Stromüberschwingungen zu reduzieren. Sie werden überwiegend in der AC- und DC- Antriebs-technik, in der Energieversorgung und -übertragung und in der Anlagen- und Gerätetechnik eingesetzt.

Es werden Drosseln nach ihrer Anwendung und Konstruktion unterschieden.

**mdexx Reactors – Components for Drive Technology**

Along with transformers, reactors are classic components in the field of electrical engineering, and are also indispensable in state-of-the-art industrial installations as heavy-current engineering and power electronics components.

When conducted interference needs to be suppressed in alternating or three-phase systems or smoothed in direct voltage circuits: DC and AC reactors from mdexx are the specialists. They can be used both as motor and commutation reactors in drive technology for locomotives and railcars and as water-cooled valve reactors for HVDC power distribution systems.

A reactor is a device that consists of one or more windings with a frequency-dependent resistance, and functions according to the principle of self-induction. Here, a magnetising current generates a magnetic field, which passes through a magnetically acting core or through air. The task of reactors is to reduce current peaks or current harmonics. They are predominantly used in AC and DC drive technology, in energysupply and transmission and in installation and equipment engineering. Reactors differ according to their area of use and design.

**Auswahlhilfe Selection aid**

Welches Problem soll gelöst werden? *What problem needs to be solved?*

AC-Antriebstechnik <i>AC drive technology</i>	Ausgangs drossel <i>Output reactor</i>	Kommutie- rungs- / Netz- Drosseln <i>Commut- ation / line reactors</i>	Zwischen- kreisdrosseln <i>DC link reac- tors</i>	Pulververbund- drosseln <i>Powder composit reactors</i>
Reduzierung der Ladestromspitzen Aus- / Eingangskreis <i>Reduction of charging current peaks in input / output circuit</i>	++	++	--	++
Reduzierung der Spannungsteilheit $du/dt$ an den Motorklemmen <i>Reduction of rate of rise of <math>dv/dt</math> voltage at motor terminals</i>	+	--	--	--
Reduzierung der EMV-Problematik zwischen den Außenleitern (Aus- / Eingang) <i>Reduction of EMC problems between outer conductors (input / output)</i>	--	+	--	++
Reduzierung der EMV-Problematik zwischen den Außenleitern und Erde (Aus- / Eingang) <i>Reduction of EMC problems between outer conductors and earth (input / output)</i>	--	+	--	+
Verwendung ungeschirmter Motorleitung möglich <i>Use of unshielded motor cable possible</i>	+	--	--	--
Reduzierung der Kommutierungs-Einbrüche und Begrenzung der Stromanstiegs- geschwindigkeit im Eingangskreis <i>Reduction of commutation notches and limitation of the rate of current rise in input circuit</i>	--	++	+	++
Verringerung der Kommutierungsblindleistung <i>Reduction of commutation reactive power</i>	--	++	+	++
Dämpfung der Funkstörspannung und Reduzierung hochfrequenter Netzurückwir- kungen <i>Damping of radio interference voltage and reduction of high-frequency circuit feedback</i>	+	+	--	++
Reduzierung der elektromagnetischen leitungsgebundenen Abstrahlung und deren Beeinflussung <i>Reduction of electromagnetic conducted emissions and their effects</i>	+	+	--	+

Tabelle 1 Auswahlhilfe Table 1 Selection aid

## 7.5. Drosseln

### 7.5. Reactors

#### Einsatz- und Anwendungsgebiete

**Dreiphasen-Netzdrosseln** Dreiphasen-Netzdrosseln für Frequenzumrichter TEP und TEU werden in die netzseitigen Zuleitungen eingesetzt. Sie werden von Wechselströmen mit Netzfrequenz als Grundschwingungsfrequenz durchflossen.

Die Drosseln begrenzen die Netzurückwirkungen, die in Form von Oberschwingungen auftreten. Weiterhin reduzieren sie die Wechselströme mit den durch die Schaltung des Eingangsleichrichters bedingten Frequenzen in den Zwischenkreiskondensatoren. Weiter zeichnen Netzdrosseln sich durch eine höhere Linearität im Induktivitätsverlauf  $L=f(I)$  aus.

#### Merkmale

- TEU-Reihe bis ca. 50 kVA Iso-Klasse H nicht voll ausgenutzt, d.h. dauernd um 6 % überlastbar
- Kleine Bauform, geringes Gewicht
- Approbation  
- Umfangreiches Listen- und Lagerspektrum

#### Ausgangsdrosseln

Ausgangsdrosseln werden am Ausgang von Frequenzumrichtern eingesetzt, sie werden von Motorströmen durchflossen. Sie kompensieren kapazitive Umladeströme bei langen Leitungen und begrenzen bei entsprechender Motorleitungslänge das  $dv/dt$  an den Motorklemmen. Daraus ergibt sich die Möglichkeit von längeren Motorzuleitungen. Der Einsatz der Katalogtypen ist bei Umrichter Ausgangsfrequenzen von maximal 200 Hz und Taktfrequenzen von bis zu 8 kHz möglich

#### Merkmale

- Reduzierung der Spannungssteilheit  $dv/dt$  an den Motoranschlussklemmen
- Längere Motorzuleitungen möglich
- Reduzierung der Stromspitzen aus den kapazitiven Umladeströmen und damit optimale Ausnutzung der Umrichterbaugröße
- Höhere Betriebssicherheit
- Kompakte Bauweise

#### Application

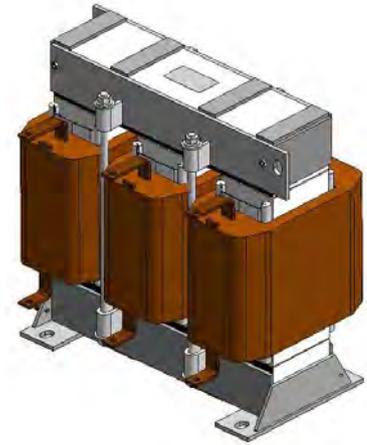
##### Three-phase line reactors

*TEP and TEU three-phase line reactors for frequency converters are used in line-side supply cables. Alternating current flows through them with mains frequency as the fundamental frequency.*

*The reactors limit the circuit feedback that occurs in the form of harmonics. In addition, they reduce the alternating currents in the DC link capacitors, whose frequencies are caused by the switching of the input rectifier. Further-more, line reactors have a more linear inductance  $L=f(I)$  characteristic.*

#### Features

- TEU series up to approx. 50 kVA ISO class H is not used to the full, i.e. permanent resistance to an overload of 6 %
- Compact design, low weight
- Approval  
- Extensive range of catalogue and stock articles

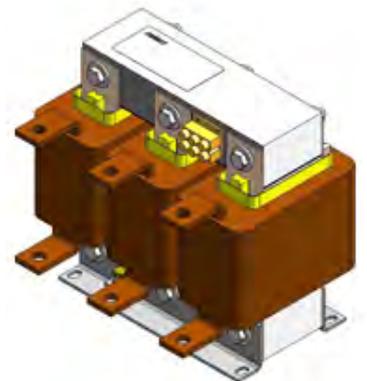


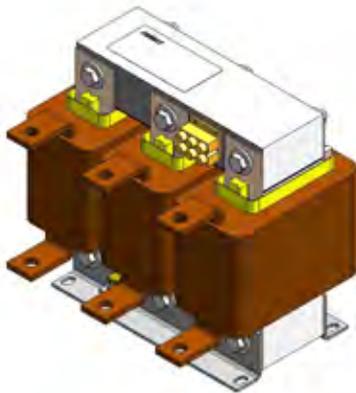
##### Output reactors

*Output reactors are employed at the output of frequency converters, and motor currents flow through them. They compensate capacitive transfer currents in long cables and limit the  $dv/dt$  at the motor terminals where motor cables are long. This allows longer motor cables to be used. The catalogue types may be used at a converter output frequency of 200 Hz max. and at clock frequencies of up to 8 kHz.*

#### Features

- Reduction of rate of rise of  $dv/dt$  voltage at motor terminals
- Longer motor cables possible
- Reduction of current peaks from capacitive transfer currents, ensuring that the converter size is exploited to the full
- More reliable operation
- Compact design





#### Filterkreisdrosseln

Filterkreisdrosseln TEP und TEU für Blindleistungskompensation werden zusammen mit Kondensatoren zu Saugkreisen verschaltet. Diese Saugkreise dienen dazu, induktive Blindleistung zu kompensieren.

Zur Einstellung des Saugkreises auf eine bestimmte Resonanzfrequenz, welche die gezielte Absaugung oberwellenhaltiger Ströme ermöglicht, wird die Filterkreisdrossel mit Kondensatoren zu einem Reihenschwingkreis verschaltet.

#### Merkmale

- Hohe Linearität
- Induktiv ausgelegt auf  $I_{\text{eff}}$ , thermisch dauerhaft mit  $1,05 \times I_{\text{eff}}$  überlastbar
- Standard- Ausführung mit Temperaturschalter
- Approbation  $c_{\text{UL}}$ us
- Bis TEP44: Fußwinkel nach EN 60 852, dadurch Einsatz von Schraubern möglich
- Große Lebensdauer durch hochwertige Materialien

#### Glättungsdrosseln für Gleichstromantriebe

Glättungsdrosseln werden auf der Gleichstromseite von Stromrichtersätzen eingesetzt. Sie werden von Gleichstrom durchflossen.

Die Glättungsdrossel hat die Aufgabe, den Wechselstrom, der dem Gleichstrom überlagert ist, auf einen vorgegebenen Wert zu begrenzen. Glättungsdrosseln werden eingesetzt als Vorschaltdrosseln von stromrichtergespeisten Gleichstrommaschinen, zur Glättung des Zwischenkreisstromes bei Strom- und Spannungszwischenkreisumrichtern, zur gleichstromseitigen Entkopplung der Teilstromrichter bei Stromrichterschaltung mit höherpulsiger Netzurückwirkung, zur Herabsetzung der Lückgrenze, zur Begrenzung der Kreisströme in kreisstromführenden Schaltungen sowie zur Begrenzung der Stromanstiegsgeschwindigkeit bei Verwendung von Gleichstrom-Schnellschaltern zur selektiven Abschaltung von Fehlerströmen. Je nach Anforderung an den Induktionsverlauf werden Glättungsdrosseln als Eisendrosseln TEM und TET oder eisenlose Drosseln TPK gebaut.

#### Merkmale

- TET Reihe → Iso-Klasse H nicht voll ausgenutzt, d.h. dauernd um 6 % überlastbar
- Kleine Bauform, geringes Gewicht
- Approbation  $c_{\text{UL}}$ us
- Umfangreiches Listenspektrum
- Kurze Lieferzeiten

#### Filter reactors

TEP and TEU filter reactors for reactive power compensation are combined with capacitors to form series resonant circuits. These circuits are used to compensate inductive reactive power. To set the series resonant circuit to a certain resonance frequency, which will enable the targeted absorption of currents containing harmonics, the filter reactor is combined with capacitors to create a series resonant circuit.

#### Features

- High linearity
- Inductively designed for  $I_{\text{eff}}$ , continuous thermal overload capacity  $1.05 \times I_{\text{eff}}$
- Standard version with temperature switch
- Approval  $c_{\text{UL}}$ us
- Upto TEP44: Foot bracket to EN 60 852, enabling the use of screwdrivers
- High-quality materials for a long service life

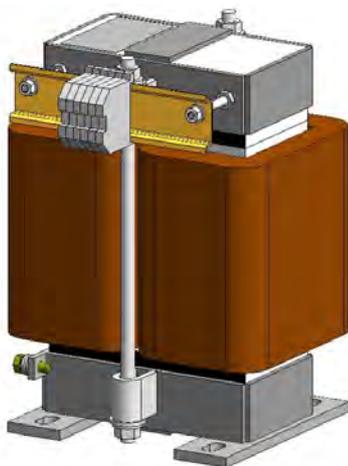
#### Smoothing reactors for DC drives

Smoothing reactors are used on the DC side of converter assemblies. Direct current flows through them. The task of the smoothing reactor is to limit the alternating current, which is superimposed on the direct current, to a predefined value. Smoothing reactors are used as series reactors in DC machines supplied by converters, for smoothing the DC link in current and voltage DC link converters, for decoupling converter sections on the DC side where power converters have higher-pulse circuit feedback, for lowering the gap limit, for limiting circulating currents in connections carrying circulating current and for limiting the rate of current rise where high-speed DC circuit-breakers are used to selectively cut off interference currents.

Smoothing reactors take the form of iron-core TEM and TET reactors, or air-core TPK reactors, depending on the induction requirements.

#### Features

- TET series → ISO class H is not used to the full, i.e. permanent resistance to an overload of 6 %
- Compact design, low weight
- Approval  $c_{\text{UL}}$ us
- Extensive catalogue range
- Short delivery times



## 7.5. Drosseln

### 7.5. Reactors

**Eisenlose Glättungsdrosseln** Eisenlose Glättungsdrosseln TPK (luftselbstge-kühlt, Energieinhalt E von 380 Ws bis 1,9 kW) werden im Gleichstromkreis von Stromrichteranlagen eingesetzt und dienen insbesondere zur Begrenzung des Stromanstiegs bei Störungen, vor allem bei Wechselrichterkippen. Sie bewirken, dass die im Stromkreis vorhandenen Gleichstrom-Schnellschalter den ansteigenden Störungsstrom so rechtzeitig unterbrechen, dass ein Ansprechen der Zweigsicherungen in den Thyristorzweigen vermieden wird.

#### Merkmale

- Konstante Induktivität unabhängig von der Belastung
- Hohe Kurzschlussfestigkeit
- Niedriges Gewicht durch Einsatz von Al-Wicklungen
- Es können 2 Drosseln übereinander angeordnet werden

#### Pulververbunddrosseln

Pulververbunddrosseln bestehen für dreiphasige Einspeisungen aus drei voneinander unabhängigen einphasigen Drosseln. Sie sitzen in der Netzzuleitung von Stromrichtern und werden von Wechselströmen mit Netzfrequenz und den vom Stromrichter erzeugten Oberschwingungen durchflossen.

Als Einzelkomponente können Pulververbunddrosseln im Ein- oder Ausgangstromkreis von Frequenzumrichtern eingesetzt werden. Sintermetalldrosseln werden überall da eingesetzt, wo neben einer Netzdrossel, eine Entstörung vom nieder- bis in den hochfrequenten Bereich gewünscht wird.

Durch Ihre speziellen Werkstoffeigenschaften wird eine hervorragende Entstörung bis zu Frequenzen von 150 kHz erzielt. Die Drosseln weisen dabei eine hohe asymmetrische Dämpfung auf, die sicher die Auswirkungen von parasitären Kapazitäten von Motor, Kabeln und Umrichter begrenzen.

Die Anwendungen liegen im Bereich von geregelten Frequenzumrichter-Einspeise- / Rückspeiseeinheiten, die auf hochgetakteten Systemen arbeiten. Stromrichterschaltungen für unterbrechungsfreie Stromversorgungen können ebenso kostengünstig entstört werden.

#### Merkmale

- Gute HF-Eigenschaften bei hoher Sättigungsinduktion
- Hohe asymmetrische Dämpfung
- Hohe Anfangsinduktivität
- gutes EMV Verhalten

#### Air-core smoothing reactors

*TPK air-core smoothing reactors (naturally air cooled, energy content 380 Ws to 1.9 kW) are employed in the DC circuits of converter systems and are used, in particular, to limit the current rise in the event of disturbances, especially shoot-through. They work by causing the high-speed DC circuit-breakers to interrupt the rising interference current in time to prevent the branch fuses in the thyristor branches from blowing.*

#### Features

- Constant inductance regardless of load
- High short-circuit resistance
- Due to Al windings for a low weight
- 2 reactors can be arranged one above the other



#### Powder composit reactors

*Powder composit reactors for three-phase supplies consist of three mutually independent single-phase reactors. They are situated in the supply cable of power converters and are subject to a flow of alternating currents at mains frequency and harmonics produced by the converter.*

*As individual components, powder composit reactors can be inserted in the input or output circuit of frequency converters. They are used wherever low to high-frequency suppression is required, as well as a line reactor.*

*Thanks to their special material properties, they achieve excellent suppression up to frequencies of 150 kHz. These reactors feature high asymmetrical damping, which reliably limits the effects of parasitic capacitances from the motor, cables and converters.*

*They are used for controlled frequency converter-rectifier/regenerative units that work in fast-clocked systems. Interference suppression can also be achieved in converter connections for uninterruptible power supplies.*

#### Features

- Good HF characteristics with high saturation induction
- High asymmetrical damping
- High initial inductance
- Good EMC behaviour



### Bahndrosseln

Dazu zählen Drosseln für den Einsatz in elektrischen Triebfahrzeugen. Eingesetzt werden diese Drosseln sowohl in Straßenbahnen und U-Bahnen als auch in hochmodernen Höchstgeschwindigkeitstriebzügen. Dabei sind alle Komponenten in den speziell für die während des Bahnbetriebes auftretenden rauen Umgebungsbedingungen konzipiert und gefertigt. Dazu zählen erhöhte Anforderungen bezüglich Klimafestigkeit, Feuchtigkeit und Schadstoffen in der Umgebung. Alle Drosseln halten den mechanischen Anforderungen bezüglich der beim Bahnbetrieb permanent vorhandenen Erschütterungen stand. Darüber hinaus zeichnen sich die Drosseln durch geringe Geräuschemissionen aus.

#### Anwendung

mdexx Drosseln sind seit Jahrzehnten in Bahnantrieben rund um die Welt eingesetzt. Das somit erlangte Know How steht unseren Kunden jederzeit für neue Produktentwicklungen zur Verfügung.

#### Anwendungsbeispiele:

- Bordnetz-Container mit Transformator, Drossel und Umschalter dienen zur Versorgung des Bordnetzes bei unterschiedlichen Einspeisebedingungen.
- Saugkreisdrosseln dienen zur Glättung der Zwischenkreisspannung und der Reduzierung der Oberschwingungen im Zwischenkreis.
- Chopperdrosseln begrenzen die Stromsteilheit des getakteten Chopperstromes und der Kurzschlussströme.
- Stabkerndrosseln als Bestandteil des Netzfilters zum Überspannungsschutz und zur Begrenzung der Netz- bzw. Zwischenkreis- Oberschwingungsströme.

### Railway reactors

*These include reactors for use in electric motor vehicles. These reactors are used in trams and underground trains, as well as in ultra-modern high-speed locomotives. All components are specially designed and manufactured with the tough environmental conditions that occur during train operation. These include more exacting requirements in terms of resistance to extreme climates, humidity and pollutants in the environment. All reactors comply with the mechanical requirements as concerns the permanent vibrations occurring during train operation. In addition, the reactors have low noise emissions.*

#### Use

*mdexx reactors have been used in train drives around the world for decades. The expertise acquired over this time is now available to our customers at all times for new product developments.*

#### Examples of use:

- *Electrical wiring containers with transformer, reactor and transfer switch for supplying the train's electrical system under varying supply conditions.*
- *Balance coils smooth the DC link and reduce harmonics in the intermediate circuit.*
- *Chopper reactors limit the current gradient of the locked chopper current and the short-circuit currents.*
- *Rod core inductors as a component of the mains filters for overvoltage protection and for limiting mains or DC link harmonic currents.*



### Allgemeines

#### Induktivität

Die Induktivität der auf Eisen- oder Ferrit-Jochen aufgebauten Drosseln ist abhängig vom Kernmaterial, der Dimensionierung von Kern, Wicklung und Luftspalt. Sie ist eine Funktion vom Sättigungszustand des Kerns und damit stromabhängig.

Bei Luftdrosseln hängt die Induktivität nur von der Dimensionierung der Wicklung ab.

Die in den Auswahl- und Bestelldaten angegebene Induktivität  $L_x$  gilt

- Bei Netzdrosseln für den Betrieb mit  $I_{Ln}$

#### Verluste

Die in den Auswahl- und Bestelldaten angegebenen Eisenverluste  $P_{Fe}$  und der Wicklungsverluste  $P_W$  sollen bei der Projektierung zur Aufstellung der Verlustbilanz dienen.

#### Bemessungsströme $I_{Ln}$ und $I_{dn}$

Der Bemessungswechselstrom  $I_{Ln}$  der Kommutierungsdrosseln und Netzdrosseln ist derjenige Strom, für den die Drosseln bei Bemessungsbedingungen thermisch bemessen sind. Ein ausreichender Oberschwingungsanteil ist berücksichtigt.

Der Bemessungsleichstrom  $I_{dn}$  der Glättungsdrosseln ist der Effektivstrom (bestimmt aus Mittelwert und überlagerten Wechselgrößen), für den die Drosseln bei Bemessungsbedingungen thermisch bemessen sind. Dieser Wert gilt zusammen mit dem angegebenen maximal zulässigen Welligkeit des Gleichstromes.

### General Information

#### Inductance

*The inductance of iron or ferrite core-based reactors depends upon the core material and dimensions, the winding and the air gap. It is a function of the saturation status of the core and is therefore current-dependent. In the case of air-core reactors, the inductance depends solely on the winding dimensions.*

*The inductance stated in the selection and ordering data  $L_x$  applies*

- To line reactors for operation at  $I_{Ln}$

#### Losses

*The core losses  $P_{Fe}$  and winding losses  $P_W$  stated in the selection and ordering data should be used to calculate the overall losses during the project planning.*

#### Rated currents $I_{Ln}$ and $I_{dn}$

*The rated alternating current  $I_{Ln}$  of commutation and line reactors is the current for which the reactors are thermally rated under rated conditions. Sufficient harmonic content has been taken into consideration.*

*The rated direct current  $I_{dn}$  of the smoothing reactors is the effective current (based on the mean and superimposed periodic quantities), for which the reactors are thermally rated under rated conditions. This value applies in conjunction with the maximum permitted DC ripple.*

Minderung der Bemessungsspannung, des Bemessungsstromes in Abhängigkeit von Aufstellungshöhe und Kühlmitteltemperatur

Reducing the rated voltage and rated current as a function of site altitude and coolant temperature

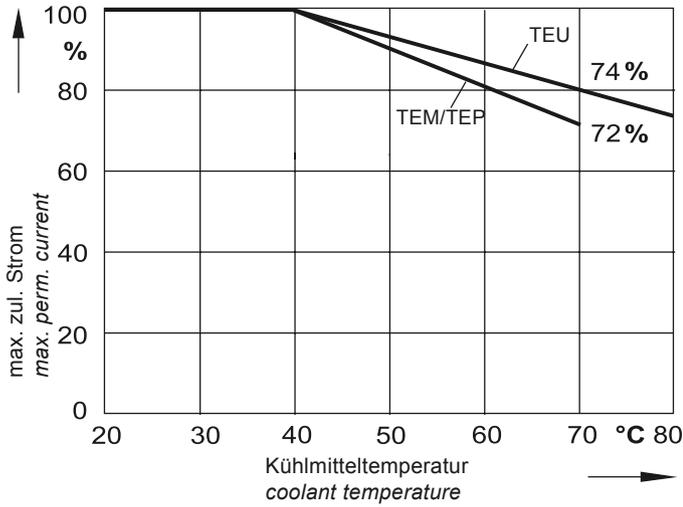


Bild 1 Abweichung des zulässigen Gleichstromes vom Bemessungsgleichstrom  $I_{dn}$ , bzw. des zulässigen Wechselstromes vom Bemessungswechselstrom  $I_n$  (bei Kühlmitteltemperaturen 40 °C) Kennlinie 74 % gilt für Drosseln TEU, TET, TPK Kennlinie 72 % gilt für Drosseln TEP, TEM

Figure 1 Deviation of the permitted direct current from the rated direct current  $I_{dn}$ , or the permitted alternating current from the rated alternating current  $I_n$  (at coolant temperatures of, 40 °C). Curve 74 % applies to TEU, TET and TPK reactors, curve 72 % to TEP and TEM reactors

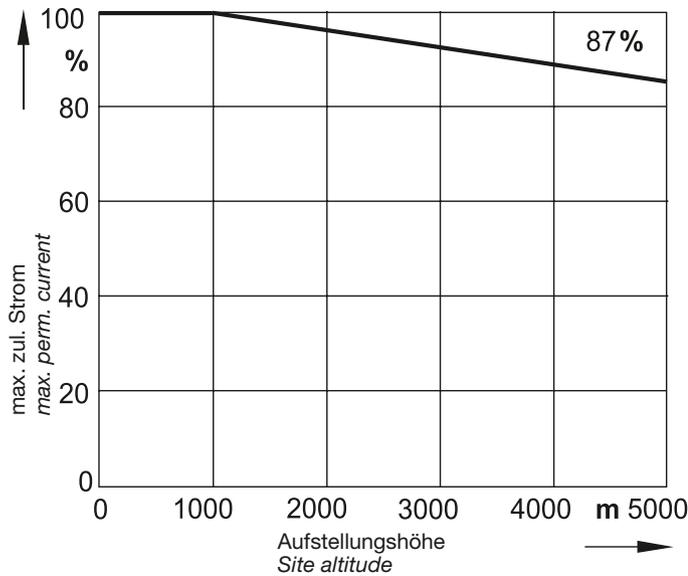


Bild 2 Abweichung des zulässigen Gleichstromes vom Bemessungsgleichstrom  $I_{dn}$ , bzw. des zulässigen Wechselstromes vom Bemessungswechselstrom  $I_n$  (bei Aufstellungshöhen > 1000 m über NN)

Figure 2 Deviation of the permitted direct current from the rated direct current  $I_{dn}$ , or of the permitted alternating current from the rated alternating current  $I_n$  (at site altitudes of > 1000 m above sea level)

7.5 / 8

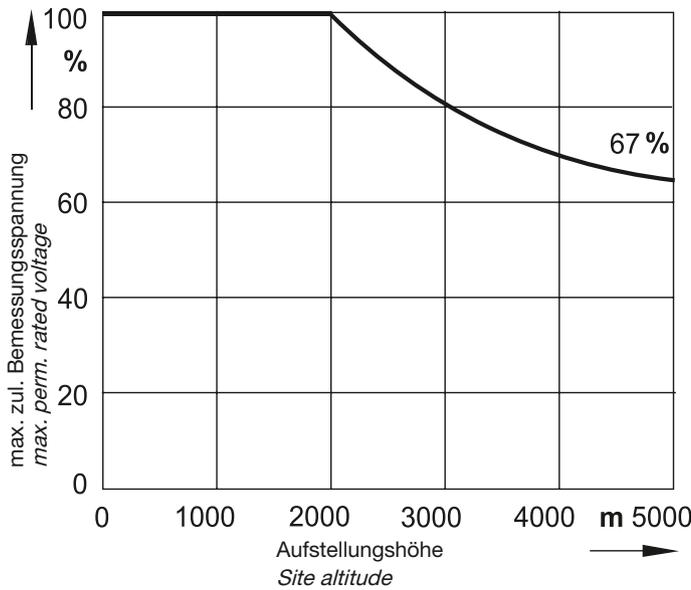


Bild 3 Minderung der Bemessungsspannung für Isolierung (bei Aufstellungshöhen > 2000 m über NN)

Figure 3 Reduction in rated voltage for insulation (at site altitudes of > 2000 m above sea level)

### Betrieb nach UL-Bestimmung

Drosseln der Reihe TEU sind in Wärmeklasse H ausgeführt. Bei Betrieb mit Bemessungswechselstrom und Bemessungsbetriebsbedingungen wird die für die Wärmeklasse H zulässige Übertemperatur ausgenutzt.

### Betrieb nach VDE-Bestimmungen

Drosseln der Reihe TEU und TET sind in der Wärmeklasse H ausgeführt, wohingegen die Angabe des Bemessungswechselstromes  $I_{Ln}$  bzw. -gleichstromes  $I_{dN}$  auf einer Ausnutzung nach Wärmeklasse F beruht. Diese Drosseln können dauernd um 6 % überlastet werden, wobei dann die für die Wärmeklasse H zulässige Übertemperatur erreicht wird.

### Anschlusstechnik

Für Bemessungsströme bis 50 A (bei Glättungsdrossel TEM bis 40 A) sind Anschlussklemmen angebaut. Sie sind fingersicher nach DIN VDE 0106 -100. Die anschließbaren Leiterquerschnitte sind bei den Maßzeichnungen im Drosselkapitel angegeben.

Bei Drosseln mit Bemessungsströmen > 50 A sind Flachanschlüsse vorgesehen. Maße siehe Maßzeichnungen in Kapitel 5.

### Geräteanschluss über Flachanschluss

Für Stromschienenverschraubungen, Geräteanschlüsse und Verbindungselemente sind folgende Werkstoffe mit dem angegebenen Korrosionsschutz zu verwenden:

Verbindungselemente	Innenanlagen Wechselstrom, Drehstrom bis 6300 A Gleichstrom bis und über 6300 A
Sechskantmutter ISO 4014, 4017 Sechskantmutter ISO 4032 Scheibe ISO 7089	Stahl, blau- oder dickschichtpassiviert A2K ISO 4042
Spannscheibe ISO 10670	Federstahl, mechanisch verzinkt Fst-mech. ZN20cC (Kurzzeichen nach ISO 4042)
Schnorr Scheibe	Federstahl, blau- oder dickschichtpassiviert

Tabelle 2

### Operation according to UL provisions

Series TEU reactors are designed to comply with temperature class H. During operation at rated alternating current and rated operating conditions, the permitted excess temperature for temperature class H is used to the full.

### Operation according to VDE provisions

Series TEU and TET reactors are designed to comply with temperature class H, although the specified rated alternating current  $I_{Ln}$  or direct current  $I_{dN}$  is based on use according to temperature class F. These reactors can be continuously overloaded by 6 %, which means that the permitted excess temperature for temperature class H is reached.

### Connection technology

Terminals are fitted for rated currents up to 50 A (with TEM iron-core reactors up to 40 A). These have protection against accidental contact according to DIN VDE 0106 -100. The connectable conductor cross sections are stated in the dimensioned drawings in the reactor chapter.

Flat terminal connections are provided for reactors with rated currents > 50 A. For dimensions, see dimensioned drawings in chapter 5.

### Equipment connection via flat terminal

For connection elements for busbar threaded joints and equipment connections, the following materials are used with the stated corrosion protection:

Connection elements	Indoor installations, Direct current up to and over 6300 A
Hex nut ISO 4014, 4017 Hex nut ISO 4032 Washer ISO 7089	Steel, blue or thick layer passivated A2K ISO 4042
Strain washer ISO 10670	Spring steel, mechanically galvanised spring steel mech. ZN20cC. (Code to ISO 4042)
Schnorr-lock washer	Spring steel, blue or thick layer passivated

Table 2

Verbindung von...mit...	Cu, Al, Al-Mg-Si 0,5-F17 (Pantal)	Cu versilbert, Cu vernickelt, Cu verzinkt
Cu	Kontaktflächen metallisch blank machen (z.B. Feilenbürste, Putzstein) und sofort mit säurefreier Vaseline, z.B. Shell 8422, leicht einfetten. Für Cu und Al getrennte Bürsten verwenden.	Kontaktflächen mit 1.1.1-Trichlorethan (z.B. Mecloran), hartem Kunststoff-schwamm oder ähnlichem Reinigungsmittel reinigen und sofort mit säurefreier Vaseline, z.B. Shell 8422, leicht einfetten. Galvanische Oberfläche nicht mit Drahtbürste, Putzstein, Flexscheibe behandeln.
Al-Mg-Si 0,5-F17 (Pantal)	Kontaktflächen wie oben behandeln und sofort mit säurefreier Vaseline, z.B. Shell 8422, leicht einfetten.	Silber entfernen, Nickel entfernen, Zinn entfernen. Anschließend mit säurefreier Vaseline, z.B. Shell 8422, leicht einfetten. Kontaktflächen von Al- bzw. Al-Mg-Si-Stromschienen mit Feilbürste blank bürsten und sofort mit säurefreier Vaseline, z.B. Shell 8422, leicht einfetten.

Tabelle 3 Kontaktflächenbehandlung Cu – Al

Connecting ...to...	Cu, Al, Al-Mg-Si 0.5-F17 (wrought aluminium-manganese-silicon alloy)	Cu silver-plated, Cu nickel-plated, Cu tin-plated
Cu	Make contact surfaces metallic and bare (e.g. file brush, pumice stone), then immediately apply a little acid-free Vaseline, e.g. Shell 8422. Use separate brushes for Cu and Al.	Clean contact surfaces with 1.1.1-trichloroethane (e.g. Mecloran), a hard plastic sponge or similar cleaning agent, then immediately apply a little acid-free Vaseline, e.g. Shell 8422. Do not treat electroplated surfaces with wire brushes, pumice stones or polishing wheels.
Al-Mg-Si 0.5-F17 (wrought aluminium-manganese-silicon alloy)	Treat contact surfaces as described above, and immediately apply a little acid-free Vaseline, e.g. Shell 8422.	Remove silver, remove nickel, remove tin. Next, apply a little acid-free Vaseline, e.g. Shell 8422. Brush contact surfaces of Al or Al-Mg-Si busbars with a file brush until bare, and immediately apply a little acid-free Vaseline, e.g. Shell 8422.

Table 3 Treatment of Cu – Al contact surfaces

### Schraubenanziehdrehmomente für Stromschienenverschraubungen und Geräteanschlüsse

Die in folgenden Tabellen angegebenen Anzugsdrehmomente beziehen sich auf die Verwendung von Spannscheiben nach ISO 10670. Die Anzugsdrehmomente der Schraubenverbindungen werden vom Schraubenmaterial, Materialfestigkeit, Oberflächenrauheit, Kopf- und Gewindereibung beeinflusst. Um diese Einflussgrößen möglichst klein zu halten, Gewinde, Kopf- und Mutterauflage entsprechend fetten. Damit wird eine Gewinde- oder Kopfreibung von ca. 0,12 µm gesamt erreicht. Zum Fetten Pinsel verwenden:

Oberflächenschutz / Werkstoff Surface treatment/material	Fett Grease
Galvanisch verzinkt A3L, gal. Zn Galvanised A3L, gal. Zn	Centoplex 24 dl
Feuerverzinkt t Zn Hot-galvanised t Zn	Longterm 2 plus
Austenitisch A2, A4 Austenitic A2, A4	Molykote Paste G Rapid

Tabelle 4 Oberflächenschutz

### Bolt tightening torques for busbar threaded joints and equipment connections

The tightening torques contained in the table below are based on the use of strain washers to ISO 10670. The tightening torques of the threaded joints are influenced by the bolt material, material strength, surface roughness, head and thread friction. Grease the thread, the head and nut bearing face to keep these influencing variables to a minimum. This will enable a thread or head friction of approx. 0.12 µm overall to be achieved. Use a small brush to apply grease:

Table 4 Surface treatment

## 7.5. Drosseln

### 7.5. Reactors

Anzugsdrehmomente sind nach Tabelle 5 einzuhalten. Schrauben grundsätzlich mit Drehmomentschlüssel anziehen. Stichproben nach Anzug der Schrauben sind mit den Kontrollanziehdrehmomenten durchzuführen. Mit vorgeschriebenem Anziehdrehmoment angezogene Schraubenverbindungen gewährleisten auch nach Setzerscheinungen noch ausreichenden Kontaktdruck. Das heißt, dass bei einer späteren Kontrolle abweichende Anziehdrehmomente gemessen werden können. Das Kontrollanzugsdrehmoment für Stromschienverschraubungen muss aber auch dann noch den Nennanziehdrehmomenten nach DIN 43673 -1, bzw. für Geräteanschluss den unten angegebenen Werten entsprechen. Schraubverbindungen an Flachmaterial, sowie Hochstromschiene aus Aluminium nach frühestens einem Tag oder nach Beendigung der Montage nochmals mit Drehmomentschlüssel anziehen.

The tightening torques in Table 5 must be complied with. Always tighten bolts with a torque wrench. After tightening bolts, check the tightening torque of bolts at random. Threaded joints tightened to the specified torque still provide sufficient contact pressure even after settling. In other words, different tightening torques may be measured during subsequent checks. However, the reference tightening torque for busbar threaded joints must still conform to the nominal tightening torques as per DIN 43673 -1, or the values stated below in the case of equipment connections. Tighten threaded joints on flat material and high-current aluminium busbars once again with the torque wrench after one day at the earliest or on completion of assembly.

Einsatz	Werkstoff	Festigkeit nach ISO 898 Schraube	Festigkeit nach ISO 898 Mutter	M6	M8	M10	M12	M16	M20
Use	Material	Strength to ISO 898 Bolt	Strength to ISO 898 Nut	M6	M8	M10	M12	M16	M20
				[Nm]	[Nm]	[Nm]	[Nm]	[Nm]	[Nm]
Anschluss an Niederspannungsgeräten, Kabelanschlüsse Connection to low-voltage units, cable connections	Stahl Steel	5,6 8,8	8	5	10	20	40	90	280

Tabelle 5 Schraubverbindungen, Anzugsdrehmomente für M6 bis M20 angegeben in Nm  
Table 5 Threaded joints, tightening torques for M6 to M20 stated in Nm

Einsatz	M6	M8	M10	M12	M16
Use	M6	M8	M10	M12	M16
	[Nm]	[Nm]	[Nm]	[Nm]	[Nm]
Anschluss an Niederspannungsgeräten Connection to low-voltage units	4	8	15	30	70

Tabelle 6 Kontroll-Anziehdrehmomente in Nm für Stromschienverschraubungen und Geräteanschlüsse

Table 6 Reference tightening torques in Nm for busbar threaded joints and equipment connections

### Zulässige Einbaulage

Die für jede Ausführung der Drosseln zulässige Einbaulage ist bei den Maßbildern angegeben.

### Permitted installation position

The permitted installation position for each reactor version is shown in the dimensioned diagrams.

Dreiphasen-Netzdrosseln

Baureihen

Dreiphasen - Netzdrosseln stehen in zwei Ausführungen zur Verfügung:

- Mit 2 % bezogenem Spannungsabfall  $U_D$ , für Stromrichter ohne Netzspeisung
- Mit 4 % bezogenem Spannungsabfall  $U_D$ , für Stromrichter zusammen mit Spartransformatoren bei Netzspeisung

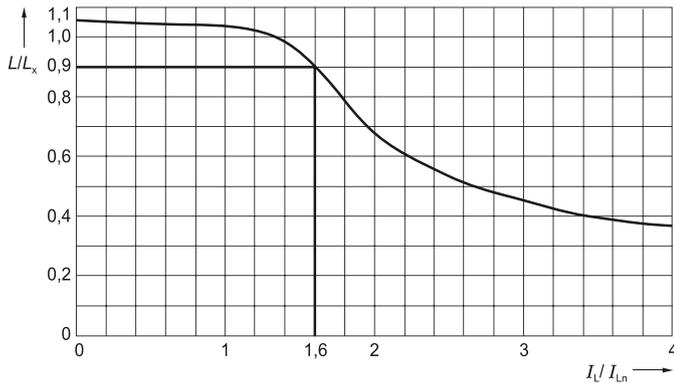


Bild 4 Typischer Verlauf der Induktivität einer Netzdrossel

Three-phase line reactors

Series

Three-phase line reactors are available in two versions:

- With 2 % reference voltage drop  $U_D$ , for power converters without circuit feedback
- With 4 % reference voltage drop  $U_D$ , for power converters together with autotransformers with circuit feedback

- $L_x$  = Nenninduktivität  
Rated inductance
- $I_{LN}$  = Bemessungsstrom  
Rated current
- $L$  = Induktivität bei Spitzenstrom  
Inductance at overcurrent
- $I_L$  = Spitzenstrom  
Overcurrent

Figure 4 Typical curve of inductance of line choke

Spannungsabfall  $\Delta U$  bzw. bezogener Spannungsabfall  $u_D$

Bei Dreiphasen - Netzdrosseln wird der Spannungsabfall  $\Delta U$  je Drosselstrang bei Belastung mit Bemessungswechselstrom  $I_{LN}$  und Netzfrequenz  $f = 50$  Hz oder  $60$  Hz angegeben.

Der prozentuale Spannungsabfall  $u_D$  errechnet sich aus folgender Formel:

$$u_D = \frac{\Delta U \times 100 \times \sqrt{3}}{U_N} \quad \text{in \%}$$

$$L_x = \frac{\Delta U}{I_{LN} \times \omega}$$

$$\omega = 2\pi \times f$$

Voltage drop  $\Delta U$  or reference voltage drop  $u_D$

For three - phase line reactors, the voltage drop  $\Delta U$  is stated for each reactor phase under a load of rated alternating current  $I_{LN}$  and mains frequency  $f = 50$  Hz or  $60$  Hz.

The percentage voltage drop  $u_D$  is calculated using the following formula:

- $u_D$  = Bezogener Spannungsabfall in %  
Reference voltage drop in %
- $\Delta U$  = Spannungsabfall  
Voltage drop
- $U_N$  = Bemessungsspannung  
Rated voltage
- $I_{LN}$  = Bemessungsstrom  
Rated current
- $f$  = Netzfrequenz  
Mains frequency

Empfohlene Anschlussspannung  $U_N$ , bezogener Spannungsabfall  $u_D$  und Isolationsbemessung

In den Auswahl- und Bestelldaten werden für die Drosseln eine empfohlene Anschlussspannung  $U_N$  angegeben. Die den Drosseln zugeordneten prozentualen Spannungsabfälle  $u_D$  gelten für diese jeweilige empfohlene Anschlussspannung  $U_N$ .

Die in den Auswahl- und Bestelldaten angegebene Bemessungsspannung der Isolierung erlaubt auch einen Einsatz der Drosseln an Spannungen, die von der empfohlenen Anschlussspannung  $U_N$  abweichen, jedoch kleiner oder gleich den Bemessungsspannungen der Isolierung sind. Der bezogene Spannungsabfall  $u_D$  ändert sich dann und kann nach der Formel im Abschnitt „Spannungsabfall  $\Delta U$  bzw. bezogener Spannungsabfall  $u_D$ “ errechnet werden.

Eine Drossel mit dem in Prozent angegebenen bezogenen Spannungsabfall  $u_D$  entspricht in ihrer Wirkung zum Netz hin einem Transformator mit gleichem  $U_K$ .

Recommended connection voltage  $U_N$ , reference voltage drop  $u_D$  and insulation rating

A recommended voltage drop  $U_N$  is specified for the reactors in the selection and ordering data. The percentage voltage drops  $u_D$  assigned to the reactors apply at the respective recommended connection voltage  $U_N$ . The rated voltage specified in the selection and ordering data for the insulation also permits the use of reactors for voltages that deviate from the recommended connection voltage  $U_N$ , but are smaller or equal to the rated voltage of the insulation. The reference voltage drop  $u_D$  then changes, and can be calculated using the formula in the section “Voltage drop  $\Delta U$  or reference voltage drop  $u_D$ ”.

The effect on the network of a reactor with the reference voltage drop  $u_D$  in percent is equivalent to that of a transformer with the same  $U_K$ .

### Betrieb mit Wechsellast

Drosseln sind nicht dauernd überlastbar (Ausnahme Drosseln, die nach Wärmeklasse H isoliert, deren Daten jedoch entsprechend einer Ausnutzung nach Wärmeklasse F angegeben werden).

Kurzzeitige Überlastungen sind zulässig, wenn folgende Bedingungen eingehalten werden:

$$I_L = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{k=n} (I_k^2 \cdot t_k)}{\sum_{k=1}^{k=n} t_k}} \leq I_{LN}$$

$$SD = \sum_{k=1}^{k=n} t_k$$

- Die Spieldauer SD des Lastspiels ist  $\leq 10$  min.
- SD > 10 min entspricht bei Drosseln Dauerbetrieb.
- Der Effektivwert der Belastung während der Spieldauer übersteigt nicht den Bemessungsstrom der Drossel.
- Die Überlastungen während der Spieldauer übersteigen nicht den 10-fachen Wert des Bemessungsstromes der Drossel.

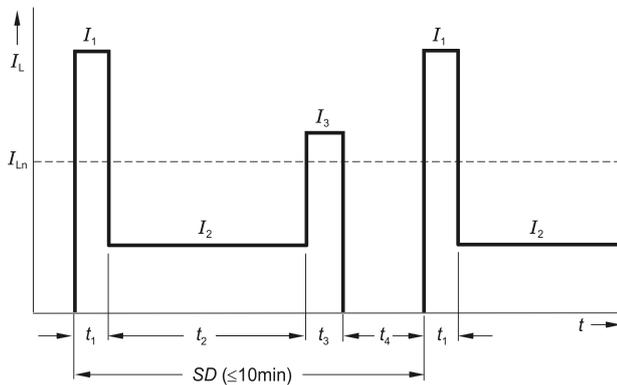


Bild 5 Beispiel Betrieb mit Wechsellast

Bei Betrieb der Drosseln über dem Bemessungswechselstrom  $I_{LN}$  erhöht sich der Geräuschpegel der Drosseln.

Entsprechend Bild 4 gehen Drosseln bei Überlastung in den Sättigungsbereich, so dass sich die Induktivität L verringert.

### Betrieb mit Netzfrequenz 50 Hz und 60 Hz

Dreiphasen-Netzdrosseln sind in Verbindung mit der empfohlenen Anschlussspannung  $U_N$  für folgende Netzfrequenzen vorgesehen (s. auch Auswahl- und Bestelldaten).

- $U_N = 400$  V und  $f = 50$  Hz bzw.
- $U_N = 480$  V und  $f = 60$  Hz
- $U_N = 500$  V und  $f = 50$  Hz
- $U_N = 690$  V und  $f = 50$  Hz

Drosseln für  $U_N = 400$  V und  $f = 50$  Hz können ohne Einschränkung auch mit  $U_N = 480$  V und  $f = 60$  Hz betrieben werden.

Für Drosseln mit  $U_N = 500$  V und  $U_N = 690$  V ist ein Betrieb der Drosseln mit Netzfrequenz  $f = 60$  Hz ist zulässig. Dabei reduziert sich der zulässige Bemessungsstrom  $I_{LN}$  auf 90 %.

$$I_{LN}(60 \text{ Hz}) = 0,9 \times I_{LN}(50 \text{ Hz})$$

### Operating under fluctuating load

Reactors cannot be continuously overloaded (with the exception of reactors with temperature class H insulation, for which the data correspond to temperature class F, however).

Brief overloads are permitted, if the following conditions are adhered to:

SD = Spieldauer des Lastspiels

Cycle time of load cycle

$I_L$  = Gemittelter Laststrom

Average load current

$I_{LN}$  = Bemessungsstrom

Rated current

- The cycle time (SD) of the load cycle is  $\leq 10$  min.
- SD > 10 min for reactors equals continuous duty
- The RMS value of the load during the cycle time does not exceed the rated current of the reactor.
- The overloads during the cycle time do not exceed 10 times the value of the rated current of the reactor.

$I_k$  = Belastungsströme  $I_1 \dots I_k$

Load currents  $I_1 \dots I_k$

$t_k$  = Belastungs-/Pausenzeit  $t_1 \dots t_k$

Load and pause time  $t_1 \dots t_k$

Figure 5 Example of operation under fluctuating load

Operation of reactors above the rated alternating current results in higher noise levels of the reactors.

When overloaded, reactors go into saturation range, so that the inductance L is reduced, as shown in Figure 4.

### Operation with mains frequency 50 Hz and 60 Hz

In connection with the recommended connection voltage  $U_N$  three-phase line reactors are intended for the following mains frequencies (also see selection and ordering data).

- $U_N = 400$  V and  $f = 50$  Hz or
- $U_N = 480$  V and  $f = 60$  Hz
- $U_N = 500$  V and  $f = 50$  Hz
- $U_N = 690$  V and  $f = 50$  Hz

Reactors for  $U_N = 400$  V and  $f = 50$  Hz can also be operated with  $U_N = 480$  V and  $f = 60$  Hz without restriction.

For reactors with  $U_N = 500$  V and  $U_N = 690$  V, operation of reactors with mains frequency  $f = 60$  Hz is permitted. In this case, the permitted rated current is reduced to 90 %.

### Verluste

Die in den Auswahl- und Bestelldaten notierten Verluste gelten für Kommutierungsdrosseln bei Bemessungsstrom  $I_{Ln}$  und  $f=50$  Hz, sowie Betrieb mit  $0,9 \times I_{Ln}$  bei Netzfrequenz von  $f=60$  Hz. Für Dreiphasen-Netzdrosseln gilt, für Betrieb mit 60 Hz sind die Eisenverluste nach folgender Formel zu errechnen.

$$P_{Fe60} = 1,3 \times P_{Fe50}$$

### Anschlussbezeichnungen

Die Anschlussbezeichnungen der Drosseln sind in den Bildern 6 und 7 dargestellt.



Bild 6 Typ TEM  
Figure 6 Type TEM

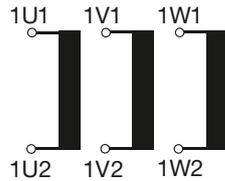


Bild 7 Typ TEU, TEP  
Figure 7 Types TEU and TEP

### Losses

The losses stated in the selection and ordering data apply to commutation reactors at rated current  $I_{Ln}$  and  $f=50$  Hz, and operation at  $0,9 \times I_{Ln}$  at a mains frequency of  $f=60$  Hz. For three-phase line reactors, core losses for operation at 60 Hz are calculated using the formula below.

$P_{Fe60}$  = Kernverluste bei 60 Hz  
Core losses at 60 Hz  
 $P_{Fe50}$  = Kernverluste bei 50 Hz  
Core losses at 50 Hz

### Connection designations

The connection designations of the reactors are shown in Figures 6 and 7.

## Ausgangsdrosseln

### Mögliche anschließbare Leitungslängen

Ausgangsdrosseln kompensieren Umladeströme aus den Kabelkapazitäten bei langen Leitungen.

#### Hinweis:

Im allgemeinen sind die mdexx Ausgangsdrosseln in den Leistungsbereichen bis ...

- 75kW für 200m geschirmte / 300m ungeschirmte Leitung einsetzbar

### Kabellängen

Die genannte Leitungslänge zum Einsatz von Ausgangsdrosseln versteht sich als Richtwert. Effektiv zu erreichende Motorleitungslängen hängen im Wesentlichen von folgenden Faktoren ab:

- Verhältnis von Umrichter- / Wechselrichter-Ausgangsstrom zum Motorbemessungsstrom
- Netzanschlussspannung
- Leitungstyp und Querschnitt
- Maximaler Laststrom

Allgemein können sich größere Kabellängen ergeben, wenn

- Die maximal mögliche Netzanschlussspannung des Umrichters nicht ausgenutzt wird
- Kabel mit kleinerem Querschnitt vorgesehen werden

## Output reactors

### Possible connectable cable lengths

Iron-core output reactors compensate transfer currents from the cable capacitances of long cables.

#### Note:

mdexx output reactors are generally used in performance ranges up to ...

- 75kW for 200m shielded / 300m unshielded cable useable

### Cable lengths

The mentioned cable length for the use of output reactors is for the purpose of guidance. The lengths of motor cables that can effectively be achieved depend to a great extent upon the following factors:

- The ratio of converter/inverter output current to the rated motor current
- Mains voltage
- Cable type and cross section
- Maximum load current

In general, longer cables may be required if

- The maximum permitted mains voltage of the converter is not being used to the full
- Cables with a smaller cross section are to be used

## Filterkreisdrosseln

### Filterkreisdrosseln in Kompensationsanlagen

In unseren Netzen werden heute mehr und mehr Oberschwingungs-erzeugende Verbraucher mit induktiver Last betrieben. Dazu gehören u.a. Leuchtstofflampen, Dimmer, drehzahlveränderbare Antriebe und Gleichrichter.

Hierdurch steigt die Oberschwingungsbelastung und der Klirrfaktor des Netzes. Die Blindleistung erhöht zudem die Stromkosten und die Übertragungsverluste sowie die Belastung von Übertragungs- und Verteilungseinrichtungen.

Die zur verbrauchernahen Kompensation erforderlichen Kondensatoren bilden in Verbindung mit dem einspeisenden Transformator und den Netzinduktivitäten einen Schwingkreis, der durch die Oberschwingungen undefiniert in Resonanz geraten und damit zur Verstärkung der Oberschwingungen führen kann.

Der Einsatz von Filterdrosseln, die mit den Kondensatoren unter Berücksichtigung eines Tonfrequenz-Rundsteuerbetriebes auf eine definierte Reihenresonanzfrequenz eingestellt werden, verhindert diesen physikalischen Effekt.

### Verdrosselte Kondensatoren (Verstimmter Filterkreis)

Unter einem verdrosselten Kondensator versteht man eine Reihenschaltung aus Drosselspule und Kondensator. Hierdurch wird ein Reihenschwingkreis mit einer festen **Resonanzfrequenz  $f_R$**  gebildet. Die Resonanzfrequenz wird durch die Dimensionierung von Drossel und Kondensator so bestimmt, dass sie **unterhalb** der 5. Oberschwingungsfrequenz liegt. Damit erreicht man, dass das System für alle Oberschwingungsfrequenzen induktiv ist, und gefährliche Resonanzen zwischen Kondensator und Netzinduktivitäten (z.B. Transformator) unterbunden werden. Verdrosselte Kondensatoren mit mehreren Stufen können durch den Einsatz von Blindleistungsregleinheiten auf den jeweiligen Kompensationsbedarf eingestellt werden.

Durch die Auslegung und Zuordnung von Filterkreisdrosseln und Kondensatoren zueinander, kann die Höhe der Absaugung der Oberwellenströme bestimmt werden.

Die Größe der Absaugung wird durch den **Verdrosselungsfaktor  $p$**  bestimmt. Dieser Wert gibt das Verhältnis zwischen Drossel- und Kondensatorreaktanz an.



Bild 8 Filterkreis Anwendung mit Drossel und Kondensator

## Filter reactors

### Filter reactors in compensation systems

*These days, more and more harmonics-producing loads with inductive load are operated on our networks. These include fluorescent lamps, dimmers, variable-speed drives and rectifiers, for example.*

*This increases the network's harmonic load and total harmonic distortion.*

*Additionally, the reactive power increases electricity costs and transmission losses, as well as the load on routing and distribution equipment.*

*Together with the supplying transformer and the mains inductance, the capacitors required for compensation close to the load form a resonant circuit, which the harmonics may cause to resonate in an undefined manner, resulting in a possible increase in the harmonics.*

*The use of filter reactors, which are set to a defined series resonant frequency along with the capacitors, for operation with audio-frequency ripple control, prevents this physical effect.*

### Inductor-capacitor units (detuned filter circuit)

*An inductor-capacitor unit comprises a choke coil and capacitor connected in series. This forms a series resonant circuit with a fixed resonance frequency  $f_R$ . The resonance frequency is determined by the dimensions of the reactor and capacitor in such a way that it lies below the fifth harmonic. The result is that the system is inductive for all harmonic frequencies, and dangerous resonances between the capacitor and mains inductance (e.g. transformer) are prevented. Inductor-capacitor units with several stages can be set to the required compensation level through the use of VAr control units.*

*The layout and arrangement of filter reactors and capacitors in relation to one another can determine the amount of absorption of harmonic currents. The amount of absorption is determined by the **choking factor  $p$** . This value indicates the relationship between reactor and capacitor reactance.*

Figure 8 Filter circuit application with reactor and capacitor

**Anmerkungen:**

Bei den derzeit üblichen 6-pulsigen gesteuerten Brückenschaltungen in der Umrichter-technik treten im Wesentlichen Oberwellen der Ordnungszahl  $\gamma$  in folgender Form auf:

$$\gamma = p \times k \pm 1$$

mit:

$p$  = Pulszahl

$k$  = natürliche Konstante: 1... n

$\gamma$  = Ordnungszahl (ergibt die Ordnungszahlen : 5, 7, 11, 13, etc.)

Übliche Verdrosselungsfaktoren sind 5,67 %, 7 %, 12,5 % und 14 %

Die Resonanzfrequenz  $f_R$  lässt sich wie folgt bestimmen:

$$f_R = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_\gamma \times L_x}}$$

Verdrosselungsgrad $p$ Choking degree $p$	Resonanzfrequenz $f_R$ Resonance frequency $f_R$
5,67 %	210 Hz
7 %	189 Hz
14 %	134 Hz

Tabelle 7 Resonanzfrequenzen  
Table 7 Resonance frequencies

Da im allgemeinen wesentliche Oberschwingungen im Bereich der 5. Harmonischen (250 Hz/300 Hz) auftreten, wird die Absaugung dieser Störungen besser, je dichter die Resonanzfrequenz an der 5. Harmonischen Oberschwingung liegt.

**Leistungsangepasste Ausführung**

In dem durch die Drossel und den Kondensator gebildeten Schwingkreis entstehen am Kondensator Spannungsüberhöhungen. Bei exakt festgelegter Kondensatorkapazität können diese Spannungsüberhöhungen berücksichtigt werden.

Durch die Wahl einer geeigneten Drossel, die in ihrer Induktivität angepasst ist, lässt sich die vom Kunden geforderte Kompensationsleistung bestimmen. Die in diesem Katalog beschriebenen Drosseln sind für die angepasste Leistung dimensioniert.

**Nichtleistungsangepasste Ausführung**

In bereits vorhandenen, unverdrosselten Kompensationsanlagen kann eine nachträgliche Verdrosselung durchgeführt werden. Da in solch einem Fall meist auf Standardkondensatoren zurückgegriffen wird, führt der Einsatz einer nicht angepassten Drossel zu einer Spannungserhöhung an den Kondensatoren, die gegebenenfalls bei der Kondensatordimensionierung beachtet werden muss. Die Standard Verdrosselungsfaktoren werden nicht exakt erreicht.

**Comments:**

In the 6-pulse controlled bridge circuits commonly used in converter technology today, harmonics largely occur in the order  $\gamma$  in the following form:  $\gamma = p \times k \pm 1$

$$= p \times k \pm 1$$

with:

$p$  = no. of pulses

$k$  = natural constant: 1 ... n

$\gamma$  = harmonic order (produces the orders: 5, 7, 11, 13, etc.)

Common choking factors are 5.67 %, 7 %, 12.5 % and 14 %

The resonance frequency  $f_R$  can be determined as follows:

- $f_R$  = Resonanzfrequenz  
Resonance frequency
- $C_\gamma$  = Kapazität in Dreieck in  $\mu$   
Capacity in delta in  $\mu$
- $L_x$  = Induktivität in mH  
Inductance in mH

As significant harmonics generally occur in the area of the fifth harmonic (250 Hz / 300 Hz), the absorption of this interference is better the closer the resonance frequency is to the fifth harmonic.

**Performance-adapted version**

The capacitor is subject to voltage rises in the resonant circuit formed by the reactor and the capacitor. If the capacitance of the capacitor is established precisely, these voltage rises can be taken into consideration.

By selecting a suitable reactor, with adapted inductance, the compensation performance required by the customer can be achieved. The reactors described in this catalogue are dimensioned for adapted performance.

**Non-performance-adapted version**

In existing compensation systems without a reactor, subsequent choking can be achieved. Since standard capacitors must mostly be used in cases such as this, the use of an unadapted reactor leads to a voltage rise at the capacitors, which may have to be taken into account when dimensioning the capacitor. The standard choking factors are not reached precisely.

### Einsatz in 60 Hz-Netzen

Der in den Tabellen angegebene Bemessungsstrom ist bei 60 Hz-Betrieb um 10 % zu reduzieren.

$$I_{Ln}(60 \text{ Hz}) = 0,9 \times I_{Ln}(50 \text{ Hz})$$

Hierdurch wird die Erhöhung der Eisenverluste aufgrund der höheren Frequenz durch Reduzierung der Stromwärmeverluste in der Wicklung aufgefangen. Der Absolut-Wert des Stromes, bis zu dem die Drossel ihre Linearität behält, bleibt konstant, d.h. dass das Vielfache des Linearwertes bezogen auf den 50 Hz-Effektivstrom bei 60 Hz um 10 % ansteigt.

Zu beachten ist, dass sich die Oberschwingungsbeanspruchung der Drossel nicht wesentlich ändern darf:

Der Verdrosselungsfaktor muss in etwa beibehalten werden (eine Abweichung nach oben ist eher zulässig als eine nach unten).

Die zugrunde gelegten Spannungsanteile der Oberschwingungen müssen gleich bleiben

(3. Harm.: 0,5 %, 5 Harm.: 5 %, 7. Harm.: 5 %)

### Oberschwingungsanteile bei kundenspezifischen Drosseln

Zur Spezifikation der Filterkreisdrossel wird der Grund- und Oberschwingungsanteil der Netzspannung oder alternativ des Stromes benötigt. Werden hier keine Angaben gemacht, so wird mit den folgenden aufgeführten Standardwerten gerechnet. Oberwellenströme können nach Angabe der Spannungsanteile selbständig berechnet werden.

Angegebene Werte sind [%]-Werte in Bezug auf den Effektivwert der Grundschwingung der Netzspannung, Indizes verstehen sich als Ordnungszahl der zugehörigen Oberschwingung:

$U_1 = 106 \%$	$U_3 = 0,5 \%$	$U_5 = 5 \%$	$U_7 = 5 \%$
----------------	----------------	--------------	--------------

### Glättungsdrosseln

#### Gleichstrom $I_d$ , Bemessungsgleichstrom $I_{dN}$

Bei allen Angaben zu „Gleichströmen  $I_d$ “ handelt es sich in diesem Katalog um Effektivwerte (bestimmt aus dem Mittelwert und überlagerten Wechselgrößen). Berücksichtigung finden alle überlagerten Wechselströme, die eine Welligkeit des Gleichstromes von  $\leq 30 \%$  verursachen.

Die sich aus 2- oder 6 pulsigen Stromrichterschaltungen ergebenden Frequenzen der überlagerten Wechselströme sind berücksichtigt. Die Daten gelten für Netzfrequenzen 50 Hz ... 60 Hz.

Der Bemessungsgleichstrom  $I_d$  der Glättungsdrossel ist der zulässige Effektivwert des Stromes, für den die Drossel thermisch bemessen ist. Dieser Wert gilt zusammen mit der in der Kurzbeschreibung angegebenen maximal zulässigen Welligkeit des Gleichstromes.

### Use in 60 Hz networks

The rated current stated in the tables must be reduced by 10 % during operation at 60 Hz.

This will prevent an increase in core losses caused by the higher frequency, by reducing ohmic losses in the winding. The absolute value of the current, up to which the reactor maintains its linearity, remains constant, i.e. the multiple of the linear value based on an effective current of 50 Hz rises by 10 % at 60 Hz. It is important to note that the harmonic load upon the reactor may not change significantly:

The choking factor must be approximately maintained (an upwards deviation is somewhat preferable to a downwards deviation).

The basic voltage components of the harmonics must remain the same (3rd harmonic: 0.5 %, 5th harmonic: 5%, 7th harmonic: 5%)

### Harmonic components of customised reactors

In order to specify filter reactors, the fundamental and harmonic components of the mains voltage – or alternatively, of the current – are required. If this information is not provided, the standard values below are assumed. Harmonic currents can be calculated independently when the voltage components are known. Stated values are [%] values based on the RMS value of the fundamental component of the nominal mains voltage; indices are the order of the respective harmonic:

### Smoothing reactors

#### Direct current $I_d$ , rated direct current $I_{dN}$

All indications of “direct currents  $I_d$ ” in this catalogue are RMS values (based on the mean and superimposed periodic quantities). All ripple currents that produce a ripple in the direct current of  $\leq 30\%$  are taken into consideration. The frequencies of the ripple currents generated by 2 or 6-pulse converter connections have been taken into account. The data applies to mains frequencies of 50 Hz ... 60 Hz.

The rated direct current  $I_d$  of the smoothing reactor is the permitted RMS value of the current, for which the reactor is thermally rated. This value applies in conjunction with the maximum permitted DC ripple stated in the brief description.

### Welligkeit des Gleichstromes

Bei der Auswahl und beim Betrieb von Glättungsdrosseln ist zu beachten, dass die Welligkeit des Gleichstromes den in der Kurzbeschreibung angegebenen Wert nicht überschreitet. Der zulässige Wert der Welligkeit gilt bei Betrieb der Drossel mit Bemessungsgleichstrom  $I_{dn}$ . Bei Betrieb der Drosseln mit kleineren Gleichströmen  $I_d$  als Bemessungsgleichstrom  $I_{dn}$  darf der Effektivwert des überlagerten Wechselstromes  $I_{eff}$  maximal den Wert erreichen, der sich aus der zulässigen Welligkeit bei Betrieb mit Bemessungsgleichstrom ergibt. Der Bemessung der Drosseln liegt folgende Definition der Welligkeit zugrunde:

$$W_i = I_{eff} / I_{ar} \times 100 [\%]$$

$I_{eff}$  = Effektivwert des überlagerten Wechselstromes

$W_i$  = Welligkeit des Gleichstromes  $I_d$

$I_{ar}$  = Arithmetischer Mittelwert des Gleichstromes

### Frequenzen

Die in den Auswahltabellen angegebenen Bemessungsgleichströme  $I_{dn}$  bzw. die Bemessungsgleichströme  $I_{dn}$  bei Drosseln, die nur mit unvollständiger Bestell-Nr. aufgeführt sind, gelten unter Berücksichtigung von überlagerten Wechselströmen, die eine Welligkeit des Gleichstromes von  $\leq 30\%$  verursachen.

Die sich aus 2- oder 6 pulsigen Stromrichterschaltungen ergebenden Frequenzen der überlagerten Wechselströme sind berücksichtigt. Die Daten gelten für Netzfrequenzen 50 Hz...60 Hz. Für hiervon abweichende Stromrichterschaltungen ist eine Anfrage erforderlich.

### Verluste

Die in den Auswahl- und Bestelldaten angegebenen Verluste gelten für Betrieb mit Bemessungsgleichstrom  $I_{dn}$  bei Netzfrequenz  $f = 50 \text{ Hz} \dots 60 \text{ Hz}$ .

### Betrieb mit Wechsellast

Drosseln sind nicht dauernd überlastbar (Ausnahme Drosseln, die nach Wärmeklasse H isoliert, deren Daten jedoch entsprechend einer Ausnutzung nach Wärmeklasse F angegeben werden).

Kurzzeitige Überlastungen sind zulässig, wenn folgende Bedingungen eingehalten werden:

$$I_d = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{k=n} (I_{dk}^2 \cdot t_k)}{\sum_{k=1}^{k=n} t_k}} \leq I_{dn}$$

$$SD = \sum_{k=1}^{k=n} t_k$$

### DC ripple

*For the selection and operation of smoothing reactors, please ensure that the DC ripple does not exceed the value specified in the brief description. The permitted ripple value applies when reactors are operating at rated direct current  $I_{dn}$ . When reactors are operating with lower direct currents  $I_d$  than rated direct current  $I_{dn}$ , the RMS value of the ripple current  $I_{eff}$  must not exceed the value based on the permitted ripple during operation at rated direct current. The reactor rating is based on the following definition of ripple:*

$I_{eff}$  = RMS value of ripple current

$W_i$  = DC ripple  $I_d$

$I_{ar}$  = arithmetic mean of direct current

### Frequencies

*The rated direct currents  $I_{dn}$  or rated direct currents  $I_{dn}$  stated in the selection tables for reactors that are only listed with an incomplete order no. apply on the assumption of ripple currents that result in a DC ripple of  $\leq 30\%$ .*

*The frequencies of the ripple currents generated by 2 or 6-pulse converter connections have been taken into account. The data applies to mains frequencies of 50 Hz ... 60 Hz. Different converter connections can only be provided on request.*

### Losses

*The losses stated in the selection and ordering data apply to operation at rated direct current  $I_{dn}$  at mains frequency  $f = 50 \text{ Hz} \dots 60 \text{ Hz}$ .*

### Operating under fluctuating load

*Reactors cannot be continuously overloaded (with the exception of reactors with temperature class H insulation, for which the data correspond to temperature class F, however).*

*Brief overloads are permitted, if the following conditions are adhered to:*

SD = Spieldauer des Lastspiels

Cycle time of load cycle

$I_d$  = Gemittelter Lastgleichstrom

Average DC load current

$I_{dn}$  = Bemessungsgleichstrom

Rated DC-current

$I_{dk}$  = Belastungsgleichströme  $I_1 \dots I_k$

Load DC-currents  $I_1 \dots I_k$

$t_k$  = Belastungs-/Pausenzeiten  $t_1 \dots t_k$

Load and pause time  $t_1 \dots t_k$

# 7.5. Drosseln

## 7.5. Reactors

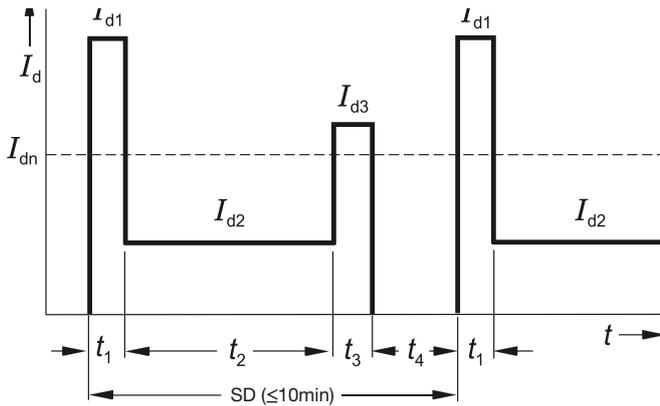


Bild 8 Betrieb mit Wechsellast

Figure 8 Operating under fluctuating load

- Die Spieldauer SD des Lastspiels ist  $\leq 10$  min.  
SD > 10 min entspricht bei Drosseln Dauerbetrieb.
- Der Effektivwert der Belastung während der Spieldauer übersteigt nicht den Bemessungsstrom der Drossel (siehe Bild 11).
- Die Überlastungen während der Spieldauer übersteigen nicht den 10-fachen Wert des Bemessungsstromes der Drossel.

- The cycle time SD of the load cycle is  $\leq 10$  min. SD > 10 min for reactors equals continuous duty.
- The RMS value of load during the cycle time does not exceed the rated current of the reactor (see Figure 11).
- The overloads during the cycle time do not exceed 10 times the value of the rated current of the reactor.

### Induktivität

Bei Eisendrosseln sinkt die Induktivität mit steigendem Strom ab. Der Verlauf der Induktivität kann durch die Größe des Luftspaltes im Eisen festgelegt werden. Je größer der Luftspalt gewählt wird, desto mehr nähert sich der Induktivitätsverlauf demjenigen einer Luftdrossel (siehe Bild 10). Die Induktivität von Luftdrosseln ist über den ganzen Strombereich konstant. Dabei ist Voraussetzung, dass der in den Maßbildern angegebene eisenfreie Raum eingehalten wird. Für die in den Auswahl- und Bestelldaten angegebenen Induktivitäten gilt eine Toleranz von 10 %.

### Inductance

The inductance of iron-core reactors falls as the current increases. The inductance profile can be determined by the size of the air gap in the core. The larger the air gap, the more similar the inductance profile is to that of an air-core reactor (see figure 10). The inductance of air-core reactors remains constant throughout the current range. However, the ironless space specified in the dimensioned drawings must be adhered to. The inductance figures stated in the selection and ordering data are subject to a tolerance of 10 %.

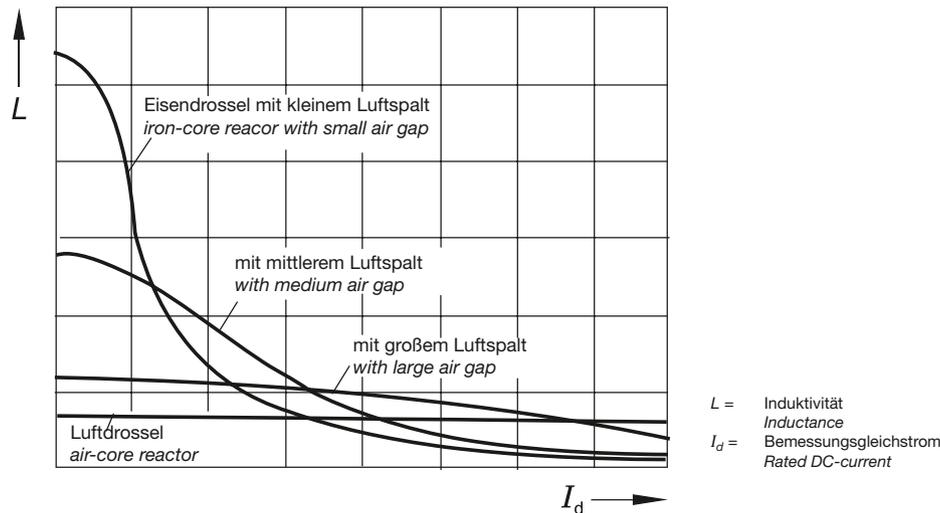


Bild 9 Typische Induktivitätsverläufe bei Eisendrosseln und eisenlosen Drosseln

Figure 9 Typical inductance profiles for iron-core and air-core reactors

7.5 / 19

**Kennlinienverläufe bei Eisenglättungsdrosseln**

Typische Kennlinienverläufe sind in den Bildern 13 bis 15 zusammengefasst.

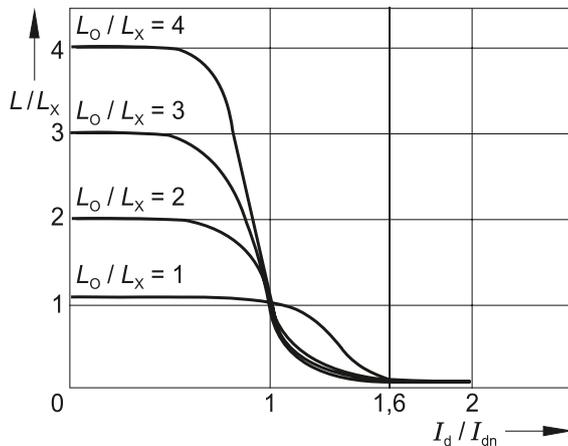


Bild 10 Typische Kennlinien von Drosseln, die höchstens mit Bemessungsstrom  $I_{dn}$  betrieben werden. Dabei ist der magnetische Kreis je nach Wahl des Luftspaltes bereits gesättigt. Die Kennlinien unterscheiden sich im Induktivitätsverhältnis (ungesättigte Induktivität  $L_0$ /Induktivität  $L_x$  bei  $I_x = 1,6 \times I_{dn}$ ).

**Characteristic curves for iron-core smoothing reactors**

Typical characteristic curves are contained in Figures 13 to 15

Figure 10 Typical characteristic curves of reactors that are operated at rated direct current  $I_{dn}$  maximum. Depending on the selected air gap, the magnetic circuit may already be saturated. The curves differ in their inductance ratio (unsaturated inductance  $L_0$ /inductance  $L_x$  at  $I_x = 1,6 \times I_{dn}$ ).

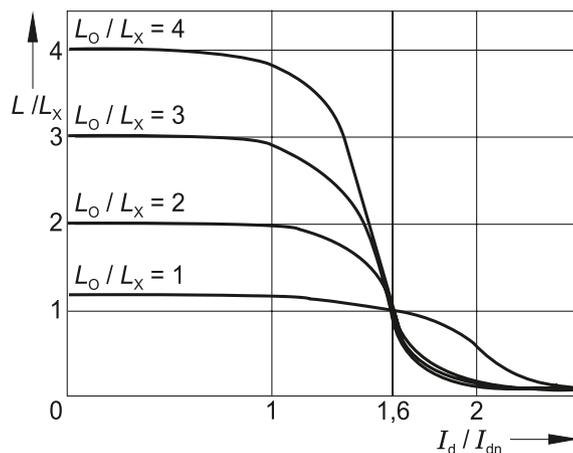


Bild 11 Typische Kennlinien von Drosseln, die gelegentlich oder periodisch mit einem Maximalstrom  $I_x$  gleich dem 1,6fachen Bemessungsstrom  $I_{dn}$  betrieben werden und bei  $I_x = 1,6 \times I_{dn}$  eine vorgegebene Induktivität  $L_n$  haben müssen. Bei 1,6-fachem Bemessungsstrom ist der magnetische Kreis je nach Wahl des Luftspaltes bereits gesättigt. Die Kennlinien unterscheiden sich im Induktivitätsverhältnis (ungesättigte Induktivität  $L_0$ /Induktivität  $L_x$  bei  $I_x = 1,6 \times I_{dn}$ ).

Figure 11 Typical characteristic curves of reactors that occasionally or periodically operate at a maximum current of  $I_x$ , equivalent to 1.6 times the rated current  $I_{dn}$ , and must have a predefined inductance  $L_n$  at  $I_x = 1,6 \times I_{dn}$ . Depending on the selected air gap, the magnetic circuit may already be saturated at 1.6 times rated current. The curves differ in their inductance ratio (unsaturated inductance  $L_0$ /inductance  $L_x$  at  $I_x = 1,6 \times I_{dn}$ ).

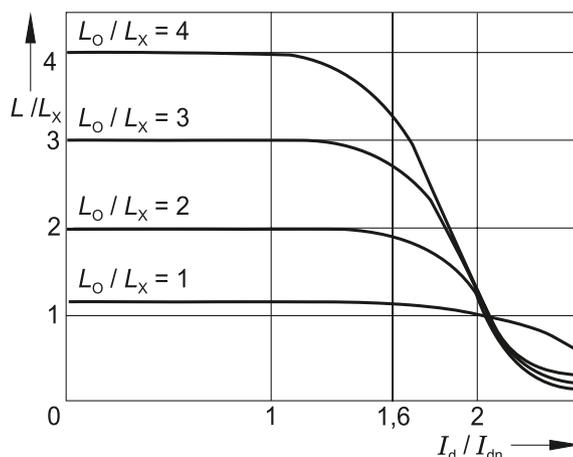


Bild 12 Typische Kennlinien von Drosseln, die gelegentlich oder periodisch mit einem Maximalstrom  $I_x$  gleich dem 2fachen Bemessungsstrom  $I_{dn}$  betrieben werden und bei  $I_x = 2 \times I_{dn}$  eine vorgegebene Induktivität  $L_n$  haben müssen. Bei 2-fachem Bemessungsstrom ist der magnetische Kreis je nach Wahl des Luftspaltes bereits gesättigt. Die Kennlinien unterscheiden sich im Induktivitätsverhältnis (ungesättigte Induktivität  $L_0$ /Induktivität  $L_x$  bei  $I_x = 2 \times I_{dn}$ ).

Figure 12 Typical characteristic curves of reactors that occasionally or periodically operate at a maximum current of  $I_x$ , equivalent to 2 times the rated current  $I_{dn}$ , and must have a predefined inductance  $L_n$  at  $I_x = 2 \times I_{dn}$ . Depending on the selected air gap, the magnetic circuit may already be saturated at 2 times rated current. The curves differ in their inductance ratio (unsaturated inductance  $L_0$ /inductance  $L_x$  at  $I_x = 2 \times I_{dn}$ ).

7.5 / 20

## 7.5. Drosseln

### 7.5. Reactors

## Glättungsdrosseln Smoothing reactors

Drosseln mit anderen Kennlinienverläufen  $L_0/L_x$  und Stromverhältnissen  $I_x/I_{dn}$  auf Anfrage.

**Erforderliche Angaben für Anfragen und Bestellungen** Bei Anfragen und Bestellungen sind die vollständige Bestell-Nr. oder die technischen Daten (Drosseln mit wählbarer Induktivität und wählbarem Strom) anzugeben. Die Bestell-Nr. wird dann mit der Bestellung festgelegt, damit ist die Drossel für Wiederbestellungen eindeutig bestimmt. In Tabelle 10 sind die erforderlichen technischen Daten für Drosseln, die nur mit einer Typbezeichnung in den Auswahltabellen angegeben sind, dargestellt.

	Eisenglättungsdrosseln <i>Iron-core smoothing reactors</i>		Eisenlose Glättungsdrosseln <i>Air-core smoothing reactors</i>
	$I_x = I_{dn}$ $L_x = L_0$	$I_x > I_{dn}$ $L_x < L_0$	
Bemessungsgleichstrom $I_{dn}$ <i>Rated direct current <math>I_{dn}</math></i>	x	x	x
Induktivität bei $I_{dn}$ <i>Inductance at <math>I_{dn}</math></i>	x		x
Induktivität $L_0$ bei $I_x$ ( $I_{max}$ ) <i>Inductance <math>L_0</math> at <math>I_x</math> (<math>I_{max}</math>)</i>		x	
Induktivität $L_0$ (ungesättigte Induktivität bei $I_{dn} = 0$ A) <i>Inductance <math>L_0</math> (unsaturated inductance at <math>I_{dn} = 0</math> A)</i>		x	
Leerlaufspannung des Stromrichters <i>No-load voltage of converter</i>	x	x	x
Netzfrequenz <i>Mains frequency</i>	x	x	x
Schaltung des Stromrichters <i>Converter connection</i>	x	x	x
Umgebungstemperatur <i>Ambient temperature</i>	x	x	x
Zusätzliche Angaben <sup>1)</sup> <i>Additional information <sup>1)</sup></i>	x	x	x

Tabelle 8 Erforderliche Angaben für Anfrage und Bestellungen

<sup>1)</sup> Besondere Anforderungen bezüglich Verschmutzungsgrad, Bezugsspannung für die Bemessung der Isolierung  
Das entsprechende Anfrageblatt finden sie im Kapitel Spezifikationsblätter Kapitel 5.

Reactors with different characteristic curves  $L_0/L_x$  and current ratios  $I_x/I_{dn}$  are available on request.

### Necessary information for inquiries and orders

The complete order no. or technical data (reactors with selectable inductance and current) must be entered in inquiries and orders. The order no. is then determined with the order, so the correct reactor is clearly defined for repeat orders.

Table 10 shows the necessary technical data for reactors that are listed in the selection tables with only a type designation.

Table 8 Necessary information for inquiries and orders

<sup>1)</sup> Special requirements regarding degree of contamination and reference voltage for rating the insulation  
You can find the request form in the "Specification sheets" section of chapter 5.

### Bestimmung des erforderlichen Energieinhaltes $E$

Die bestimmende Größe für die Auswahl der Glättungsdrosseln ist der Energieinhalt  $E$

$$E = \frac{1}{2} \times L_x \times I_{dn}^2 \text{ in [Ws]}$$

In den Auswahltabellen ist für jeden Drosseltyp der maximal mögliche Energieinhalt angegeben. Die Bestimmung des erforderlichen Energieinhaltes geschieht für die beschriebenen Drosselreihen nach folgenden Verfahren.

### Eisenglättungsdrosseln als Vorschalt-drosseln für Gleichstrommotoren

Die in den Auswahltabellen aufgeführten Drosseln sind vollständig dimensioniert (Bemessungs-gleichstrom  $I_{dn}$ , Induktivität  $L$  bei  $I_{dn}$  und Energieinhalt  $E$ ). Für Drosseln mit davon abweichenden Daten ist der erforderliche Energieinhalt nach der Formel

$$E = \frac{1}{2} \times L_x \times I_{dn}^2 \text{ in [Ws]}$$

Mit  $L$  bei  $I_{dn}$  zu bestimmen. Die Drosseln haben annähernd konstante Induktivität bis zum Bemessungsstrom  $I_{dn}$ .

### Determining the required energy content $E$

The decisive factor in the selection of smoothing reactors is the energy content  $E$

$E =$	Energieinhalt required energy
$L_x =$	Induktivität in H Inductance in H
$I_{dn} =$	Bemessungs-gleichstrom in A Rated DC-current in A

The maximum possible energy content for each reactor type is contained in the selection tables. For these reactor series, the required energy content is determined using the procedure described below.

### Iron-core smoothing reactors as series reactors for DC motors

The reactors listed in the selection tables are fully dimensioned (rated direct current  $I_{dn}$ , inductance  $L$  at  $I_{dn}$  and energy content  $E$ ). For reactors with different data, the required energy content is calculated using the formula

with  $L$  at  $I_{dn}$ . The reactors have almost constant inductance up to the rated current  $I_{dn}$ .

# 7.5. Drosseln

## 7.5. Reactors

### Aufstellung

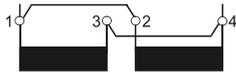
Es ist nur die in den Maßbildern angegebene Einbaulage zulässig. Der in den Maßbildern angegebene eisenfreie Raum um die Drosseln ist einzuhalten.

### Anschluss technik

Die Anschlussbezeichnungen der Eisenglättungs drosseln sind in den Bildern 16 und 17 dargestellt.



Reihenschaltung: große Induktivität, kleiner Strom  
Series connection: Large inductance, small current



Parallelschaltung: kleine Induktivität, großer Strom  
Parallel connection: Small inductance, large current

Bild 13 Drosseln als Vorschaltinduktivität für Gleichstrommotoren

### Installation

Only the installation position shown in the dimensioned drawings is permitted. The ironless zone around the reactors stated in the dimensioned drawings must be complied with.

### Connection technology

The connection designations of the iron-core smoothing reactors are shown in Figures 16 and 17.

Figure 13 Reactors as series inductors for DC motors



Bild 14 Drosseln mit wählbarer Induktivität und wählbarem Strom

Figure 14 Reactors with selectable inductance and current



# 5.1. Einführung

## 5.1. Introduction

### Das Produktspektrum im Überblick

#### mdex Drosseln

- Netzdrosseln für Frequenzumrichter
- Ausgangsdrosseln für Frequenzumrichter
- Glättungsdrosseln für Gleichstromantriebe
- Filterkreisdrosseln für Kompensationsanlagen

#### Die Vorteile auf einen Blick

Großer Leistungsbereich	Drosselleistung: 0,1 ... 2000 kVA, Ströme: Bis 1640 A, Filterleistung: Für Antriebe bis 900 kW Antriebsleistung
Spannungsbereiche	1 AC 200 ... 400 V, 3 AC 380 ... 750 V, bis max. 3,6 kV kundenspezifisch
Betriebssicherheit	Bemessungsspannung höher als Betriebs-/Bezugsspannungen
Varianten und Größen	Umfangreiches Lieferspektrum, passend zu Standardanwendungen
Zuordnung	Komponenten lassen sich leicht in Systeme integrieren
Service	Kurze Lieferzeiten, auch von Ersatzteilen, durch weltweites Logistiknetz
Approbationen	Weltweiter Einsatz der Komponenten durch UL
Wartung	Extrem langlebig, bei minimalem Wartungsaufwand
Aufbau	Schnelle Inbetriebnahme, kurze Rüstzeiten, einfacher Anschluss
Montage	Einfache Schraubbefestigung
Anschluss	Schraub-, Schraubsteck-Klemmen, Flachanschluss
Betriebssicherheit	Langfristige, weltweite Verfügbarkeit von Ersatzteilen
Umwelt	Umweltgerechte Fertigung und Werkstoffe, geringe Verlustleistungen

Es ist bekannt, dass Störungen im Versorgungsnetz extrem kostspielig sein können. Mit dem Hintergrund der Energiemarktliberalisierung und dem steigenden Anteil an nichtlinearen Verbrauchern im Netz haben die Versorgungsprobleme in den vergangenen Jahren zugenommen. Verbraucher wie Automatisierungsanlagen oder datenverarbeitende Anlagen sind extrem empfindlich gegen Funkstörungen oder ein Abweichen der Netzspannung vom sinusförmigen Verlauf. Die Verfügbarkeit solcher Anlagen wird mit Drosseln und Filtern erhöht, die optimal an die Anforderungen in der Anlage angepasst sind. mdex Drosseln werden branchenübergreifend zur Reduzierung von Oberschwingungen und zur Erhöhung der Verfügbarkeit von Anlagen und Geräten eingesetzt.

### Overview of the product range

#### mdex Reactors

- Line reactors for frequency converters
- Output reactors for frequency converters
- Smoothing reactors for DC drives
- Filter reactors for compensation systems

#### The advantages at a glance

Wide performance range	Reactor performance: 0.1 ... 2000 kVA, Currents: up to 1640 A, Filter performance: for drives with up to 900 kW drive power
Voltage ranges	1x 200 ... 400 VAC, 3 AC 380 ... 750 V, up to max. 3.6 kV, customized
Reliable operation	Rated voltage higher than operational/reference voltages
Variants and sizes	Extensive product range, suitable for standard applications
Assignment	Components can easily be integrated in systems
Service	Short delivery times, also for spare parts, thanks to global logistics network
Approvals	Worldwide use of components through UL
Maintenance	Extremely long life, minimum maintenance
Design	Fast commissioning, short set-up times, simple connection
Mounting	Simple screw fixing
Connection	Screw terminals, pluggable screw terminals, flat terminals
Reliable operation	Long-term, worldwide availability of spare parts
Environment	Environment-friendly production and materials, low power losses



TEM  
1 AC Kommutierungsdrossel  
1 AC commutation reactor



TEU  
3 AC Netzdrossel  
3 AC line reactor

*It is common knowledge that faults in the mains can be extremely costly. In recent years, the liberalization of the power market and a growing proportion of non-linear loads in the network have led to an increase in supply problems. Loads, such as automation systems or data-processing installations, are highly sensitive to RF interference voltages or deviations of the mains voltage from the sinusoidal waveform.*

*The availability of such systems and installations is increased by reactors and filters that are, optimally adapted to the given requirements. mdex reactors are used in all industries to reduce harmonics and to increase availability of plants and equipment.*



### Power Quality

Power Quality sichert die Verfügbarkeit von Anlagen und elektrischen Betriebsmitteln in Haushalt, Büro, Industrie und Gewerbe.

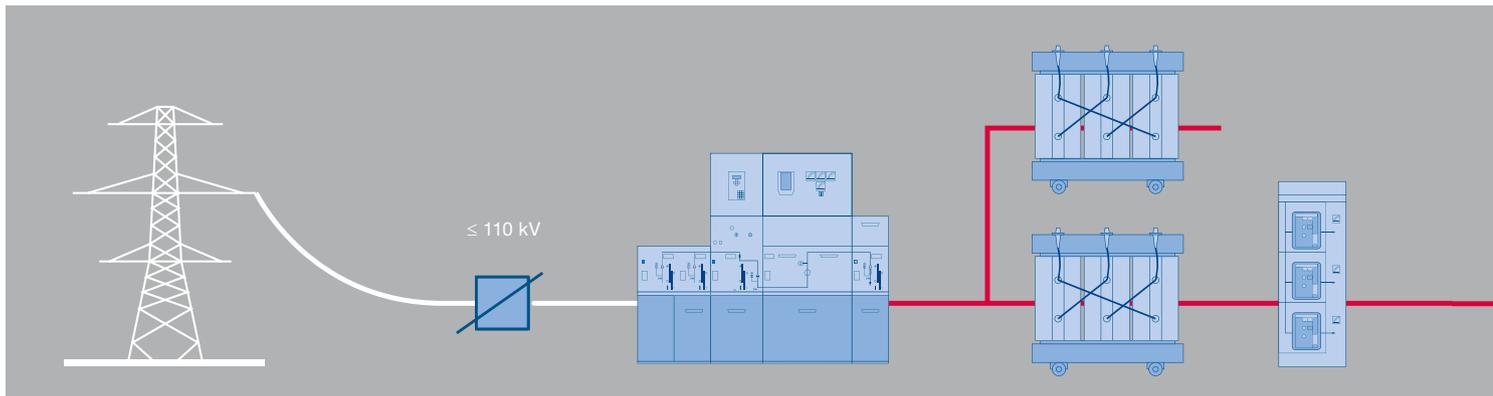
mdexx Drosseln, die Bausteine für die Erzielung von Power Quality, sind für die Anwendung mit AC- und DC-Antrieben sowie Kompensationsanlagen konzipiert und optimiert, um ein Maximum an Störsicherheit zu gewährleisten.

### Power Quality

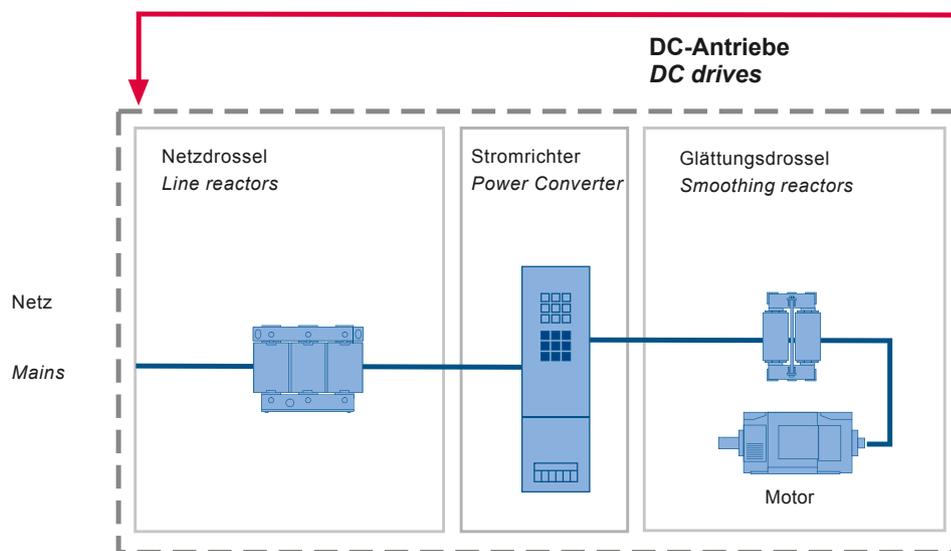
Power Quality ensures the availability of plants and electrical equipment in households, offices and the industrial and commercial sectors.

Designed for applications with AC and DC drives and reactive-power compensation systems, mdexx reactors are Power Quality components that have been optimized to ensure maximum interference immunity.

### Produkte und Systeme Products and Systems



7.5 / 26



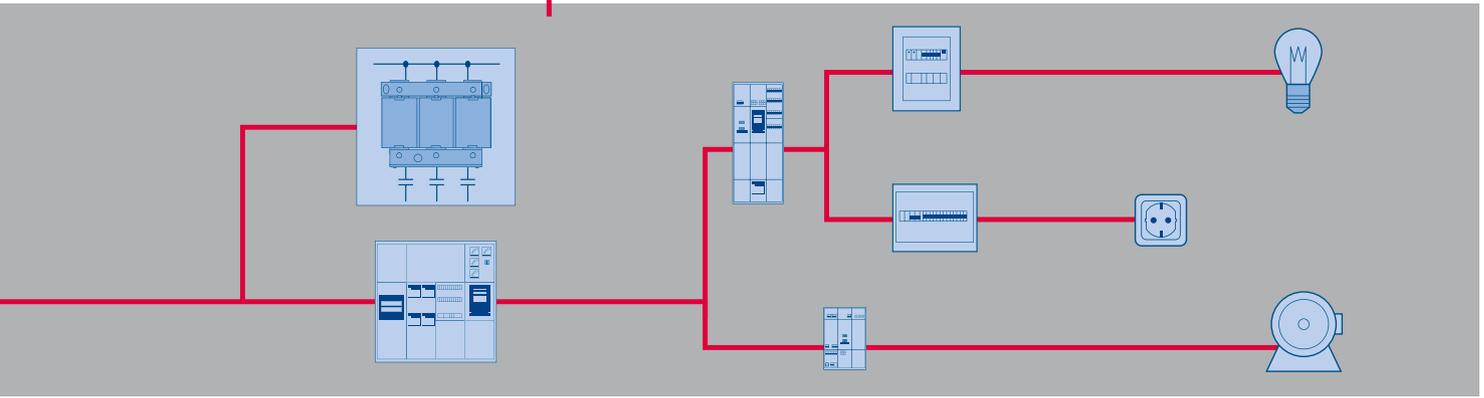
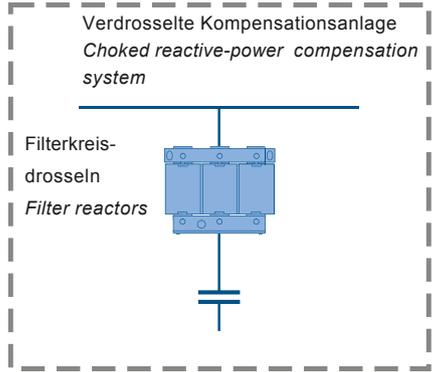
Auswahltabellen mit technischen Daten zu den Produkten sind in den genannten Katalogkapiteln zu finden.

You will find selection tables containing technical specifications on the products in the specified catalog chapters.

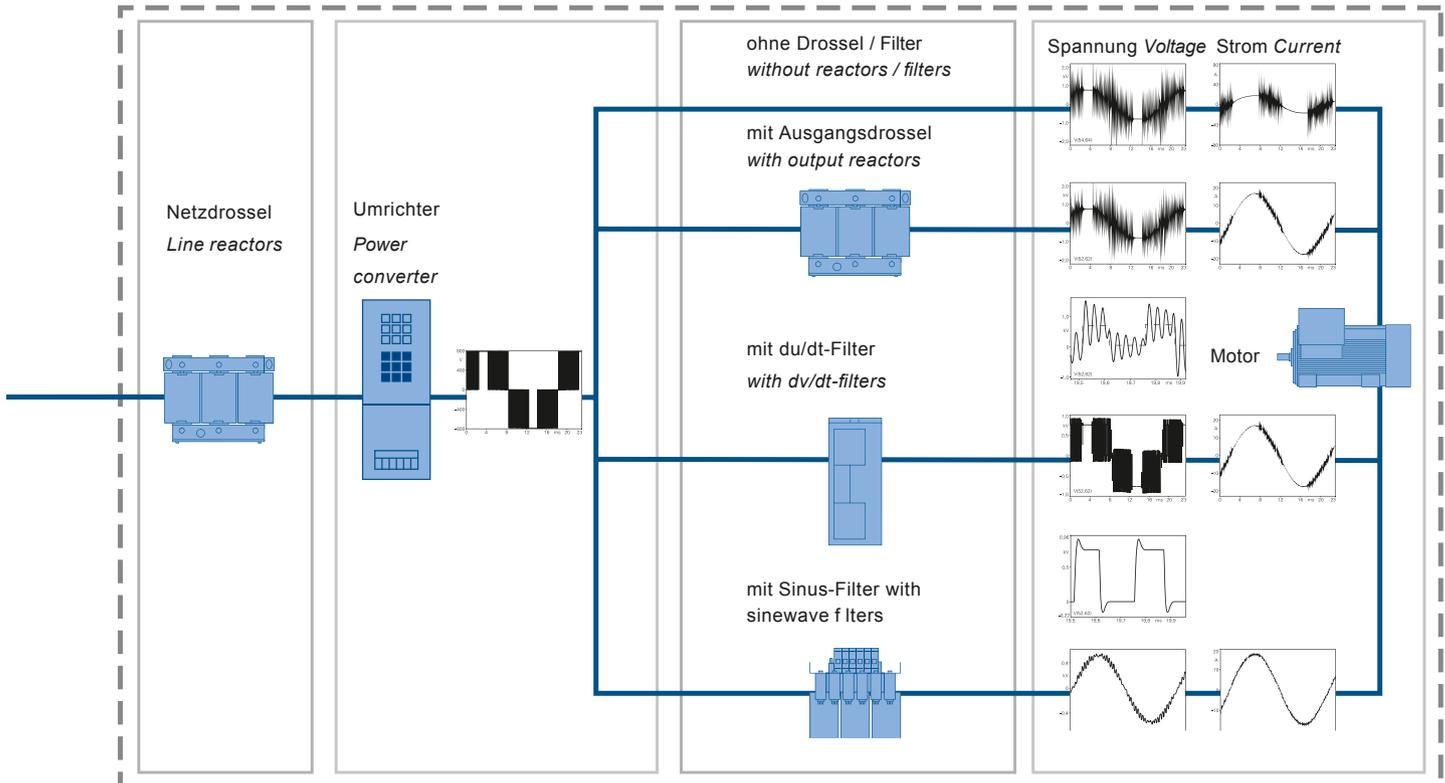
# 7.5. Einführung

## 7.5. Introduction

### Kompensation Compensation



### AC-Antriebe AC drives



7.5 / 27

### Störungsfreier Betrieb vom Netz bis zum Motor: mdexx Drosseln für AC-Antriebe.

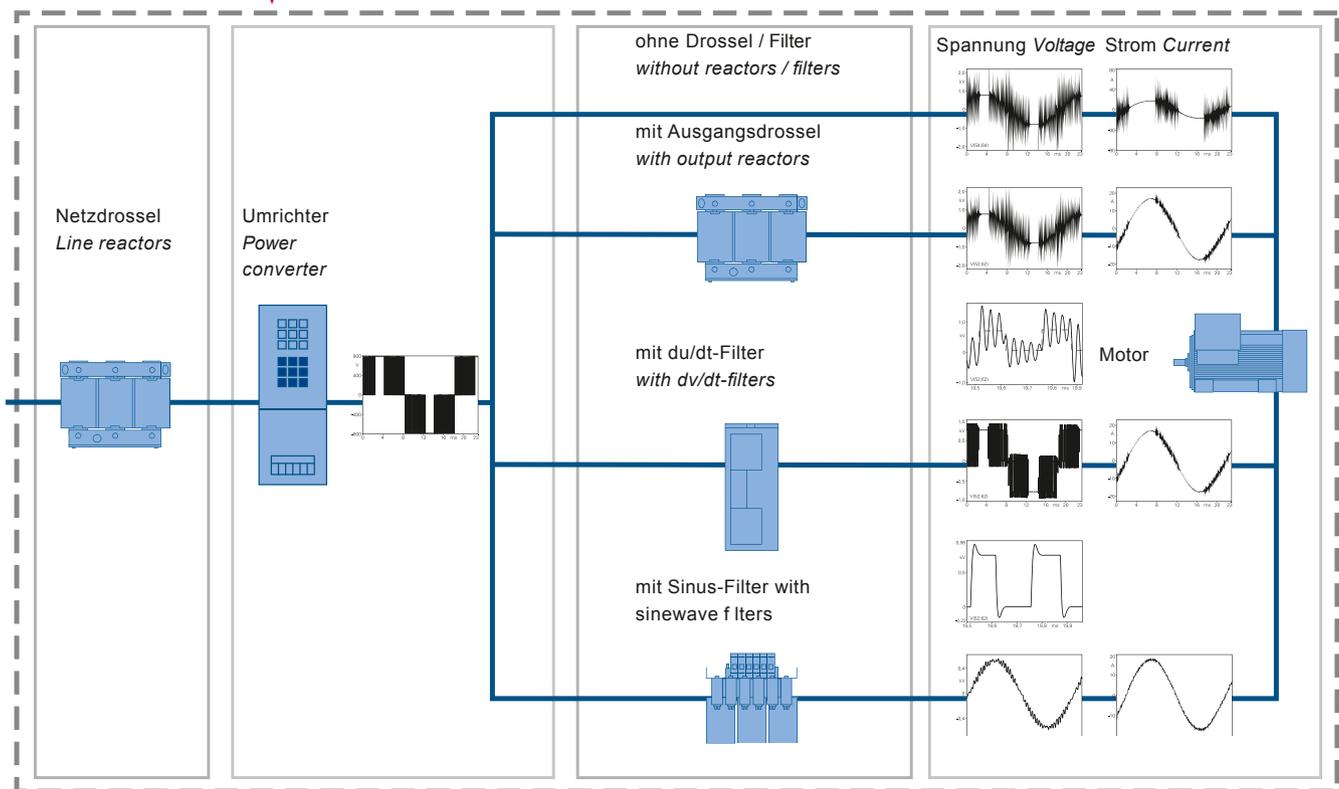
### Smooth operation from mains to motor: mdexx reactors for AC drives.

Ob in der Elektroindustrie, im Maschinenbau oder in der Prozessindustrie, an Lüftern, Förderbändern oder Hebezeugen – in allen Branchen und allen Anwendungen, in denen Frequenzrichter zum Einsatz kommen, gehören Drosseln und Filter einfach dazu. Sie reduzieren Netzoberschwingungen ebenso wie die Auswirkungen der Umrichterspeisung auf den Motor. Sie schützen und schonen den Umrichter und sichern damit den störungsfreien Betrieb von Maschinen und Anlagen. Wo und wann welches Gerät zum Einsatz kommt, ist der folgenden Übersicht zu entnehmen.

In any industry or application where frequency converters are used, such as electrical and mechanical engineering, the process industry, fans, conveyor belts or lifting gear, reactors and filters are simply indispensable. They reduce line harmonics as well as the effects of the converter infeed to the motor and protect the converter, thus ensuring the smooth operation of machinery and plants. The following overview shows suitable devices and typical applications.

Auswahltabellen mit technischen Daten und die Zuordnung der Komponenten zu den Frequenzrichterleistungen sind in den genannten Katalogkapiteln zu finden.

Selection tables containing technical specifications and showing the assignment of components to the frequency converter outputs can be found in the specified catalog chapters.

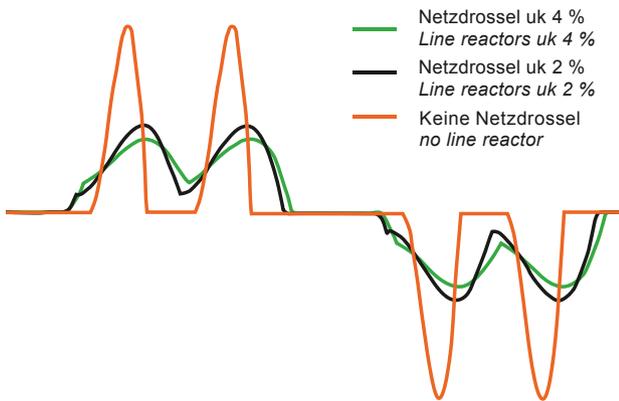


## 7.5. Einführung

### 7.5. Introduction

#### Strom-Oberschwingungen zuverlässig reduzieren: Netzdrosseln

Für jeden Fall und jedes Netz die richtige Drossel: mdexx Netzdrosseln machen es möglich. Für alle Standardanwendungen bieten wir Drosseln mit uk 2 %-bezogenem Spannungsfall. Für Netze mit sehr kleiner Netzimpedanz gibt es Drosseln mit uk 4 %. Die Induktivität von Netzdrosseln zeichnet sich durch hohe Linearität aus. Dadurch werden unangenehme Zwischenkreisschwankungen durch Laständerungen vermieden. Die Bemessungsspannungen der Netzdrosseln sind mindestens 40 % höher als die Betriebsspannung.

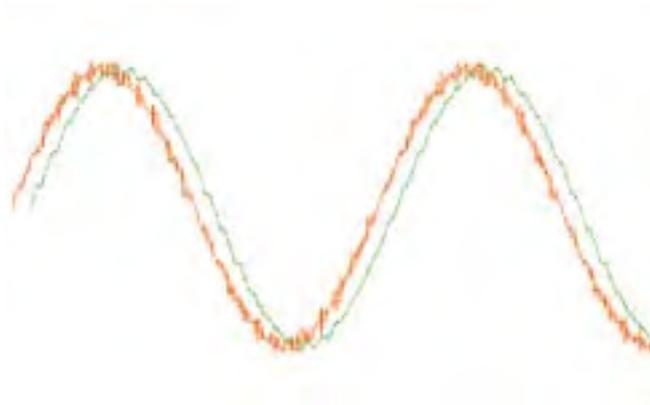


#### Reliable reduction of current harmonics: line reactors

*The right choice – whatever the application and network: mdexx line reactors make it possible. For all standard applications, we offer reactors with a uk 2 %-related voltage drop, while for networks with very low line impedance, we have reactors with uk 4 %. The inductance of mdexx line reactors is characterized by its high linearity, which prevents undesirable DC link variations caused by load changes. The rated voltages of the line reactors are at least 40 % higher than the operational voltage.*

#### Ladestromspitzen souverän minimieren: Ausgangsdrosseln

Auf souveräne Weise reduzieren Ausgangsdrosseln durch Taktsignal und Leitungskapazität erzeugte Ladestromspitzen. Praktisch: Bei ungeschirmter Leitung sind Motorkabellängen von bis zu 300 m, bei geschirmter Leitung von bis zu 200 m realisierbar. Dank einer Bemessungsspannung von 500 V + 5 % können mdexx Ausgangsdrosseln an nahezu allen gängigen Netzen im europäischen und nordamerikanischen Bereich eingesetzt werden.



#### Effective minimization of load current peaks: output reactors

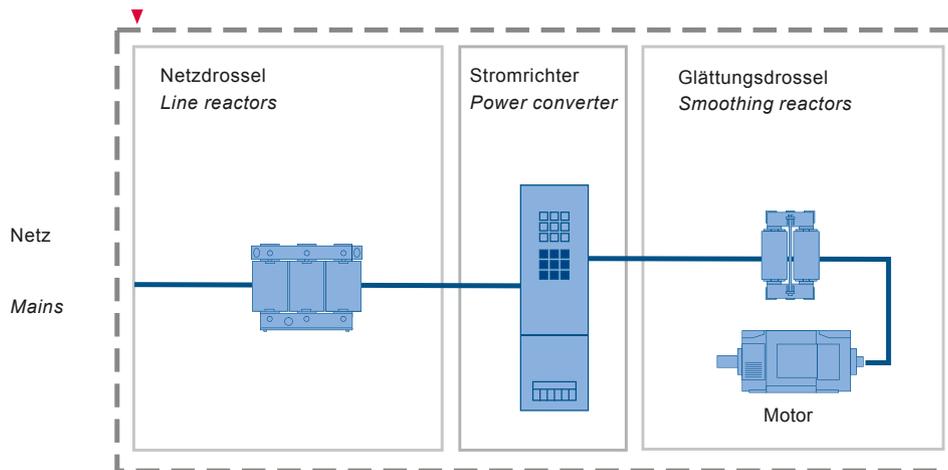
*Output reactors effectively reduce load current peaks generated by clock signals and line capacities. Practical effects: motor cable lengths of up to 300 m are feasible with unshielded cables, and up to 200 m with shielded cables. Thanks to a rated voltage of 500 V + 5 %, mdexx output reactors are suitable for use in practically all standard networks in the European and North American sector.*

### Bewährte Technik für erhöhte Verfügbarkeit: mdexx Drosseln für DC-Antriebe.

Je nach Einsatzfeld können Gleichstromantriebe eine kostengünstige Alternative zur AC-Antriebstechnik mit Frequenzumrichtern sein. Auch in diesen Fällen leisten mdexx Drosseln und Filter einen bemerkenswerten Beitrag – die Betriebssicherheit und Verfügbarkeit von Stromrichteranlagen wird deutlich erhöht.

### Proven technology for increased availability: mdexx reactors for DC drives.

Depending on the application, DC drives can offer a cost-effective alternative to AC drive technology with frequency converters. In such cases, mdexx reactors and filters also serve to considerably increase the operating safety and availability of converter installations.



### Netzurückwirkungen optimal im Griff: mdexx Netzdrosseln

Ob Frequenzumrichter oder Gleichstrom-Stromrichter-Antrieb: Die Netzurückwirkungen sind ähnlich. So kommen auf der Netzseite die gleichen Komponenten zum Einsatz wie bei AC-Antrieben: Netzdrosseln. Besonders bei großen Gleichstromantrieben sollte auf eine ausreichend große Induktivität geachtet werden – eine Anforderung, die mdexx Drosseln zusammen mit ihrem robusten Aufbau und hoher Verlässlichkeit optimal erfüllen.

### Optimum control of system perturbations: mdexx line reactors

Frequency converters and DC converter drives are subject to similar system perturbation so that the same components can be used on the line side as for AC drives: line reactors.

With large DC drives in particular, a sufficiently high inductance is essential – a requirement that mdexx reactors optimally satisfy with their robust design and high availability.

### Stromrippel zuverlässig reduzieren: mdexx Glättungsdrosseln

Typische Anwendungen für Gleichstromantriebe sind Hauptantriebe für Druckmaschinen, Walzwerks- oder Wickelantriebe sowie Fahr- und Hubwerksantriebe in der Hebezeugindustrie. mdexx Glättungsdrosseln reduzieren hier den Stromrippel im Motorstromkreis äußerst zuverlässig. Die Drosseln sind vom kW- bis in den MW-Bereich erhältlich. Auf Anfrage übernehmen wir gerne Auslegung und Bestimmung der erforderlichen Komponentenparameter. Unser langjähriges Know-how bei der Dimensionierung und Auslegung von Antriebskomponenten kommt Ihnen dabei in jedem Fall zugute.

### Reliable current ripple reduction: mdexx smoothing reactors

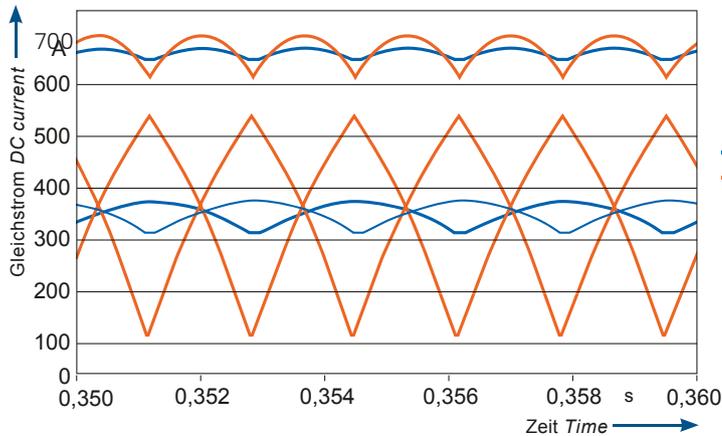
DC drives are typically used as main drives for printing presses, rolling mill/winding drives and traversing and lifting drives in the lifting gear industry. mdexx smoothing reactors reliably reduce current ripples in the motor circuit. Reactors are available from the kW to the MW range. Please contact us and we will be happy to determine the component parameters that optimally suit your requirements and implement the design. You too can benefit from our many years of experience in the dimensioning and design of drive components.

# 7.5. Einführung

## 7.5. Introduction

Glättungsdrosseln zur Entkopplung an einer Druckmaschine: mdexx Drosseln im Einsatz

Smoothing reactors for decoupling on printing presses: mdexx reactors in action

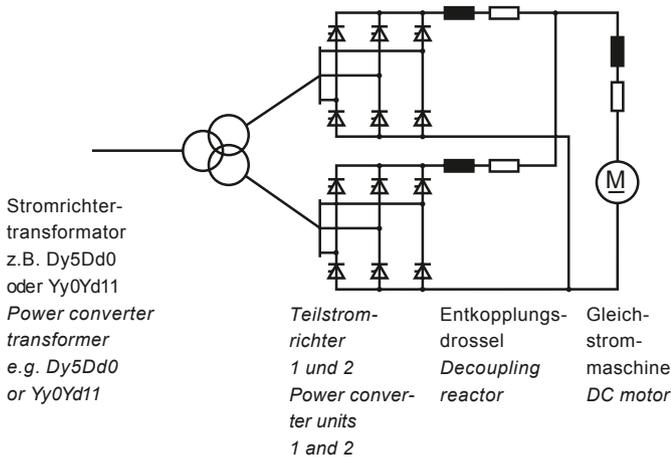


Gesamtstrom der Gleichstrommaschine  
Total current of DC motor  
( $I_d = 620 \text{ A}$ )

— mit Drossel with reactor  
— ohne Drossel without reactor

Gleichströme der beiden Teilstromrichter  
DC current of the two power converter units

Je Teilstromrichter eine Zweiwert-Drossel zum Ausgleich unterschiedlicher Augenblickswerte der Gleichspannung  
One dual-value reactor per power converter unit to balance different momentary voltage values



In dem gezeigten Applikationsbeispiel, einem 12-pulsigen DC-Hauptantrieb einer Druckmaschine, kommen Glättungsdrosseln als Entkopplungsdrosseln zum Einsatz. Die Drosseln reduzieren den Stromrippel der Teilstromrichter und damit die Oberschwingungsbelastung des Gleichstrommotors. Ein klarer Vorteil in puncto Motor-Lebensdauer. Der Einsatz der Drosseln zur Entkopplung der beiden Stromrichter ermöglicht den Parallelbetrieb von zwei 6-pulsigen Gleichrichtersätzen, und damit auch eine 12-pulsige Netzurückwirkung auf der Primärseite des Netztransformators. Kurzum: mdexx Drosseln leisten einen bemerkenswerten Beitrag zur Reduzierung der Netzüberschwingungen und damit zur Verbesserung der Netzverhältnisse.

The application example on the left shows a 12-pulse DC main drive of a printing press where smoothing reactors are in use as decoupling reactors. The reactors reduce the current ripples of the converter sections and thus the harmonic stress on the DC motor - a clear advantage in terms of motor service life. Using reactors to decouple the two power converters enables parallel operation of two 6-pulse rectifier sets, thus creating 12-pulse system perturbations on the primary side of the mains transformer. In other words: mdexx reactors significantly reduce line harmonics, thus improving power supply conditions.

Auswahltabellen mit technischen Daten und die Zuordnung der Komponenten zu den Motorleistungen findet man in den genannten Katalogkapiteln.

Selection tables containing technical specifications and showing the assignment of components to the motor ratings can be found in the specified catalog chapters.

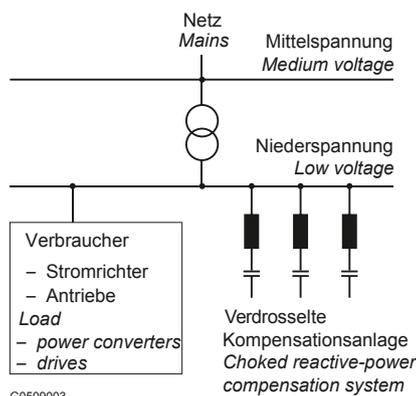
### Sichere und stabile Netzverhältnisse: mdexx Filterkreisdröseln.

In unseren Netzen werden heute immer mehr überschwingungserzeugende Verbraucher mit induktiver Last betrieben.

Der Effekt: die Oberschwingungsbelastung und der THD-U (Total Harmonic Distortion-Spannung) des Netzes steigen. Das erhöht Stromkosten, maximiert Übertragungsverluste und belastet Übertragungs- und Verteilungseinrichtungen zusätzlich.

Es gibt eine Lösung: die verbrauchernahe Kompensation.

Der Einsatz von Filterkreisdröseln verhindert, dass die ans Netz geschalteten Kondensatoren undefiniert mit den Netzinduktivitäten in Resonanz geraten. Die Filterkreisdröseln werden mit den Kondensatoren unter Berücksichtigung eines Tonfrequenz-Rundsteuerbetriebes auf eine definierte Reihenresonanzfrequenz eingestellt.



G0509003

### Hohe Sicherheit in extremen Anwendungen

Filterkreisdröseln in Kompensationsanlagen werden gemeinsam mit Kondensatoren ans Netz geschaltet. Abhängig vom Verdrosselungsgrad bilden Kondensatoren und Dröseln einen Saugkreis mit einer definierten Resonanzfrequenz:

$p = 5,67\%$  mit  $f_{res} = 210 \text{ Hz}$  /  $p = 7\%$  mit  $f_{res} = 189 \text{ Hz}$  /

$p = 14\%$  mit  $f_{res} = 134 \text{ Hz}$ .

Im Bemessungsstrom ist bereits eine hohe Oberschwingungsbelastung berücksichtigt. Zudem erlauben mdexx Filterkreisdröseln eine dauerhafte Überlastung, die 5 % über dem Oberschwingungspegel liegen kann. Damit ist für die notwendige Sicherheit in extremen Anwendungen gesorgt. Die integrierte Temperaturüberwachung meldet dabei zuverlässig Überlast. Die hohe Linearität der Induktivität sichert darüber hinaus die exakte Abstimmung des Filterkreises auch bei kurzzeitigen Stoßbelastungen, wie z. B. beim Einschalten.

### Konstante Induktivität unter jeder Bedingung

Filterkreisdröseln werden gemeinsam mit Kondensatoren zu Filterkreisbänken mit einer bestimmten Blindleistung in kvar verschaltet. SIDAC Filterkreisdröseln sind in den gängigen Größen von 5 ... 100 kvar erhältlich. Sie zeichnen sich durch hohe Überlastfähigkeit aus, was bei wechselndem Oberschwingungsgehalt im Netz die Betriebssicherheit erhöht. Die Linearität der Induktivität ist, abhängig von dem Verdrosselungsgrad, bis zum 1,8-fachen Nennstrom konstant. Somit bleibt die Abstimmung des Filterkreises auf die Resonanzfrequenz auch bei Überströmen stets erhalten. Auch hohe Einschaltströme können mdexx Filterkreisdröseln nicht sättigen. Die Induktivität bleibt konstant. Ein undefiniertes Verstimmen des Filterkreises wird vermieden.

### Reliable and stable grid conditions mdexx filter reactors.

Inductive loads that generate harmonics are becoming increasingly common in modern supply systems. The result: an increase in the harmonic load and THD-V (Total Harmonic Distortion-Voltage) of the net-work. This increases electricity costs, maximizes transmission losses

and places an additional load on transmission and distribution systems.

However, there is a solution: near-load compensation.

When filter reactors are used, the capacitors connected to the supply system cannot resonate in an undefined manner with the inductances in the supply system.

The capacitors are used to set the filter reactors to a defined series resonant frequency, taking into account an AF ripple control.

### Excellent reliability and safety in extreme applications

Filterreactors in reactive-power compensation systems are connected to the supply system together with capacitors. Depending on the degree of choking, capacitors and reactors form a series resonant circuit with a defined resonant frequency

$p = 5.67\%$  with  $f_{res} = 210 \text{ Hz}$  /  $p = 7\%$  with  $f_{res} = 189 \text{ Hz}$  /

$p = 14\%$  with  $f_{res} = 134 \text{ Hz}$ .

The rated current already takes into account a high harmonic load. mdexx filter reactors also permit a continuous overload of up to 5 % above the harmonic level. This ensures the necessary reliability and safety for ex-treme applications.

The integrated temperature monitoring reliably signals overload, while the high linearity of the inductance ensures the precise tuning of the filter circuit, even in the event of transient peak loads, such as when switching on.

### Constant inductance under any conditions

Filter reactors are connected with capacitors to form filter banks with a specific reactive power in kvar. mdexx filter reactors are available in the usual sizes of 5 ... 100 kvar. A key feature is their high overload capability, which increases operational safety and reliability if the supply system is subject to varying harmonic content. Depending on the degree of chok-ing, the linearity of the inductance remains constant up to 1.8 x the rated current. This ensures that the filter circuit remains tuned to the resonant frequency even in the event of overload currents. Not even high inrush currents can saturate mdexx filter reactors and the inductance remains constant, which prevents the undefined detuning of the filter circuit.

## 7.5. Einführung

### 7.5. Introduction

#### Auswahlhilfen

##### Welches Problem soll gelöst werden?

Mit dem umfangreichen Produktspektrum der mdexx Drosseln findet sich immer eine Lösung!

#### Selection aids

##### Which problem needs to be solved?

Whatever the problem – our comprehensive range of mdexx reactors has a solution!

mdexx Drosseln AC-Antriebstechnik <i>mdexx reactors</i> AC drive systems	Ausgangsdrossel <i>Output reactors</i>	Netzdrosseln <i>Line reactors</i>
Reduzierung der Ladestromspitzen Aus-/Eingangskreis <i>Reduction of load current peaks, output/input circuit</i>	++	++
Reduzierung der Spannungssteilheit $dv/dt$ an den Motorklemmen <i>Reduction of voltage gradient <math>dv/dt</math> at the motor terminals</i>	+	--
Reduzierung der EMV-Problematik zwischen den Außenleitern (Aus-/Eingang) <i>Reduction of EMC problems between outer conductors (output/input)</i>	--	+
Reduzierung der EMV-Problematik zwischen den Außenleitern und Erde (Aus-/Eingang) <i>Reduction of EMC problems between outer conductors and ground (output/input)</i>	--	+
Verwendung ungeschirmter Motorleitung möglich <i>Use of unshielded motor cable possible</i>	+	--
Reduzierung der Kommutierungs-Einbrüche und Begrenzung der Stromanstiegsgeschwindigkeit im Eingangskreis <i>Reduction of commutation notches and limiting of the rate of current rise in the input circuit</i>	--	++
Verringerung der Kommutierungsblindleistung <i>Reduction of commutation reactive power</i>	--	++
Dämpfung der Funkstörspannung und Reduzierung hochfrequenter Netzrückwirkungen <i>Attenuation of RFI voltages and reduction of high-frequency system perturbations</i>	+	+
Reduzierung der elektromagnetischen leitungsgebundenen Abstrahlung und deren Beeinflussung <i>Reduction of mains-borne electromagnetic emission and its influence</i>	+	+

## 7.5. Netzdrosseln für Frequenzumrichter

### 7.5. Line Reactors for Frequency Converters

#### Anwendungsbereich

Dreiphasen-Netzdrosseln für Frequenzumrichter werden in die netzseitigen Zuleitungen eingesetzt. Sie werden von Wechselströmen mit Netzfrequenz als Grundswingungsfrequenz durchfließen. Die Drosseln begrenzen die Netzurückwirkungen, die in Form von Oberschwingungen auftreten. Weiterhin reduzieren sie die Wechselströme mit den durch die Schaltung des Eingangsgleichrichters bedingten Frequenzen in den Zwischenkreiskondensatoren. Es stehen zwei Drosselreihen zur Verfügung:

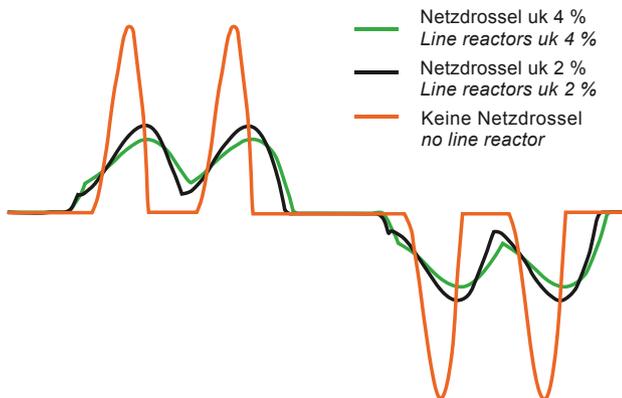
- Drosseln mit einem bezogenen Spannungsabfall  $u_D$  von  $\sim 2\%$  für den Betrieb mit Stromrichtern ohne Netzurückspeisung.
- Drosseln mit einem bezogenen Spannungsabfall  $u_D$  von  $\sim 4\%$  für den Betrieb mit Stromrichtern zusammen mit Spartransformatoren bei Netzurückspeisung und zum Einsatz in Netzen, die ein  $u_K$ -Netz von  $< 1\%$  aufweisen.

#### Application

Three-phase line reactors for frequency converters are used in line-side infeeds. They are connected such that alternating currents with line frequency flow through the reactors as the fundamental wave frequency. The reactor limits system perturbations that occur in the form of harmonics. Furthermore do they reduce the alternating current by means of the frequencies caused by the switching of the input rectifier in the DC link capacitors.

Two reactor series are available:

- Reactors with a reference voltage drop  $u_D$  of  $\sim 2\%$  for operation with converters without power recovery.
- Reactors with a reference voltage drop  $u_D$  of  $\sim 4\%$  for operation with converters combined with autotransformers with power recovery and for application in networks with a  $u_K$  mains of  $< 1\%$ .



## 7.5. Netzdrosseln für Frequenzumrichter

### 7.5. Line Reactors for Frequency Converters

#### Technische Daten *Technical specifications*

Empfohlene Anschlussspannung $U_N$ <i>Recommended supply voltage <math>U_N</math></i> Bemessungswechselstrom $I_{LN}$ <i>Rated alternating current <math>I_{LN}</math> Thermisch</i> zulässiger Dauerstrom $I_{thmax}$ <i>Max.</i> <i>continuous thermal current <math>I_{thmax}</math></i> Spannungsabfall $\Delta u$ je Strang <i>Voltage drop <math>\Delta u</math> per phase</i> Induktivität je Strang mH <i>Inductance per phase mH</i> Eisenverluste $P_{Fe}$ bei $f = 50$ Hz <i>Core losses <math>P_{Fe}</math> at <math>f = 50</math> Hz</i> Wicklungsverluste $P_W$ <i>Winding losses <math>P_W</math></i> Gewicht <i>Weight</i>	siehe Tabelle „Auswahl- und Bestelldaten“ <i>See the table "Selection and ordering data"</i>	
Schutzart <i>Degree of protection</i>	IP00 nach DIN VDE 0470-1/EN 60529 <i>IP00 according to DIN VDE 0470-1/ EN 60529</i>	
Bemessung der Kriech- und Luftstrecken <i>Rating of creepage distance and clearance</i>	Verschmutzungsgrad 2 nach DIN VDE 0110 <i>Pollution degree 2 according to DIN VDE 0110</i>	
Bemessungsspannung für Isolierung (für Aufstellhöhen bis 2000 m über NN) <i>Rated voltage for insulation</i> (for installation altitudes of up to 2000 m above sea level)	TEP mit Klemmen: <i>TEP with terminals:</i> TEP mit Flachanschluss und TEU24 bis TEU43 (EN 61558): <i>TEP with flat terminal and TEU24 to</i> <i>TEU43 (EN 61558):</i> TEU45 bis TEU56 (DIN VDE 0532): <i>TEU45 to TEU56 (DIN VDE 0532):</i> Bei $U_N \sim 500$ V für TEP und TEU: At <i><math>U_N \sim 500</math> V for TEP and TEU:</i>	AC 690 V  AC 1000 V  AC 1100 V  AC 600 V  nach  <i>according to </i>
Zulässige Umgebungstemperatur bei Betrieb <i>Permissible ambient temperature during operation</i>	Typ TEM/TEP: $-25$ °C ... $+70$ °C <sup>1)</sup> <i>Type TEM/TEP: <math>-25</math> °C ... <math>+70</math> °C <sup>1)</sup></i> Typ TEU: $-25$ °C ... $+80$ °C <sup>1)</sup> <i>Type</i> <i>TEU: <math>-25</math> °C ... <math>+80</math> °C <sup>1)</sup></i>	
Abweichung des zulässigen Wechselstromes vom Bemessungswechselstrom $I_{LN}$ (Kühlmitteltemperaturen $\neq +40$ °C) <i>Deviation of the permissible alternating current from the rated alternating current <math>I_{LN}</math> (Coolant temperatures <math>\neq +40</math> °C)</i>	siehe „Projektiertungshinweise“ <i>See "Configuration notes"</i>	
Wärmeklassen <i>Temperature classes</i>	Typ TEM/TEP: $t_a$ 40 °C/B <i>Type TEM/TEP: <math>t_a</math> 40 °C/B</i> Typ TEU: $t_a$ 40 °C/H (Ausnutzung nach F bei Anwendungen nach EN 61558) <i>Type TEU: <math>t_a</math> 40 °C/H</i> (utilization according to F for applications according to EN 61558) <i>Type</i> Typ TEU: Wärmeklasse H (bei Anwendungen nach  <i>Type TEU: Temperature class H (for applications according to </i> )	
Aufstellungshöhe <i>Installation altitude</i>	$\leq 1000$ m über NN <i><math>\leq 1000</math> m above sea level</i>	
Abweichung des zulässigen Wechselstromes vom Bemessungswechselstrom $I_{LN}$ (bei Aufstellungshöhen $> 1000$ m über NN) <i>Deviation of the permissible alternating current from the rated alternating current <math>I_{LN}</math> (at installation altitudes <math>&gt; 1000</math> m above sea level)</i>	siehe „Projektiertungshinweise“ <i>See "Configuration notes"</i>	
Betrieb mit Wechsellast <i>Operation with varying load</i>	Auslegung auf Anfrage <i>Rating on request</i>	
Normen/Approbationen <i>Standards/approvals</i>	Die Drosseln entsprechen EN 61558-2-20 (Typ TEU45 bis TEU56: DIN VDE 0532) <i>The</i> <i>reactors comply with EN 61558-2-20 (Type</i> <i>TEU45 to TEU56: DIN VDE 0532) UL 1561:</i> XQNX2, XQNX8, CSA 22.2 H47 (gilt für Drosseln mit $U_N \sim 600$ V nach UL) <i>UL</i> 1561: XQNX2, XQNX8, CSA 22.2 H47 (applies to reactors with $U_N \sim 600$ V according to UL)	
Lagertemperatur <i>Storage temperature</i>	$-25$ °C ... $+55$ °C	
Transporttemperatur <i>Transport temperature</i>	$-25$ °C ... $+70$ °C	
Zulässige Feuchtebeanspruchung <i>Permissible humidity rating</i>	Feuchte 5 % ... 95 % gelegentliche Betauung zulässig <i>Humidity 5 % ... 95 % occasional condensation permissible</i>	

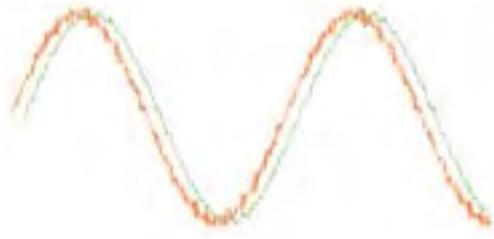
<sup>1)</sup> Siehe 7/44

<sup>1)</sup> See 7/44

### Anwendungsbereich

Ausgangsdrosseln werden auf der Lastseite von Frequenzumrichtern eingesetzt und werden von den Motorströmen durchfließen. Ausgangsdrosseln kompensieren kapazitive Umladeströme bei langen Leitungen und begrenzen bei großen Motor-Leitungslängen das  $dv/dt$  an den Motorklemmen. Daraus ergibt sich die Möglichkeit von längeren Motorzuleitungen:

- 200 m geschirmtes Motorkabel
- 300 m ungeschirmtes Motorkabel.



— mit Ausgangsdrossel  
with output reactor  
— ohne Drossel  
no reactor

### Application

Output reactors are connected on the load side of frequency converters so that all motor currents flow through the reactor. Output reactors compensate capacitive discharge currents with long cables and, in the case of long motor cables, limit the  $dv/dt$  at the motor terminals. This enables the use of longer motor supply cables:

- 200 m shielded motor cable
- 300 m unshielded motor cable.

### Technische Informationen

Empfohlene Anschlussspannung $U_N$ <i>Recommended supply voltage <math>U_N</math></i> Bemessungswechselstrom $I_{LN}$ <i>Rated alternating current <math>I_{LN}</math></i> Induktivität je Strang mH <i>Inductance per phase mH</i> Gesamtverlustleistung W <i>Total power loss W</i> Gesamtgewicht kg <i>Total weight kg</i>	siehe Tabelle „Auswahl- und Bestelldaten“ <i>See the table "Selection and ordering data"</i>
Frequenz <i>Frequency</i>	Umrichterausgangsfrequenz maximal 200 Hz <i>Maximum converter output frequency: 200 Hz</i> Taktfrequenz des Umrichters bis 8 kHz <i>Clock frequency of converter: up to 8 kHz</i>
Schutzart  <i>Degree of protection</i>	IP00 nach DIN VDE 0470-1/EN 60529 <i>IP00 according to DIN VDE 0470-1/EN 60529</i>
Bemessung der Kriech- und Luftstrecken <i>Rating of creepage distance and clearance</i>	Verschmutzungsgrad 2 nach DIN VDE 0110 <i>Pollution degree 2 according to DIN VDE 0110</i>
Bemessungsspannung für Isolierung (für Aufstellungshöhen bis 2000 m über NN) <i>Rated voltage for insulation (for installation altitudes of up to 2000 m above sea level)</i>	Ausführung mit Klemmen: AC 690 V <i>Version with terminals: 690 V AC</i> Ausführung mit Flachanschlüssen: AC 1000 V <i>Version with flat terminals: 1000 V AC</i>
Zulässige Umgebungstemperatur bei Betrieb <i>Permissible ambient temperature during operation</i>	0 °C ... +40 °C
Abweichung des zulässigen Wechselstromes vom Bemessungswechselstrom $I_{LN}$ (bei Kühlmitteltemperaturen $\neq +40$ °C) <i>Deviation of the permissible alternating current from the rated alternating current <math>I_{LN}</math> (at coolant temperatures <math>\neq +40</math> °C)</i>	siehe „Projektierungshinweise“ <i>See "Configuration notes"</i>
Wärmeklassen <i>Temperature classes</i>	Typ TEP $t_a$ 40 °C/F; Typ TEU $t_a$ 40 °C/H <i>Type TEP <math>t_a</math> 40 °C/F; Type TEU <math>t_a</math> 40 °C/H</i>
Aufstellungshöhe <i>Installation altitude</i>	$\leq 1000$ m über NN <i><math>\leq 1000</math> m above sea level</i>
Abweichung des zulässigen Wechselstromes vom Bemessungswechselstrom $I_{LN}$ (bei Aufstellungshöhen $> 1000$ m über NN) <i>Deviation of the permissible alternating current from the rated alternating current <math>I_{LN}</math> (for installation altitudes <math>&gt; 1000</math> m above sea level)</i>	siehe „Projektierungshilfen“  <i>See "Project planning aids"</i>
Normen/Approbationen <i>Standards/approvals</i>	Die Drosseln entsprechen EN 61558-2-20 <i>The reactors comply with EN 61558-2-20</i> UL 508: NMTR2, NMTR8, CSA 22.2 No. 14-M95 für Typen TEP <i>UL 508: NMTR2, NMTR8, CSA 22.2 No. 14-M95 for types TEP</i> UL 1561: XQNX2, XQNX8, CSA 22.2 H47 für Typen TEU <i>UL 1561: XQNX2, XQNX8, CSA 22.2 H47 for types TEU</i>
Lagertemperatur <i>Storage temperature</i>	-25 °C ... +55 °C
Transporttemperatur <i>Transport temperature</i>	-25 °C ... +70 °C
Zulässige Feuchtebeanspruchung <i>Permissible humidity rating</i>	Feuchte 5 % ... 95 % gelegentliche Betauung zulässig <i>Humidity 5 % ... 95 % occasional condensation permissible</i>

## 7.5. Ausgangsdrosseln

7.5. *Output Reactors*

# 7.5. Eisen-Glättungsdrosseln

## 7.5. Iron-Core Smoothing Reactors

### Anwendungsbereich

Glättungsdrosseln werden auf der Gleichstromseite von Stromrichtersätzen eingesetzt. Sie werden von Gleichstrom durchfließen.

- Eisen-Glättungsdrosseln als Vorschaltinduktivität für Gleichstrommotoren (Vorschalt-drosseln, Reihe TEM, TET)  
Der Einsatz ist zum Erzielen einer einwandfreien Kommutierung sowie zur Reduktion der Motorenverluste erforderlich, wenn auf Grund der verwendeten Stromrichterschaltung die Welligkeit des Gleichstromes für Gleichstrommotoren zu hoch ist. Die Drosseln haben eine annähernd konstante Induktivität  $L$  bis zum Bemessungsgleichstrom  $I_{dn}$ .
- Eisen-Glättungsdrosseln mit wählbarer Induktivität und wählbarem Strom (Reihen TEM, TET)  
Mit diesen Drosseln ist eine individuelle Anpassung an die Glättungsanforderungen der von Stromrichtern gespeisten Verbraucher möglich. Die Auswahl erfolgt nach dem geforderten Energieinhalt  $E$ , der aus der gewünschten Induktivität (bzw. Induktivitätsverlauf über dem Strom) sowie dem Bemessungsgleichstrom  $I_{dn}$  bestimmt wird. Durch entsprechende Dimensionierung lassen sich verschiedene Induktivitätsverläufe realisieren.

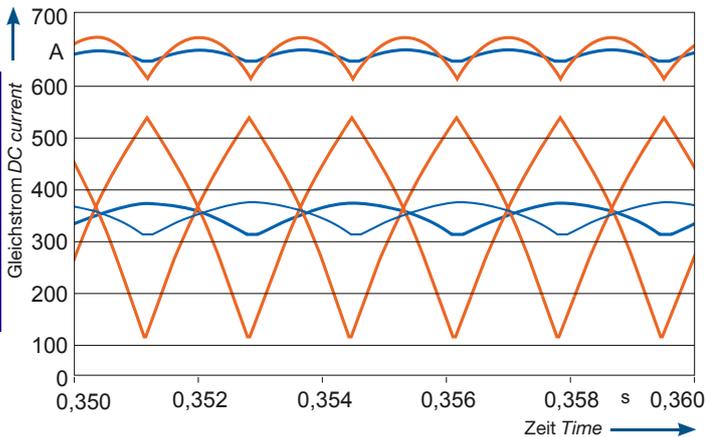
### Application

Smoothing reactors are used on the direct current side of converter assemblies. They are connected such that direct current flows through the reactor.

- Iron-core smoothing reactors as series inductance for direct current motors (series reactors, TEM, TET range)  
They are used to enable problem-free commutation and reduce motor losses when the used converter connection results in the DC ripple being too high for DC motors. The reactors have an almost constant inductance  $L$  up to the rated direct current  $I_{dn}$ .
- Iron-core smoothing reactors with selectable inductance and current (TEM, TET series)  
These reactors enable individual adaptation to the smoothing requirements of the converter-fed loads. Reactors are selected according to the required energy content  $E$ , which is determined from the required inductance (or inductance curve through the current) and the rated direct current  $I_{dn}$ . By dimensioning the reactors accordingly, it is possible to achieve a range of different inductance curves.

### Glättungsdrosseln zur Entkopplung an einer Druckmaschine: mdexx Drosseln im Einsatz

### Smoothing reactors for decoupling on printing presses: mdexx reactors in action



# 7.5. Eisen-Glättungsdröseln

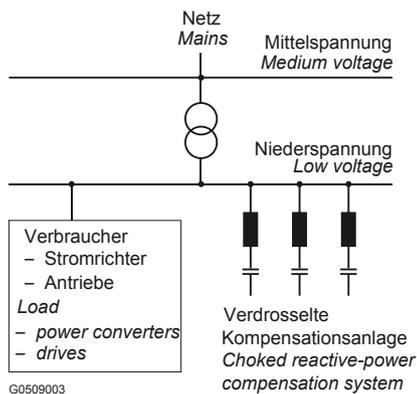
## 7.5. Iron-Core Smoothing Reactors

### Technische Informationen *Technical specifications*

	Eisen-Glättungsdröseln als Vorschaltinduktivität für Gleichstrommotoren <i>Iron-core smoothing reactors as series inductance for direct current motors</i>	Eisen-Glättungsdröseln mit wählbarer Induktivität und wählbarem Strom <i>Iron-core smoothing reactors with selectable inductance and current</i>	
Thermisch zulässiger Dauerstrom $I_{thmax}$ <i>Max. continuous thermal current <math>I_{thmax}</math></i> Bemessungsgleichstrom $I_{dn}$ <i>Rated direct current <math>I_{dn}</math></i> Induktivität bei $I_{thmax}$ <i>Inductance bei <math>I_{thmax}</math></i> Energieinhalt $E$ bei $I_{thmax}$ <i>Energy content <math>E</math> at <math>I_{thmax}</math></i> Schaltung der Wicklung bei Typ TET <i>Connection of winding for type TET</i> Eisenverluste $P_{Fe}$ /Wicklungsverluste $P_{Wl}$ /Gewicht <i>Core losses <math>P_{Fe}</math>/winding losses <math>P_{Wl}</math>/weight</i>	siehe Tabelle „Auswahl- und Bestelldaten“ See the table “Selection and ordering data”		
Zulässige Welligkeit des überlagerten Wechselstromes <i>Permissible ripple of superimposed alternating current</i>	≤ 30 %		≤ 30 %
Schutzart <i>Degree of protection</i>	IP00 nach DIN VDE 0470-1 / EN 60529 <i>IP00 according to DIN VDE 0470-1/EN 60529</i>		
Bemessung der Kriech- und Luftstrecken <i>Rating of creepage distance and clearance</i>	Verschmutzungsgrad 2 nach DIN VDE 0110 <i>Pollution degree 2 according to DIN VDE 0110</i>		
Bemessungsspannung für Isolierung (für Aufstellungshöhen bis 2000 m über NN) <i>Rated voltage for insulation (for installation altitudes of up to 2000 m above sea level)</i>	Typ TEM: <i>Type TEM:</i> Typ TET mit Klemme: <i>Type TET with terminal:</i> Typ TET25 bis TET45: <i>Type TET25 to TET45:</i> Typ TET47 bis TET80: <i>Type TET47 to TET80:</i>	nach according to EN DC 690 V AC/DC 800 V AC/DC 1000 V AC/DC 1150 V	nach according to  DC 600 V, DC 600 V, DC 600 V, DC 600 V (bis TET54) (to TET54)
Minderung der Bemessungsspannung für Isolierung (bei Aufstellungshöhen > 2000 m über NN) <i>Reduction of the rated voltage for insulation (at installation altitudes &gt; 2000 m above sea level)</i>	siehe „Projektierrhinweise“ <i>See “Configuration notes”</i>		
Zulässige Umgebungstemperaturen bei Betrieb <i>Permissible ambient temperature during operation</i>	Typ TEM: -25 °C ... +70 °C <i>Type TEM: -25 °C ... +70 °C</i> Typ TET: -25 °C ... +80 °C <i>Type TET: -25 °C ... +80 °C</i>		
Abweichung des zulässigen Gleichstromes vom Bemessungsgleichstrom $I_{dn}$ (bei Kühlmitteltemperaturen ≠ +40 °C) <i>Deviation of permissible direct current from rated direct current <math>I_{dn}</math> (at coolant temperatures ≠ +40 °C)</i>	siehe „Projektierrhinweise“ <i>See “Configuration notes”</i>		
Wärme klassen <i>Temperature classes</i>	Typ TEM: $t_a$ 40 °C/B <i>Type TEM: <math>t_a</math> 40 °C/B</i> Typ TET: $t_a$ 40 °C/H (Ausnutzung nach F bei Anwendungen nach EN) <i>Type TET: <math>t_a</math> 40 °C/H (utilization according to F for applications according to EN)</i> Typ TET: $t_a$ 40 °C/H (bei Anwendung nach  <i>Type TET: <math>t_a</math> 40 °C/H (for applications according to </i>		
Aufstellungshöhe <i>Installation altitude</i>	≤ 1000 m über NN <i>≤ 1000 m above sea level</i>		
Abweichung des zulässigen Gleichstromes vom Bemessungsgleichstrom $I_{dn}$ (bei Aufstellungshöhen > 1000 m über NN) <i>Deviation of permissible direct current from rated direct current <math>I_{dn}</math> (at installation altitudes &gt; 1000 m above sea level)</i>	siehe „Projektierrhinweise“ <i>See “Configuration notes”</i>		
Normen/Approbationen <i>Standards/approvals</i>	Die Dröseln entsprechen EN 61558-2-20 (Typ TET47 bis TET80: DIN VDE 0532). <i>The reactors comply with EN 61558-2-20 (Type TET47 to TET80: DIN VDE 0532).</i> UL 1561: XQNX2, XQNX8, CSA 22.2 H47		
Lagertemperatur <i>Storage temperature</i>	-25 °C ... +55 °C		
Transporttemperatur <i>Transport temperature</i>	-25 °C ... +70 °C		
Zulässige Feuchtebeanspruchung <i>Permissible humidity rating</i>	Feuchte 5 % ... 95 % gelegentliche Betauung zulässig <i>Humidity 5 % ... 95 % occasional condensation permissible</i>		

### Anwendungsbereich

In unseren Netzen werden heute immer mehr überschwingungserzeugende Verbraucher mit induktiver Last betrieben. Der Effekt: die Oberschwingungsbelastung und der THD-U (Total Harmonic Distortion-Spannung) des Netzes steigen. Das erhöht Stromkosten, maximiert Übertragungsverluste und belastet Übertragungs- und Verteilungseinrichtungen zusätzlich. Es gibt eine Lösung: die verbrauchernahe Kompensation. Der Einsatz von Filterkreisdrosseln verhindert, dass die ans Netz geschalteten Kondensatoren undefiniert mit den Netzinduktivitäten in Resonanz geraten. Die Filterkreisdrosseln werden mit den Kondensatoren unter Berücksichtigung eines Tonfrequenz-Rundsteuerbetriebes auf eine definierte Reihen-resonanzfrequenz eingestellt.



### Application

Inductive loads that generate harmonics are becoming increasingly common in modern supply systems. The result: an increase in the harmonic load and THD-V (Total Harmonic Distortion-Voltage) of the network. This increases electricity costs, maximizes transmission losses and places an additional load on transmission and distribution systems. However, there is a solution: near-load compensation. When filter reactors are used, the capacitors connected to the supply system cannot resonate in an undefined manner with the inductances in the supply system. The capacitors are used to set the filter reactors to a defined series resonant frequency, taking into account an AF ripple control.

## 7.5. Filterkreisdrosseln

### 7.5. Filter Reactors

#### Technische Informationen *Technical specifications*

Schutzart <i>Degree of protection</i>	IP00 nach DIN VDE 0470-1/EN 60529 <i>IP00 according to DIN VDE 0470-1/EN 60529</i>
Bemessung der Kriech- und Luftstrecken <i>Rating of creepage distance and clearance</i>	Verschmutzungsgrad 2 nach DIN VDE 0110 <i>Pollution degree 2 according to DIN VDE 0110</i>
Bemessungsspannung für Isolierung (für Aufstellungshöhen bis 2000 m über NN) <i>Rated voltage for insulation (for installation altitudes of up to 2000 m above sea level)</i>	Ausführung mit Klemmen: AC 690 V <i>Version with terminals: 690 V AC</i> Ausführung mit Flachanschlüssen: AC 1000 V <i>Version with flat terminals: 1000 V AC</i> Alle Ausführungen: AC 600 V für TEP und TEU nach UL <i>All versions: 600 V AC for TEP and TEU according to UL</i>
Verdrosselungsfaktor <i>Reduction factor</i>	5,67 %, 7 %, 14 %
Leistungsbereich $P_n$ <i>Performance range <math>P_n</math></i>	5 kvar ... 100 kvar
Überwachungen <i>Monitoring</i>	Temperaturschalter ist integriert, Kontakte sind auf Klemmen ausgeführt. <i>Temperature switch is integrated, contacts are fitted on terminals.</i>
Zulässige Umgebungstemperatur bei Betrieb <i>Permissible ambient temperature during operation</i>	Typ TEP: -25 °C ... +70 °C; Typ TEU: -25 °C ... +80 °C <i>Type TEP: -25 °C ... +70 °C; Type TEU: -25 °C ... +80 °C</i>
Abweichung des zulässigen Wechselstromes vom Bemessungswechselstrom $I_{Ln}$ (bei Kühlmitteltemperaturen $\neq$ +40 °C) <i>Deviation of the permissible alternating current from the rated alternating current <math>I_{Ln}</math> (at coolant temperatures <math>\neq</math> +40 °C)</i>	siehe "Projektierungshinweise" <i>See "Configuration notes"</i>
Wärmeklassen <i>Temperature classes</i>	Typ TEP: $t_a$ 40 °C/B; Typ TEU: $t_a$ 40 °C/H <i>Type TEP: <math>t_a</math> 40 °C/B; Type TEU: <math>t_a</math> 40 °C/H</i>
Aufstellungshöhe <i>Installation altitude</i>	$\leq$ 1000 m über NN <i><math>\leq</math> 1000 m above sea level</i>
Abweichung des zulässigen Wechselstromes vom Bemessungswechselstrom $I_{Ln}$ (bei Aufstellungshöhen $>$ 1000 m über NN) <i>Deviation of the permissible alternating current from the rated alternating current <math>I_{Ln}</math> (for installation altitudes <math>&gt;</math> 1000 m above sea level)</i>	siehe „Projektierungshilfen“ <i>See "Configuration notes"</i>
Normen/Approbationen <i>Standards/approvals</i>	Die Drosseln entsprechen EN 61558-2-20 bzw. VDE 0532. <i>The reactors comply with EN 61558-2-20 / VDE 0532. UL 1561: XQNX2, XQNX8, CSA 22.2 H47</i>
Lagertemperatur <i>Storage temperature</i>	-25 °C ... +55 °C
Transporttemperatur <i>Transport temperature</i>	-25 °C ... +70 °C
Zulässige Feuchtebeanspruchung <i>Permissible humidity rating</i>	Feuchte 5 % ... 95 % gelegentliche Betauung zulässig <i>Humidity 5 % ... 95 % occasional condensation permissible</i>

**Allgemeines**

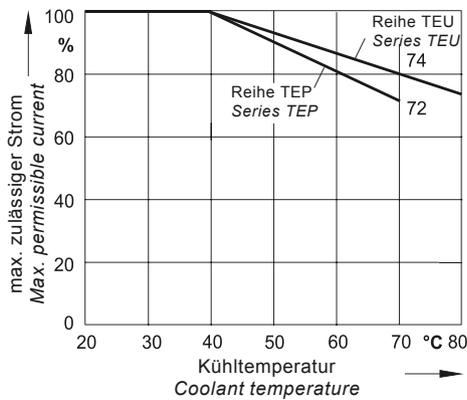
**Induktivität**

Die Induktivität der auf Eisen- oder Ferrit-Jochen aufgebauten Drosseln ist abhängig vom Kernmaterial, der Dimensionierung von Kern, Wicklung und Luftspalt. Sie ist eine Funktion vom Sättigungszustand des Kerns und damit stromabhängig. Bei Luftdrosseln hängt die Induktivität nur von der Dimensionierung der Wicklung ab.

**Verluste**

Mit den in Auswahl- und Bestelldaten angegebenen Eisenverlusten  $P_{Fe}$  und den Wicklungsverlusten  $P_W$  kann bei der Projektierung die Verlustbilanz erstellt werden.

**Abweichungen der Bemessungsgrößen – Minderung der Bemessungsspannung, des Bemessungsstromes in Abhängigkeit von Aufstellungshöhe und Kühlmitteltemperatur**



**General information**

**Inductance**

The inductance of the iron or ferrite-yoke-based reactors depends on the core material and the dimensioning of the core, winding and air gap. It is a function of the saturation state of the core and is thus current-dependent. In the case of air-core reactors, the inductance depends solely on the dimensioning of the winding.

**Losses**

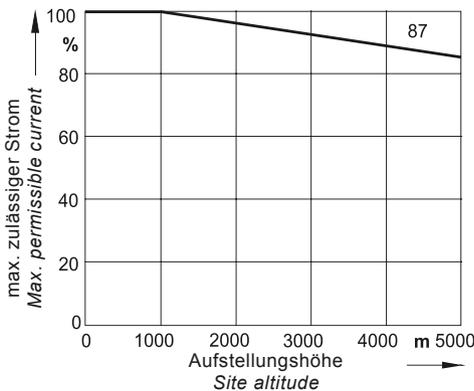
A loss balance can be determined during configuration using the iron losses  $P_{Fe}$  and winding losses  $P_W$  specified in the "Selection and ordering data".

**Deviations of rated values – Reduction of the rated voltage / rated current, depending on installation altitude and coolant temperature**

Abweichung des zulässigen Gleichstromes vom Bemessungsgleichstrom  $I_{dr}$ , bzw. des zulässigen Wechselstromes vom Bemessungswechselstrom  $I_n$  (bei Kühlmitteltemperaturen  $\neq 40^\circ\text{C}$ )

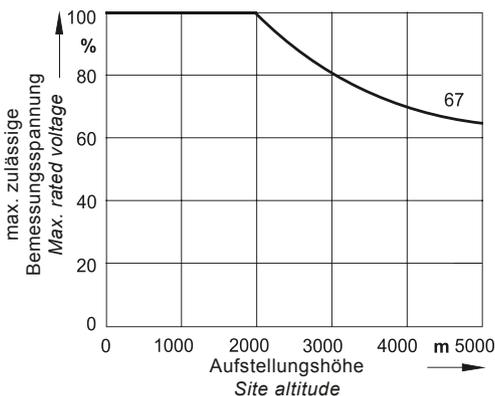
Kennlinie 74 gilt für Drosseln TEU, TET  
Kennlinie 72 gilt für Drosseln TEP, TEM, TEFII

*Deviation of the permissible direct current from the rated direct current  $I_{dr}$  or of the permissible alternating current from the rated alternating current  $I_n$  (at coolant temperatures  $\neq 40^\circ\text{C}$ )  
Characteristic curve 74 applies to TEU and TET reactors  
Characteristic curve 72 applies to TEP, TEM and TEFII reactors*



Abweichung des zulässigen Gleichstromes vom Bemessungsgleichstrom  $I_{dr}$ , bzw. des zulässigen Wechselstromes vom Bemessungswechselstrom  $I_n$  (bei Aufstellungshöhen  $> 1000\text{ m}$  über NN)

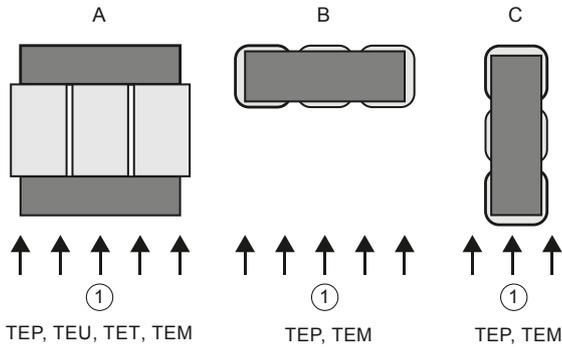
*Deviation of the permissible direct current from the rated direct current  $I_{dr}$  or of the permissible alternating current from the rated alternating current  $I_n$  (at installation altitudes  $> 1000\text{ m}$  above sea level)*



Minderung der Bemessungsspannung für Isolierung (bei Aufstellungshöhen  $> 2000\text{ m}$  über NN)

*Reduction of the rated voltage for insulation (at installation heights  $> 2000\text{ m}$  above sea level)*

### Zulässige Einbaulage Permissible mounting position



#### Einbaulage Drosseln Mounting position of reactors

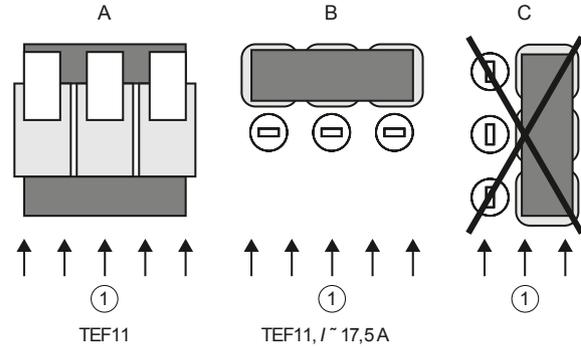
① Kühlluftstrom Cooling air flow

### Abstand zu benachbarten Bauteilen

Bei Einbau der Produkte in einen Schaltschrank wird ein Abstand von etwa 100 mm zu benachbarten Bauteilen empfohlen. Dieser Abstand stellt die Entwärmung der Drosseln und Filter sicher.

### Betrieb nach EN-Bestimmungen

Drosseln der Reihe TEU und TET sind in der Wärmeklasse H ausgeführt, die Angabe des Bemessungswechselstromes  $I_{thmax}$  beruht allerdings auf einer Ausnutzung nach Wärmeklasse F. Diese Drosseln können dauernd um 6 % überlastet werden, wobei dann die für die Wärmeklasse H zulässige Übertemperatur erreicht wird.



#### Zulässige Einbaulage Sinusfilter

#### Permissible mounting position for sinewave filters

① Kühlluftstrom Cooling air flow

### Clearance from adjacent components

When installing products in control cabinets, we recommend a clearance of approx. 100 mm from adjacent components. This clearance ensures heat dissipation from the reactors and filters.

### Operation according to EN Standards

Reactors from the TEU and TET series are in temperature class H, but the specification of the rated alternating current  $I_{thmax}$  is based on utilization according to temperature class F. These reactors can handle a continuous overload of 6 %, which means they then reach the permissible overtemperature for temperature class H.

**Betrieb mit Wechsellast, Überlast**

Drosseln sind nicht dauernd überlastbar (Ausnahme Drosseln, die nach Wärmeklasse H isoliert, deren Daten jedoch entsprechend einer Ausnutzung nach Wärmeklasse F angegeben werden). Kurzzeitige Überlastungen sind zulässig, wenn folgende Bedingungen eingehalten werden:

$$I_L = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{k=n} (I_k^2 \cdot t_k)}{\sum_{k=1}^{k=n} t_k}} \leq I_{LN}$$

$$SD = \sum_{k=1}^{k=n} t_k$$

- Die Spieldauer (SD) des Lastspiels ist  $\leq 10$  min.
- SD > 10 min entspricht bei Drosseln Dauerbetrieb.
- Der Effektivwert der Belastung während der Spieldauer übersteigt nicht den Bemessungsstrom der Drossel.
- Die Überlastungen während der Spieldauer übersteigen nicht den 10-fachen Wert des Bemessungsstromes der Drossel.

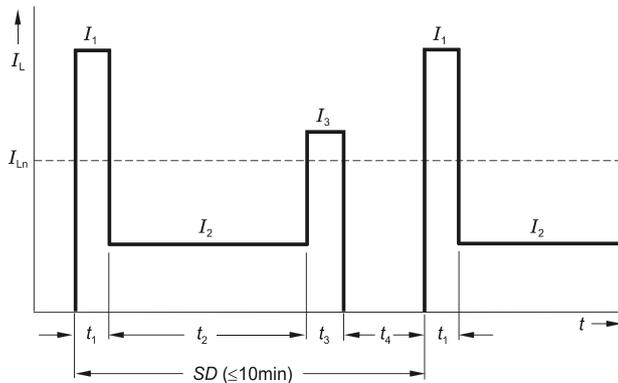


Bild 1 Beispiel Betrieb mit Wechsellast

**Operation with varying load, overload**

Reactors cannot be continuously overloaded (exception: reactors that are insulated according to temperature class H but whose data are specified as corresponding to utilization according to temperature class F). Momentary overloads are permissible if the following conditions are complied with:

- SD = Spieldauer des Lastspiels  
Cycle time of load cycle
- $I_L$  = Gemittelter Laststrom  
Average load current
- $I_{LN}$  = Bemessungsstrom  
Rated current

- The cycle duration (CD) of the load cycle is  $\leq 10$  min.
- CD > 10 min corresponds to uninterrupted duty for reactors.
- The rms value of the load during the cycle duration does not exceed the rated current of the reactor.
- The overloads during the cycle duration do not exceed 10 times the rated current of the reactor.

- $I_k$  = Belastungsströme  $I_1 \dots I_k$   
Load currents  $I_1 \dots I_k$
- $t_k$  = Belastungs-/Pausenzeit  $t_1 \dots t_k$   
Load and pause time  $t_1 \dots t_k$

Figure 1 Example of operation under fluctuating load

### Netzdrosseln

#### Induktivität

In den Auswahl- und Bestelldaten angegebene Induktivität  $L_x$ :

- Gilt bei Kommutierungsdrosseln für den Betrieb mit  $I_{max}$ .
- Gilt bei Netzdrosseln für den Betrieb mit  $I_{thmax}$ .

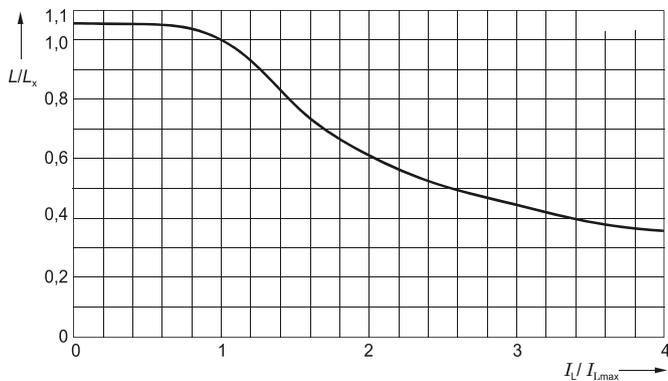
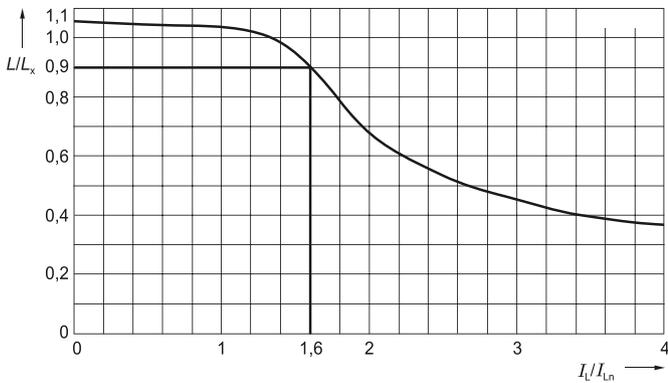
Die Toleranz der Induktivität ist  $\pm 10\%$ .

#### Induktivitätsverlauf

Die beiden Drosseln TEM und TEP/TEU unterscheiden sich deutlich in ihrem Induktivitätsverlauf. Die Induktivität ist annähernd konstant bis hin zum Bemessungsstrom  $I_{Ln}$ ,

- TEP/TEU haben noch 90 % der Nenninduktivität bei 1,6-fachem Bemessungsstrom  $I_{Ln}$ .
- TEM haben eine Restinduktivität von 60 % bei 2,0-fachem Bemessungsstrom  $I_{Ln}$ .

Typische Verläufe der Induktivität über dem Drosselstrom:



Spannungsabfall  $\Delta U$  bzw. bezogener Spannungsabfall  $u_D$

Bei **Dreiphasen-Drosseln** wird der Spannungsabfall  $\Delta U$  je Drosselstrang bei Belastung mit dem thermisch zulässigen Dauerstrom  $I_{thmax}$  und Netzfrequenz  $f = 50$  Hz oder  $60$  Hz angegeben.

Der prozentuale Spannungsabfall  $u_D$  errechnet sich wie folgt:

Bei Stromrichterschaltung B6:

$$u_D = \frac{\Delta U \times 100 \times \sqrt{3}}{U_N} \text{ in \%}$$

Die Induktivität je Drosselstrang beträgt:

$$L_x = \frac{\Delta U}{I_{thmax} \times \omega}$$

mit  $f =$  Netzfrequenz (50 Hz oder 60 Hz)

### Line reactors

#### Inductance

The inductance  $L_x$  specified in the "Selection and ordering data":

- Applies to commutation reactors for operation at  $I_{max}$ .
- Applies to line reactors for operation at  $I_{thmax}$ .

The tolerance of the inductance is  $\pm 10\%$ .

#### Inductance curve

The curves of inductance of the reactors TEM and TEP/TEU differ significantly. The inductance is virtually constant up to the rated current  $I_{Ln}$ ,

- TEP/TEU still have 90 % of the rated inductance at 1.6 times the rated current  $I_{Ln}$ .
- TEM have a residual inductance of 60 % at 2.0 times the rated current  $I_{Ln}$ .

Typical curves of inductance over the reactor current:

Typischer Verlauf der Induktivität einer **Netzdrossel** TEP/TEU über dem Drosselstrom

Typical inductance curve of a **line reactor** TEP/TEU over the reactor current

Typischer Verlauf der Induktivität einer **Netzdrossel** TEM über dem Drosselstrom

Typical inductance curve of a **line reactor** TEM over the reactor current

Voltage drop  $\Delta U$  or reference voltage drop  $u_D$

A voltage drop of  $\Delta U$  per reactor phase is specified for **threephase reactors** when loaded with the maximum permissible continuous thermal current  $I_{thmax}$  and power supply frequency  $f = 50$  Hz or  $60$  Hz.

The percentage voltage drop  $u_D$  is calculated as follows:

For converter connection B6:

$$u_D = \frac{\Delta U \times 100 \times \sqrt{3}}{U_N} \text{ in \%}$$

The inductance per reactor phase is:

$$L_x = \frac{\Delta U}{I_{thmax} \times \omega}$$

where  $f =$  mains frequency (50 Hz or 60 Hz)

### Empfohlene Anschlussspannung $U_N$ , bezogener Spannungsabfall $u_D$ und Isolationsbemessung

In den Auswahl- und Bestelldaten werden für die Drosseln eine empfohlene Anschlussspannung  $U_N$  angegeben. Die den Drosseln zugeordneten prozentualen Spannungsabfälle  $u_D$  gelten für diese jeweilige empfohlene Anschlussspannung  $U_N$ .

Die in den Auswahl- und Bestelldaten angegebene Bemessungsspannung der Isolierung erlaubt auch einen Einsatz der Drosseln an Spannungen, die von der empfohlenen Anschlussspannung  $U_N$  abweichen, jedoch kleiner oder gleich den Bemessungsspannungen der Isolierung sind. Der bezogene Spannungsabfall  $u_D$  ändert sich dann und kann nach der Formel im Abschnitt „Spannungsabfall  $\Delta U$  bzw. bezogener Spannungsabfall  $u_D$ “ errechnet werden.

Eine Drossel mit dem in Prozent angegebenen bezogenen Spannungsabfall  $u_D$  entspricht in ihrer Wirkung zum Netz hin einem Transformator mit gleichem  $u_K$ .

### Betrieb mit Netzfrequenz 50 Hz und 60 Hz

Für Netzdrosseln gelten die in den Auswahl- und Bestelldaten angegebenen Bemessungsströme  $I_{thmax}$  bzw.  $I_{Ln}$ , die zum Teil nur für Betrieb mit Netzfrequenz  $f = 50$  Hz bestimmt wurden. Ein Betrieb der Drosseln mit Netzfrequenz  $f = 60$  Hz ist zulässig. Dabei reduziert sich der zulässige Bemessungsstrom  $I_{Ln}$  auf 90 %.

$$I_{Ln} (60 \text{ Hz}) = 0,9 \times I_{Ln} (50 \text{ Hz})$$

Für die Anwendung Netzdrosseln liegen 2 % und 4 % UK Varianten vor, die für den Betrieb am 3-AC-400/480-V-50/60-Hz-Netz geeignet sind. Diese Drosseln können ohne Reduzierung des Nennstromes an 60 Hz Netzen betrieben werden.

### Verluste

Für Netzdrosseln, die für Netze mit  $f = 50$  Hz bemessen sind, gilt, für Betrieb mit 60 Hz sind die Eisenverluste nach folgender Formel zu errechnen:

$$P_{Fe60} = 1,3 \times P_{Fe50}$$

### Ausgangsdrosseln

Weiterführende Dokumentationen siehe:  
<http://www.mdexx.com>

### Glättungsdrosseln

#### Gleichstrom $I_d$ , Bemessungsgleichstrom $I_{dn}$

Bei allen Angaben zu „Gleichströmen  $I_d$ “ handelt es sich in diesem Katalog um Effektivwerte (bestimmt aus dem Mittelwert und überlagerten Wechselgrößen). Die sich aus 2- oder 6-pulsigen Stromrichterschaltungen ergebenden Frequenzen der überlagerten Wechselströme sind berücksichtigt. Die Daten gelten für Netzfrequenzen 50 Hz ... 60 Hz.

#### Welligkeit des Gleichstromes

Der Bemessung der Drosseln liegt folgende Definition der Welligkeit zugrunde:

$$W_i = I_{eff} / I_{ar} \times 100 [\%]$$

$I_{eff}$  = Effektivwert des überlagerten Wechselstromes

$W_i$  = Welligkeit des Gleichstromes  $I_d$

$I_{ar}$  = Arithmetischer Mittelwert des Gleichstromes

### Recommended supply voltage $U_N$ , reference voltage drop $u_D$ and insulation rating

The "Selection and ordering data" specifies a recommended supply voltage  $U_N$  for the reactors. The percentage voltage drops  $u_D$  assigned to the reactors also apply to the recommended supply voltage  $U_N$ .

The rated voltage for the insulation specified in the "Selection and ordering data" also allows the use of reactors at voltages that deviate from the recommended supply voltage  $U_N$ , as long as they are lower than or equal to the rated voltage of the insulation. The reference voltage drop  $u_D$  then changes and can be calculated using the formula shown in the Section "Voltage drop  $\Delta U$  / reference voltage drop  $u_D$ ".

A reactor with the reference voltage drop  $u_D$  specified in percent has the same effect on the system as a transformer with the same  $u_K$ .

### Operation with mains frequency 50 Hz and 60 Hz

For line reactors, the rated currents  $I_{thmax}$  or  $I_{Ln}$  specified in the "Selection and ordering data" apply. Some of these are only intended for use with mains frequency  $f = 50$  Hz. Operation of the reactors with mains frequency  $f = 60$  Hz is permissible. In this case, the permissible rated current  $I_{Ln}$  is reduced to 90 %.

$$I_{Ln} (60 \text{ Hz}) = 0,9 \times I_{Ln} (50 \text{ Hz})$$

For the application of line reactors, 2 % and 4 %  $u_K$  versions are available, which are suitable for operation on a 3-AC-400/480-V-50/60-Hz power system. These reactors can be operated on 60 Hz power systems without a reduction of the rated current.

### Losses

In the case of line reactors rated for power systems with  $f = 50$  Hz, the following formula must be applied to determine core losses for operation with 60 Hz

$$P_{Fe60} = 1,3 \times P_{Fe50}$$

### Output reactors

Further Documentation see:  
[www.mdexx.com](http://www.mdexx.com)

### Smoothing reactors

#### Direct current $I_d$ , rated direct current $I_{dn}$

All data pertaining to "direct currents  $I_d$ " in this catalog refer to rms values (determined from the mean value and the superimposed periodic quantity). This takes into account the frequencies of the superimposed alternating currents produced by 2 or 6-pulse converter connections. The data apply to mains frequencies of 50 Hz ... 60 Hz.

#### Ripple of direct current

The rating of the reactors is based on the following definition of the ripple:

$$W_i = I_{rms} / I_{ar} \times 100 [\%]$$

$I_{rms}$  = rms value of the superimposed alternating current

$W_i$  = ripple of the direct current  $I_d$

$I_{ar}$  = arithmetic mean value of the direct current

## 7.5. Technische Informationen

### 7.5. Technical Information

Bestimmung des erforderlichen Energieinhaltes E  
Die bestimmende Größe für die Auswahl der Glättungsdrosseln ist der Energieinhalt E

$$E = \frac{1}{2} \times L \times I_d^2 \text{ in [Ws]}$$

In den Auswahltabellen ist für jeden Drosseltyp der maximal mögliche Energieinhalt angegeben.

#### Filterkreisdrosseln

Filterkreis Anwendung mit Drossel und Kondensator  
Die Resonanzfrequenz  $f_R$  lässt sich wie folgt bestimmen:

$$f_R = \frac{1}{2\pi \sqrt{C_y \times L_x}}$$

$C_y, L_x$  siehe Auswahl und Bestelldaten

Verdrosselungsgrad Degree of choking	Resonanzfrequenz Resonant frequency
5,67 %	210 Hz
7 %	189 Hz
14 %	134 Hz

Da im allgemeinen wesentliche Oberschwingungen im Bereich der 5. Harmonischen (250 Hz/300 Hz) auftreten, wird die Absaugung dieser Störungen besser, je dichter die Resonanzfrequenz an der 5. Harmonischen Oberschwingung liegt.

#### Leistungsangepasste Ausführung

In dem durch die Drossel und den Kondensator gebildeten Schwingkreis entstehen am Kondensator Spannungsüberhöhungen. Bei exakt festgelegter Kondensatorkapazität können diese Spannungsüberhöhungen berücksichtigt werden. Durch die Wahl einer geeigneten Drossel, die in ihrer Induktivität angepasst ist, lässt sich die vom Kunden geforderte Kompensationsleistung bestimmen. Die im Katalog beschriebenen Drosseln sind für die angepasste Leistung dimensioniert.

#### Nichtleistungsangepasste Ausführung

In bereits vorhandenen, unverdrosselten Kompensationsanlagen kann eine nachträgliche Verdrosselung durchgeführt werden. Da in solch einem Fall meist auf Standardkondensatoren zurückgegriffen wird, führt der Einsatz einer nicht angepassten Drossel zu einer Spannungserhöhung an den Kondensatoren, die gegebenenfalls bei der Kondensatordimensionierung beachtet werden muss. Die Standard Verdrosselungsfaktoren werden nicht exakt erreicht.

Determination of the required energy content E  
The determining value for selecting smoothing reactors is the energy content E

$$E = \frac{1}{2} \times L \times I_d^2 \text{ in [Ws]}$$

The selection tables specify the maximum possible energy content for each reactor type.

#### Filter reactors

Filter circuit application with reactor and capacitor  
The resonant frequency  $f_R$  can be determined as follows:

$$f_R = \frac{1}{2\pi \sqrt{C_y \times L_x}}$$

$C_y, L_x$  see Selection and ordering data

As significant harmonics generally occur in the range of the 5th harmonic (250 Hz/300 Hz), the closer the resonant frequency is to the 5th harmonic, the better the suppression of these interferences.

#### Performance-adapted version

Overvoltages occur at the capacitor in the resonant circuit formed by the reactor and the capacitor. If the capacitance is precisely defined, these overvoltages can be taken into account. By selecting a suitable reactor with the correct inductance, it is possible to determine the compensation characteristics required by the customer. The reactors described in this catalog are dimensioned to allow adjustment of their performance.

#### Non-adapted version

Choking can be retrofitted in existing unchoked compensation equipment. As standard capacitors are generally used in such cases, the use of non-adjusted reactors causes an overvoltage at the capacitors, which may need to be taken into account when dimensioning the capacitors. The standard choking factors are not reached precisely.

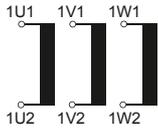
Einphasen- und Dreiphasen-Drosseln TEM, TET, TEP, TEU *TEM, TET, TEP and TEU Single-Phase and Three-Phase Reactors*

### Schaltpläne *Circuit diagrams*

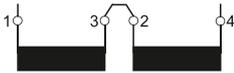
#### Anschlussbezeichnungen *Terminal designations*



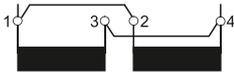
Drosseln TEM, TET  
*TEM, TET reactors*



Drosseln TEU, TEP  
*TEU, TEP reactors*



Drosseln TET, Reihenschaltung, große Induktivität, kleiner Strom  
*TET reactors, series connection, high inductance, low current*



Drosseln TET, Parallelschaltung, kleine Induktivität, großer Strom  
*TET reactors, parallel connection, low inductance, high current*

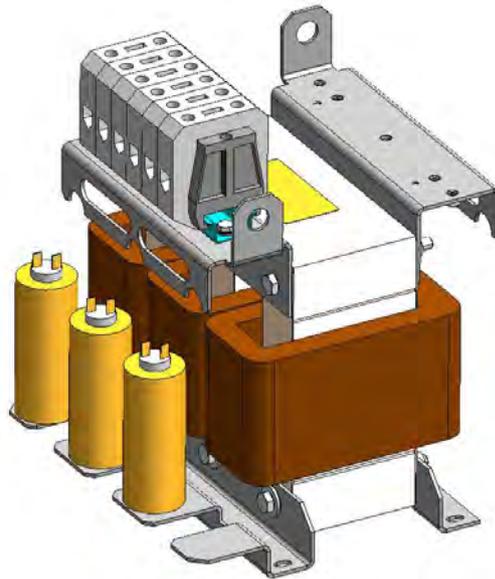


## Technische Informationen

### *Technical Information*

#### 7.6. Filter

*7.6. Filters*



#### Filter – Komponenten zur Antriebstechnik

Moderne Maschinen und Industrieprozesse sind heute ohne drehzahlveränderbare Antriebe nicht mehr denkbar, deren Drehzahl und Drehmoment an den Prozess angepasst werden müssen. Die Forderung der Anwender nach hoher Antriebsdynamik, Betrieb bei höchsten Drehzahlen, Wartungs- und Geräuscharmheit sowie nach einer hohen Schutzart werden durch drehzahlveränderbare Antriebe mit Frequenzumrichtern optimal erfüllt.

Gerade Industrieanlagen mit hohem Automatisierungsgrad sind anfällig gegenüber Funkstörspannungen und Abweichungen der Netzspannung vom sinusförmigen Verlauf, die durch schnellschaltende Halbleiter in Umrichtern auf den Motorzuleitungen und am Netzanschluss erzeugt werden.

Um diese Störungen zu minimieren, bietet mdexx ein auf das Antriebssystem kundenspezifisch abgestimmtes Spektrum von Filtern an, die zum optimalen und störungsfreien Betrieb eines Antriebssystems dienen.

#### Filters – Components for Drive Technology

*It is inconceivable today for modern machinery and industrial production not to include variable-speed drive systems whose speed and torque are adapted to each process. The demand made by users for greater drive dynamics, operation at the highest speed, low noise and maintenance, as well as a better degree of protection, are being optimally met by variable-speed drives with frequency converters.*

*It is the production plants with a high degree of automation that are susceptible to radio interference voltages and deviations from sinusoidal behaviour, produced by fast-switching semiconductors in converters on motor supply lines and at the mains supply.*

*In order to minimise these interferences, mdexx offers a spectrum of customer-specific filters for drive systems which ensure their optimal, interference-free operation.*

## 7.6. Filter

### 7.6. Filters

#### Auswahlhilfe Selection aid

Welches Problem soll gelöst werden?

What problem needs to be solved?

Mit dem umfangreichen Produktspektrum der mdexx Filter-Komponenten findet sich immer eine Lösung! *With the comprehensive selection of mdexx filter component products, there is always a solution!*

	du/dt-Filter	Sinus-Filter	Sinus-Störstrahlungs-Filter
	dv/dt-Filter	Sinewave filter	Sinewave interference filter
Reduzierung der Ladestromspitzen Aus-/Eingangskreis <i>Reduction of charging current peaks on input/output circuit</i>	++	++	++
Reduzierung der Spannungssteilheit du/dt an den Motorklemmen <i>Reduction of dv/dt voltage rate of rise at motor terminals</i>	++	++	++
Begrenzung der Überspannung aufgrund von Leitungsreflexion <i>Restriction of overvoltage due to line reflection</i>	++	++	++
Erzeugung sinusförmiger Motorklemmenspannung und -ströme <i>Generation of sinusoidal motor terminal voltage and currents</i>	--	++	++
Reduzierung der Zusatzverluste im Motor <i>Reduction of additional losses in motor</i>	--	++	++
Reduzierung der Motorgeräusche <i>Reduction of motor noise</i>	--	++	++
Reduzierung der EMV-Problematik zwischen den Außenleitern (Aus-/Eingang) <i>Reduction of EMC problems between outer conductors (input/output)</i>	--	++	++
Reduzierung der EMV-Problematik zwischen den Außenleitern und Erde (Aus-/Eingang) <i>Reduction of EMC problems between outer conductors and earth (input/output)</i>	--	--	++
Verwendung ungeschirmter Motorleitung möglich <i>Use of unshielded motor cable possible</i>	+	+	++
Reduzierung der Kommutierungs-Einbrüche und Begrenzung der Stromanstiegsgeschwindigkeit im Eingangskreis <i>Reduction of commutation notches and limiting of current rate of rise in input circuit</i>	--	--	--
Verringerung der Kommutierungsblindleistung <i>Reduction of commutation reactive power</i>	--	--	--
Dämpfung der Funkstörspannung und Reduzierung hochfrequenter Netzurückwirkungen <i>Damping of radio interference voltage and reduction of high-frequency circuit feedback</i>	+	+	+
Reduzierung der elektromagnetischen leitungsgebundenen Abstrahlung und deren Beeinflussung <i>Reduction of mains-borne electromagnetic emission and its effects</i>	++	++	++

Tabelle 1 Auswahlhilfe Table 1 Selection aid

#### Einsatz und Anwendungsgebiete

##### du/dt - Filter, Spannungsbegrenzungsfilter

du/dt - Filter bestehen aus einem Begrenzernetzwerk und einer Drossel. Das Filter wird am Ausgang von Frequenzumrichtern (FU) eingesetzt, wobei die Drossel von den Motorströmen durchflossen wird.

Durch Anschaltung des Begrenzernetzwerkes an den Zwischenkreis und das dreiphasige System am Ausgang des FU werden transiente Spannungsspitzen reduziert und die Spannungssteilheiten an der Motorwicklung auf unkritische Werte kleiner 500 V/µs begrenzt.

Zusätzlich reduziert das du/dt - Filter beim Einsatz von langen Motorleitungen die kapazitiven Ladestromspitzen, die aus dem Kapazitätsbelag der Motorzuleitung resultieren.

##### Sinusfilter

Das Sinusfilter wird am Ausgang von Frequenzumrichtern eingesetzt und wird von den Motorströmen durchflossen. Dabei werden die FU Ausgangsgrößen derart gefiltert, dass eine nahezu sinusförmige Motorspannung und ein sinusförmiger Motorstrom resultiert. Folge ist, dass Zusatzverluste im Motor reduziert werden und die Motoren deutlich ruhiger laufen. Gleichzeitig reduziert das Sinusfilter bei langen Motorleitungen die durch die Kabelkapazitäten verursachten Ladestromspitzen. Der Einsatz von Sinusfiltern ermöglicht den Betrieb von EX(d)-Motoren am Umrichter. Ein Betrieb mit ungeschirmter Motorleitung ist eingeschränkt möglich.

#### Application

##### dv/dt filters, Voltage-limiting filters

dv/dt filters comprise of a limiter network and a reactor. The filter is installed at the frequency converter output, with the motor current flowing through the reactor.

By activating the limiter network at the intermediate circuit and the three-phase system at the frequency converter output, transient voltage peaks are reduced and voltage rates of rise at the motor winding restricted to non-critical values less than 500 V/µs.

Furthermore, the use of long motor cables means the dv/dt filter reduces the capacitive charging current peaks which result from the distributed capacitance of the motor supply line.

##### Sinewave filters

The Sinewave filter, through which the motor currents flow, is installed at the frequency converter output. In doing so, the frequency converter output is filtered in such a way that an almost sinusoidal motor voltage and a fully sinusoidal motor current is present. Additional losses in the motor are reduced and the motors makes considerably less noise during operation. At the same time, the use of long motor cables means the Sinewave filter reduces any charging current peaks which are caused by cable capacitances. The use of Sinewave filters facilitates the operation of Ex(d)-motors at the converter. Operation with an unshielded motor cable is possible with restrictions.

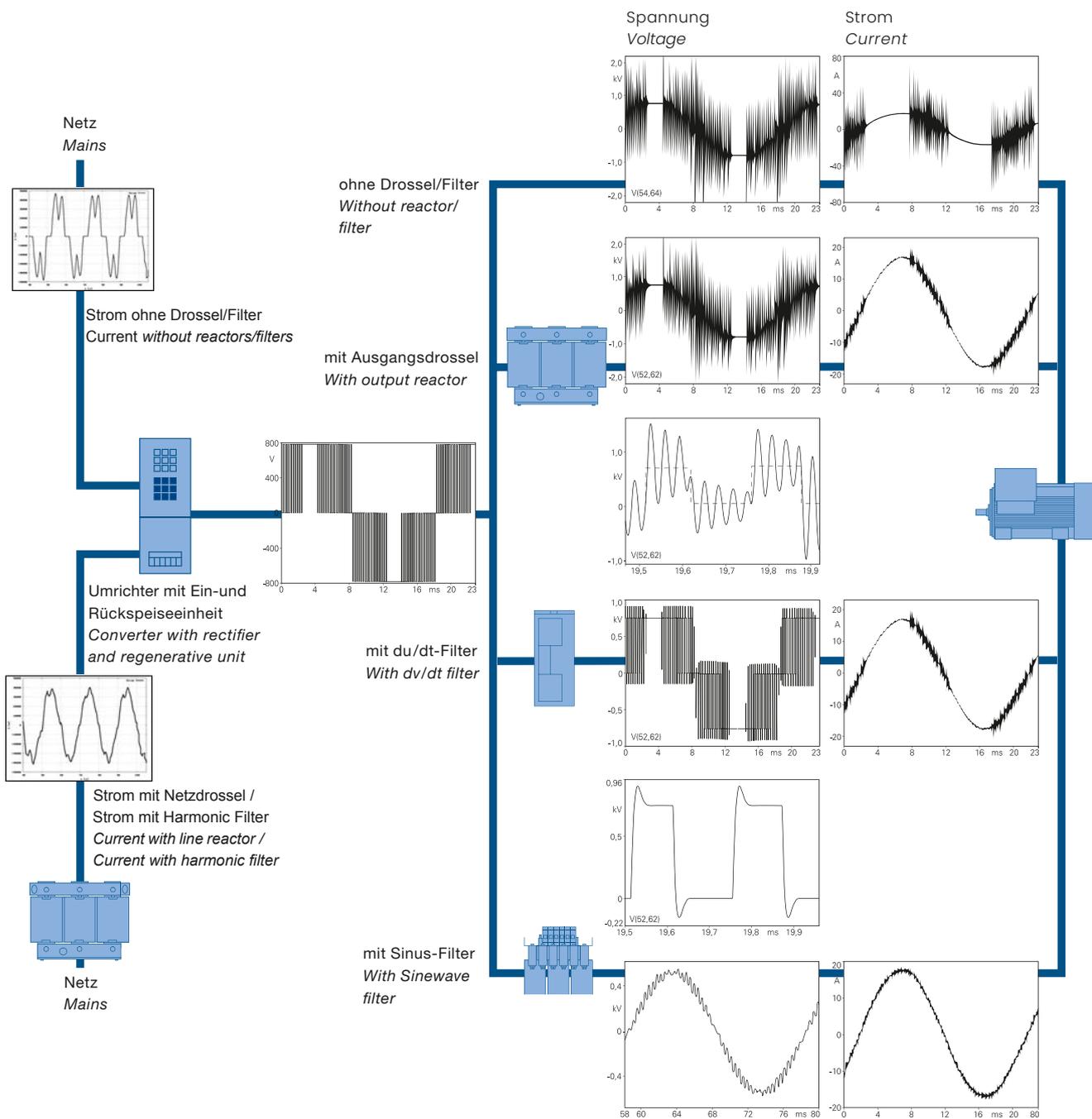


Bild 1 Einsatz und Nutzen der Filterkomponenten im Antriebssystem  
Figure 1 Use and benefits of filter components in drive system

## 7.6. Filter

### 7.6. Filters

#### Allgemeines

##### EMV Richtlinien und Grenzwerte

EMV steht für „Elektromagnetische Verträglichkeit“ und beschreibt die Fähigkeit eines Gerätes, in der elektromagnetischen Umwelt zufriedenstellend zu arbeiten, ohne dabei selbst elektromagnetische Störungen zu verursachen, die für andere in dieser Umwelt vorhandene Geräte unannehmbar sind oder durch solche gestört zu werden.

Die EMV hängt ab von zwei Eigenschaften der beteiligten Geräte, der Störaussendung und der Störfestigkeit.

Die für drehzahlveränderbare Antriebe relevante Produktnorm EN 61 800-3 beschreibt die Anforderungen für den Wohn- und Industriebereich.

Art der Störbeeinflussung <i>Type of electromagnetic interference</i>	Höhe der Störfestigkeit <i>Extent of interference immunity</i>	Bemerkungen <i>Comments</i>
Entladung statischer Elektrizität <i>Discharge of static electricity (ESD)</i>	bis 12 kV <i>up to 12 kV</i>	
Schnelle transiente Störgrößen <i>Fast transient disturbances (burst)</i>	bis 4 kV <i>up to 4 kV</i>	Für Leistungsteil <i>For power element</i>
	bis 2 kV <i>up to 2 kV</i>	Für Signalleitungen <i>For signal cables</i>

Tabelle 2 Störbeeinflussung Table 2 Electromagnetic interference

Die relevanten Normen für die Störaussendung sind:  
*The relevant standards for emitted interference are:*

EN 50 081-1 Ausstrahlungen:

EN 55011 Grenzwerte für Geräte der Klasse B in dB ( $\mu\text{V}$ )

*EN 50 081-1 Emissions:*

*EN 55011 Limit values for class B units in dB ( $\mu\text{V}$ )*

Frequenzbereich <i>Frequency range</i>	Mittelwert <i>Average</i>	Quasispitzenwert <i>Quasi-peak</i>
MHz	dB	dB
0,15 - 0,50	56 - >46 <sup>1)</sup>	66 - >56 <sup>1)</sup>
0,50 - 5	46	56
5 - 30	50	60

Tabelle 3 Frequenzbereiche Table 3 Frequency ranges

<sup>1)</sup> (linear) mit dem Logarithmus der Frequenz fallen

<sup>1)</sup> (linear) decrease with the frequency logarithm

Netzfilter nach der Norm EN 55011 Klasse B reduzieren die auftretenden Funkstörspannungen von Umrichtern auf die Grenzwerte für öffentliche Netze. Diese Filter halten auch die Grenzwerte nach Klasse A ein.

Netzfilter nach der Norm EN 55011 Klasse A reduzieren die auftretenden Funkstörspannungen der Umrichter, Einspeise- und Einspeise-Rückspeiseeinheiten auf Grenzwerte für industrielle Netze.

Grenzwerte werden in der Regel bei Umrichtern nur in Verbindung mit einer Netzkommutierungs-drossel von mindestens 2 %  $u_K$  eingehalten. Die Netz-drosseln sind in einen Metallschrank einzubauen. Der Schrankaufbau, der Anlagenaufbau sowie die Verdrahtung sind nach den Regeln des EMV-gerechten Aufbaus auszuführen.

#### General

##### EMC directives and limit values

EMC stands for “electromagnetic compatibility” and describes the ability of a device to operate satisfactorily in an electromagnetic environment without causing electromagnetic interferences which would be unacceptable for or would damage other devices operating in this environment.

EMC depends on two characteristics of these devices: emitted interference and interference immunity.

The product standard EN 61 800-3 relevant for variable-speed drive systems describes the requirements for the residential and industrial sector.

EN 50 081-2 Ausstrahlungen:

EN 55011 Grenzwerte für Geräte der Klasse A in dB ( $\mu\text{V}$ )

*EN 50 081-2 Emissions:*

*EN 55011 Limit values for class A units in dB ( $\mu\text{V}$ )*

Frequenzbereich <i>Frequency range</i>	Mittelwert <i>Average</i>	Quasispitzenwert <i>Quasi-peak</i>
MHz	dB	dB
0,15 - 0,50	66	79
0,50 - 5	60	73
5 - 30	60	73

Tabelle 4 Frequenzbereiche Table 4 Frequency ranges

Line filters according to the EN 55011 Class B standard reduce the radio interference voltages in converters to the limit values for public networks. These filters also adhere to the limit values of Class A.

Line filters according to the EN 55011 Class A standard reduce the radio interference voltages in converters, rectifiers and rectifier/regenerative units to the limit values for industrial networks.

With converters, the limit values are generally only adhered to in conjunction with a line-side commutation reactor of at least 2 %  $u_K$ . The line-side commutation reactors must be built into a metal cabinet. The cabinet, equipment and cabling must be arranged according to EMC-compliant installation.

### Störaussendung und Funkentstörung

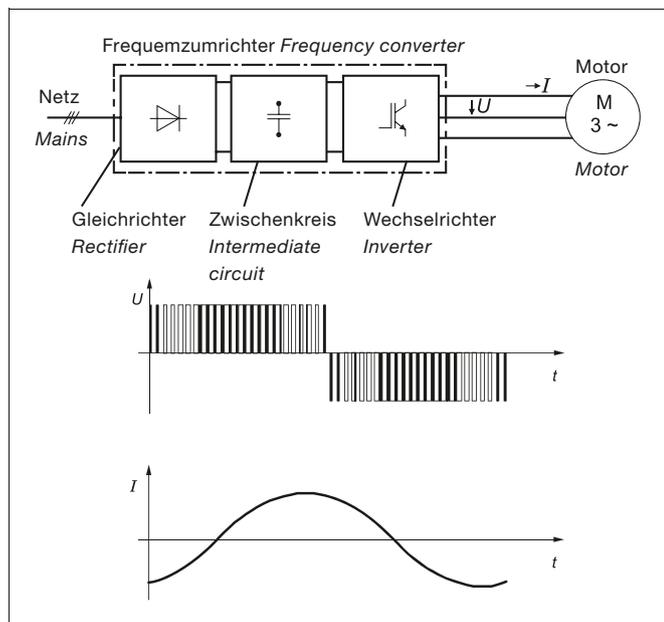
#### Der Frequenzumrichter und seine elektromagnetische Verträglichkeit

Der Frequenzumrichter als Störquelle

Frequenzumrichter arbeiten heute meist mit einem Spannungszwischenkreis.

Um möglichst wenig Verlustleistung zu erzeugen, schaltet der Wechselrichter die Zwischenkreisspannung in Form von Spannungsböcken auf die Motorwicklung. Im Motor fließt ein nahezu sinusförmiger Strom.

Das beschriebene Funktionsprinzip in Verbindung mit leistungsfähigen Halbleiter-Schaltelementen ermöglichte die Entwicklung kompakter Frequenzumrichter, die in der Antriebstechnik inzwischen unverzichtbar sind.



### Emitted interference and interference suppression

#### The frequency converter and its electromagnetic compatibility

The frequency converter as a source of interference

Frequency converters today mainly operate with a voltage intermediate circuit.

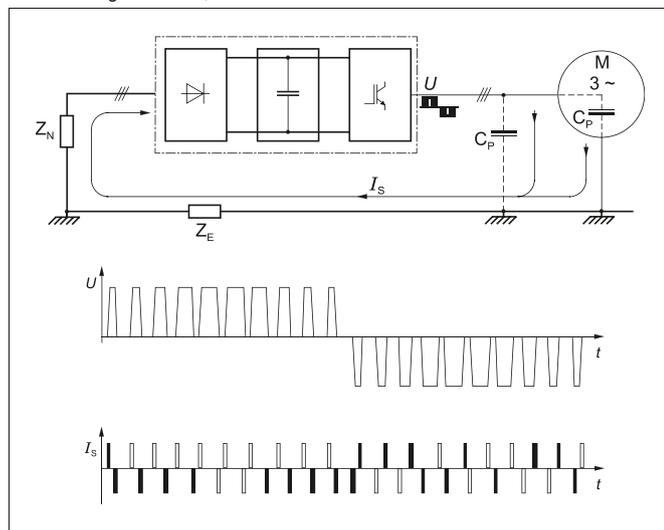
In order to produce as low as possible power dissipation, the inverter switches the intermediate circuit voltage to the motor winding in the form of voltage blocks. An almost sinusoidal current flows in the motor.

The functional principle described, in conjunction with high-capacity semiconductor switching elements, made the development of compact frequency converters possible, converters which have since become an essential part of drive technology.

Bild 2 Prinzipdarstellung Ausgangsspannung  $U$  und Motorstrom  $I$  eines Frequenzumrichters  
Figure 2 Schematic diagram of output voltage  $U$  and motor current  $I$  of a frequency converter

Die schnellen Halbleiter-Schalter bringen neben vielen Vorteilen auch einen Nachteil mit sich:

Während jeder Schaltflanke fließt ein pulsformiger Störstrom über parasitäre Kapazitäten  $C_P$  gegen Erde. Parasitäre Kapazitäten sind zwischen Motorleitung und Erde, aber auch innerhalb des Motors vorhanden.



In addition to the many advantages for fast semiconductor switches, there is also one disadvantage:

During every switching edge, an interference current flows to earth in pulses via parasitic capacitances ( $C_P$ ). Parasitic capacitances exist between motor cable and earth, however also inside the motor.

Bild 3 Prinzipdarstellung Ausgangsspannung  $U$  und Störstrom  $I_s$   
Figure 3 Schematic diagram of output voltage  $U$  and interference current  $I_s$

## 7.6. Filter

### 7.6. Filters

Die Quelle des Störstroms  $I_s$  ist der Wechselrichter; deshalb muss der Störstrom auch wieder dorthin zurückfließen. Im Rückpfad wirkt eine Impedanz  $Z_N$  und die Impedanz der Erde  $Z_E$ . Zur Impedanz  $Z_N$  bilden sich parasitäre Kapazitäten zwischen Netzleitung und Erde, denen die Impedanz (zwischen Phase und Erde des Netztransformators parallelgeschaltet ist.

Der Störstrom selbst und die von ihm verursachten Spannungsabfälle an  $Z_N$  und  $Z_E$  können andere Geräte beeinflussen.

Frequenzumrichter erzeugen die bereits beschriebenen hochfrequenten Störströme. Zusätzlich sind noch niederfrequente Netzurückwirkungen zu beachten. Durch die Gleichrichtung der Netzspannung wird ein nicht-sinusförmiger Netzstrom entnommen, der zur Verzerrung der Netzspannung führt.

### Maßnahmen zur Reduzierung der Störaussendung

Niederfrequente Netzurückwirkungen werden durch Netzdrosseln verringert.

Die hochfrequente Störaussendung lässt sich nur reduzieren, wenn der erzeugte Störstrom „auf den richtigen Weg“ gebracht wird. Werden ungeschirmte Motorleitungen verwendet, fließt der Störstrom undefiniert zurück zum Frequenzumrichter, z.B. über Fundamenterde, Kabeltritschen, Schrankholme. Für Ströme mit einer Frequenz von 50 oder 60 Hz haben die angesprochenen Strompfade einen sehr kleinen Widerstand. Der Störstrom enthält jedoch hochfrequente Anteile, die zu störenden Spannungsabfällen führen können.

Damit der Störstrom definiert zum Frequenzumrichter zurückfließen kann, ist eine geschirmte Motorleitung erforderlich. Der Schirm muss großflächig mit dem Gehäuse des Frequenzumrichters und dem Motorgehäuse verbunden werden. Jetzt ist der Schirm der günstigste Pfad für den Störstrom zurück zum Frequenzumrichter.

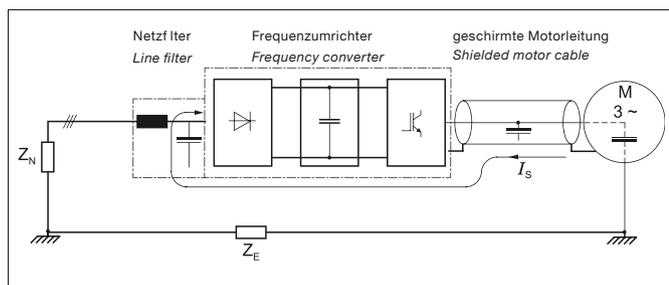


Bild 4 Verlauf des Störstromes bei geschirmter Leitung  
Image 4 Course of interference current with shielded cable

The source of the interference current  $I_s$  is the inverter, to which the interference current must thus return. Impedance  $Z_N$  and the earth impedance  $Z_E$  appear on the return path. For impedance  $Z_N$ , parasitic capacitances are formed between the power cable and earth, to which the impedance (between phase and earth) of the power transformer is connected in parallel.

The interference current itself and the voltage drops caused for  $Z_N$  and  $Z_E$  may have an influence on other devices.

Frequency converters generate the aforementioned high-frequency interference currents. There is also low-frequency circuit feedback which must be taken into consideration. By rectifying the mains voltage, a non-sinusoidal mains current which could lead to distortion of the supply voltage is removed.

### Measures for the reduction of emitted interference

Low-frequency circuit feedback is reduced by line reactors.

The high-frequency emitted interference can only be reduced if the generated interference current is set "on the right track". Should unshielded motor cables be used, the interference current flows undefined back to the frequency converter, e.g. via foundation earth electrodes, cable trays and cabinet panels. For currents with a frequency of 50 or 60 Hz, the activated current paths have a very low resistance. However, the interference current contains high-frequency components which may lead to disruptive voltage drops.

For a defined flow of interference current back to the frequency converter, a shielded motor cable is required. A large contact area is needed to connect the shield with the frequency converter housing and the motor housing. The shield is now the most convenient path for the interference current to return to the frequency converter.

## 7.6. Filter

### 7.6. Filters

Eine geschirmte Motorleitung mit beidseitig aufgelegtem Schirm bewirkt, dass der Störstrom auf dem Schirm zum Frequenzumrichter zurückfließt.

Obwohl an der Impedanz  $Z_E$  bei geschirmter Motorleitung (fast) kein Spannungsabfall entsteht, kann immer noch der Spannungsabfall an der Impedanz  $Z_N$  zur Beeinflussung anderer Geräte führen.

Aus diesem Grund ist ein Funkentstörfilter in die Netzleitung zum Frequenzumrichter einzubauen. Anordnung der Komponenten gemäß folgendem Bild.

*A motor cable shielded on both sides works in such a way that the interference current on the shield flows back to the frequency converter.*

*Even though there is (almost) no drop in voltage at impedance  $Z_E$  with a shielded motor cable, the drop in voltage at impedance  $Z_N$  can still have an influence on other devices.*

*For this reason, an EMI filter must be fitted to the power cable for the frequency converter. The layout of the components is shown in the following image.*

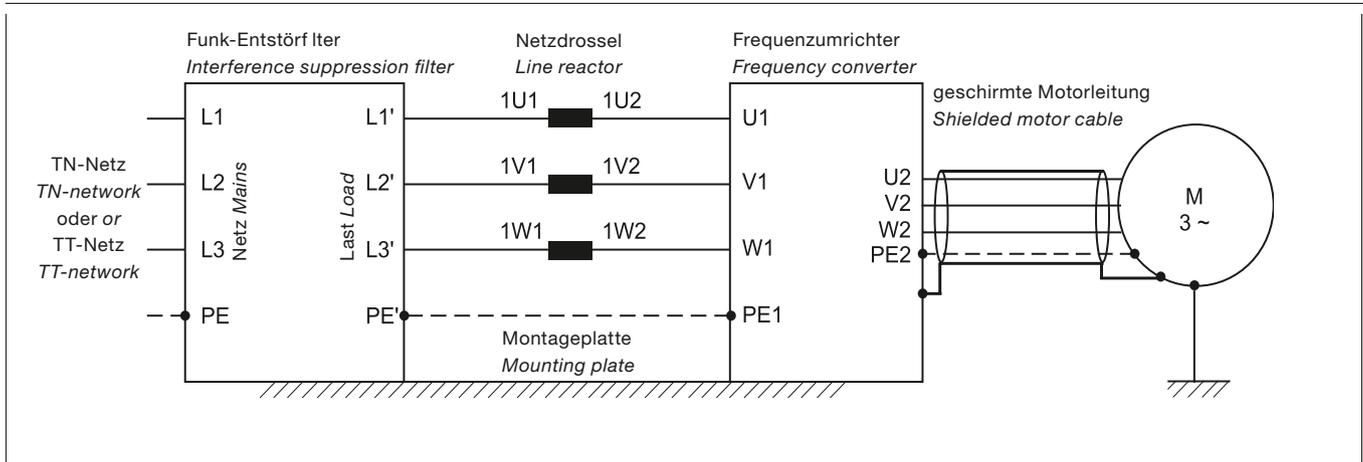


Bild 5 Anordnung der Komponenten  
Image 5 Layout of components

## 7.6. Filter

### 7.6. Filters

Funkentstörfilter und Frequenzumrichter müssen für hochfrequente Störströme niederohmig verbunden sein. In der Praxis lässt sich diese Forderung am besten durch Montage von Frequenzumrichter und Funkentstörfilter auf einer gemeinsamen Montageplatte erreichen. Frequenzumrichter und Funkentstörfilter sind großflächig mit der Montageplatte zu kontaktieren.

Die Umrichter müssen in einem geschlossenen Schaltschrank eingebaut sein, um auch die Funkstörstrahlung zu begrenzen. Die Funkstörstrahlung wird vor allem durch den Steuerungsteil mit seinem Mikroprozessor bestimmt, ist also vergleichbar mit der Störaussendung eines Computers. Befinden sich in der unmittelbaren Umgebung der Umrichter keine Funkdienste, kann auf einen HF-dichten Schaltschrank verzichtet werden.

Beim Einbau in Gerüste wird die Funkstörstrahlung nicht begrenzt. Hier ist durch geeignete Gestaltung des Betriebsraumes für eine Abschirmung zu sorgen.

Werden Umrichter im Wohnbereich eingesetzt, dann dürfen die leitungsgebundenen Störungen sowie die elektromagnetisch abgestrahlten Störungen die Grenzwerte nach „B“ nicht überschreiten. Als Wohnbereich in diesem Sinne gilt ein Anschluss, d.h. ein Trafoabgang, an dem auch private Haushalte angeschlossen sind.

Das EMV-Gesetz fordert, dass eine Industrieanlage als Ganzes mit ihrer Umwelt elektromagnetisch verträglich ist. Bei Geräten für den Industriebereich sind bezüglich Störaussendung keine Grenzwerte vorgeschrieben.

Sollen drehzahlveränderbare Antriebe Grenzwerte einhalten, so muss Folgendes vorgesehen werden:

- Funkentstörfilter einschließlich Netzkommutierungs-drossel zur Reduzierung der leitungsgebundenen Störungen,
- abgeschirmte Kabel für Motorzuleitungen und Signalleitungen zur Reduzierung der elektromagnetisch abgestrahlten Störungen,
- Einhaltung der Aufbaurichtlinien: EMV gerechter Aufbau von Antriebsanlagen

In den beiden folgenden Bildern ist ein Beispiel für die Wirkung einer Entstörmaßnahme mit einem zweistufigem Funkentstörfilter dargestellt.

*EMI filters and frequency converters must be connected with low resistance for high-frequency interference currents. In practice, this is best achieved by assembling the frequency converter and EMI filter on a joint mounting plate. A large contact area is needed to connect the frequency converter and EMI filter to the mounting plate.*

*The converters must be built into a closed control cabinet in order to also limit radio interference. The radio interference is determined primarily by the control part and its microprocessor and can thus be compared to the emitted interference of a computer. If there is no radio service to be found in immediate proximity of the converters, use of a high-frequency shielded control cabinet is not required.*

*There is no limit to radio interference during installation into basic structures. Important here is thus the shielding, ensured by an appropriately designed service room.*

*If converters are to be used in a residential area, then the mains-borne interference and the electromagnetically emitted interference may not exceed the limit values according to "B". For a residential area as is referred to here, a connection (i.e. a transformer outlet) to which private households are also connected can be used.*

*The EMC regulations require that a production plant as a whole is electromagnetically compatible with its environment. With regard to devices for the industrial sector, there are no limit values specified for emitted interference.*

*Should there be limit values set for variable-speed drives, the following will need to be included:*

- EMI filter including line-side commutation reactor for reduction of mains-borne interference
- Shielded cable for motor feed cables and signal cables for reduction of electromagnetically emitted interference
- Compliance with installation guidelines: EMC-compliant installation of drive units

*The following two images both show the effect of a suppression measure with a two-stage EMI filter.*

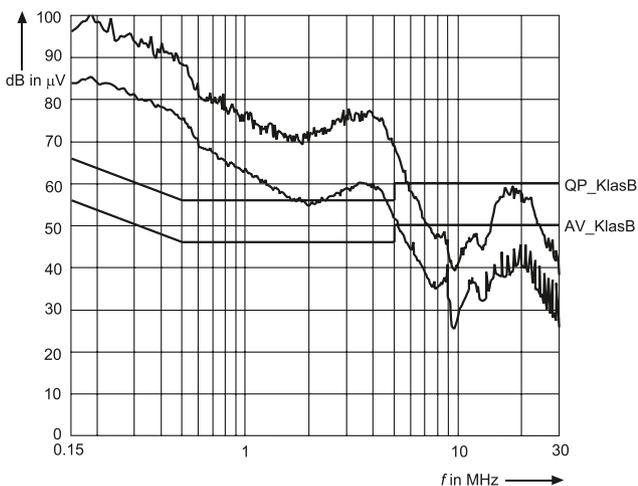


Bild 6 Störpektrum eines Frequenzumrichters an 50 Ω Netznachbildung  
Figure 6 Interference spectrum of a frequency converter at 50 Ω artificial mains network

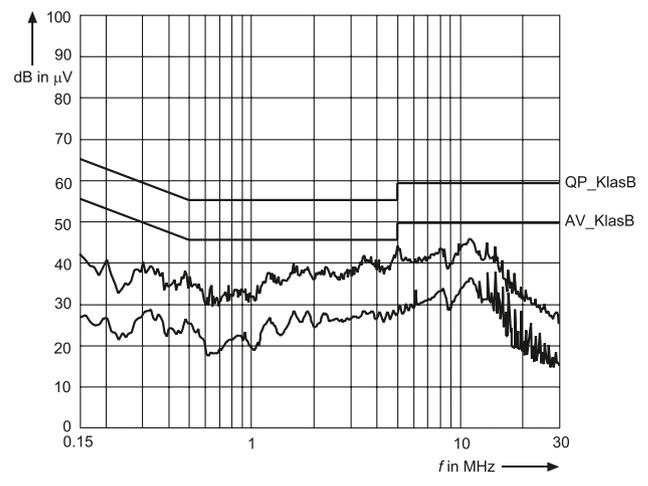


Bild 7 Störpektrum nach erfolgreicher Entstörung mit Funkentstörfilter an 50 Ω Netznachbildung, hier nach Störgrad B  
Figure 7 Interference spectrum after successful suppression with EMI filter at 50 Ω artificial mains network, here according to interference level B

## EMV-gerechter Aufbau von Antriebsanlagen

### Die Grundregeln der EMV

#### Regel 1

Die Regeln 1 bis 13 sind allgemein gültig. Die Regeln 14 bis 20 sind besonders zur Begrenzung der Störaussendung wichtig. Alle metallischen Teile des Schaltschranks sind flächig und gut leitend miteinander zu verbinden. (Nicht Lack auf Lack!) Gegebenenfalls Kontakt- oder Kratzscheiben verwenden. Die Schranktür ist über möglichst kurze Massebänder mit dem Schaltschrank zu verbinden.

#### HINWEIS

Die Erdung von Anlagen/Maschinen ist in erster Linie eine Schutzmaßnahme. Bei Antrieben hat sie jedoch Einfluss auf Störaussendung und Störfestigkeit. Die Erdung eines Systems kann sternförmig oder flächig erfolgen. Bei Antrieben ist die Flächenerdung vorzuziehen, d.h. alle zu erdenden Teile der Anlage werden flächig oder maschenförmig verbunden.

#### Regel 2

Signalleitungen und Leistungskabel sind räumlich getrennt voneinander zu verlegen (Koppelstrecken vermeiden!). Mindestabstand: 20 cm. Trennbleche zwischen Leistungs- und Signalleitungen vorsehen. Trennbleche sind mehrmals zu erden.

#### Regel 3

Schütze, Relais, Magnetventile, elektromechanische Betriebsstundenzähler etc. im Schaltschrank sind mit Entstörkombination zu beschalten, zum Beispiel mit RC-Gliedern, Dioden, Varistoren. Die Beschaltung muss direkt an der jeweiligen Spule erfolgen.

#### Regel 4

Ungeschirmte Leitungen des gleichen Stromkreises (Hin- und Rückleiter) sind zu verdrehen, bzw. die Fläche zwischen Hin- und Rückleiter möglichst klein zu halten um unnötige Rahmenantennen zu vermeiden.

#### Regel 5

Unnötige Leitungslängen vermeiden. Koppelkapazitäten und -induktivitäten werden dadurch klein gehalten.

#### Regel 6

Reserveadern an beiden Enden erden. Damit wird eine zusätzliche Schirmwirkung erreicht.

#### Regel 7

Generell werden Störeinkopplungen verringert, wenn man Leitungen nahe an geerdeten Blechen verlegt. Deshalb Verdrahtungen nicht frei im Schrank verlegen, sondern dicht am Schrankgehäuse bzw. an Montageblechen führen. Dies gilt auch für Reservekabel.

#### Regel 8

Tacho, Encoder oder Resolver müssen über eine geschirmte Leitung angeschlossen werden. Der Schirm ist am Tacho, Encoder oder Resolver und am Umrichter großflächig aufzulegen. Der Schirm darf keine Unterbrechungen aufweisen, z.B. durch Zwischenklemmen.

#### Regel 9

Die Schirme von digitalen Signalleitungen sind beidseitig (Sender und Empfänger) großflächig und gut leitend auf Erde zu legen. Bei schlechtem Potentialausgleich zwischen den Schirmanbindungen ist zur Reduzierung des Schirmstromes ein zusätzlicher Ausgleichsleiter von mindestens 10 mm<sup>2</sup> parallel zum Schirm zu verlegen. Generell darf man die Schirme auch mehrmals mit Erde (= Schrankgehäuse) verbinden. Auch außerhalb des Schaltschranks dürfen die Schirme mehrmals geerdet werden. Folienschirme sind ungünstig. Sie sind in ihrer Schirmwirkung gegenüber Geflechschirmen mindestens um den Faktor 5 schlechter.

## EMC-compliant installation of drive units

### The basic rules of EMC

#### Rule 1

Rules 1 to 13 are generally applicable. Rules 14 to 20 are particularly important for limiting emitted interference. There must be a low-resistance surface connection provided between all metal parts of the control cabinet (not paint on paint!). If necessary, use contact washers or serrated washers. The cabinet door must be connected to the control cabinet using the shortest possible earthing straps.

#### NOTE

The earthing of installations/machinery is essentially a protective measure. For drive systems, however, it can also influence emitted interference and interference immunity. A system can either be earthed in a star configuration or surface-connected. The latter is preferred for drive systems, i.e. all parts of the installation to be earthed are connected through their surface or in a mesh pattern.

#### Rule 2

Signal cables and power cables must be laid separately (avoid data links!) Minimum distance: 20 cm. Use separating plates between the power and signal cables. Separating plates must be earthed multiple times.

#### Rule 3

Contactors, relays, solenoid valves, electromechanical hour counters, etc. in the control cabinet must be connected using an interference suppression combination, i.e. with RC elements, diodes, varistors. These must be connected directly at the coil.

#### Rule 4

Unshielded cables of the same circuit (delivery and return conductors) must be twisted or the space between the delivery and return conductors kept as small as possible in order to prevent unnecessary frame antennae.

#### Rule 5

Avoid unnecessarily long cables. Coupling capacities and inductances are thus kept to a minimum.

#### Rule 6

Earth spare conductors at both ends. This achieves an additional shielding effect.

#### Rule 7

In general, EMI is reduced when cables are laid in close proximity to the earthed plates. Therefore, do not lay cables freely in the cabinet but routed close to the cabinet housing or leading to the mounting plate. This also applies for the spare cables.

#### Rule 8

Tachometers, encoders and resolvers must be connected via a shielded cable. A large contact area must be used to contact the shield with the tachometer or resolver and the converter. There may be no interruptions to this contact, e.g. using intermediate terminals.

#### Rule 9

The shields of the digital signal cables must be earthed on both sides (transmitter and receiver), using a large contact area of low resistance. In the event of poor equipotential bonding between the shield connections, an additional equaliser of at least 10 mm<sup>2</sup> must be laid parallel to the shield to reduce the shield current. It is possible to earth the shields multiple times (= cabinet housing). The shields can also be earthed multiple times outside the control cabinet. Foil shields are not recommended. In terms of protection, they are at least five times less effective than braided shields.

## 7.6. Filter

### 7.6. Filters

#### Regel 10

Die Schirme von analogen Signalleitungen sind bei gutem Potentialausgleich beidseitig auf Erde zu legen. Guter Potentialausgleich ist erfüllt, wenn Regel 1 eingehalten wird.

Falls niederfrequente Störungen auf den Analogleitern auftreten, z.B.: Drehzahl-/Messwertschwankungen als Folge von Ausgleichströmen (Brummschleifen), erfolgt die Schirmanbindung der analogen Signale einseitig an der Signalsenke, z.B. Analogeingang des Umrichters. Die andere Seite des Schirms sollte über einen Kondensator (z.B. 10nF/100 V Typ MKT) geerdet werden. Mit Hilfe des Kondensators ist der Schirm für Hochfrequenz trotzdem beidseitig aufgelegt.

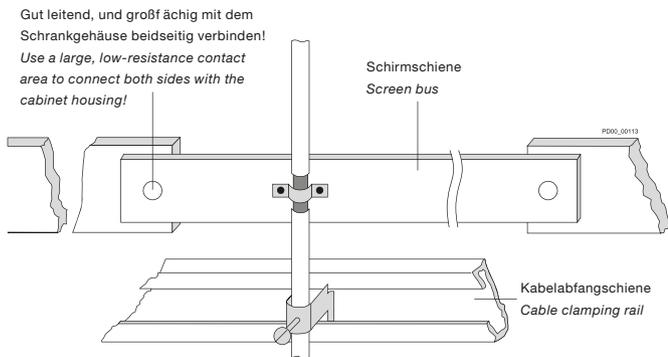


Bild 8 Schirmanbindung von Motorleitungen im Schaltschrank  
Figure 8 Shield connection for motor cables in the control cabinet

#### Regel 11

Signalleitungen möglichst nur von einer Seite in den Schrank führen.

#### Regel 12

Werden Umrichter über eine externe 24-V-Stromversorgung betrieben, darf diese Stromversorgung nicht mehrere Verbraucher speisen, die räumlich getrennt in verschiedenen Schaltschränken eingebaut sind (Brummschleifen!). Die optimale Lösung ist eine eigene Stromversorgung für jeden Umrichter.

#### Regel 13

Störeinkopplungen über den Netzanschluss vermeiden. Umrichter und Automatisierungsgeräte/Steuerelektronik sollten an unterschiedlichen Netzen angeschlossen werden. Ist nur ein gemeinsames Netz vorhanden, sind Automatisierungsgeräte/Steuerelektronik über einen Trenntransformator vom speisenden Netz zu entkoppeln.

#### Regel 14

Zur Einhaltung einer Grenzwertklasse „A“ oder „B“ (EN 55011) ist der Einsatz eines Funkentstörfilters obligatorisch, auch wenn Sinusfilter oder du/dt-Filter zwischen Motor und Umrichter eingebaut sind. Ob ein zusätzliches Filter für weitere Verbraucher installiert werden muss, ist abhängig von der verwendeten Steuerung und der Verdrahtung des restlichen Schaltschranks.

#### Regel 15

Platzierung eines Funkentstörfilters immer in der Nähe der Störquelle. Das Filter ist flächig mit dem Schrankgehäuse, Montageblech etc. zu verbinden. Am günstigsten ist eine metallisch blanke Montageplatte (z.B. aus Edelstahl, Stahl verzinkt), weil hier die gesamte Anlagefläche elektrischen Kontakt herstellt. Bei einer lackierten Montageplatte müssen die Schraubstellen zur Befestigung von Frequenzumrichter und Funkentstörfilter vom Lack befreit werden, damit sich elektrischer Kontakt ergibt. Ein- und Ausgangsleitungen des Funkentstörfilters sind räumlich zu trennen.

#### Rule 10

The shields of analogue signal cables with good equipotential bonding must be earthed on both sides. Good equipotential bonding is achieved if Rule 1 is observed.

Should low-frequency interferences occur on analogue cables, e.g. speed/measurement fluctuations as a result of equalising currents (hum), the analogue signal shield is connected on one side at the signal sink, e.g. analogue input of the converter. The other side of the shield should be earthed using a capacitor (e.g. 10nF/100 V Type MKT). With the capacitor, the shield is connected on both sides for high frequencies.

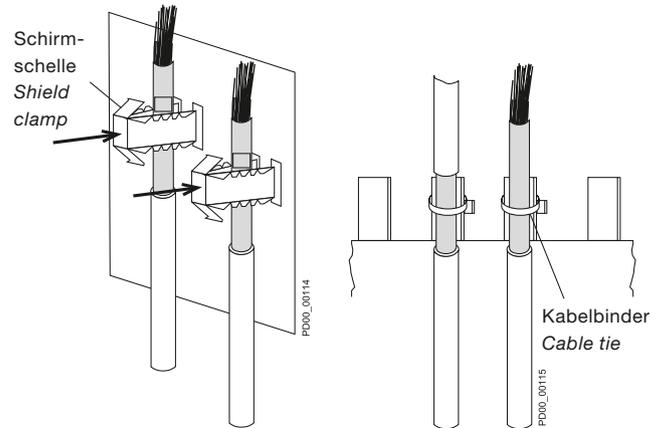


Bild 9 Schirmanbindung von Signalleitungen  
Figure 9 Shield connection for signal cables

#### Rule 11

Route signal cables into cabinet from just one side if possible.

#### Rule 12

If converters are operated via an external 24 V power supply, this power supply may not feed several consumers installed in various different control cabinets (hum!). The ideal solution here is for each converter to have its own power supply.

#### Rule 13

Avoid EMI via the mains.

Converters and automation units/control electronics should be connected to different supply networks. If there is only one common network, automation units/control electronics must be decoupled from the supply network using an isolating transformer.

#### Rule 14

In order to comply with limit class "A" or "B" (EN 55011), an EMI filter must be used, even if a Sinewave filter or dv/dt filter has been installed between the motor and converter.

Whether or not an additional filter needs to be installed for further consumers depends on the controller used and the cabling in the rest of the control cabinet.

#### Rule 15

Always position an EMI filter close to the source of interference. The filter must be surface-connected to the cabinet housing, mounting plate, etc. A convenient choice here is a bare metal mounting plate (e.g. made from stainless steel, galvanised steel) because the entire mounting surface establishes the electrical contact. If the mounting plate is painted, the paint must be removed at the screw mounting points for the frequency converter and the EMI filter to ensure good electrical contact.

The incoming and outgoing cables of the EMI filter must be physically separated

#### Regel 16

Zur Begrenzung der Störaussendung sind alle drehzahlveränderbaren Motoren mit geschirmten Leitungen anzuschließen, wobei die Schirme niederinduktiv (großflächig) beidseitig mit den jeweiligen Gehäusen verbunden werden. Auch innerhalb des Schaltschranks sind die Motorleitungen zu schirmen oder zumindest über geerdete Trennbleche abzuschirmen. Geeignete Motorleitung, z.B. Siemens PROTOFLEX-EMV-CY (4 x 1,5 mm<sup>2</sup>...4 x 120 mm<sup>2</sup>) mit Cu-Schirm. Stahlgeschirmte Leitungen sind ungeeignet.

Am Motor kann zur Schirmauflage eine geeignete PG-Verschraubung mit Schirmkontaktierung verwendet werden. Es ist auf eine niederimpedante Verbindung zwischen Motorklemmenkasten und Motorgehäuse zu achten. Gegebenenfalls mit zusätzlicher Erdungslitze verbinden. Motorklemmenkasten nicht aus Kunststoff!

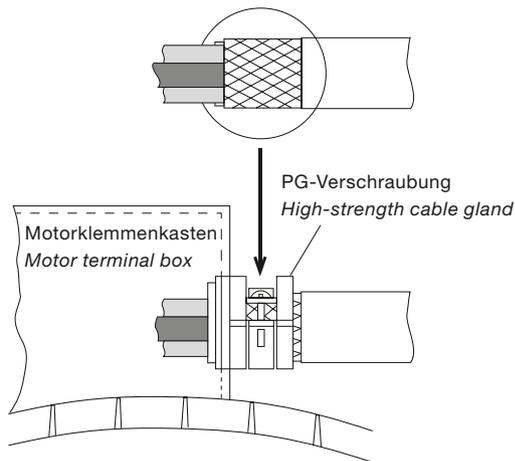


Bild 10 Schirmanbindung am Motor  
Figure 10 Shield connection at motor

#### Regel 17

Zwischen Funkentstörfilter und dem Eingang eines Umrichters ist eine Netzdrössel einzubauen.

#### Regel 18

Die Netzleitung ist von den Motorleitungen räumlich zu trennen, z.B. durch geerdete Trennbleche.

#### Regel 19

Die Schirmung zwischen Motor und Umrichter darf durch den Einbau von Komponenten wie Ausgangsdrosseln, Sinusfiltern, du/dt-Filtern, Sicherungen, Schützen nicht unterbrochen werden. Die Komponenten sind auf einem Montageblech aufzubauen, das gleichzeitig als Schirmauflage für die ankommende und abgehende Motorleitung dient. Gegebenenfalls sind geerdete Trennbleche zur Abschirmung der Komponenten erforderlich.

#### Regel 20

Um die Funkstörstrahlung zu begrenzen (speziell für Grenzwertklasse „B“), müssen außer der Netzleitung alle Leitungen, die von extern am Schaltschrank angeschlossen sind, geschirmt sein.

#### Rule 16

To limit the interference emitted, all variable-speed motors must be connected with shielded cables, with the shields connected to the respective housings at both ends in a low-inductive manner (using a large contact area). The motor cables must also be shielded inside the control cabinet or at least via earthed separating plates. Suitable motor cables e.g. Siemens PROTOFLEX-EMV-CY (4 x 1.5 mm<sup>2</sup>...4 x 120 mm<sup>2</sup>) with Cu shield. Cables with steel shields are not suitable.

A suitable high-strength cable gland with shield connection can be used at the motor to connect the shield. There must be a low impedance connection between the motor terminal box and the motor housing. If necessary, use an additional earthing lead. Do not use plastic motor terminal boxes!

#### Rule 17

A line reactor must be installed between the EMI filter and converter entry.

#### Rule 18

The power cable must be physically separated from the motor cables, e.g. using earthed separating plates.

#### Rule 19

The shielding between the motor and the converter may not be interrupted by the installation of components such as output reactors, Sinewave filters, dv/dt filters, fuses and contactors. The components must be mounted to a mounting plate which simultaneously serves as the shield connection for the incoming and outgoing motor cables. Earthed separating plates may also be required here for shielding of the components.

#### Rule 20

In order to limit radio interference (especially for limit class "B"), all cables which are externally connected to the control cabinet must be shielded in addition to the power supply cable.

## 7.6. Filter

### 7.6. Filters

#### Spannungsbegrenzungs-Filter, du/dt-Filter

du/dt-Filter sind bei Motoren mit unbekannter bzw. nicht ausreichender Spannungsfestigkeit des Isoliersystems einzusetzen.  
Die du/dt-Filter begrenzen die Spannungsanstiegsgeschwindigkeit auf Werte  $< 1000 \text{ V}/\mu\text{s}$  bei  $U_{\text{Netz}} \sim 575 \text{ V}$  und  $< 1300 \text{ V}/\mu\text{s}$  bei  $U_{\text{Netz}} \sim 660 \text{ V}$  bis  $\sim 690 \text{ V}$

#### Beschränkungen beim Einsatz:

Die Spannungsbegrenzungsfilter sind bis zu einer Maximalfrequenz von 150 Hz einsetzbar.

Die du/dt-Filter sind nur mit angeschlossenem Motor betreibbar. Standardmäßig werden du/dt-Filter für 200 m Leitungslängen dimensioniert.

#### Sinusfilter

Bei Einsatz von Sinusfiltern werden die Motoren mit einer nahezu sinusförmigen Spannung und Strom versorgt. Der Klirrfaktor bei einer Motorspannung von 50 Hz liegt z.B. mit Sinusfilter bei ca. 5 %. Die Beanspruchung von Motoren, die über Sinusfilter versorgt werden, liegen unter den Werten nach DIN VDE 0530.

Die Sinusfilter für Netzspannungen von 380 V bis 480 V sind auf eine Taktfrequenz von 4...8 kHz ausgelegt. Die Ausgangsfrequenz beträgt hier maximal 150 Hz.

#### Beschränkungen beim Einsatz:

Sinusfilter sind für die Speisung von Ex (d)-Motoren geeignet. Sie halten die Spannungsbeanspruchungen in den Motorklemmenkästen bis zu einer Netzspannung  $\sim 500 \text{ V}$  unter 1080 V.

Die maximal mögliche Leitungslängen mit Sinusfilter liegt bei 200 m.

#### Kabellängen

Die genannten Leitungslängen zum Einsatz von du/dt-Filtern und Sinusfiltern verstehen sich als Richtwerte effektiv zu erreichende Motorleitungslängen hängen im wesentlichen von folgenden Faktoren ab:

- Verhältnis von Umrichter-/Wechselrichter-Ausgangsstrom zum Motorbemessungsstrom
- Netzanschlussspannung
- Leitungstyp und Querschnitt
- Maximaler Laststrom

Allgemein können sich größere Kabellängen ergeben, wenn

- Die maximal mögliche Netzanschlussspannung des Umrichters nicht ausgenutzt wird.
- Kabel mit kleinerem Querschnitt vorgesehen werden

#### Voltage-limiting filters, dv/dt filters

For motors with an insulating system of unknown or insufficient electric strength, dv/dt filters must be used.

The dv/dt filters limit the rate of voltage increase to values  $< 1000 \text{ V}/\mu\text{s}$  with  $U_{\text{Mains}} \sim 575 \text{ V}$  and  $< 1300 \text{ V}/\mu\text{s}$  with  $U_{\text{Mains}} \sim 660 \text{ V}$  to  $\sim 690 \text{ V}$

#### Restrictions in use:

The voltage-limiting filters are suitable for use with frequencies no greater than 150 Hz.

A motor needs to be connected to operate the dv/dt filter. As standard, du/dt filters are dimensioned for cable lengths of 200 m.

#### Sinewave filters

When using a Sinewave filter, the motors are supplied with an almost sinusoidal voltage and current. With a motor voltage of 50 Hz, for example, the distortion factor will be around 5% with a Sinewave filter. The load for motors for which Sinewave filters are used lie below the values stipulated by DIN VDE 0530.

The Sinewave filters for supply voltages of 380 V to 480 V must have a pulse frequency of 4...8 kHz. The output frequency here is no greater than 150 Hz.

#### Restrictions in use:

Sinewave filters are suitable for the supply of Ex-d motors. They keep the voltage loads under 1080 V in the motor terminal boxes with supply voltage  $\leq 500 \text{ V}$ .

The maximum cable lengths possible with Sinewave filters is 200 m.

#### Cable lengths

The mentioned cable lengths for the dv/dt filter and Sinewave filter can be taken as guide values. Effectively achieving the motor cable lengths primarily depends on the following factors:

- Ratio of converter/inverter output current to motor rated current
- Mains voltage
- Type of cable and cross-section
- Maximum load current

Longer cable lengths can generally be used if

- The maximum mains voltage possible for the converter will not be exploited
- Cables with a smaller cross-section are to be used



## 7.6. Einführung

### 7.6. Introduction

#### Das Produktspektrum im Überblick

##### mdexx Filter

- du-/dt-Filter für Frequenzumrichter
- Sinusfilter für Frequenzumrichter
- Harmonic Filter

##### Die Vorteile auf einen Blick

Großer Leistungsbereich	Drosselleistung: 0,1 ... 2000 kVA, Ströme: Bis 1640 A, Filterleistung: Für Antriebe bis 900 kW Antriebsleistung
Spannungsbereiche	1 AC 200 ... 400 V, 3 AC 380 ... 750 V, bis max. 3,6 kV kundenspezifisch
Betriebssicherheit	Bemessungsspannung höher als Betriebs-/Bezugsspannungen
Varianten und Größen	Umfangreiches Lieferspektrum, passend zu Standardanwendungen
Zuordnung	Komponenten lassen sich leicht in Systeme integrieren
Service	Kurze Lieferzeiten, auch von Ersatzteilen, durch weltweites Logistiknetz
Approbationen	Weltweiter Einsatz der Komponenten durch UL <sup>1)</sup>
Wartung	Extern langlebig, bei minimalem Wartungsaufwand
Aufbau	Schnelle Inbetriebnahme, kurze Rüstzeiten, einfacher Anschluss
Montage	Einfache Schraubbefestigung
Anschluss	Schraub-, Schraubsteck-Klemmen, Flachanschluss
Betriebssicherheit	Langfristige, weltweite Verfügbarkeit von Ersatzteilen
Umwelt	Umweltgerechte Fertigung und Werkstoffe, geringe Verlustleistungen

<sup>1)</sup> bei Harmonic Filtern: nur UL-Approbiertes Isoliersystem

Es ist bekannt, dass Störungen im Versorgungsnetz extrem kostspielig sein können. Mit dem Hintergrund der Energiemarktliberalisierung und dem steigenden Anteil an nichtlinearen Verbrauchern im Netz haben die Versorgungsprobleme in den vergangenen Jahren zugenommen.

Verbraucher wie Automatisierungsanlagen oder datenverarbeitende Anlagen sind extrem empfindlich gegen Funkstörspannungen oder ein Abweichen der Netzspannung vom sinusförmigen Verlauf. Die Verfügbarkeit solcher Anlagen wird mit Drosseln und Filtern erhöht, die optimal an die Anforderungen in der Anlage angepasst sind. mdexx Filter werden branchenübergreifend zur Reduzierung von Oberschwingungen und zur Erhöhung der Verfügbarkeit von Anlagen und Geräten eingesetzt.

#### Overview of the product range

##### mdexx Filters

- dv/dt filters for frequency converters
- Sinewave filters for frequency converters
- Harmonic Filter

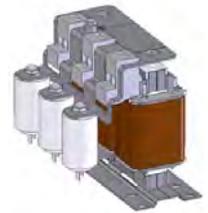
##### The advantages at a glance

Wide performance range	Reactor performance: 0.1 ... 2000kVA, Currents: up to 1640 A, Filter performance: for drives with up to 900 kW drive power
Voltage ranges	1x 200 ... 400 VAC, 3 AC 380 ... 750 V, up to max. 3.6 kV, customized
Reliable operation	Rated voltage higher than operational/reference voltages
Variants and sizes	Extensive product range, suitable for standard applications
Assignment	Components can easily be integrated in systems
Service	Short delivery times, also for spare parts, thanks to global logistics network
Approvals	Worldwide use of components through UL <sup>1)</sup>
Maintenance	Extremely long life, minimum maintenance
Design	Fast commissioning, short set-up times, simple connection
Mounting	Simple screw fixing
Connection	Screw terminals, pluggable screw terminals, flat terminals
Reliable operation	Long-term, worldwide availability of spare parts
Environment	Environment-friendly production and materials, low power losses

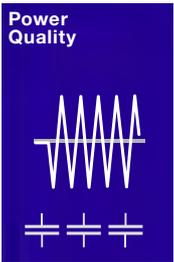
<sup>1)</sup> for harmonic filters: UL-Approval for insulation system only

It is common knowledge that faults in the mains can be extremely costly. In recent years, the liberalization of the power market and a growing proportion of non-linear loads in the network have led to an increase in supply problems.

Loads, such as automation systems or data-processing installations, are highly sensitive to RF interference voltages or deviations of the mains voltage from the sinusoidal waveform. The availability of such systems and installations is increased by reactors and filters that are, optimally adapted to the given requirements, mdexx filters are used in all industries to reduce harmonics and to increase availability of plants and equipment.



TEF11  
3 AC Sinusfilter  
3 AC sinewave filter



### Power Quality

Power Quality sichert die Verfügbarkeit von Anlagen und elektrischen Betriebsmitteln in Haushalt, Büro, Industrie und Gewerbe.

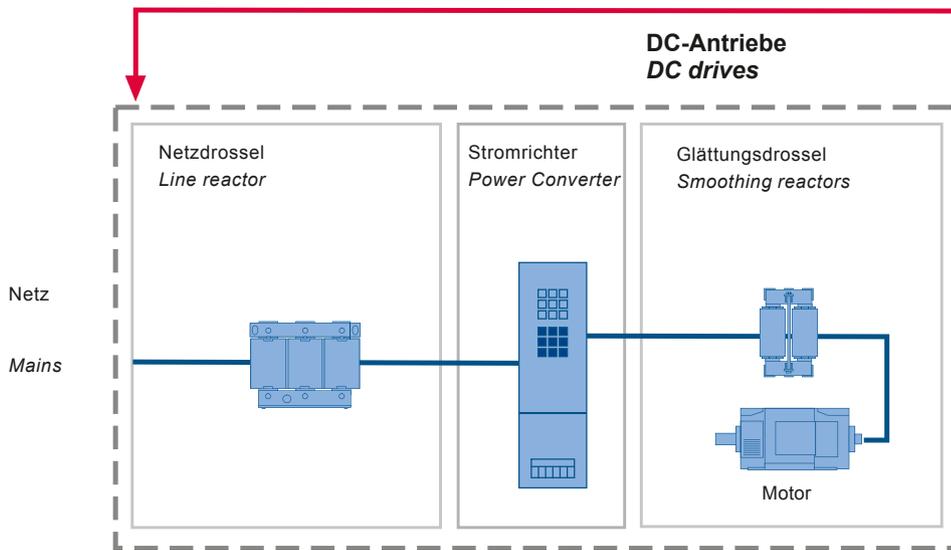
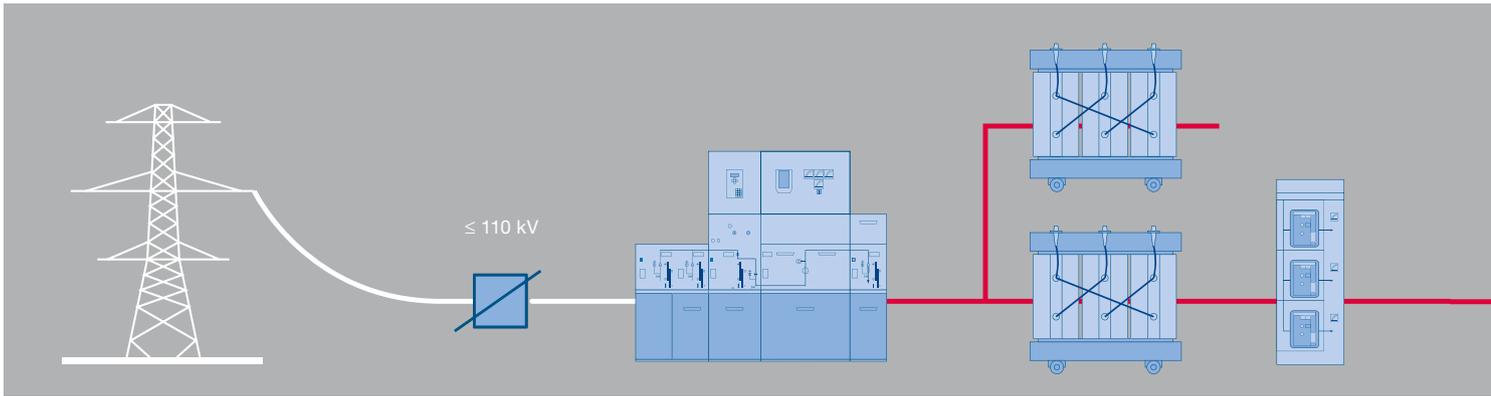
mdexx Filter, die Bausteine für die Erzielung von Power Quality, sind für die Anwendung mit AC- und DC-Antrieben sowie Kompensationsanlagen konzipiert und optimiert, um ein Maximum an Störsicherheit zu gewährleisten.

### Power Quality

*Power Quality ensures the availability of plants and electrical equipment in households, offices and the industrial and commercial sectors.*

*Designed for applications with AC and DC drives and reactive-power compensation systems, mdexx filters are Power Quality components that have been optimized to ensure maximum interference immunity.*

### Produkte und Systeme Products and Systems



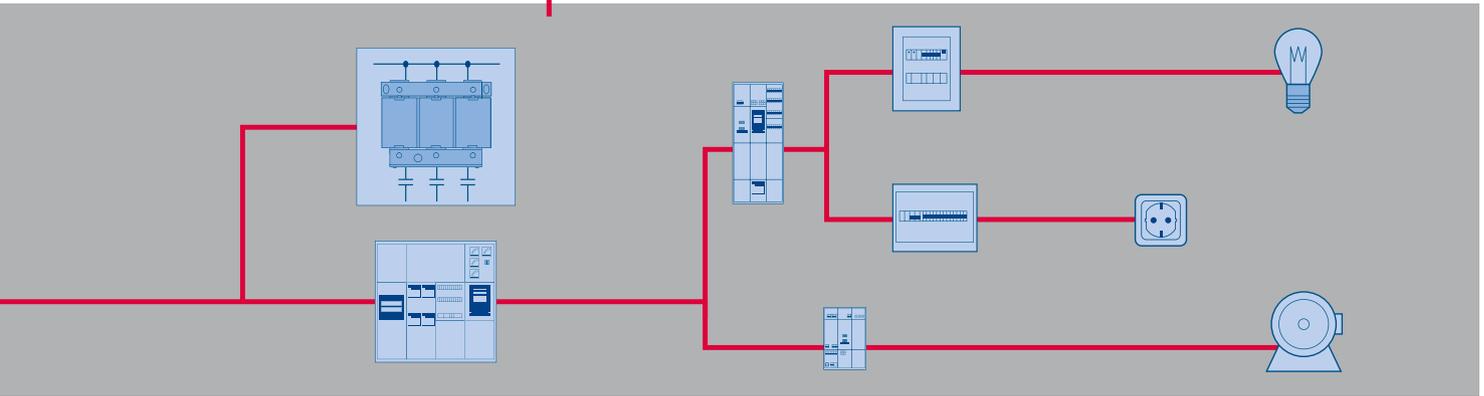
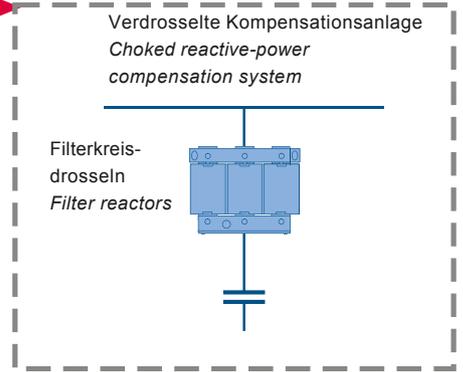
Auswahltabellen mit technischen Daten zu den Produkten sind in den genannten Katalogkapiteln zu finden.

*You will find selection tables containing technical specifications on the products in the specified catalog chapters.*

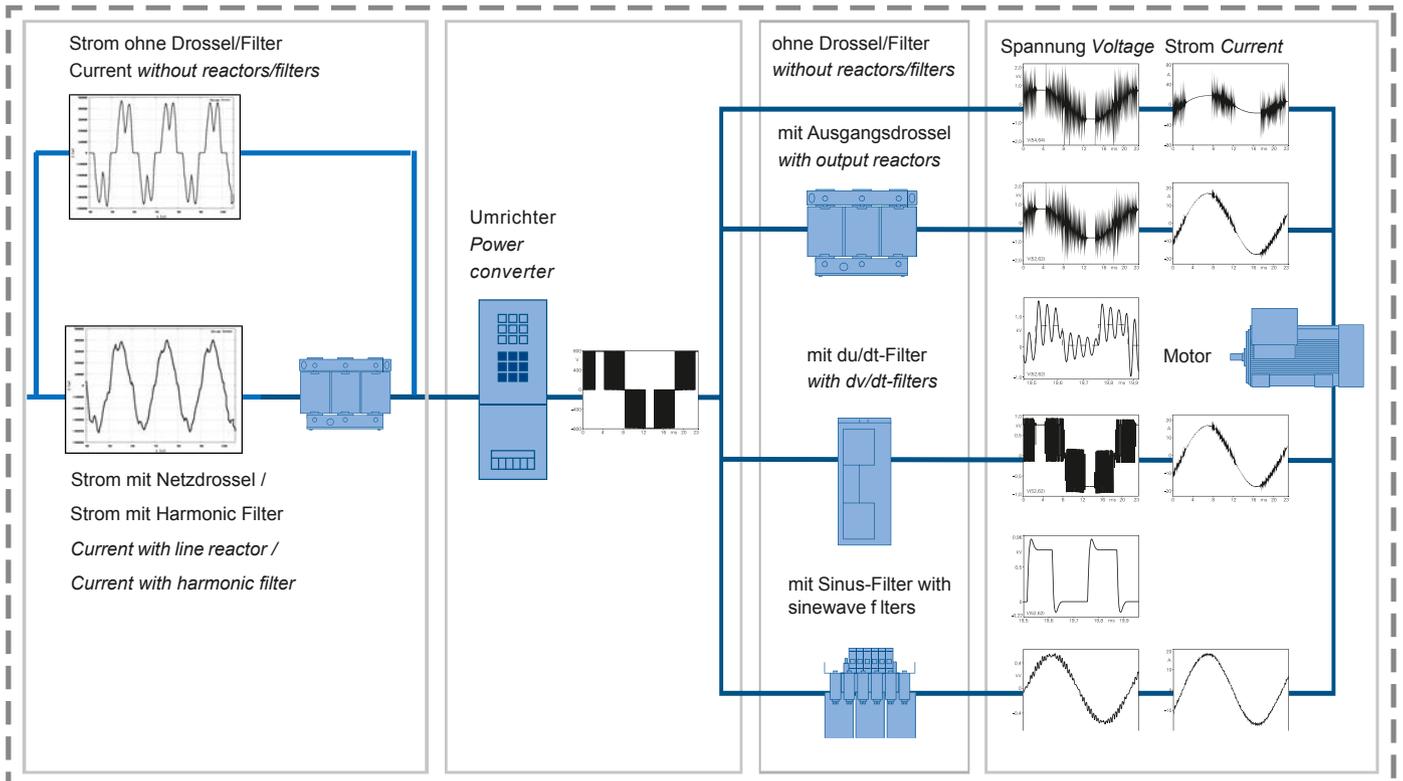
# 6.1. Einführung

## 6.1. Introduction

### Kompensation Compensation



### AC-Antriebe AC drives



### Störungsfreier Betrieb vom Netz bis zum Motor: mdexx Filter für AC-Antriebe

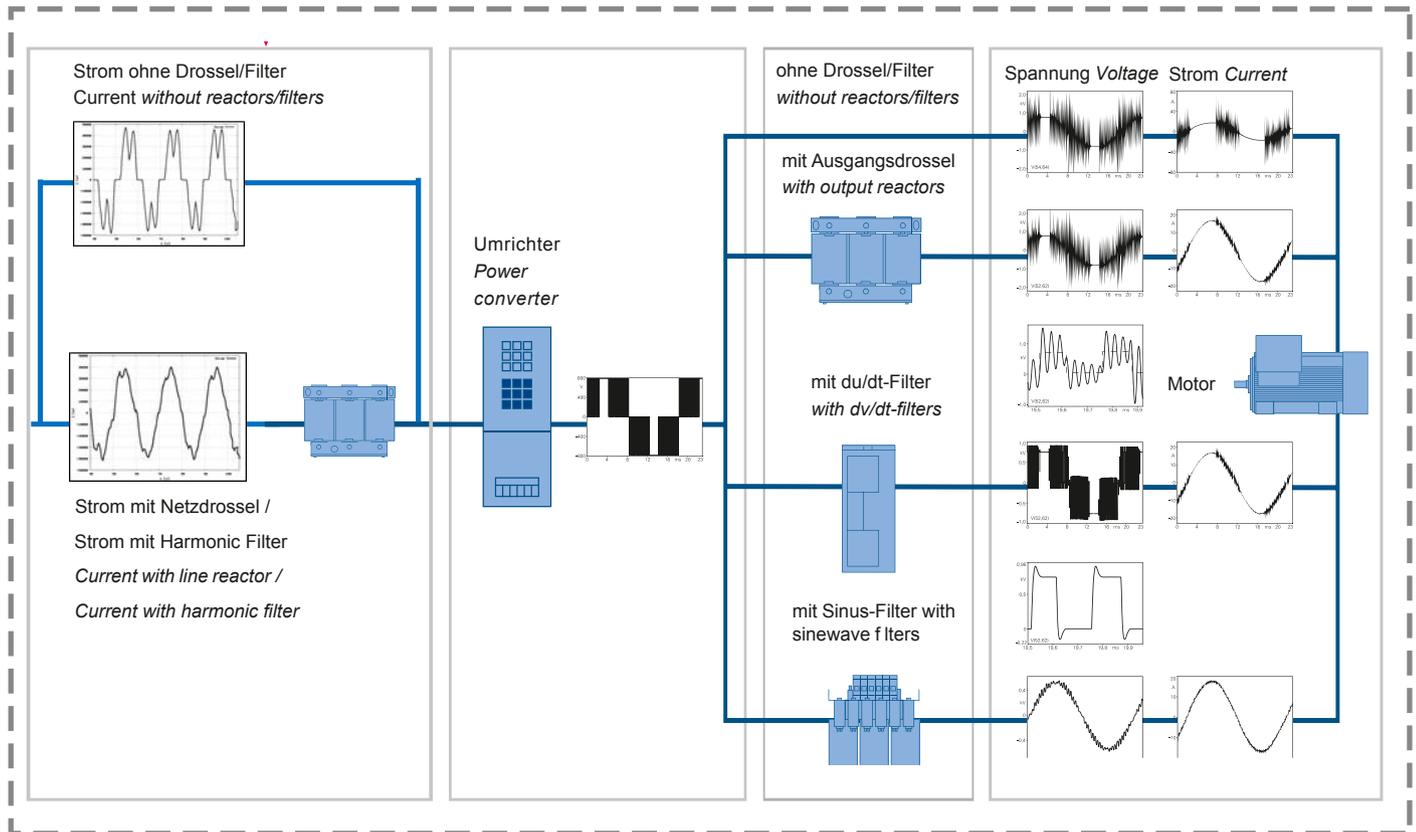
Ob in der Elektroindustrie, im Maschinenbau oder in der Prozessindustrie, an Lüftern, Förderbändern oder Hebezeugen - in allen Branchen und allen Anwendungen, in denen Frequenzumrichter zum Einsatz kommen, gehören Drosseln und Filter einfach dazu. Sie reduzieren Netzoverschwingungen ebenso wie die Auswirkungen der Umrichterspeisung auf den Motor. Sie schützen und schonen den Umrichter und sichern damit den störungsfreien Betrieb von Maschinen und Anlagen. Wo und wann welches Gerät zum Einsatz kommt, ist der folgenden Übersicht zu entnehmen.

Auswahltabellen mit technischen Daten und die Zuordnung der Komponenten zu den Frequenzumrichterleistungen sind in den genannten Katalogkapiteln zu finden.

### Smooth operation from mains to motor: mdexx filters for AC drives

In any industry or application where frequency converters are used, such as electrical and mechanical engineering, the process industry, fans, conveyor belts or lifting gear, reactors and filters are simply indispensable. They reduce line harmonics as well as the effects of the converter infeed to the motor and protect the converter, thus ensuring the smooth operation of machinery and plants. The following overview shows suitable devices and typical applications.

Assignment of components to the frequency converter outputs can be found in the specified catalog chapters. Selection tables containing technical specifications and showing the as-



## 7.6. Einführung

### 7.6. Introduction

#### Ausgangsfiler

##### Motoren sicher schützen: mdexx du/dt-Filter

mdexx du/dt-Filter kommen häufig bei Frequenzumrichtern in der chemischen Industrie zum Einsatz. Sie halten Spannungsanstiegsgeschwindigkeiten von  $< 500 \text{ V}/\mu\text{s}$  ein. Sie sorgen für einen zuverlässigen Schutz des Motors, indem sie Spannungsspitzen auf einen definierten Wert reduzieren. Mit einer Bemessungsspannung von  $500 \text{ V} + 10 \%$  und zulässigen  $4 \text{ kHz}$  als Taktfrequenz sind sie vielfältig und umfassend einsetzbar. Die maximale Motorkabellänge liegt bei ungeschirmter Leitung bei  $300 \text{ m}$ , bei geschirmter Leitung bei  $200 \text{ m}$ .

##### Spannung sinusförmig gestalten: mdexx Sinusfilter

Soll der Motor, wie in vielen Bereichen der chemischen Industrie oder auch in privaten Haushalten, mit einer nahezu sinusförmigen Spannung versorgt werden, kommen mdexx Sinusfilter zum Einsatz. Sie halten Spannungsanstiegsgeschwindigkeiten von  $< 500 \text{ V}/\mu\text{s}$  ein. Besonders für geräuschsensible Bereiche sind sie hervorragend geeignet, denn sie reduzieren die magnetischen Motorengeräusche. Mit  $480 \text{ V} + 10 \%$  Bemessungsspannung und zulässigen  $8 \text{ kHz}$  als Taktfrequenz lassen sie sich in einem großen Bereich einsetzen. Die Nutzung langer Motorkabellängen ist selbstverständlich auch hier möglich: maximal  $300 \text{ m}$  bei ungeschirmter Leitung und  $200 \text{ m}$  bei geschirmter Leitung.

#### Auswahlhilfen

##### Welches Problem soll gelöst werden?

Mit dem Produktspektrum der mdexx Filter findet sich immer eine Lösung!

##### Reliable motor protection: mdexx dv/dt filters

mdexx dv/dt filters are commonly used with frequency converters in the chemical industry. They maintain voltage rise rates of  $< 500 \text{ V}/\mu\text{s}$  and provide reliable motor protection by reducing voltage peaks to a defined value. The rated voltage of  $500 \text{ V} + 10 \%$  and reliable clock frequency of  $4 \text{ kHz}$  make them suitable for a huge range of applications. The maximum motor cable length for unshielded cables is  $300 \text{ m}$ , and  $200 \text{ m}$  for shielded cables.

##### Sinusoidal shaping of voltages: mdexx sinewave filters

mdexx sinewave filters are used if a motor needs to be supplied with a virtually sinusoidal voltage, which is often the case in many sectors of the chemical industry and even in private households. They maintain voltage rise rates of  $< 500 \text{ V}/\mu\text{s}$  and are also ideal in noise-sensitive areas as they reduce magnetic motor noises. With a rated voltage of  $480 \text{ V} + 10 \%$  and a permissible clock frequency of  $8 \text{ kHz}$ , they are suitable for a wide range of applications. It goes without saying that long motor cables can also be used in this instance: maximum  $300 \text{ m}$  for unshielded cables and  $200 \text{ m}$  for shielded cables.

#### Selection aids

##### Which problem needs to be solved?

Whatever the problem – our range of mdexx filters has a solution!

mdexx Filter <i>mdexx filters</i>	du/dt-Filter <i>dv/dt filters</i>	Sinus-Filter <i>Sinewave filters</i>	Sinus-Störstrahlungs-Filter <i>Sinewave radiated noise filters</i>
Reduzierung der Spannungssteilheit du/dt an den Motorklemmen <i>Reduction of voltage gradient dv/dt at the motor terminals</i>	++	++	++
Begrenzung der Überspannung aufgrund von Leitungsreflexion <i>Limiting of overvoltage due to line reflection</i>	++	++	++
Erzeugung sinusförmiger Motorklemmenspannung und -ströme <i>Generation of sinusoidal motor terminal voltage and currents</i>	--	++	++
Reduzierung der Zusatzverluste im Motor <i>Reduction of stray losses in the motor</i>	--	++	++
Reduzierung der EMV-Problematik zwischen den Außenleitern (Aus-/Eingang) <i>Reduction of EMC problems between outer conductors (output/input)</i>	--	++	++
Reduzierung der EMV-Problematik zwischen den Außenleitern und Erde (Aus-/Eingang) <i>Reduction of EMC problems between outer conductors and ground (output/input)</i>	--	--	++
Verwendung ungeschirmter Motorleitung möglich <i>Use of unshielded motor cable possible</i>	+	+	++
Dämpfung der Funkstörspannung und Reduzierung hochfrequenter Netzzrückwirkungen <i>Attenuation of RFI voltages and reduction of high-frequency system perturbations</i>	+	+	+

#### Eingangsfiler

##### Netzzrückwirkung minimieren: mdexx Harmonic Filter

mdexx Harmonic Filter dienen der Minimierung von unerwünschten Netzzrückwirkungen in Form von Oberschwingungen (engl. harmonics). Die durch den Umrichtereinsatz hervorgerufenen Oberschwingungen werden durch den Einsatz von Harmonic Filtern begrenzt. Dies führt zu einer Verbesserung der Systemlebensdauer unter Einhaltung von Power Quality Normen wie IEC6100-3-2 und IEC6100-3-12.

##### Reduce harmonic distortion: mdexx harmonic filters

mdexx harmonic filters serve the reduction of undesired line feedbacks such as harmonic distortions. Harmonics, which are caused by converter operation, can be limited by the use of harmonic filters. This results in an improved system reliability in compliance with power quality standards such as IEC6100-3-2 and IEC6100-3-12.

## Anwendungsbereich

Du/dt-Filter bestehen aus einem Begrenzernetzwerk und einer Drossel oder nur aus einer Drossel. Das Filter wird am Ausgang von Frequenzumrichtern eingesetzt, wobei die Drossel von den Motorströmen durchflossen wird. Durch Anschaltung eines Filters an das dreiphasige System am Ausgang des Frequenzumrichters werden transiente Spannungsspitzen reduziert und die Spannungssteilheiten an der Motorwicklung auf unkritische Werte kleiner 500 V/μs begrenzt. Zusätzlich reduziert das du/dt-Filter beim Einsatz von langen Motorleitungen die kapazitiven Ladestromspitzen, die aus dem Kapazitätsbelag der Motorzuleitung resultieren.

## Application

Dv/dt filters consist of a limiter circuit and a reactor, or a reactor only. The filter is installed at the output of frequency converters, and motor currents flow through the reactor. Connection of a filter to the three-phase system at the output of the frequency converter reduces transient voltage peaks and limits the voltage gradients in the motor winding to non-critical values of less than 500 V/μs. If long motor cables are used, the dv/dt filter also reduces capacitive load current peaks resulting from the capacitance per unit length of the motor cable.

## Technische Daten

## Technical specifications

Nennleistung <i>Rated power</i>	bis 250 kW Up to 250 kW
Nennbetriebsspannung (Phase / Phase) $U_N$ <i>Rated voltage (phase to phase) <math>U_N</math></i>	3 AC 690 V ( +10% )
Nennausgangsstrom $I_{thmax}$ (rms) <i>Rated output current <math>I_{thmax}</math> (rms)</i>	bis 260 A Up to 260 A
Nennschaltfrequenz <i>Nominal switching frequency</i>	2 kHz
Maximale Schaltfrequenz <i>Maximum switching frequency</i>	4 kHz
Maximale Umrichterfrequenz <i>Maximum inverter frequency</i>	150 Hz
Nominale Zwischenkreisspannung <i>Rated DC link voltage</i>	935 V
Maximale Spannungsanstiegsgeschwindigkeit an den Motorklemmen <i>Maximum voltage rise at motor terminals</i>	< 500 V/μs
Schutzklasse <i>Protection class</i>	I nach DIN VDE 0160-1/05.82 IEC 536/1976 I according to DIN VDE 0160-1/05.82 IEC 536/1976
Schutzart <i>Degree of protection</i>	IP00 nach DIN VDE 0470-1/EN 60529 IP00 according to DIN VDE 0470-1/EN 60529
Zulässige Umgebungstemperatur bei Lagerung <i>Permissible ambient temperature during Storage</i>	-40°C .... 70°C
Zulässige Umgebungstemperatur bei Transport <i>Permissible ambient temperature during transport</i>	-40°C .... 70°C
Zulässige Umgebungstemperatur bei Betrieb <i>Permissible ambient temperature during operation</i>	-20°C .... 40°C
Zulässige Feuchtebeanspruchung bei Lagerung <i>Permissible humidity rating during Storage</i>	Feuchte 10 % ... 100 % 1K4 nach EN 60271-3-1 Humidity 10 % ... 100 %
Zulässige Feuchtebeanspruchung bei Transport <i>Permissible humidity rating during transport</i>	Feuchte 95 % @ 40°C 2K4 nach EN60271-3-1 Humidity 95 % @ 40°C
Zulässige Feuchtebeanspruchung bei Betrieb <i>Permissible humidity rating during operation</i>	Feuchte 5 % ... 95 % 3K3 nach EN60271-3-1 Humidity 5 % ... 95 %
Aufstellungshöhe <i>Installation altitude</i>	1000 m über NN 1000 m above sea level
Abweichung des zulässigen Wechselstromes vom Bemessungswechselstrom $I_{Ln}$ (bei Aufstellungshöhen > 1000 m über NN)	siehe „Projektierungshinweise“ Auf Anfrage
Normen/Approbationen <i>Standards/approvals</i>	Drosseln entsprechen The reactors comply with EN 61558-2-20;  ;  ; 
Abweichung des zulässigen Wechselstromes vom Bemessungswechselstrom $I_{Ln}$ (bei Kühlmitteltemperaturen ≠ +40 °C) <i>Deviation of the permissible alternating current from the rated alternating current <math>I_{Ln}</math> (at coolant temperatures ≠ +40 °C)</i>	Auf Anfrage On request

## 7.6.Sinusfilter

### 7.6. Sinewave Filters

#### Anwendungsbereich

Das Sinusfilter wird am Ausgang von Frequenzumrichtern eingesetzt und wird von den Motorströmen durchflossen. Dabei werden die Frequenzumrichter-Ausgangsgrößen derart gefiltert, dass sich nahezu sinusförmige Spannungen und Ströme am Motor einstellen. Folge ist, dass Zusatzverluste im Motor reduziert werden und die Motoren deutlich ruhiger laufen. Gleichzeitig reduziert das Sinusfilter bei langen Motorleitungen die durch die Kabelkapazitäten verursachten Ladestromspitzen. Der Einsatz von Sinusfiltern ermöglicht den Betrieb von Ex(d)-Motoren am Umrichter<sup>1)</sup>.

Zulässige Motorkabellängen beim Einsatz von Sinusfiltern sind:

- 200 m geschirmtes Motorkabel
- 300 m ungeschirmtes Motorkabel

#### Technische Daten

Empfohlene Anschlussspannung $U_N$ <i>Recommended supply voltage <math>U_N</math></i> Bemessungswechselstrom $I_{L_n}$ <i>Rated alternating current <math>I_{L_n}</math></i> Gesamtverlustleistung $W$ <i>Total power loss <math>W</math></i> Gesamtgewicht kg <i>Total weight kg</i>	siehe Tabelle „Auswahl- und Bestelldaten“ <i>See the table “Selection and ordering data”</i>
Prüfspannung <i>Test voltage</i>	3,6 kV DC, aktive Teile gegen Gehäuse <i>3.6 kV DC, live parts against enclosure</i>
Leistungsbereich des Antriebes <i>Performance range of the drive</i>	1,5 kW bis 132 kW, größere Leistungen auf Anfrage <i>1.5 kW to 132 kW, higher outputs on request</i>
Frequenz <i>Frequency</i>	$f_{max} = 150$ Hz, Taktfrequenz $\geq 4$ kHz $\leq 8$ kHz <i><math>f_{max} = 150</math> Hz, clock frequency <math>\geq 4</math> kHz <math>\leq 8</math> kHz</i>
Schutzart  <i>Degree of protection</i>	IP00 nach DIN VDE 0470-1/EN 60529 Berührungssichere Klemmen gemäß BGV A2 <i>IP00 according to DIN VDE 0470-1/EN 60529</i> <i>Finger-safe terminals according to BGV A2</i>
Schutzklasse <i>Protection class</i>	I nach DIN VDE 0160-1/05.82, IEC 536/1976 <i>I according to DIN VDE 0160-1/05.82, IEC 536/1976</i>
Anschluss <i>Connection</i>	Berührungssichere Klemmen <i>Finger-safe terminals</i>
Bemessung der Kriech- und Luftstrecken <i>Rating of creepage distance and clearance</i>	Verschmutzungsgrad 2 nach DIN VDE 0110 <i>Pollution degree 2 according to DIN VDE 0110</i>
Bemessungsspannung für Isolierung (für Aufstellungshöhen bis 1000 m über NN) <i>Rated voltage for insulation</i> <i>(for installation altitudes of up to 1000 m above sea level)</i>	AC 500 V
Zulässige Umgebungstemperatur bei Betrieb <i>Permissible ambient temperature during operation</i>	0 °C ... +40 °C
Abweichung des zulässigen Wechselstromes vom Bemessungswechselstrom $I_{L_n}$ (bei Kühlmitteltemperaturen $\neq +40$ °C) <i>Deviation of the permissible alternating current from the rated alternating current <math>I_{L_n}</math> (at coolant temperatures <math>\neq +40</math> °C)</i>	siehe „Projektierungshinweise“ <i>See “Configuration notes”</i>
Wärmeklassen <i>Temperature classes</i>	$t_a$ 40 °C/F oder $t_a$ 40 °C/H abhängig von der Bauleistung <i><math>t_a</math> 40 °C/F or <math>t_a</math> 40 °C/H depending on design rating</i>
Aufstellungshöhe <i>Installation altitude</i>	$\leq 1000$ m über NN <i><math>\leq 1000</math> m above sea level</i>
Abweichung des zulässigen Wechselstromes vom Bemessungswechselstrom $I_{L_n}$ (bei Aufstellungshöhen $> 1000$ m über NN) <i>Deviation of the permissible alternating current from the rated alternating current <math>I_{L_n}</math> (for installation altitudes <math>&gt; 1000</math> m above sea level)</i>	siehe „Projektierungshilfen“ <i>See “Project planning aids”</i>
Normen/Approbationen <i>Standards/approvals</i>	Drosseln entsprechen EN 61558-2-20, UL 508: Gerätezusammenbau <i>The reactors comply with EN 61558-2-20, UL 508: Device assembly</i>
Lagertemperatur <i>Storage temperature</i>	-25 °C ... +55 °C
Transporttemperatur <i>Transport temperature</i>	-25 °C ... +70 °C
Zulässige Feuchtebeanspruchung <i>Permissible humidity rating</i>	Feuchte 5 % ... 95 % gelegentliche Betauung zulässig <i>Humidity 5 % ... 95 % occasional condensation permissible</i>

<sup>1)</sup> Wird dem Ex(d)-Motor am Umrichter ein Sinusfilter vorgeschaltet, sind die Einsatzbedingungen per Anfrage abzuklären.

<sup>1)</sup> If a sinewave filter is placed upstream of the Ex(d) motor at the converter, please contact us to find out more about operating conditions.

#### Application

Sinewave filters are installed at the output of frequency converters and motor currents flow through the filter. The frequency converter output variables are filtered in such a way that almost sinusoidal motor voltages and currents are produced at the motor. Stray losses in the motor are reduced and the motor runs significantly quieter. If long motor cables are used, the sinewave filter also reduces the load current peaks caused by cable capacities. The use of sinewave filters enables EX(d) motors to be converter-fed <sup>1)</sup>.

Permissible motor cable lengths when using sinewave filters:

- 200 m shielded motor cable
- 300 m unshielded motor cable

#### Technical specifications

## Anwendungsbereich

Ein Harmonic Filter der Reihe **HarmonExx** werden wie Netzdrössel auf der Netzseite des 6-Puls-Umrichters eingesetzt und von dessen Eingangstrom durchflossen. Durch eine Kombination aus Induktivität und Kapazität werden die Oberschwingungen des Stroms derart gefiltert, dass die Verzerrung (engl. total harmonic distortion) einem THDi < 8% entspricht.

Harmonic Filter werden dann benötigt, wenn die Netzurückwirkung des Umrichters besonders ausgeprägt ist und eine Netzdrössel zur Begrenzung des THDi nicht mehr ausreicht.

## Application

Harmonic filters of the **HarmonExx** series are used like line reactors on the line side of the 6-pulse-converter, where the input current flows through them. By combining inductance and capacity, the harmonics of the current are filtered with the result of a total harmonic distortion THDi < 8%.

Harmonic filters are needed when the harmonic distortion of the converter is very strong and a line reactor is not sufficient anymore.

## Technische Daten

Empfohlene Anschlussspannung $U_N$ <i>Recommended supply voltage <math>U_N</math></i> Bemessungswechselstrom $I_{L_n}$ Rated alternating current $I_{L_n}$ Gesamtverlustleistung W <i>Total power loss W</i> Gesamtgewicht kg <i>Total weight kg</i>	siehe Tabelle „Auswahl- und Bestelldaten“ <i>See the table "Selection and ordering data"</i>
Prüfspannung <i>Test voltage</i>	4,0 kV DC, aktive Teile gegen Gehäuse <i>4,0 kV DC, live parts against enclosure</i>
Leistungsbereich des Umrichters <i>Performance range of the drive</i>	7,0 kW bis 105 kW, größere Leistungen auf Anfrage <i>7,0 kW to 105 kW, higher outputs on request</i>
Frequenz <i>Frequency</i>	50 Hz, 50 Hz,
Schutzart  <i>Degree of protection</i>	IP00 nach DIN VDE 0470-1/EN 60529 Berührungssichere Klemmen gemäß BGV A2 IP00 <i>according to DIN VDE 0470-1/EN 60529 Finger-safe terminals according to BGV A2</i>
Schutzklasse <i>Protection class</i>	I nach DIN VDE 0160-1/05.82, IEC 536/1976 <i>I according to DIN VDE 0160-1/05.82, IEC 536/1976</i>
Anschluss <i>Connection</i>	Klemmen oder Flachanschlüsse <i>terminals or flat terminations</i>
Bemessung der Kriech- und Luftstrecken <i>Rating of creepage distance and clearance</i>	Verschmutzungsgrad 2 nach DIN VDE 0110 <i>Pollution degree 2 according to DIN VDE 0110</i>
Bemessungsspannung für Isolierung (für Aufstellungshöhen bis 1000 m über NN) <i>Rated voltage for insulation (for installation altitudes of up to 1000 m above sea level)</i>	AC 360...440 V
Zulässige Umgebungstemperatur bei Betrieb <i>Permissible ambient temperature during operation</i>	0 °C ... +45 °C
Abweichung des zulässigen Wechselstromes vom Bemessungswechselstrom $I_{L_n}$ (bei Kühlmitteltemperaturen $\neq +40$ °C) <i>Deviation of the permissible alternating current from the rated alternating current <math>I_{L_n}</math> (at coolant temperatures <math>\neq +40</math> °C)</i>	siehe „Projektierungshinweise“ See "Configuration notes"
Wärmeklassen <i>Temperature classes</i>	$t_a$ 45 °C/H $t_a$ 45 °C/H
Aufstellungshöhe <i>Installation altitude</i>	$\leq$ 1000 m über NN $\leq$ 1000 m above sea level
Abweichung des zulässigen Wechselstromes vom Bemessungswechselstrom $I_{L_n}$ (bei Aufstellungshöhen > 1000 m über NN) <i>Deviation of the permissible alternating current from the rated alternating current <math>I_{L_n}</math> (for installation altitudes &gt; 1000 m above sea level)</i>	siehe „Projektierungshilfen“  <i>See "Project planning aids"</i>
Normen/Approbationen <i>Standards/approvals</i>	Dröseln entsprechen EN 61558-2-20, <i>The reactors comply with EN 61558-2-20,</i>
Lagertemperatur <i>Storage temperature</i>	-25 °C ... +55 °C
Transporttemperatur <i>Transport temperature</i>	-25 °C ... +70 °C
Zulässige Feuchtebeanspruchung <i>Permissible humidity rating</i>	Feuchte 5 % ... 95 % gelegentliche Betauung zulässig <i>Humidity 5 % ... 95 % occasional condensation permissible</i>

## Technical specifications



### Technische Informationen *Technical Information*

#### 7.7. Normen und Zeichen *7.7. Standards and marks*

## 7.7. Normen und Zeichen

### 7.7. Standards and marks

#### Internationale und regionale Gremien für Bestimmungen und Normen International and regional committees for regulations and standards

Abkürzung Abbreviation	Bedeutung	Meaning
<b>CEE</b>	International <b>Commission on Rules for the approval of Electrical Equipment</b> : Internationale Kommission für Regeln zur Begutachtung elektrotechnischer Erzeugnisse (werden z.T. von den skandinavischen Ländern für Niederspannung-Schaltgeräte bis 63 A Bemessungsstrom zugrunde gelegt)	<i>International Commission on Rules for the approval of Electrical Equipment:</i> <i>Scandinavian countries use some of these as a basis for low-voltage switch devices with a rated current up to 63 A</i>
<b>CEN</b>	<b>Comité Européen de Normalisation</b> Europäisches Komitee für Normung	<i>Comité Européen de Normalisation</i> <i>European Standardization Committee</i>
<b>CENELEC</b>	<b>Comité Européen de Normalisation Electrotechnique</b> Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung (Generalsekretariat in Brüssel)	<i>Comité Européen de Normalisation Electrotechnique</i> <i>European Committee for Electrotechnical Standardization (Management Centre in Brussels)</i>
<b>IEC</b>	International <b>Electrotechnical Commission</b> (frz.: CEI): In der internationalen elektrotechnischen Kommission arbeiten alle großen Industrienationen mit. Die dort erarbeiteten IEC-Empfehlungen werden z.T. direkt in die nationalen Bestimmungen weitgehend an die IEC-Empfehlungen angeglichen	<i>International Electrotechnical Commission (French.: CEI):</i> <i>all the major industrial nations co-operate in the International Electrotechnical Commission. The IEC recommendations drafted there are to some extent incorporated directly in national regulations, essentially aligned with IEC recommendations</i>
<b>ISO</b>	International <b>Organization for Standardization</b> Internationale Organisation für Normung	<i>International Organization for Standardization</i>

#### Wichtige länderspezifische Gremien für Bestimmungen und Normen Important country-specific committees for regulations and standards

Abkürzung Abbreviation	Bedeutung	Meaning
<b>ANSI</b>	<b>American National Standards Institute</b> : Nationales Normeninstitut der USA, das Bestimmungen und Normen auf nahezu allen Sachgebieten (nicht nur Elektrotechnik) veröffentlicht. Für Niederspannungs-Schaltgeräte hat ANSI weitgehend die amerikanischen NEMA- und UL-Bestimmungen übernommen.	<i>American National Standards Institute:</i> <i>Publishes regulations and standards in almost every sphere (not just electrical engineering). ANSI has essentially adopted the American NEMA and UL regulations for low-voltage switch devices.</i>
<b>AS</b>	<b>Australian Standards</b> : Australische Bestimmungen (z.T. schon an IEC angeglichen)	<i>Australian Standards:</i> <i>already aligned with IEC to some extent</i>
<b>BIS</b>	<b>Bureau of Indian Standard</b> : Indische Bestimmungen (z.T. schon an IEC angeglichen)	<i>Bureau of Indian Standard:</i> <i>already aligned with IEC to some extent</i>
<b>BS</b>	<b>British Standard</b> : Bestimmungen von Großbritannien (z.T. schon an IEC angeglichen)	<i>British Standard:</i> <i>already aligned with IEC to some extent</i>
<b>CCEE</b>	<b>China Commission for Conformity Certification of Electrical Equipment</b>	<i>China Commission for Conformity Certification of Electrical Equipment</i>
<b>CSA</b>	<b>Canadian Standards Association</b> : Kanadischer Vorschriften-Verband, der Bestimmungen herausgibt und Approbationen erteilt	<i>Canadian Standards Association:</i> <i>issues regulations and approvals</i>
<b>DEMKO</b>	<b>Danmarks Elektriske Materielkontrol</b> : Dänische Kontrollbehörde für elektrotechnische Erzeugnisse, die Bestimmungen herausgibt und Approbationen erteilt	<i>Danmarks Elektriske Materielkontrol:</i> <i>Danish supervisory authority for electrotechnical products which issues regulations and approvals</i>
<b>EEMAC</b>	<b>Electrical and Electronic Manufacturers Association Canada</b> : Kanadischer Verband der Hersteller elektrotechnischer Erzeugnisse	<i>Electrical and Electronic Manufacturers Association Canada</i>
<b>JIS</b>	<b>Japanese Industrial Standard</b> : Japanische Bestimmungen	<i>Japanese Industrial Standard:</i> <i>Japanese regulations</i>
<b>KEMA</b>	<b>Keuring van Elektrotechnische Materialen</b> : Niederländische Prüfstelle für elektrotechnische Erzeugnisse, die unter anderem die CSA-Approbationen für europäische Hersteller ausführt	<i>Keuring van Elektrotechnische Materialen:</i> <i>Dutch testing body for electrotechnical products, performing CSA approvals for European manufacturers among other things</i>
<b>NEMA</b>	<b>National Electrical Manufacturers Association</b> : Nationaler Verband der Hersteller elektrotechnischer Erzeugnisse in den USA	<i>National Electrical Manufacturers Association</i>
<b>NEMKO</b>	<b>Norges Elektriske Materielkontrol</b> : Norwegische Kontrollbehörde für elektrotechnische Erzeugnisse, die Bestimmungen herausgibt und Approbationen erteilt	<i>Norges Elektriske Materielkontrol:</i> <i>Norwegian supervisory authority for electrotechnical products which issues regulations and approvals</i>

## 7.7. Normen und Zeichen

### 7.6. Standards and marks

Abkürzung <i>Abbreviation</i>	Bedeutung	Meaning
<b>NEN</b>	<b>N</b> ederlandse <b>N</b> orm: Niederländische Norm	<b>N</b> ederlandse <b>N</b> orm: <i>Dutch standards</i>
<b>ÖVE</b>	<b>Ö</b> sterreichischer <b>V</b> erband für <b>E</b> lektrotechnik: Die ÖVE-Bestimmungen stimmen weitgehend mit den Bestimmungen von DIN VDE und den IEC-Publikationen überein	<b>Ö</b> sterreichischer <b>V</b> erband für <b>E</b> lektrotechnik: <i>the regulations of the Austrian Electrical Engineering Association essentially match those of DIN VDE and IEC publications</i>
<b>SABS</b>	<b>S</b> outh <b>A</b> frican <b>B</b> ureau of <b>S</b> tandards: Südafrikanisches Normenbüro	<b>S</b> outh <b>A</b> frican <b>B</b> ureau of <b>S</b> tandards
<b>SACI</b>	<b>S</b> tate <b>A</b> dministration of <b>I</b> mport and <b>E</b> xport <b>C</b> ommodity <b>I</b> nspection (China)	<b>S</b> tate <b>A</b> dministration of <b>I</b> mport and <b>E</b> xport <b>C</b> ommodity <b>I</b> nspection (China)
<b>SASO</b>	<b>S</b> audi <b>A</b> rabien <b>S</b> tandard <b>O</b> rganisation (Vorschriften-Verband in Saudi-Arabien)	<b>S</b> audi <b>A</b> rabien <b>S</b> tandard <b>O</b> rganisation
<b>SEMKO</b>	<b>S</b> venska <b>E</b> lektriska <b>M</b> ateriel <b>k</b> ontrollanstalten: Schwedische Kontrollbehörde für elektrotechnische Erzeugnisse, die Bestimmungen herausgibt und Approbationen erteilt	<b>S</b> venska <b>E</b> lektriska <b>M</b> ateriel <b>k</b> ontrollanstalten: <i>Swedish supervisory authority for electrotechnical products which issues regulations and approvals</i>
<b>SEN</b>	<b>S</b> venska <b>E</b> lektrotekniska <b>N</b> ormer: Schwedische elektrotechnische Normen	<b>S</b> venska <b>E</b> lektrotekniska <b>N</b> ormer: <i>Swedish electrotechnical standards</i>
<b>SETI</b>	<b>S</b> ähköarkastuskeskus <b>E</b> linspektionscentralen: Finnische elektrotechnische Prüfstelle	<b>S</b> ähköarkastuskeskus <b>E</b> linspektionscentralen: <i>Finnish electrotechnical testing body</i>
<b>SEV</b>	Schweizerischer <b>E</b> lektrotechnischer <b>V</b> erein	<b>S</b> chweizerischer <b>E</b> lektrotechnischer <b>V</b> erein: <i>Swiss Electrotechnical Association</i>
<b>UL</b>	<b>U</b> nterwriters <b>L</b> aboratories <b>I</b> nc.: Prüfstelle der nationalen Feuerversicherung in den USA, die u.a. die Prüfungen von elektrotechnischen Erzeugnissen ausführt und die entsprechenden Vorschriften herausgibt	<b>U</b> nterwriters <b>L</b> aboratories <b>I</b> nc.: <i>testing body for national fire insurance in the USA which performs, among other things, tests on electrotechnical products and issues the corresponding specifications</i>
<b>UTE</b>	<b>U</b> nion <b>T</b> echnique de l' <b>E</b> lectricité: Französische elektrotechnische Vereinigung	<b>U</b> nion <b>T</b> echnique de l' <b>E</b> lectricité: <i>French electrotechnical association</i>

## 7.7. Normen und Zeichen

### 7.7. Standards and marks

#### Wichtige Publikationen und Bestimmungen

Die nachfolgend aufgeführten Publikationen und Bestimmungen geben einen Überblick über die Normen für das mdexx Produktspektrum. Darüber hinaus werden Publikationen und Bestimmungen aufgeführt, die für den Einsatz der mdexx Produkte wichtig erscheinen.

#### Important publications and regulations

The publications and regulations listed below are a summary of the standards for the mdexx range of products. Publications and regulations considered important for use of mdexx products are also listed.

IEC	EN	DIN / VDE	Inhalt Content
IEC 61558-1	EN 61558-1	DIN EN 61558-1 VDE 0570-1	Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten, Drosseln und dergleichen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen <i>Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products</i> - Part 1: General requirements and tests
IEC 61558	EN 61558	DIN EN 61558 VDE 0570	Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten und dergleichen div. Teile 2, hierzu siehe Tabelle Übersicht der Segmente <i>Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products</i> for several Parts 2 see table summary of the segments
IEC 61439-1	EN 61439-1	DIN EN 61439-1 VDE 0660-600-1	Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen - Teil 1: Allgemeine Festlegungen <i>Low-voltage switchgear and controlgear assemblies</i> - Part 1: General rules
IEC 61140	EN 61140	DIN EN 61140 VDE 0140-1	Schutz gegen elektrischen Schlag - Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel <i>Protection against electric shock</i> - Common aspects for installation and equipment
IEC 61131-2	EN 61131-2	DIN EN 61439-2 VDE 0411-500	- Peripherieschnittstellen elektronischer Steuerungen Speicherprogrammierbare Steuerungen - Teil 2: Betriebsmittelanforderungen und Prüfungen <i>Programmable controllers</i> - Part 2: Equipment requirements and tests
IEC 60990	EN 60990	DIN EN 60990 VDE 0106-102	Verfahren zur Messung von Berührungstrom und Schutzleiterstrom <i>Methods of measurement of touch current and protective conductor current</i>
IEC 60950	EN 60950	DIN EN 60950 VDE 0805	Einrichtungen der Informationstechnik – Sicherheit <i>Information technology equipment – Safety</i>
IEC 60947	EN 60947	DIN EN 60947 VDE 0660	Niederspannungs-Schaltgeräte <i>Low-voltage switchgear and controlgear</i>
IEC 60715	EN 60715	DIN EN 60715	Abmessungen von Niederspannungsschaltgeräten – Genormte Tragschienen für die mechanische Befestigung von elektrischen Geräten in Schaltanlagen <i>Dimensions of low-voltage switchgear and controlgear – Standardized mounting on rails for mechanical support of electrical devices in switchgear and controlgear installations</i>
IEC 60664	EN 60664	DIN EN 60664 VDE 0110	Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen <i>Insulation coordination for equipment within low-voltage systems</i>
IEC 60529	EN 60529	DIN EN 60529 VDE 0470-1	Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) <i>Degrees of protection provided by enclosures (IP code)</i>
IEC 60310	EN 60310	DIN EN 60310 VDE 0115-420	Bahnanwendungen - Transformatoren und Drosselspulen auf Bahnfahrzeugen <i>Railway applications</i> - Traction transformers and inductors on board rolling stock
IEC 60269	EN 60269	DIN EN 60269 VDE 0636	Niederspannungssicherungen <i>Low-voltage fuses</i>
IEC 60204	EN 60204	DIN EN 60204 VDE 0113	Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen <i>Safety of machinery – Electrical equipment of machines</i>
IEC 60076	EN 60076	DIN EN 60076 VDE 0532-76	Leistungstransformatoren (> 1 kV) <i>Power transformers (&gt; 1 kV)</i>
	EN 50121	DIN EN 50121 VDE 0115-121	Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit <i>Railway applications – Electromagnetic compatibility</i>
	EN 50329	DIN EN 50329 VDE 0115-329	Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Bahn-Transformatoren <i>Railway applications – Fixed installations – Traction transformers</i>
		DIN VDE 0100 VDE 0100	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V <i>Erection of power installations with rated voltages up to 1000 V</i>
		DIN VDE 0100-710 VDE 0100-710	Errichten von Niederspannungsanlagen - Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art - Teil 710: Medizinisch genutzte Bereiche <i>Erection of low-voltage installations</i> - Requirements for special installations or locations - Part 710: Medical locations
		DIN VDE 0532-6 VDE 0532-6	Transformatoren und Drosselspulen – Trockentransformatoren <i>Transformers and reactors; dry-type power transformers</i>

## 7.7. Normen und Zeichen

### 7.7. Standards and marks

#### Sonstige Bestimmungen Other regulations

UL 60601	Medizinische elektrische Geräte <i>Medical electrical equipment</i>
UL 5085	Niederspannungstransformatoren <i>Low-Voltage Transformers</i>
UL 1562	Verteiler-Trockentransformatoren – über 600 Volt <i>Transformers, Distribution, Dry-Type – Over 600 Volts</i>
UL 1561	Allzweck- und Leistungstrockentransformatoren <i>Dry-Type General Purpose and Power Transformers</i>
UL 508	Industrielle Regeleinrichtungen <i>Industrial control equipment</i>
UL 508C	Stromrichter <i>Power Conversion Equipment</i>
UL 506	Sondertransformatoren <i>Specialty transformers</i>

#### Schiffsklassifikationsgesellschaften

Für den Einsatz in Schiffsanlagen sind außerdem die Vorschriften der Schiffsklassifikationsgesellschaften zu beachten. Diese fordern zum Teil Typprüfungen der Geräte, für die dann eine Approbation erteilt wird.

#### Register of Shipping

*The specifications of the Marine Classification Societies must also be observed for use in marine systems. Some of these regulations require devices to be type-tested and then approved.*

Abkürzung <i>Abbreviation</i>	Bedeutung <i>Meaning</i>
<b>ABS</b>	<b>American Bureau of Shipping:</b> Schiffsklassifikationsgesellschaft, Ursprungsland USA <i>Register of Shipping, country of origin: USA</i>
<b>BV</b>	<b>Bureau Veritas:</b> Schiffsklassifizierungsgesellschaft, Ursprungsland Frankreich <i>Register of Shipping, country of origin: France</i>
<b>DNV</b>	<b>Det Norske Veritas:</b> Schiffsklassifikationsgesellschaft, Ursprungsland Norwegen <i>Register of Shipping, country of origin: Norway</i>
<b>GL</b>	<b>Germanischer Lloyd:</b> Schiffsklassifikationsgesellschaft, Ursprungsland Bundesrepublik Deutschland <i>Register of Shipping, country of origin: Germany</i>
<b>LRS</b>	<b>Lloyd's Register of Shipping:</b> Schiffsklassifikationsgesellschaft, Ursprungsland Großbritannien <i>Register of Shipping, country of origin: United Kingdom</i>
<b>PRS</b>	<b>Polski Rejestr Statków:</b> Schiffsklassifikationsgesellschaft, Ursprungsland Polen <i>Register of Shipping, country of origin: Poland</i>
<b>RINA</b>	<b>Registro Italiano Navale:</b> Schiffsklassifikationsgesellschaft, Ursprungsland Italien <i>Register of Shipping, country of origin: Italy</i>
<b>RS</b>	<b>Register of Shipping:</b> Maritimes Schiffsregister, Ursprungsland Russland, ehem. UdSSR <i>Register of Shipping, country of origin: Russia, Former USSR</i>
<b>ZC</b>	<b>China Classification Society:</b> Ursprungsland China <i>Country of origin: China</i>

## 7.7. Normen und Zeichen

### 7.7. Standards and marks

#### Übersicht der Segmente der Vorschrift für Transformatoren EN 61558, DIN EN 61558 (VDE 0570) Summary of the segments of the regulations for transformers EN 61558, DIN EN 61558 (VDE 0570)

Nummer d. Norm: <i>Number of standard:</i> IEC 61558- ... EN 61558- ... VDE 0570- ...	Titel: Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten, Drosseln und dergleichen	Title: <i>Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products</i>
1	Allgemeine Anforderungen und Prüfungen	<i>General requirements and tests</i>
2-1	Besondere Anforderungen an Netztransformatoren für allgemeine Anwendungen	<i>Particular requirements on separating transformers for general applications</i>
2-2	Besondere Anforderungen an Steuertransformatoren	<i>Particular requirements for control transformers</i>
2-3	Besondere Anforderungen an Zünd-Transformatoren für Gas- und Ölbrenner	<i>Particular requirements for ignition transformers for gas and oil burners</i>
2-4	Besondere Anforderungen an Trenntransformatoren für allg. Anwendungen	<i>Particular requirements for isolating transformers for general applications</i>
2-5	Besondere Anforderungen an Rasiersteckdosen- Transformatoren und Rasiersteckdosen-Einheiten	<i>Particular requirements for transformers for shavers and shaver supply units</i>
2-6	Besondere Anforderungen an Sicherheitstransformatoren für allg. Anwendung	<i>Particular requirements for safety isolating transformers for general applications</i>
2-7	Besondere Anforderungen an Transformatoren für Spielzeuge	<i>Particular requirements for transformers for toys</i>
2-8	Besondere Anforderungen an Klingel- und Läutewerks- transformatoren	<i>Particular requirements for transformers for bells and chimes</i>
2-9	Besondere Anforderungen an Transformatoren für Handlampen der Klasse III	<i>Particular requirements for transformers for class III handlamps</i>
2-10	Besondere Anforderungen an Isoliertransformatoren mit hohem Isolationspegel mit einer Arbeitsspannung über 1000 V	<i>Particular requirements for separating transformers with a high separating level with output voltages exceeding 1000 V</i>
2-11	Besondere Anforderungen an Streufeldtransformatoren	<i>Particular requirements for distribution transformers</i>
2-12	Besondere Anforderungen an Magnetische Spannungs- konstanthalter	<i>Particular requirements for constant voltage transformers</i>
2-13	Besondere Anforderungen an Spartransformatoren	<i>Particular requirements for auto transformers</i>
2-14	Besondere Anforderungen an Stelltransformatoren	<i>Particular requirements for variable transformers</i>
2-15	Besondere Anforderungen an Trenntransformatoren für die Stromversorgung von medizinisch genutzten Räumen	<i>Particular requirements for isolating transformers for the supply of medical locations</i>
2-16	Besondere Anforderungen an Transformatoren enthaltende Stromversorgungen	<i>Particular requirements for transformers for switch mode power supply units</i>
2-17	Besondere Anforderungen an Transformatoren für Schaltnetzteile	<i>Particular requirements for power transformers for switch mode power supplies</i>
2-18	Besondere Anforderungen an Transformatoren für medizinische Geräte	<i>Particular requirements for transformers for medical appliances</i>
2-19	Besondere Anforderungen an Störminderungs-Transformatoren	<i>Particular requirements for perturbation attenuation transformers</i>
2-20	Besondere Anforderungen an Kleindrosseln	<i>Particular requirements for small reactors</i>
2-21	Besondere Anforderungen an Transformatoren mit speziellen Dielektrikum (Flüssigkeit, SF6)	<i>Particular requirements for transformers containing special dielectric (liquid, SF6)</i>
2-22	Besondere Anforderungen an Transformatoren mit Bemessungs-Temperaturhöchstwert für Leuchten	<i>Particular requirements for transformers with maximum rated temperature for luminaires</i>
2-23	Besondere Anforderungen an Transformatoren für Baustellen	<i>Particular requirements for transformers for construction sites</i>

Hinweis: Der Teil 1 der Norm ist immer mit mindestens einem Teil 2 zu nutzen.

*Note: Part 1 of the standard shall be used with at least one part 2.*

## 7.7. Normen und Zeichen

### 7.7. Standards and marks

#### Übersicht Zeichen und Symbole *Summary marks and symbols*

Symbole Symbols	Benennung/ Bedeutung	Anwendungsbereich PRI = Eingang SEC = Ausgang	Name/ meaning	Sphere of application PRI = input SEC = output
	Trenn- Transformatoren - kurzschlussfest	Doppelte oder verstärkte Isolierung zwischen PRI und SEC max. PRI: 1000 V max. SEC: 500 V AC eff., 708 V DC	<i>Isolating transformers - short-circuit proof</i>	<i>Double or reinforced insulation between PRI and SEC max. PRI: 1000 V max. SEC: 500 V AC eff., 708 V DC</i>
	- nicht kurzschlussfest	1-phasig 25 kVA 3-phasig 40 kVA max. Frequenz: 500 Hz	<i>- non-short-circuit proof</i>	<i>1-phase 25 kVA 3-phase 40 kVA max. frequency: 500 Hz</i>
	Sicherheits- Transformator - kurzschlussfest	Doppelte oder verstärkte Isolierung zwischen PRI und SEC max. PRI: 1000 V max. SEC: 50 V AC eff., 120 V DC	<i>Safety transformer - short-circuit proof</i>	<i>Double or reinforced insulation between PRI and SEC max. PRI: 1000 V max. SEC: 50 V AC eff., 120 V DC</i>
	- nicht kurzschlussfest	1-phasig 10 kVA 3-phasig 16 kVA max. Frequenz: 500 Hz	<i>- non-short-circuit proof</i>	<i>1-phase 10 kVA 3-phase 16 kVA max. frequency: 500 Hz</i>
	Netz-Transformator - kurzschlussfest	Basis-Isolierung zwischen PRI und SEC, mit erhöhten Anforderungen max. PRI: 1000 V AC max. SEC: 1000 V AC eff., 1415 V DC	<i>Separating transformer - short-circuit proof</i>	<i>Basic insulation between PRI and SEC, with enhanced requirements max. PRI: 1000 V AC max. SEC: 1000 V AC eff., 1415 V DC</i>
	- nicht kurzschlussfest	1-phasig 1 kVA 3-phasig 5 kVA höhere Leistung als Spezialtransformatoren max. Frequenz: 500 Hz	<i>- non-short-circuit proof</i>	<i>1-phase 1 kVA 3-phase 5 kVA higher power as special transformers max. frequency: 500 Hz</i>
	Steuer- Transformator - kurzschlussfest	Basis-Isolierung zwischen PRI und SEC, mit erhöhten Anforderungen max. PRI: 1000 V max. SEC: 1000 V AC eff., 1415 V DC	<i>Control transformer - short-circuit proof</i>	<i>Basic insulation between PRI and SEC, with enhanced requirements max. PRI: 1000 V max. SEC: 1000 V AC eff., 1415 V DC</i>
	- nicht kurzschlussfest	1-phasig 25 kVA 3-phasig 40 kVA max. Frequenz: 500 Hz	<i>- non-short-circuit proof</i>	<i>1-phase 25 kVA 3-phase 40 kVA max. frequency: 500 Hz</i>
	Trenn- Transformatoren für med. Räume - nicht kurzschlussfest	Doppelte oder verstärkte Isolierung zwischen jedem Teil max. PRI: 1000 V max. SEC: 250 V 3-phasig 10 kVA max. Frequenz: 500 Hz	<i>Isolating transformers for medical locations - non-short-circuit proof</i>	<i>Double or reinforced insulation between each part max. PRI: 1000 V max. SEC: 250 V 3-phase 10 kVA max. frequency: 500 Hz</i>
	Spar-Transformator - kurzschlussfest	Basis-Isolierung zu berührbaren Metallteilen max. 1000 V	<i>Auto transformer - short-circuit proof</i>	<i>Basic insulation against metal parts which can be contacted max. 1000 V</i>
	- nicht kurzschlussfest	1-phasig 2 kVA 3-phasig 10 kVA (Magnetkern-Leistung) max. Frequenz: 500 Hz	<i>- non-short-circuit proof</i>	<i>1-phase 2 kVA 3-phase 10 kVA (core power) max. frequency: 500 Hz</i>
	Kleindrosseln - überlastfest	max.: 1000 V 1-phasig 2 kVar 3-phasig 10 kVar	<i>Small reactors - overload proof</i>	<i>max.: 1000 V 1-phase 2 kVar 3-phase 10 kVar</i>
	- nicht überlastfest	(Magnetkern-Leistung) max. Frequenz: 1 MHz	<i>- non-overload proof</i>	<i>(core power) max. frequency: 1 MHz</i>

## Übersicht Zeichen und Symbole Summary of marks and symbols

Symbole Symbols	Bedeutung/Benennung	Meaning/name
	Kurzschlussfester Netz-Transformator (bedingt oder unbedingt)	Short-circuit proof separating transformer (non-inherently or inherently)
	nicht kurzschlussfester Netz-Transformator	Non-short-circuit proof separating transformer
	Fail-safe Netz-Transformator	Fail-safe separating transformer
	Schutzklasse II (Schutzisolierung)	Class II equipment
	Schutzleiter (Erde)	Protective earth (ground)
<b>N</b>	Neutralleiter	Neutral conductor
	Wechselstrom Alternating Current	Alternating current
	Einphasen-Wechselstrom	Single-phase alternating current
<b>3</b>	Dreiphasen-Wechselstrom	Three-phase alternating current
<b>3 N</b>	Dreiphasen-Wechselstrom mit Neutralleiter	Three-phase alternating current with neutral conductor
	Gleichstrom Direct Current	Direct current
<b>6,3 AT</b> 	Angabe der benötigten Sicherung (hier 6,3 A träge) Bei nicht kurzschlussfesten Transformatoren	Details of fuse required (here 6.3 A, slow-blow) For non-short-circuit proof transformers
<b>20 A</b> 	Thermischer Überstromauslöser (hier 20 A Automat)	Thermal overcurrent cut-out (here 20 A automatic cut-out)
	Temperatur-Sicherung	Temperature fuse
	Selbsttätig zurückstellender Temperatur-Begrenzer (z.B. Bimetallschalter)	Automatically-resetting temperature limiter (e.g. bimetallic switch)
	Nicht selbsttätig zurückstellender Temperatur-Begrenzer/Rückstellung durch Anschalten des Netzanschlusses (z.B. Bimetallschalter mit Selbsthaltung, PTC)	Non-automatically resetting temperature limiter/reset by switching on power connection (e.g. bimetallic switch with sealing-in, PTC)
	Nicht selbsttätig zurückstellender Temperatur-Begrenzer/Rückstellung von Hand (z.B. Thermischer Überstromauslöser, Automat)	Non-automatically resetting temperature limit/reset by hand (e.g. thermal overcurrent trip, automatic)
	Kaltleiter (PTC)	PTC thermistor
	Heißeleiter (NTC)	NTC thermistor
<b>t<sub>a</sub> 40</b>	Bemessungs-Umgebungstemperatur (hier +40 °C)	Rated ambient temperature (here +40 °C)
<b>class 130 (B)</b>	Thermische Klasse (hier B)	Thermal class (here B)
<b>IP XX</b>	IP-Code, Schutzart	IP code, degree of protection
<b>PRI</b>	Eingang	Input
<b>SEC</b>	Ausgang	Output

## 7.7. Normen und Zeichen

### 7.7. Standards and marks

#### Prüf- und Konformitätszeichen und ihre Bedeutung *Test and conformity symbols and their meaning*

Zeichen Marks	Bedeutung/Benennung	Meaning/name
	CE-Zeichen gesetzliches Konformitätszeichen in Europa Communautés Européennes	CE mark Legal meaning mark of conformity in Europe European Communities
	VDE-Prüfzeichen, Deutschland VDE Verband der Elektrotechnik, Elektronik Informationstechnik e.V.	VDE test mark Germany VDE Association for Electrical, Electronic & Information Technologies
	ENEC-Prüfzeichen, Europa, hier: Zertifizierung durch VDE (10) European Norms Electrical Certification	ENEC test mark, Europe, here: certification by VDE (10) European Norms Electrical Certification
	UL-Prüfzeichen (Recognized Component) USA Underwriters Laboratories Inc.	UL test mark (Recognized Component) USA Underwriters Laboratories Inc.
	UL-Prüfzeichen (Recognized Component) Canada, hier: Zertifizierung durch UL Underwriters Laboratories Inc.	UL test mark (Recognized Component) Canada, here: Certified by UL Underwriters Laboratories Inc.
	UL-Prüfzeichen (Recognized Component) USA und Canada, hier: Zertifizierung durch UL Underwriters Laboratories Inc.	UL test mark (Recognized Component) USA and Canada, here: Certified by UL Underwriters Laboratories Inc.
	UL-Prüfzeichen (Listed Product) USA Underwriters Laboratories Inc.	UL test mark (Listed Product) USA Underwriters Laboratories Inc.
	UL-Prüfzeichen (Listed Product) Canada, hier: Zertifizierung durch UL Underwriters Laboratories Inc.	UL test mark (Listed Product) Canada, here: Certified by UL Underwriters Laboratories Inc.
	UL-Prüfzeichen (Listed Product) USA und Canada, hier: Zertifizierung durch UL Underwriters Laboratories Inc.	UL test mark (Listed Product) USA and Canada, here: Certified by UL Underwriters Laboratories Inc.
	CSA-Prüfzeichen Canada Canadian Standards Association	CSA test mark Canada Canadian Standards Association
	CSA-Prüfzeichen USA, hier: Zertifizierung durch CSA Canadian Standards Association	CSA test mark USA, here: Certified by CSA Canadian Standards Association
	CSA-Prüfzeichen USA und Canada, hier: Zertifizierung durch CSA Canadian Standards Association	CSA test mark USA and Canada, here: Certified by CSA Canadian Standards Association
	EAC-Zeichen Eurasischer Zollunion Russland, Kasachstan, Weißrussland, Kirgisien und Armenien	EAC test mark Eurasian Customs Union Russia, Kazakhstan, Belarus, Kyrgyzstan and Armenia
	C-Tick Australien, Zulassung durch AS-Australian Standards EMV-Unbedenklichkeitsnachweis	C-Tick Australia, approved by AS Australian Standards EMC innocousness certificate

### Übersicht zu Approbationen nach CSA- und UL-Bestimmungen

Die ANSI-, NEMA- und UL-Bestimmungen in den USA und die CSA-Bestimmungen in Kanada sind untereinander weitgehend identisch. Sie unterscheiden sich aber noch von den DIN EN-Normen (VDE-Bestimmungen) und IEC-Publikationen. Soweit wirtschaftlich vertretbar, werden bei der Konstruktion der mdexx Geräte auch die UL- und CSA-Bestimmungen berücksichtigt. Bei der Geräteauswahl sind die unter Umständen niedrigeren Nenndaten zu beachten. Nur in wenigen Fällen müssen mdexx Geräte in Sonderausführung geliefert werden, damit die besonderen Forderungen der UL- und CSA-Bestimmungen erfüllt werden können. Eine Approbationspflicht besteht in Kanada grundsätzlich für alle mdexx Geräte. In den meisten Bundesstaaten der USA ist gesetzlich vorgeschrieben, dass in der Regel nur Geräte eingesetzt werden dürfen, die von einer autorisierten Prüfstelle, z.B. von UL als der bekanntesten neutralen Prüfstelle, geprüft und zugelassen sind.

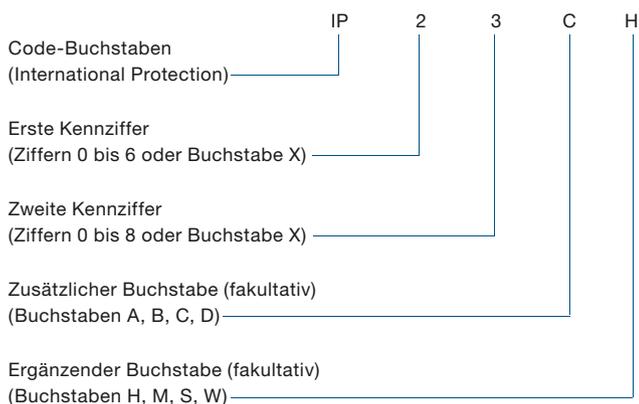


Die Kennzeichnung der mdexx Geräte mit den vorgeschriebenen Prüfzeichen darf erst nach bestandenen Prüfungen und Genehmigungen durch CSA bzw. UL vorgenommen werden. Die regelmäßigen Fertigungskontrollen durch UL-Inspektoren gewährleisten, dass die Komponenten mit den UL-Prüfzeichen bzw. UL-Bestimmungen voll entsprechen. Vertreter der UL und der IEC-Standards arbeiten zur Zeit an einer Harmonisierung der Vorschriften.

### Schutzarten, IP-Code

Die Angabe der Schutzart (Ref.: EN 60529) beschreibt den Schutz von elektrischen Betriebsmitteln durch Gehäuse Abdeckungen, Umhüllungen und dergleichen (z.B. IP23CH). Die Schutzart wird durch Kurzzeichen (IP-Code) angegeben, wobei die erste Kennziffer (0 bis 6) den Schutz gegen Berühren und gegen das Eindringen von Fremdkörpern Auskunft gibt. Die zweite Kennziffer (0 bis 8) informiert über den Schutz gegen das Eindringen von Wasser. Mit den beiden zusätzlichen Buchstaben (fakultativ) z.B. C wird der Zugang zu gefährlichen Teilen mit Werkzeug bzw. mit dem zweiten Buchstaben z.B. H eine ergänzende Angabe speziell für Hochspannungsgeräte beschrieben.

### Anordnung des IP-Code



### Summary of approvals in accordance with CSA and UL regulations

The ANSI, NEMA and UL regulations in the USA and the CSA regulations in Canada are essentially identical to one another. However, they still differ from the DIN EN standards (VDE regulations) and IEC publications. If economically viable, account is also taken of UL and CSA regulations in the design of mdexx devices. In selecting devices, the lower characteristic data should be observed under certain circumstances. Special versions of mdexx devices only have to be supplied in a few cases to satisfy the specific requirements of UL and CSA regulations. All mdexx devices require approval in Canada. In most federal states of the USA, it is specified by law that generally only devices tested and authorized by an authorized testing body, e.g. by UL as the best-known neutral testing body, may be used.

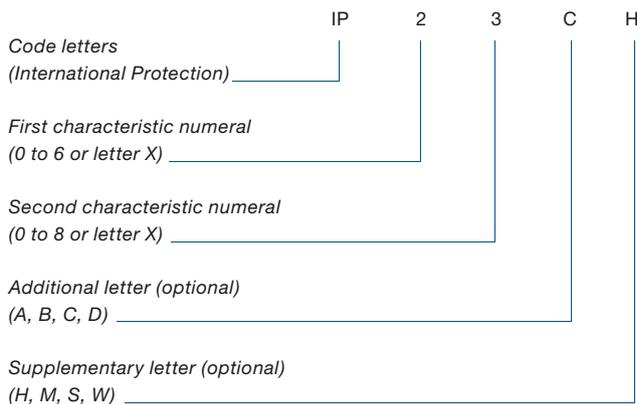


mdexx devices may only be marked with the specified test symbol once they have passed the tests carried out by and received approval from CSA/UL. Regular production checks by UL inspectors ensure that components with the UL test symbol satisfy UL regulations in full. Representatives of UL and IEC standards are currently working on harmonizing the regulations.

### Degree of protection, IP code

Details about the degree of protection (ref.: EN 60529) describe the protection of electrical equipment by enclosures (e.g. IP23CH). The degree of protection is indicated by a code (IP code), the first following digit (0 to 6) indicating protection against contact and against the penetration of foreign bodies. The second following digit (0 to 8) provides information about protection against the penetration of water. The first of the two additional letters (optional), e.g. "C", describe access to hazardous parts with tools, whilst the second of the two additional letters, e.g. "H", provides extra information for high-voltage devices specifically.

### Arrangement of IP codes



## 7.7. Normen und Zeichen

### 7.7. Standards and marks

#### Bestandteile des IP-Code und ihre Bedeutung Elements of IP-Codes and their meaning

Bestandteil Element	Ziffern oder Buchstaben Numbers or letters	Bedeutung für den Schutz des Betriebsmittels	Meaning for protection of the equipment	Bedeutung für den Schutz von Personen	Meaning for the protection of persons
Code-Buchstaben Code letters	IP	-	-	-	-
Erste Kennziffer First characteristic numeral	0	Gegen Eindringen von festen Fremdkörpern (nicht geschützt)	Against ingress of solid foreign objects (non-protected)	Gegen Zugang zu ge- fährlichen Teilen mit (nicht geschützt)	Against access to hazardous parts with (non-protected)
	1	≥ 50,0 mm Durchmesser	≥ 50.0 mm diameter	Handrücken	back of hand
	2	≥ 12,5 mm Durchmesser	≥ 12.5 mm diameter	Finger	finger
	3	≥ 2,5 mm Durchmesser	≥ 2.5 mm diameter	Werkzeug	tool
	4	≥ 1,0 mm Durchmesser	≥ 1.0 mm diameter	Draht	wire
	5	staubgeschützt	dust-protected	Draht	wire
	6	staubdicht	dust-tight	Draht	wire
Zweite Kennziffer Second characteristic numeral	0	Gegen Eindringen von Wasser mit schädlichen Wirkungen (nicht geschützt)	Against penetration by water with harmful effects (non-protected)	-	-
	1	senkrecht Tropfen	vertically dripping	-	-
	2	Tropfen (15° Neigung)	dripping (15° tilted)	-	-
	3	Sprühwasser	spraying	-	-
	4	Spritzwasser	splashing	-	-
	5	Strahlwasser	jetting	-	-
	6	starkes Strahlwasser	powerful jetting	-	-
	7	zeitweiliges Untertauchen	temporary immersion	-	-
	8	dauerndes Untertauchen	continuous immersion	-	-
Zusätzlicher Buchstabe (fakultativ) Additional letter (optional)	A	-	-	Gegen Zugang zu ge- fährlichen Teilen mit	Against access to hazardous parts with
	B	-	-	Handrücken	back of hand
	C	-	-	Finger	finger
	D	-	-	Werkzeug	tool
Ergänzender Buchstabe (fakultativ) Supplementary letter (optional)	H	Ergänzende Information speziell für Hochspannungsgeräte	Supplementary information specific to high voltage apparatus	-	-
	M	Bewegung während Wasserprüfung	motion during water test	-	-
	S	Stillstand während Wasserprüfung	stationary during water test	-	-
	W	Wetterbedingungen	weather conditions	-	-

#### Anmerkung:

Wo eine Kennziffer nicht angegeben werden muss, ist sie durch den Buchstaben „X“ zu ersetzen („XX“, falls beide Ziffern weggelassen sind). Zusätzliche Buchstaben und/oder ergänzende Buchstaben dürfen ersatzlos weggelassen werden. Wenn mehr als ein ergänzender Buchstabe verwendet wird, ist die alphabetische Reihenfolge anzuwenden. Hat ein Gehäuse unterschiedliche Schutzarten für unterschiedlich vorgesehene Montageanordnungen, so müssen die betreffenden Schutzarten vom Hersteller in den Anleitungen, die den jeweiligen Montageanordnungen zugeordnet sind, angegeben werden.

#### Note

Where a code digit does not have to be quoted, it is replaced with the letter “X” (or “XX” if both digits are omitted). Additional letters and/or supplementary letters can be omitted without any substitution. If more than one supplementary letter is used, then alphabetical order should be observed. If an enclosure has different degrees of protection for assembly arrangements intended for different uses, the manufacturer must quote the relevant degrees of protection in the instructions for use assigned to the assembly arrangements in question.

# 7.7. Normen und Zeichen

## 7.7. Standards and marks

### Schaltzeichen

Gemäß DIN VDE 0532 -101 werden die Schaltsymbole der Oberspannungswicklung durch große Buchstaben, die der Unterspannungswicklung durch kleine Buchstaben gekennzeichnet.

#### Schaltsymbole:

Schaltung	Symbol
Dreieck	D (d)
Stern	Y (y)
Zickzack	Z (z)
offene Wicklung	I (i)
herausgeführter Stern	N (n)

Spartransformatoren werden mit dem Schaltsymbol der Oberspannungswicklung und einem nachgestellten „a“ gekennzeichnet.

Die Phasenlage der Wicklungen zueinander wird durch die Kennzahl dargestellt, die der Stellung des Stundenzeigers einer Uhr entspricht.

#### Reihenfolge der Angaben:

- Oberspannungswicklung OS  
evtl. herausgeführter Sternpunkt
- Unterspannungswicklung US  
evtl. herausgeführter Sternpunkt
- Kennzahl der Phasenlage OS zu US  
evtl. Kennzeichnung „Spartransformator“

Beispiele:

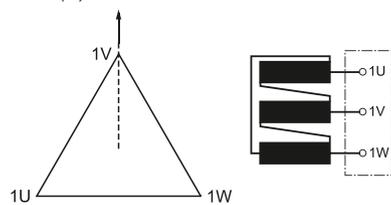
- Dzn6
- YNyn0
- YNa0

Für Transformatoren nach DIN EN 61558 gelten die Kennzeichnungen für Eingangswicklungen und Ausgangswicklungen sinngemäß.

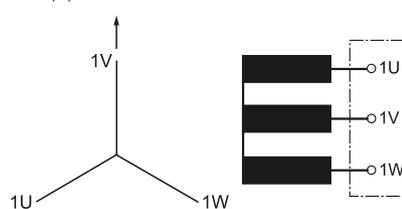
#### Hinweis:

Die mdexx-Transformatoren werden generell mit diesen Kennzeichnungen versehen.

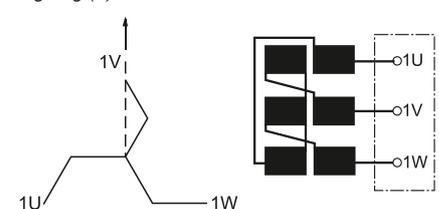
Dreieck (D)  
Delta (D)



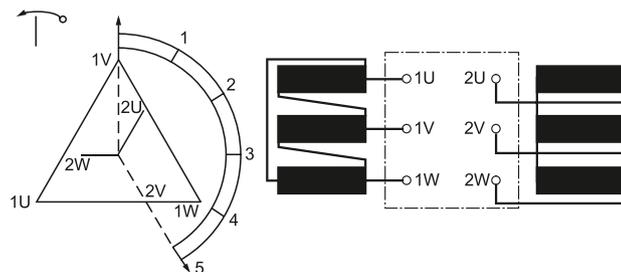
Stern (Y)  
Star (Y)



Zickzack (Z)  
Zig-zag (Z)

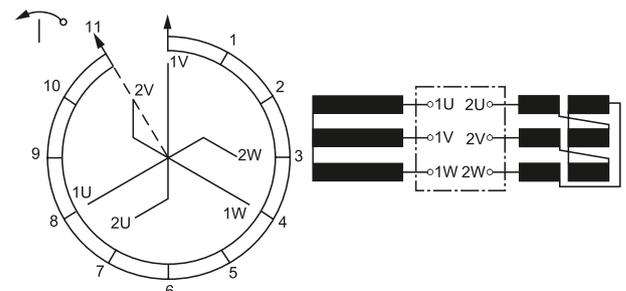


Drehsinn der Spannungszeiger  
Direction of rotation of voltage indicator



Schaltgruppe Dy5  
Vector group Dy5

Drehsinn der Spannungszeiger  
Direction of rotation of voltage indicator



Schaltgruppe Yz11  
Vector group Yz11

### Switch symbols

In accordance with DIN VDE 0532 -101, switch symbols for the higher-voltage winding are shown in upper case and those of the lower-voltage winding in lower case.

#### Switch symbols

Circuit	Symbol
Delta	D (d)
Star	Y (y)
Zig-zag	Z (z)
Open winding	I (i)
Lead through star	N (n)

Auto transformers are marked with the switch symbol of the higher-voltage winding and an "a" suffix.

The position of the phases of the windings in relation to one another is shown by the code which corresponds to the position of the hour hand of a clock.

#### Sequence of details:

- higher-voltage winding OS  
any lead through star point
- lower-voltage winding US  
any lead through star point
- code for phase position of higher voltage in relation to lower voltage  
may be "auto transformer" marking

Examples:

- Dzn6
- YNyn0
- YNa0

The markings for input windings and output windings apply to transformers in accordance with DIN EN 61558 analogously.

#### Note

mdexx- transformers usually have these markings.

# 7.7. Normen und Zeichen

## 7.7. Standards and marks

### Schaltzeichen Switch symbols

Kennzahl Code	Schaltgruppe Vector group	Zeigerbild Indicator diagram	Schaltungsbild Circuit diagram	max. Sternpunktbelastung (US) max. star point loading (US)
		OS	US	

### Drehstromtransformatoren Three-phase transformers

	Dd0			-
	Yy0			$0,1 \times I_n^{(1)}$
	Dz0			$I_n$
	0			$0,1 \times I_n^{(1)}$
	Illly0			$0,1 \times I_n^{(1)}$
	Ya0			$0,1 \times I_n^{(1)}$
5	Dy5			$I_n$
	Yd5			-
	Yz5			$I_n$
	Illld5			-

<sup>1)</sup> Wenn eingangsseitig der Sternpunkte an einem Vierleiter-Netz angeschlossen ist, kann ausgangsseitig bis zum Bemessungsstrom  $I_n$  belastet werden.

<sup>1)</sup> If the input side of the star points is connected to a four-wire system, a load of up to the rated current  $I_n$  can be applied.

## 7.7. Normen und Zeichen

### 7.7. Standards and marks

Kennzahl Code	Schaltgruppe Vector group	Zeigerbild Indicator diagram	Schaltungsbild Circuit diagram	max. Sternpunktbelastung (US) max. star point loading (US)
		OS	US	

#### Drehstromtransformatoren Three-phase transformers

6	Dd6				-
	Yy6				$0,1 \times I_n^{1)}$
	Dz6				$I_n$
11	Dy11				$I_n$
	Yd11				-
	Yz11				$I_n$
	Diii11				$I_n$

#### Einphasentransformatoren Single-phase transformers

0	li0				
	la0				

<sup>1)</sup> Wenn eingangsseitig der Sternpunkte an einem Vierleiter-Netz angeschlossen ist, kann ausgangssseitig bis zum Bemessungsstrom  $I_n$  belastet werden.  
<sup>1)</sup> If the input side of the star points is connected to a four-wire system, a load of up to the rated current  $I_n$  can be applied.

## 7.7. Normen und Zeichen

### 7.7. Standards and marks

#### Thermische Klassen (Isolierstoffklasse, Wärmeklasse)

Für die Isolierung elektrotechnischer Betriebsmittel werden thermische Klassen zugrunde gelegt. Die thermischen Klassen gelten für Isolierstoffe (Werkstoffe, Materialien) und für Isoliersysteme. Bei mdexx Geräten sind den thermischen Klassen Grenztemperaturen zugeordnet. Die höchstzulässige mittlere Übertemperatur der Transformatorwicklung ist die Grenztemperatur abzüglich Bemessungs-Umgebungs-temperatur und Heißpunktübertemperatur.

#### Thermal classes (insulating class, temperature class)

Thermal classes are used as a basis for the insulation of electrotechnical equipment. Thermal classes apply to insulating materials and to insulating systems. Limit temperatures are assigned to the thermal classes for mdexx devices. The maximum permitted mean temperature rise of the transformer winding is the limit temperature minus rated ambient temperature and hot-spot temperature rise.

Thermische Klasse nach IEC 60085	Grenztemperatur in °C	Heißpunktübertemperatur in K		
Thermal class to IEC 60085	Limit temperature in °C	Hot-spot temperature rise in K		
		nach EN 60076/EN 61558	nach UL 5085	nach UL 1561
		to EN60076/EN 61558	to UL 5085	to UL 1561
Class 105 (A)	105	5	10	10
Class 120 (E)	120	5	-	-
Class 130 (B)	130	10	10	15
Class 155 (F)	155	15	15	20
Class 180 (H)	180	15	20	25

#### Höchstzulässige mittlere Übertemperatur bei Bemessungsbetrieb

$\vartheta_{\text{ÜzulN}}$

$$\vartheta_{\text{ÜzulN}} = \vartheta_{\text{DzulN}} - \vartheta_{\text{Umgeb}} - \vartheta_{\text{Ühp}}$$

$\vartheta_{\text{DzulN}}$  = höchstzulässige Dauertemperatur bei Bemessungsbetrieb

$\vartheta_{\text{Umgeb}}$  = Umgebungstemperatur

$\vartheta_{\text{Ühp}}$  = Heißpunkt-Übertemperatur

#### Maximum permitted temperature rise in rated operation

$\vartheta_{\text{ÜzulN}}$

$$\vartheta_{\text{ÜzulN}} = \vartheta_{\text{DzulN}} - \vartheta_{\text{Umgeb}} - \vartheta_{\text{Ühp}}$$

$\vartheta_{\text{DzulN}}$  = maximum permitted continuous temperature in rated operation

$\vartheta_{\text{Umgeb}}$  = ambient temperature

$\vartheta_{\text{Ühp}}$  = hot-spot temperature rise



mdexx



## Technische Informationen

*Technical  
Information*

### 7.8. Fachbegriffe

*7.8. Technical terms*

## Fachbegriffe, kurz erläutert

### Ableitstrom

Der Ableitstrom ist ein unerwünscht fließender Wechselstrom zwischen elektrischen Polen, die ein unterschiedlich hohes Spannungspotenzial besitzen. Dieser Ableitstrom ist in entsprechenden Anlagen- und Gerätevorschriften festgelegt. Hauptsächlich fließt der Ableitstrom zwischen Phase und Erde. Bei Verwendung von FI-Schutzschaltern kann es bei hohen Ableitströmen zum unerwünschten Auslösen kommen.

### ABS

Amerikanische Schiffsklassifikationsgesellschaft  
„American Bureau of Shipping“

### AC

Alternating Current – Wechselstrom

### American Wire Gauge – AWG (Nummer)

Eine Nummer, die einer bestimmten Leiter- oder Drahtquerschnittsfläche zugeordnet ist. Mit jeder AWG-Nummer macht die Querschnittsfläche einen Sprung um 26 %. Die AWG-Maße können nicht direkt in Quadratmillimeter umgerechnet werden.

### Anlasssparttransformator

Für den Sanftanlauf von Käfigläufermotoren. Die Klemmenspannung wird dabei während der Anlaufzeit mit einem Spartransformator verringert.

### ANSI

American National Standards Institute

### Approval

Zulassung von Geräten und Anlagen aufgrund teilweise zwingend anzuwendender nationaler Normen, die neben den Regelwerken wie „IEC“, „CENELEC“ und „CEE“ bestehen. So wird z.B. für den nordamerikanischen Markt (USA, Kanada) die UL- bzw. CSA-Approval gefordert. Hier besteht zusätzlich Kennzeichnungspflicht, d.h. das Approbationszeichen muss als Aufschrift am Gerät angebracht sein.

### Approbationskennzeichen

#### UL-Zeichen

Recognized Components

Die mit  gekennzeichneten Geräte sind als Bausteine zugelassenen für „factory wiring“ d.h. die Geräte sind für den Einbau in Steuerungen vorgesehen, die werksseitig in Werkstätten oder anderweitig von fachlich geschultem Personal komplett, den Einsatzbedingungen entsprechend, ausgewählt, montiert, verdrahtet und geprüft werden.

Die Geräte werden auf dem Typenschild mit der „UL-Recognition Mark“ gekennzeichnet:

- USA: , 
- Kanada: , 

UL stellt gelbe „Guide cards“ aus mit Guide- und File-No.

#### UL mark

Listed Product

Die mit  gekennzeichneten Geräte sind zugelassen für „field wiring“ d.h.

- die Geräte sind für den Einbau in Steuerungen vorgesehen, die werksseitig in Werkstätten oder anderweitig von fachlich geschultem Personal komplett verdrahtet werden.
- Außerdem sind sie als Einzelgeräte für den Stückverkauf in USA/Kanada genehmigt.

## Technical terms briefly explained

### Leakage current

*Leakage current is an undesirable alternating current flowing between electric poles of high voltage potential. This leakage current is defined in the corresponding machinery and equipment regulations. It mainly flows between phase and earth, leading to the unwanted release of high leakage currents when earth leakage circuit breakers are used.*

### ABS

American Register of Shipping  
American Bureau of Shipping

### AC

Alternating Current

### American Wire Gauge – AWG (number)

*A number allocated to a certain conductor or wire cross-sectional area. With every AWG number, the cross-sectional area jumps 26 %. The AWG dimensions cannot be converted directly into square millimetres.*

### Autotransformer starter

*For the soft start of squirrel-cage motors. Terminal voltage is reduced with an autotransformer during start-up.*

### ANSI

American National Standards Institute

### Approval

*Authorisation of devices and equipment based on what are often mandatory national standards, co-existing alongside the “IEC”, “CENELEC” and “CEE” standards. For example, the North-American market (USA, Canada) requires the UL or CSA Authorization which means that the device must also display a mark of approval.*

### Approval mark

#### UL-Marks

Recognised components

*The devices identified with  are components approved for “factory wiring”, i.e. the devices are intended for installation in control units which will be selected, fully assembled, connected and tested in accordance with operating conditions either in workshops or by other professionally trained personnel.*

*The devices are identified on the type plate by the “UL Recognition Mark“:*

- USA: , 
- Kanada: , 

*UL issues “guide cards” with a guide and file number.*

#### UL mark

Listed product

*Devices with the  mark are authorised for “field wiring”, i.e.*

- *the devices are intended for installation in control units which will be fully connected either in workshops or by other professionally trained personnel.*
- *They are also authorised, as single devices, for part sales in the USA and Canada.*

## 7.8. Fachbegriffe

### 7.8. Technical terms

#### Approbationskennzeichen (Forts.)

Die Geräte werden auf dem Typenschild mit der „UL-Listing Mark“ gekennzeichnet:

- USA: 
- Kanada: 

Sind Geräte als „Listed Product“  oder  zugelassen, ist die Genehmigung als „Recognized Component“ a bzw. c mit abgedeckt. UL stellt weiße; „Guide cards“ aus mit Guide- und File-No.

#### Arbeitsspannung

Der höchste Effektivwert der Gleich- oder Wechselspannung, der bei Bemessungs-Eingangsspannung unter Leerlaufbedingungen oder während des bestimmungsgemäßen Betriebs über jeder Isolation (örtlich) auftreten kann, wobei transiente Überspannungen unberücksichtigt bleiben.

#### AS

Australian Standards

#### Ausrüstungsbestimmungen

Ausrüstungsbestimmungen betreffen das Ausrüsten elektrischer Anlagen und enthalten u.a. Anforderungen an die Projektierung einschließlich der Auswahl von Betriebsmittel und ergänzende Anforderungen zu vorhandenen Baubestimmungen, die die Verwendung von Schaltanlagen und Verteilern unter den definierten Einsatzbedingungen berücksichtigen z.B. DIN EN 60 204-1 (VDE 0113-1) „Sicherheit von Maschinen, Elektrische Ausrüstung von Maschinen Teil 1: Allgemeine Anforderungen“.

#### Aussetzbetrieb

Betrieb in einer Reihe von festgelegten identischen Zyklen.

#### Bahndrosseln

Bahndrosseln werden insbesondere in der modernen Nah- und Fernverkehrstechnik den beengten Einbauverhältnissen angepasst. Aus Gewichtsgründen wird in der Regel fremdbelüftet. Sie werden als Netz-, Motor-, Chopper-, Saug-, Stabkern-, Luft- und Zwischenkreisdrosseln eingesetzt.

#### Basic Standards

Grundnormen (Näheres siehe unter „Grundnormen“)

#### Bedingt kurzschlussfester Transformator (EN 61558)

Bedingt kurzschlussfest ist ein Transformator, der mit einer Schutzeinrichtung ausgerüstet ist, die bzw. der den Eingangs- oder Ausgangstromkreis öffnet oder den Strom im Eingangs- oder Ausgangstromkreis verringert, wenn der Transformator überlastet oder kurzgeschlossen ist, und der nach dem Entfernen der Überlast oder des Kurzschlusses weiterhin alle Anforderungen der Norm erfüllt.

#### Bemessungs-Eingangsspannung $U_{1N}$

Die Versorgungsspannung (bei Mehrphasen-Systemen die Spannung zwischen den Außenleitern), die der Hersteller dem Gerät für die festgelegten Betriebsbedingungen zugeordnet hat.

#### Bemessungs-Eingangsspannungsbereich

Der Versorgungsspannungsbereich, den der Hersteller dem Gerät zugeordnet hat, angegeben durch seinen oberen und unteren Grenzwert.

#### Bemessungsfrequenz

Die Frequenz, die der Hersteller dem Gerät für die festgelegten Betriebsbedingungen zugeordnet hat.

#### Bemessungs-Ausgangsstrom $I_d$

Der Ausgangsstrom bei Bemessungs-Eingangsspannung und Bemessungsfrequenz, den der Hersteller dem Gerät für die festgelegten Betriebsbedingungen zugeordnet hat.

#### Approval mark (cont.)

The devices are identified on the type plate by the “UL Listing Mark“:

- USA: 
- Canada: 

If devices are approved as a “Listed Product“  or , they are also covered as a “recognised component“ a or c .

UL issues white “guide cards“ with a guide and file number.

#### Working voltage

The highest RMS value of DC or AC voltage that may occur locally across any insulation at rated input voltage during no-load conditions or intended operation, disregarding transient overvoltages.

#### AS

Australian Standards

#### Installation regulations

Installation regulations concern the fitting of electrical installations. They include, among other things, project requirements involving the selection of operating materials, as well as supplementary requirements for existing building regulations covering the use of switching devices and distributors in accordance with specific operating conditions, e.g. DIN EN 60 204-1 (VDE 0113-1) “Safety of Machinery, Electrical Equipment of Machines Part 1: General requirements“.

#### Intermittent duty

Operation in a series of defined, identical cycles.

#### Railway reactors

Railway reactors are adapted for use in restricted installation conditions, in particular for modern intercity railway technology, with the process of forced ventilation used for weight reasons. They are used as mains, motor and chopper reactors, interphase transformers, rod-core chokes, air-core chokes and DC reactors.

#### Basic standards

Please see also “Grundnormen“ / Basic standards

#### Non-inherently short-circuit-proof transformer (EN 61558)

A short-circuit proof transformer equipped with a protective device or with an intentional weak part which opens the input circuit or the output circuit, or reduces the current in the input circuit or the output circuit when the transformer is overloaded or short-circuited, and continues to meet all the requirements of this standard after removal of the overload or short circuit.

#### Rated input voltage $U_{1N}$

The supply voltage (the voltage between the outer conductors for multi-phase systems) assigned to the device by the manufacturer as a condition of operation.

#### Rated input voltage range

The supply voltage range with an upper and lower limit value assigned to the device by the manufacturer.

#### Rated frequency

The frequency assigned to the device by the manufacturer as a condition of operation.

#### Rated output current $I_d$

The output current for rated input voltage and rated frequency which the manufacturer has assigned to the device as a condition of operation.

**Bemessungs-Ausgangsspannung  $U_{2N}$** 

Die Ausgangsspannung (bei Mehrphasen-Systemen die Spannung zwischen den Außenleitern) bei Bemessungseingangsspannung, Bemessungsfrequenz, Bemessungs-Ausgangsstrom und bei Bemessungsleistungsfaktor, die der Hersteller dem Gerät für die festgelegten Betriebsbedingungen zugeordnet hat.

**Bemessungs-Leistungsfaktor**

Der Leistungsfaktor, den der Hersteller dem Transformator für die festgelegten Betriebsbedingungen zugeordnet hat.

**Bemessungsleistung  $P_n$** 

Das Produkt aus Bemessungs-Ausgangsspannung und Bemessungs-Ausgangsstrom, bei Mehrphasen-Transformatoren das  $\sqrt{n}$ -fache des Produktes aus Bemessungs-Ausgangsspannung und Bemessungs-Ausgangsstrom, wobei  $n$  die Anzahl der Phasen ist. Falls der Transformator mehr als eine Ausgangswicklung oder eine Ausgangswicklung mit Anzapfungen hat, ist die Bemessungsleistung die größte Summe der Produkte aus Bemessungs-Ausgangsspannung und Bemessungs-Ausgangsstrom aller Stromkreise, die gleichzeitig belastet werden können.

**Bemessungs-Umgebungstemperatur  $t_a$** 

Die höchste Temperatur, bei der der Transformator unter bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen im Dauerbetrieb betrieben werden kann.

**Betriebsarten**

Siehe auch Aussetzbetrieb

Siehe auch Dauerbetrieb

Siehe auch Kurzzeitbetrieb

**BGV A3**

Unfallverhütungsvorschrift für „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“, herausgegeben vom Verband der Berufsgenossenschaften. In dieser Vorschrift werden Schutzziele vorgegeben. Für die Durchführung von Maßnahmen wird auf einschlägige DIN VDE-Bestimmungen verwiesen.

**BIS**

Bureau of Indian Standards

**Blindleistung**

Die Blindleistung ist die beim Auf- und Abbau des magnetischen bzw. elektrischen Feldes zwischen Generator und Verbraucher ausgetauschte Leistung. Sie kann im Gegensatz zur Wirkleistung in keine nutzbare Energieform umgesetzt werden. Sie belastet damit „unnützlich“ Kabel und Anlagen, besonders die Netze von Energieversorgungsunternehmen (EVU). Kondensatorregelanlagen, Kompensationsanlagen, Kondensatoren, die zusätzlich eingebaut werden, liefern für den Verbraucher die nötige kapazitive Blindleistung, zum kompensieren von induktiver Blindleistung und entlasten dadurch die Energieversorgungsnetze.

**CCC**

Für unsere Produkte ist keine CCC-Zertifizierung erforderlich, weil sie nicht im „catalogue of products subject to compulsory certification“ benannt werden. Die chinesischen Behörden identifizieren die Produkte anhand der statistischen Warennummer, die in Lieferschein / Rechnung angegeben ist.

**Rated output voltage  $U_{2N}$** 

The output voltage (the voltage between the outer conductors for multi-phase systems) for rated input voltage, rated frequency, rated output current and rated power factor assigned to the device by the manufacturer as a condition of operation.

**Rated power factor**

The power factor assigned to the transformer by the manufacturer as a condition of operation.

**Rated power  $P_n$** 

The result of rated output voltage and rated output current, for multi-phase transformers  $\sqrt{n}$ -times this result, whereby  $n$  is the number of phases. If the transformer has more than one secondary winding or a secondary winding with taps, the rated power is the total rated output voltage and rated output current of all electric circuits which may be simultaneously loaded.

**Rated ambient temperature  $t_a$** 

The highest temperature at which the transformer can be continuously operated under intended operating conditions.

**Operation mode**

See Intermittent duty

See Continuous duty

See Short-time duty

**BGV A3**

Accident prevention regulation for "Electrical installations and equipment", published by the German Federation of Professional Associations. Safety objectives are outlined here. The relevant DIN VDE standards are referred to for implementation.

**BIS**

Bureau of Indian Standards

**Reactive power**

Reactive power is the power exchanged when building up or reducing the magnetic or electric field between generator and consumer. In contrast to effective power, it cannot be transformed into any form of energy suitable for use. It thus unnecessarily loads cables and installations, particularly the systems of energy supply companies. Capacitor control systems, compensation systems and capacitors which are additionally installed supply the capacitive idle power required by the consumer to compensate for inductive idle power and thus relieve the power grids.

**CCC**

For our products no CCC-certification is required since they are not included in the "catalogue of products subject to compulsory certification".

Chinese customs authorities identify the products by their Import-Code, given in the delivery note / invoice.

## 7.8. Fachbegriffe

### 7.8. Technical terms

#### n-Kennzeichnung

Die n-Kennzeichnung eines Produktes besteht aus den Buchstaben CE und weist auf die Übereinstimmung mit allen EU-Richtlinien hin, von denen das gekennzeichnete Produkt erfasst wird. Sie besagt, dass die natürliche oder juristische Person, welche die Anbringung durchgeführt oder veranlasst hat, sich vergewissert hat, dass das Erzeugnis alle Gemeinschaftsrichtlinien zur vollständigen Harmonisierung erfüllt und allen vorschrifts-mäßigen Konformitätsbewertungsverfahren unterzogen worden ist. Die CE-Kennzeichnung muss auf den Produkten, den Betriebsanleitungen oder den Verpackungen angebracht sein.

#### CEN

Comité Européen de Normalisation  
Europäisches Komitee für Normung (Sitz: Brüssel; zuständig für die Harmonisierung der Normen im Rahmen der Europäischen Union und des gesamten europäischen Wirtschaftsraumes)

#### CENELEC

Comité Européen de Normalisation **E**lectrotechnique - Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung (Sitz: Brüssel; zuständig für die Harmonisierung der elektrotechnischen Normen im Rahmen der Europäischen Union und des gesamte europäischen Wirtschaftsraumes.

#### cos<sup>-</sup>

Leistungsfaktor; Verhältnis von Wirkleistung zu Scheinleistung in Wechselstrom- und Drehstromnetzen.

#### CSA g

Canadian Standards Association  
Kanadischer Vorschriften-Verband, der Bestimmungen herausgibt und Approbationen erteilt.

#### C-Tick-Zulassung für Australien

Für den Vertrieb elektronischer Geräte in Australien ist die C-Tick-Zulassung erforderlich. Elektronische Geräte müssen in Australien den EMV-Unbedenklichkeitsnachweis erbringen, ähnlich der CE-Kennzeichnung nach der EMV-Richtlinie in der EU, und die Geräte müssen mit dem „C-Tick“ markiert werden. Diese Anforderungen sind seit 01.10.1999 in Kraft.

#### Dauerbetrieb

Betrieb über eine unbegrenzte Zeitdauer.

#### DC

Direct Current – Gleichstrom

#### DEMKO

Danmarks Elektriske Materielkontrol

#### Derating

Im Normalfall erfolgt eine Leistungsreduzierung bei erhöhter Betriebstemperatur. Der spezifizierte reduzierte Parameter dient der Erhöhung der Zuverlässigkeit.

#### DIN

Deutsches Institut für Normung

#### DKE

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (Organ des Deutschen Instituts für Normung [DIN] sowie ihres Trägers, des Verbands Deutscher Elektrotechniker [VDE]. Nationale Organisation für die Erarbeitung von Normen und Sicherheitsbestimmungen auf allen Gebieten der Elektrotechnik in Deutschland. Deutsches Mitglied in den entsprechenden europäischen und weltweiten Normungsgremien. Die Ergebnisse der Normungsarbeit in IEC, CENELEC und ETSI werden durch die DKE in nationale Normen umgesetzt und veröffentlicht.)

#### n mark

The labelling of a product with the letters CE indicates the product's conformity with all applicable EU guidelines. It shows that the natural or legal person who has carried out or authorised the installation has made sure that the product meets all community directives for full harmonisation and that the product satisfies all conformity requirements.

The CE mark must be displayed on the product itself, in the operating instructions or on the packaging.

#### CEN

Comité Européen de Normalisation  
The European Committee for Standardization. Headquarters: Brussels. Responsible for the harmonisation of standards within the European Union and for the entire European market.

#### CENELEC

Comité Européen de Normalisation **E**lectrotechnique - European Committee for Electrotechnical Standards (Headquarters in Brussels; responsible for the harmonisation of standards within the European Union and for the entire European market.

#### cos<sup>-</sup>

Power factor; ratio of effective power to apparent power in alternating current and three-phase current systems.

#### CSA g

Canadian Standards Association  
Canadian association that develops standards and issues approvals.

#### C-Tick mark for Australia

Electronic devices sold in Australia must display the C-Tick mark. Similar to the European CE mark, this mark indicates that the devices comply with EMC safety requirements. This approval mark has been in place since 01.10.1999.

#### Continuous duty

Operation over an unlimited period of time.

#### DC

Direct Current

#### DEMKO

Danmarks Elektriske Materielkontrol

#### Derating

An increase in operating temperature usually leads to a reduction in power. The reduced parameters specified serve to increase reliability.

#### DIN

Deutsches Institut für Normung / The German Institute for Standardization

#### DKE

German Commission for Electrical, Electronic and Information Technologies of DIN and VDE (a joint organisation of the German Institute for Standardization [DIN] and its supporting organisation, the Association for Electrical, Electronic and Information Technologies [VDE]. National organisation responsible for the development of standards and safety regulations in all fields of electrotechnology in Germany. German member of the corresponding European and international standardisation body. It publishes national standards, making sure they are harmonised with European and international standards such as IEC, CENELEC and ETSI.)

**DNV**

Norwegische Schiffsklassifikationsgesellschaft  
„Det Norske Veritas“

**Drehstrom**

Dreiphasiger Wechselstrom, der aus drei zeitlich um das Drittel einer Periode (120°) einander nacheilenden Wechselströmen besteht. Drehstrom hat gegenüber dem einphasigen Wechselstrom den Vorteil, die gleiche Energiemenge kostengünstiger transportieren zu können.

**Drosseln**

Eine Drossel ist ein Gerät, das aus einer oder mehreren Wicklungen mit einer frequenzabhängigen Impedanz besteht und nach dem Prinzip der Selbstinduktion arbeitet, wobei ein elektrischer Strom ein magnetisches Feld erzeugt, das durch einen magnetisch wirksamen Kern oder Luft führt.

**du/dt-Filter**

Das du/dt Filter schützt die Motorisolation durch Begrenzung der Spannungssteilheiten und der transienten Spannungsspitzen an der Motorwicklung auf unkritische Werte.

Gleichzeitig reduziert das du/dt Filter bei langen Motorleitungen die Ladestromspitzen, die den Umrichter durch das periodische Umladen der Kabelkapazitäten zusätzlich belasten.

**ED in %**

Die relative Einschaltdauer ED in % ist das Verhältnis zwischen Belastungsdauer und Spieldauer bei Verbrauchern, die häufig aus- und eingeschaltet werden.

**EEMAC**

Electrical and Electronic Manufacturers Association Canada  
Kanadischer Vorschriften-Verband, der Bestimmungen herausgibt und Approbationen erteilt.

**Effektivwert (Quadratischer Mittelwert)**

Wert, der der Wurzel aus dem quadratischen Mittelwert einer Wechselstromgröße entspricht. Da die Werte in einem Wechselstromnetz von der Phasenlage abhängige Augenblickswerte sind, werden in der Wechselstromlehre Strom und Spannung als Effektivwert angegeben. Messgeräte (Drehzeigerinstrumente) zeigen stets den Effektivwert an.

Für die Sinuskurve ist der Effektivwert =  $1/\sqrt{2}$  x Amplitude (Scheitelwert). Der Effektivwert eines Wechselstroms entspricht wertmäßig dem eines Gleichstroms, der die gleiche Wärme (Leistung) wie der Wechselstrom erzeugt.

**Einbautransformator**

**Gerätetransformator**, der dazu vorgesehen ist, in ein bestimmtes Gerät oder eine bestimmte Anlage eingebaut zu werden, dessen (deren) **Gehäuse** Schutz gegen elektrischen Schlag bietet.

**Eingangsfiler**

Internes oder externes elektrisches Filter am Eingang eines Netzteiltes. (Tiefpass- oder Bandpass-Filter.)

**Eingangsspannungsbereich**

Innerhalb des Eingangsspannungsbereichs sind die spezifizierten Netzgerätee-Daten garantiert.

**Einschaltstromstoß → (Einschaltrush, rush)**

Strom, der unmittelbar beim Zuschalten eines Transformators auftritt. Die Größe ist vom Einschaltaugenblick (Phasenlage der Spannung) abhängig. Maximaler Strom fließt beim Einschalten im Spannungsnulldurchgang: er klingt nach etwa 100 ms auf den Bemessungswert ab.

**DNV**

Norwegian maritime classification society  
“Det Norske Veritas“.

**Three-phase current**

A three-phase alternating current consists of three alternating currents which lag behind each other by one third of a cycle (120°). Three-phase currents have an advantage over one-phase alternating currents in that they are able to transmit the same amount of energy but at a lower cost.

**Reactor**

A reactor is a device of one or several windings with a frequency-dependent impedance that works according to the principle of self-induction where an electrical current generates a magnetic field through a magnetically effective core or through air.

**dv/dt filter**

The dv/dt filter protects the motor insulation by restricting the voltage rates of rise and the transient voltage peaks at the motor winding to non-critical values.

At the same time, the dv/dt filter reduces charging current peaks that occur with long motor cables and which put an additional strain on the converter due to periodic reloading of the cable capacitances.

**ED in %**

The relative duty cycle (ED) in % is the ratio between load duration and cycle time for consumers which are frequently switched on and off.

**EEMAC**

Electrical and Electronic Manufacturers Association Canada  
Canadian association that develops standards and issues approvals.

**RMS value (Root mean square)**

The square root of the quadratic average of an alternating current quantity. As the values in an alternating current network are instantaneous values dependent on phasing, current and voltage are given as RMS values.

Measurement devices (moving iron instruments) always display the RMS value.

For the sine curve, the RMS value =  $1/\sqrt{2}$  x amplitude (peak value).

The RMS value of an alternating current corresponds to the value of a direct current which generates the same heat (power) as the alternating current.

**Built-in transformer**

**Dedicated transformer** intended for integration into a specific device or system. Its **housing** provides protection against electric shock.

**Input filter**

Internal or external electrical filter at the input of a power supply unit (low-pass or band-pass filter).

**Input voltage range**

The specified power supply data is guaranteed within the input voltage range.

**Starting current inrush → (inrush current)**

Current which appears as soon as the transformer is switched on. The amount of current generated depends on when the transformer is switched on (current phasing). Maximum current flows when switched on at voltage zero-crossing: after around 100 ms, it drops to the rated value.

## 7.8. Fachbegriffe

### 7.8. Technical terms

#### Eisenlose Glättungsdrosseln

Diese Drosseln werden im Gleichstromkreis von Stromrichteranlagen eingesetzt und dienen zur Begrenzung des Stromanstiegs  $di/dt$ . Eisenlose Glättungsdrosseln zeichnen sich durch eine unabhängig von der Belastung konstante Induktivität sowie eine hohe Kurzschlussfestigkeit aus.

#### Elektromagnetische Beeinflussung, EMB

Electromagnetic interference (EMI); Verminderung der Funktionsfähigkeit eines Gerätes, Übertragungskanal oder Systems durch eine elektromagnetische Störgröße.

#### Elektromagnetische Emission, EME

Electromagnetic emission; Erscheinung, bei der elektromagnetische Energie aus einer Quelle austritt.

#### Elektromagnetische Störgröße

Electromagnetic disturbance; jede elektromagnetische Erscheinung, welche die Güte einer Schaltung, eines Gerätes oder eines Systems herabsetzen oder lebende oder tote Materie ungünstig beeinflussen kann.

#### Elektromagnetische Störung

EMI: Schaltnetzteile geben ungewollt sowohl leitungsungebunden als auch leitungsgebunden Störenergie ab.

#### Elektromagnetische Umgebung

Gesamtheit der elektromagnetischen Phänomene, die an einem gegebenen Ort existieren.

#### ELV

Extra Low Voltage (Kleinspannung) – Spannung, die den oberen Grenzwert des Spannungsbereiches 1 V nicht überschreitet.

#### Emission

siehe Störaussendung

#### EMV

Elektromagnetische Verträglichkeit (Fähigkeit einer elektrischen Einrichtung, in ihrer elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend zu funktionieren und dabei diese Umgebung, zu der auch andere Einrichtungen gehören, nicht unzulässig zu beeinflussen).

#### EMVG

Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten vom 18. Sept. 1998.

#### Entladedrosseln

Entladedrosseln haben die Aufgabe, in Kondensatorregelanlagen die vorgeschriebene Kondensatorentladung praktisch verlustlos zu ermöglichen.

#### Entladewiderstand

In einem Filter integrierte Entladewiderstände dienen dem Spannungsabbau aufgeladener Kondensatoren.

#### Errichtungsbestimmungen

Errichtungsbestimmungen enthalten:

- Anforderungen an das Errichten und Aufstellen von elektrischen Anlagen.
- Sicherheitstechnische Mindestanforderungen an den Bau von solchen Betriebsmitteln, für die keine andere Bestimmungen bestehen.
- Anforderungen an die Auswahl der Betriebsmittel

#### ESR: Ersatzserienwiderstand

Unter Ersatzserienwiderstand versteht man den Widerstandswert, der in Reihe zu einer idealen Kapazität liegt. In hochfrequenten Schaltungen soll der ESR möglichst niedrig sein.

#### Transformerless smoothing reactor

These reactors are used in the direct-current circuit for converters and serve to limit the increase in  $di/dt$  current. Transformerless smoothing reactors are characterised by a constant inductance independent of load and a high level of short-circuit protection.

#### Electromagnetic interference (EMI)

Electromagnetic disturbance that reduces the functional capability of a device, transmission channel or system.

#### Electromagnetic emission (EME)

Electromagnetic emission; emission of electromagnetic energy from a source.

#### Electromagnetic disturbance

Any electromagnetic interference that can limit the performance of a circuit, device or system or adversely affect inert or living matter.

#### Electromagnetic interference

EMI: Unwanted conductive and non-conductive perturbation energy emitted by switch-mode power supplies.

#### Electromagnetic environment

The sum of the electromagnetic phenomena which exist at a specific location.

#### ELV

Extra Low Voltage – Voltage which does not exceed the upper limit of the 1 V voltage range.

#### Emission

See also "Störaussendung".

#### EMC

Electromagnetic Compatibility. The ability of an electrical device to function satisfactorily in its electromagnetic environment without any undue influence on this environment and the other devices in it.

#### EMVG

Electromagnetic Compatibility Act (Elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten) from 18 Sept. 1998.

#### Discharge reactor

Discharge reactors ensure that there is virtually no dissipation when the capacitor is discharged in capacitor control systems.

#### Discharge resistor

Discharge resistors integrated into a filter serve to relieve the stress on charged capacitors.

#### Installation specifications

Installation specifications include:

- Requirements for the installation and assembly of electrical systems.
- Minimum safety requirements for the construction of machinery for which there are no other regulations.
- Requirements for the selection of equipment.

#### ESR: Equivalent series resistance

Equivalent series resistance is the resistance value in series with an ideal capacitance. The ESR should be as low as possible in high-frequency circuits.

### ETG

Energietechnische Gesellschaft im VDE

### EVU

Abkürzung für „Elektrizitäts-Versorgungsunternehmen“. Mit EVU werden die Anbieter elektrischer Energie (Elektrizitätswerke) bezeichnet.

### Fachgrundnormen

Generic Standards (Sie gelten für Produkte, die unter bestimmten Umgebungsbedingungen [industrielle/nicht industrielle] betrieben werden und sie kommen zur Anwendung, wenn es für diese Produkte keine Produkt- oder Produktfamiliennormen gibt. Sie schreiben minimale Störfestigkeitsgrenzwerte und maximale Störaussendungsgrenzwerte vor, gehen aber nicht auf die Spezifika von Produkten ein.)

### Fail-Save-Technik

Versagenssichere Technik (Technik zur Vermeidung von Gefahren)

### Fail-Safe-Transformator

Fail-safe ist ein Transformator, der mit einer Schutzeinrichtung oder einem internen Schwachpunkt ausgerüstet ist, die oder der mit der Unterbrechung des Eingangs-Stromkreises dauerhaft ausfällt, wenn der Transformator überlastet oder kurzgeschlossen ist, aber für den Anwender oder die Umgebung keine Gefahr darstellt. Er erfüllt nach dem Entfernen der Überlast oder des Kurzschlusses weiterhin alle Anforderungen der Norm.

### Faradaysche Abschirmung

Die elektrostatische Abschirmung zwischen Primär- und Sekundärwicklung eines Transformators wird als Faradaysche Abschirmung bezeichnet. Sie dient vor allem zur Reduzierung von Koppelkapazitäten und somit zur Verringerung von Gleichtaktstörungen.

### Federzug-Klemme

Alternativ zum Schraubanschluss werden eine große Anzahl von Geräten auch mit Federzug-Klemme geliefert. Bei dieser schraubenlosen Anschluss-technik werden die Leiter durch eine Käfigzugfeder rüttel- und schocksicher geklemmt. Anschließbar sind ein-, mehr- und feindrähtige Leiter, mit oder ohne Aderendhülse.

### FELV

Function Extra Low Voltage – Schutzkleinspannung ohne sichere Trennung.

### FELV-Stromkreis

ELV-Stromkreis, bei dem die ELV-Spannung aus Funktionsgründen vorhanden ist und nicht die Anforderungen erfüllt, die an SELV oder PELV gestellt werden. FELV-Stromkreise sind aufgebaut mit Stromquellen ohne sichere Trennung z.B. einem Netzanschlusstransformator nach EN 61 558-2-1 mit Basisisolierung. Die Erdung der Stromkreise ist möglich bzw. erlaubt. Körper müssen mit dem Schutzleiter auf der Primärseite der Stromversorgung verbunden sein.

### Filter-/Drosselgehäusebauformen

Es werden u.a. folgende Bauformen je nach Anwendung angeboten:

Booksize-Filter (Buchformat)

Die Montage erfolgt im Schaltschrank neben dem Umrichter entsprechend den vorhandenen Platzverhältnissen stehend oder liegend.

Footprint-Unterbau

Footprint-Geräte werden grundsätzlich unter dem Frequenzumrichter montiert, mit diesem zusammen auf einer Montageplatte verschraubt und dadurch wird eine bestmögliche Masseverbindung erreicht.

Eine optimale Raumausnutzung im Schaltschrank ist bauartbedingt durch dieses Filterprinzip gegeben.

### ETG

Abbreviation for “Energietechnische Gesellschaft” im VDE (“Power Engineering Society” of the Association for Electrical, Electronic & Information Technologies)

### EVU

Abbreviation for “Elektrizitäts-Versorgungsunternehmen”, referring to power supply companies or power stations.

### Generic standards

These standards apply to products which are operated under specific ambient conditions [industrial/non-industrial] when there are no product or product family standards available. They stipulate minimum immunity limits and maximum emitted interference limits. They do not, however, go into product specifics.

### Fail-safe technology

Danger-prevention technology.

### Fail-safe transformer

Transformer equipped with a protective device or with an intentional weak part, which permanently fails to function by the interruption of the input circuit when the transformer is overloaded or short-circuited, but presents no danger to the user or surroundings. It continues to meet all the requirements of this standard after removal of the overload or short circuit.

### Faraday Shielding

The electrostatic shielding between the primary and secondary windings of a transformer is known as the Faraday Shielding. It primarily reduces coupling capacitances and thus limits the number of common-mode interferences.

### Spring loaded terminal

As an alternative to the screwed connection, there is also a large selection of devices supplied which feature the spring loaded terminal. Using this screw-free connection technology, the conductors are tightly secured against vibrations and shocks with cage clamps. Single-, multi- and fine-strand conductors can be connected, with or without end sleeve.

### FELV

Function Extra Low Voltage – Extra-low voltage without secure isolation.

### FELV circuit

An ELV circuit is one in which ELV voltage is present for operational purposes but which does not meet the requirements set for SELV or PELV. FELV circuits feature current sources without secure isolation e.g. a power supply transformer according to EN 61 558-2-1 with basic insulation. The earthing of a circuit is possible/permitted. Exposed conductive parts must be connected with the protective conductor on the primary side of the power supply.

### Types of filter/reactor housing

Depending on the application, the following types of housing are available:

Booksize filter

This filter is mounted in the control cabinet beside the converter, either standing upright or lying flat depending on the space available.

Footprint subframe

Footprint devices are generally mounted below the frequency converter and then screwed together with this converter to the mounting plate, thus achieving the best possible earth connection.

Depending on the design, these filters ensure that there is an optimal use of space in the control cabinet.

## 7.8. Fachbegriffe

### 7.8. Technical terms

#### Filterkreisdrosseln

Filterkreisdrosseln werden in Kompensationsanlagen in Verbindung mit Kondensatoren eingesetzt. Filterkreisdrosseln dienen dazu, den Reihenschwingkreis aus Drossel und Kondensator auf eine bestimmte Frequenz abzustimmen. Ziel der Kompensationsanlage ist es, u.a. Blindleistung zu kompensieren und gezielt unerwünschte Oberschwingungen abzusaugen.

#### FMEA

**Failure Mode Effects Analysis** – Ausfallart- und Fehlereffektanalyse (Methode zur vorausschauenden Qualitätsbewertung von Produkten. Mit der Durchführung befassen sich Arbeitsgruppen, in denen Fachleute aus den Bereichen Entwicklung, Fertigungsplanung, Qualitätswesen und Kundendienst mitwirken. Im einzelnen werden alle möglichen Fehler eines Produkts aufgelistet und auf ihre Folgen für den Kunden beurteilt, die möglichen Fehlerursachen bestimmt und die vorgesehenen Produktspezifikationen bzw. Prozessüberwachungen in Hinblick auf die Erkennung und Vermeidung dieser Fehler bewertet sowie entsprechende konstruktive bzw. fertigungs- und prüftechnische Maßnahmen festgelegt und die Verantwortlichkeiten für deren Durchführung bestimmt.)

#### Funkentstörfilter

Funk-Entstörfilter reduzieren die leitungsgebundene Funkstörspannung am Netzanschluss. Um die Störpegel für den Wohnbereich B1 bzw. Industriebereich A1 einzuhalten, sind Funk-Entstörfilter notwendig.

#### Galvanische Trennung

Trennung elektrisch leitender Teile mit unterschiedlichen Potentialen durch isolierendes Material oder durch Luftstrecken.

#### Gehäuse (Umhüllung)

Teil, das die Betriebsmittel vor bestimmten äußeren Einflüssen schützt und das aus jeder beliebigen Richtung Schutz gegen direktes Berühren mit einer Schutzart von mindestens IP2X bietet.

#### Generic Standards

Fachgrundnormen (Näheres hierzu siehe „Fachgrundnormen“)

#### Gerätetransformator

Transformator, der dazu vorgesehen ist, bestimmte Geräte oder Anlagen oder eines ihrer Teile zu versorgen; dieser ist entweder in diese eingebaut oder nicht eingebaut, wurde aber speziell dafür konstruiert, um nur mit diesem (diesen) spezifischen Gerät(en) oder Anlage(n) verwendet zu werden.

#### GL

Deutsche Schiffsklassifikationsgesellschaft „Germanischer Lloyd“

#### Glättungsdrosseln

Aufgabe dieser Drossel ist es, den überlagerten Wechselstromanteil eines Gleichstromes zu reduzieren.

#### EAC – Genehmigung für Eurasische Zollunion

Russland, Kazachstan, Weißrussland, Kirgisien und Armenien

#### Grundnormen

Basic Standards (Sie beziehen sich vordergründig auf phänomenbezogene EMV-Messverfahren und Testtechniken sowie deren Anwendung. Sie sind grundlegender Natur und enthalten keine produktbezogenen EMV-Anforderungen. Diese finden sich in den sog. Fachgrundnormen bzw. den Produkt- oder den Produktfamiliennormen.)

#### Handtransformator

Ortsveränderlicher Transformator, der dazu bestimmt ist, bei bestimmungsgemäßem Gebrauch in der Hand gehalten zu werden.

#### Filter reactors

*Filter reactors are used together with capacitors in compensation systems. They tune the series resonant circuit of reactor and capacitor to resonate at a certain frequency. The purpose of the compensation system, among other things, is to compensate for idle power and to systematically extract undesirable harmonic components.*

#### FMEA

*Failure Mode Effects Analysis – Forward-thinking quality assessment of products. Method used by working groups comprising experts from the fields of development, production planning, quality control and customer service. All possible product faults are listed in detail and their consequences for the customer assessed, possible causes determined and the intended product specification or process monitoring evaluated with regard to error recognition and avoidance. The relevant design, production or testing measures are specified and those responsible for their implementation appointed.*

#### EMI filter

*EMI filters reduce the mains-borne interference voltage at the mains supply. They are required for maintaining the interference level of the residential (B1) or industrial sector (A1).*

#### Galvanic isolation

*Isolation of electrically conductive parts with varying potentials using insulating material or air gaps.*

#### Housing (covering)

*The part with a protection class of at least IP2X that protects the equipment from certain external influences and against any direct contact.*

#### Generic standards

*For further information, please see “Fachgrundnormen” / Generic standards*

#### Dedicated transformer

*Transformers that are used to supply specific devices, systems or parts thereof; they are either integrated or not integrated, but have been designed for use specifically with these devices or systems only.*

#### GL

*German maritime classification society “Germanischer Lloyd”*

#### Smoothing reactor

*This reactor is used to reduce the alternating current superimposed on direct current.*

#### EAC – Eurasian Customs Union

*Russia, Kazakhstan, Belarus, Kyrgyzstan and Armenia*

#### Basic standards

*They refer superficially to measurement and testing procedures relating to EMC phenomena, along with their application. Fundamental in nature, they do not include any product-related EMC requirements. These are included in the generic standards or the product/product family standards.*

#### Hand transformer

*A mobile transformer whose intended use includes holding it in the hand.*

### **Pulververbunddrossel**

Drosseln für Anwendungen in der Leistungselektronik. Aufgrund der guten Mittelfrequenzeigenschaften (kleine Wirbelstromverluste, hohe Sättigungsmagnetisierung auch bei hohen Frequenzen) eignet sich dieser Drosseltyp besonders für die Unterdrückung hochfrequenter Störsignale in der Antriebstechnik. Sie finden Einsatz als Netz-, Filter-, Kommutierungs-, Zwischenkreis-, Ausgangsdrosseln sowie in Sinus- und  $dv/dt$ -Filtern.

### **HGÜ-Drosseln**

HGÜ-Drosseln sind sättigbare Drosseln, die in Hochspannungsgleichstromübertragungsanlagen und Netzkurzkupplungen eingebaut sind. Es handelt sich um Drosseln mit ca. 20/40 kV Betriebsspannung, deren Wicklungen und Kern mit nicht leitfähigem Wasser gekühlt sind.

### **HI-Pot-Test**

Hochspannungstest. Es wird getestet, ob ein Netzteil oder Transformator die Mindestanforderung für die Isolationsspannung erfüllt. Die Messung erfolgt zwischen Eingang und Ausgang.

### **Horizontalbestimmungen**

Horizontalbestimmungen enthalten Basisfestlegungen, deren Einhaltung z.B. in Bau bzw. Ausrüstungsbestimmungen gefordert werden z.B. DIN VDE 0106 -100 „Schutz gegen elektrischen Schlag, Anordnung von Betätigungselemente in der Nähe berührungsfähiger Teile“.

### **IEC**

International Electrotechnical Commission – (weltweite Normungsorganisation, die alle Nationalen Elektrotechnischen Komitees umfasst. Sie arbeitet und verabschiedet auf weltweiter Ebene elektrotechnische Normen, die in über hundert Ländern angewendet werden.

### **IP-Code**

Siehe Schutzart

### **ISO**

International Organization for Standardization – Internationale Organisation für Normung (weltweite Föderation nationaler Normungsinstitutionen von über 130 Ländern. Die Bezeichnung ISO ist kein Akronym des Namens der Organisation, sondern entspricht den ersten drei Buchstaben des griechischen Wortes isos, was soviel wie „gleich“ im Sinne von Gleichheit bedeutet.)

### **Isolationsspannung**

Höchste zulässige dauernd anstehende Spannung zwischen elektrisch getrennten Betriebsteilen. Es kann sich um Wechsel- und um Gleichspannung handeln.

### **Isolierstoffklasse**

Siehe auch Thermische Klasse

### **Isolierung**

Basisisolierung

Isolierung von gefährlichen aktiven Teilen, um einen grundlegenden Schutz gegen elektrischen Schlag zu bieten.

Zusätzliche Isolierung

Unabhängige Isolierung zusätzlich zur Basisisolierung zum Schutz gegen elektrischen Schlag, für den Fall des Versagens der Basisisolierung.

Doppelte Isolierung

Isolierung, die aus Basisisolierung und zusätzlicher Isolierung besteht.

Verstärkte Isolierung

Ein einziges Isoliersystem von gefährlichen aktiven Teilen, das die gleiche Schutzwirkung gegen elektrischen Schlag hat wie die doppelte Isolierung.

### **Powder composite reactor**

Reactors for power electronics applications. Their impressive medium-frequency properties (small eddy current losses, high saturation magnetisation even at high frequencies) make these reactors particularly suitable for the suppression of high-frequency interference signals in drive technology. They are used as mains-, filter-, commutation-, intermediate circuit- and output reactors, as well as sinewave and  $dv/dt$  filters.

### **HVDC reactor**

HVDC reactors are saturable reactors installed in high-voltage direct-current systems and short couplings. These are reactors with approx. 20/40 kV operating voltage, whose windings and core are cooled with non-conductive water.

### **Hipot test**

High-voltage testing. Here, it is tested whether a power supply or transformer meets the minimum requirements of the insulation voltage. Measurement takes place between the input and output terminals.

### **Horizontal regulations**

Horizontal regulations include basic provisions that must be complied with. For example, regulations concerning construction or installation such as DIN VDE 0106-100 "Protection against electric shock – Classification of operating elements in close proximity to touchable parts".

### **IEC**

International Electrotechnical Commission – International standards organisation comprising all national electrotechnical committees. It develops and approves internationally applicable electrotechnical standards, adopted in over a hundred countries.

### **IP code**

See Schutzart

### **ISO**

International Organization for Standardization – International federation of national standards institutes from over 130 countries. The ISO identification mark is not an acronym for the name of the organisation. They are the first three letters of the Greek word "isos", which means "the same".

### **Insulation voltage**

Maximum permissible continuous voltage (AC or DC voltage) between electrically isolated parts.

### **Insulation class**

See Thermische Klasse

### **Insulation**

Basic insulation

Insulation applied to hazardous live parts to provide basic protection against electric shock.

Supplementary insulation

Independent insulation applied in addition to basic insulation in order to provide protection against electric shock in the event of failure of the basic insulation.

Double insulation

Insulation comprising basic insulation plus supplementary insulation.

Reinforced insulation

Single insulation system applied to hazardous live parts, which provides a degree of preprotection against electric shock equivalent to double insulation.

## 7.8. Fachbegriffe

### 7.8. Technical terms

#### IT-Netz

Siehe Netzarten und Systeme.

#### JEM

Japanese **E**lectrotechnical **M**anufacturers Association

#### JIS

Japanese Industrial **S**tandard – Japanische Bestimmungen

#### Kabelschirm

Leitfähige Hülle eines Kabels oder einer Leitung zum Schutz einzelner Adern oder des gesamten Verseilverbands gegen elektromagnetische Beeinflussungen von außen und nach außen. Kabelschirme bestehen entweder aus einem Geflecht aus blanken Kupferdrähten [Schirmgeflecht, Flechtdichte 80 %], aus Kupferbändern oder aus leitfähigen Kunststoffschichten.

#### Kapselung

Umhüllung zum Schutz von elektrischen Betriebsmitteln. Sie bietet für die eingeschlossenen Betriebsmittel Schutz gegen schädigende Umwelteinflüsse (Schutzarten) sowie Schutz gegen direktes Berühren (Schutzmaßnamen).

#### KEMA

Keuring van **E**lektrotechnische **M**aterialien

#### Kern

Als Kernwerkstoffe werden Dynamobleche bzw. kaltgewalzte kornorientierte Elektrobleche, sowie Kerne aus Ferrit bzw. Pulververbundwerkstoff eingesetzt.

#### Kern-Leistung

Ist die einer bestimmten Bauform oder Baugröße zugeordnete Leistung abhängig von der Vorgabe bestimmter Betriebs- oder Konstruktionseigenschaften. Betriebseigenschaften können z.B. sein:

- Thermische Klasse
- Bemessungs-Umgebungstemperatur
- Bemessungs-Frequenz
- Leerlauf-Ausgangsspannung  
Konstruktionseigenschaften können z.B. sein:
- Schutzart
- Isolationsaufbau

#### Kommutierungs-drosseln

Diese Drosseln haben die Aufgabe, den netzseitigen Spannungseinbruch bei der Kommutierung des Stromrichters zu begrenzen.

#### Kriechstrecke

Kürzeste Entfernung entlang der Oberfläche eines Isolierstoffes zwischen zwei leitenden Teilen.

#### Kurzschluss

Verbindung mit vernachlässigbar kleiner Impedanz zwischen betriebsmäßig gegeneinander unter Spannung stehender Leiter. Der Strom ist dabei ein Vielfaches des Bemessungsbetriebsstroms; dadurch kann eine thermische bzw. mechanische Überbeanspruchung der Schaltgeräte und Anlagenteile entstehen.

#### Kurzschlussfester Transformator (EN 61558)

Kurzschlussfest ist ein Transformator, bei dem die Temperatur die festgelegten Grenzwerte nicht überschreitet, wenn der Transformator überlastet oder kurzgeschlossen ist, und der nach dem Entfernen der Überlast oder des Kurzschlusses weiterhin alle Anforderungen dieser Norm erfüllt.

#### IT system

See also "Netzarten und Systeme".

#### JEM

Japanese **E**lectrotechnical **M**anufacturers Association

#### JIS

Japanese Industrial **S**tandard

#### Cable shield

Conductive cover of a cable or conductor that protects the individual wires or the entire stranded assembly against external electromagnetic influences and those coming from within. Cable shields are made from either a network of bare copper wires [shielding braid, braiding density 80 %], from copper bands or conductive plastic layers.

#### Casing

Cover to protect the electrical equipment. Protects the encased equipment against harmful environmental influences (protection class) and against direct contact (safety precautions).

#### KEMA

Keuring van **E**lektrotechnische **M**aterialien – Dutch testing agency for electronic products.

#### Core

Core materials used include dynamo sheets or cold-rolled, grain-oriented electrical sheets, as well as cores from ferrite or powder composite metals.

#### Core power

The power assigned to a device of a particular size or type which depends on specific behaviour or design properties. Behaviour properties may include:

- Thermal class
- Rated ambient temperature
- Rated frequency
- No-load output voltage  
Design properties include:
- Degree of protection
- Insulation design

#### Commutation reactors

These reactors are used to limit the mains-side voltage drop in the commutation of the converter.

#### Creepage distance

Shortest distance along the surface of the insulating material between two conductive parts.

#### Short circuit

Connection with small, neglectable impedance between live conductors under normal operating conditions. The current is a multiple of the rated operational current; a thermal or mechanical overstraining of the switchgear and system parts may thus occur.

#### Short-circuit-proof transformer (EN 61558)

A transformer not exceeding the specified temperature limits when overloaded or short-circuited, and which continues to meet all the requirements of this standard after removal of the overload or short-circuit and is not required to operate continuously under short-circuit or overload condition.

**Kurzschlussfestigkeit**

Widerstandsfähigkeit einer Komponente oder eines Systems gegen die im Kurzschlussfall auftretenden elektrodynamischen (dynamische Kurzschlussfestigkeit) und thermischen (thermische Kurzschlussfestigkeit) Beanspruchungen.

Die Kenngröße für die dynamische Beanspruchung des Kurzschlussstroms als der höchste Augenblickswert des Kurzschlussstroms.

Die Kenngröße für die thermische Beanspruchung des Kurzschlussstroms ist der quadratische Mittelwert des Kurzschlussstroms während seiner Dauer.

**Kurzschlusschutz**

Schutzschaltung zur Begrenzung des Ausgangsstromes. Schutz des Netztes und der nachfolgenden Geräte vor zu hohen Strömen.

**Kurzschlussspannung ( $U_k$ )**

Die Spannung, die an die Eingangswicklung anzulegen ist, um bei Umgebungstemperatur der Wicklungen in der kurzgeschlossenen Ausgangswicklung einen Strom hervorzurufen, der gleich dem Bemessungsausgangsstrom ist.

**Kurzschlussspannung ( $u_k$ )**

Bemessungswert der Kurzschlussspannung in %.

Die Kurzschlussspannung wird üblicherweise in % der Bemessungseingangsspannung angegeben.

**Kurzschlussstrom (Dauerkurzschlussstrom  $I_k$ )**

Überstrom, der im Fehlerfall in einem elektrischen Stromkreis auftritt, z.B. bei kurzgeschlossenen Klemmen an einem Schaltgerät oder bei fehlerhafter Überbrückung im elektrischen Stromkreis.

**Kurzschlussstrombegrenzung**

Begrenzung des Durchlassstromes auf einen deutlich unterhalb des Kurzschlussstromes liegenden Wert. Möglichkeiten zur Kurzschlussstrombegrenzung bestehen durch den Einbau von Leistungsschaltern, Sicherungen, NTC und Drosseln (bei Wechselströmen).

**Kurzschlussverluste (= Kupferverluste)**

Aufgenommene Wirkleistung, wenn die Ausgangsseite kurzgeschlossen ist und der Nenn-Ausgangsstrom fließt.

**Kurzzeitbetrieb**

Betrieb über eine festgelegte Zeitdauer, wobei der Anlauf aus dem Kaltzustand erfolgt und die Zeitabstände zwischen den Betriebsperioden ausreichend sind, damit sich das Gerät etwa auf Umgebungstemperatur abkühlen kann.

Ausführliche Informationen zu den Betriebsarten siehe Technische Informationen Teil Transformatoren.

**Kurzzeitleistung**

Die Kurzzeitleistung ist die Leistung am Ausgang eines Steuertransformators bei einem  $\cos \varphi = 0,5$  und einem Spannungsabfall von maximal 5 % gegenüber der Nenn-Ausgangsspannung.

**Kurzzeitstrom**

ist ein Strom, der kurzzeitig deutlich über dem Nennstrom liegt.

**Lagertemperatur**

Temperaturbereich, in dem die Geräte bestimmungsgemäß gelagert werden dürfen, ohne Schaden zu nehmen.

**Leerlaufleistung ( $P_0$ )**

Die vom Transformator aufgenommene Leistung, wenn dieser an die Nenningangsspannung bei Nennfrequenz und unbelasteter Ausgangswicklung angeschlossen ist.

**Short-circuit strength**

Resistance of a component or system against the electrodynamic (dynamic short-circuit strength) and thermal (thermal short-circuit strength) stresses resulting from a short circuit.

The parameter for the dynamic stress of the short-circuit current as its highest instantaneous value.

The parameter for the thermal stress of the short-circuit current is the quadratic mean of the short-circuit current for its duration.

**Short-circuit protection**

Protective circuit for limiting the output current. Protection of the power supply and the subsequent devices from currents which are too high.

**Short-circuit voltage ( $U_k$ )**

The voltage applied to the primary winding in order to produce a current in the short-circuited secondary winding at the ambient temperature of the windings which is the same as the rated output current.

**Short-circuit voltage ( $u_k$ )**

Rated value of the short-circuit voltage in %.

The short-circuit voltage is usually given as a % of the rated input voltage.

**Short-circuit current (Continuous short-circuit current  $I_k$ )**

Overcurrent which appears should a fault occur in an electric circuit, e.g. with short-circuited terminals at a control unit or faulty bridging in the electric circuit.

**Short-circuit current limit**

Limiting of the forward current to a value clearly below the short-circuit current. It is possible to limit the short-circuit current by installing circuit breakers, fuses, NTC resistors and reactors (for alternating currents).

**Short-circuit losses (= copper losses)**

Effective power drawn when the output is short-circuited and the nominal output current is flowing.

**Short-time duty**

Operation over a specific period of time, started from cold with sufficient intervals between operating periods to allow the device cool to ambient temperature.

For further information regarding types of operation, please see Technical Information: Transformers.

**Short-term power**

The short-term power is the power at the output of a control transformer when  $\cos \varphi = 0,5$  and there is a maximum drop of 5 % in voltage compared to the nominal output voltage.

**Short-term current**

is a current that temporarily lies well above the nominal current.

**Storage temperature**

Permitted temperature range for the storage of devices without risk of damage.

**No-load power ( $P_0$ )**

The power drawn by the transformer when connected to the rated input voltage at rated frequency and with unloaded secondary winding.

## 7.8. Fachbegriffe

### 7.8. Technical terms

#### Leerlaufleistung

Die aufgenommene Leistung des unbelasteten Transformators bei Bemessungs-Eingangsspannung und Bemessungsfrequenz.

#### Leerlauf-Ausgangsspannung

Die Ausgangsspannung des unbelasteten Transformators bei Bemessungs-Eingangsspannung und Bemessungsfrequenz.

#### Leerlaufstrom

Leerlaufstrom ist der Strom am Eingang z.B. eines unbelasteten Transformators bei Nenn-Eingangsspannung und Nennfrequenz.

#### Leerlaufverluste (= Eisenverluste)

Aufgenommene Wirkleistung, wenn an der Eingangswicklung die Nenn-Eingangsspannung mit Nenn-Frequenz anliegt und die Ausgangswicklung unbelastet ist.

#### Leistungsschalter

Allgemein Schlossschalter, der unter betriebsmäßigen Bedingungen im Stromkreis Ströme einschalten, führen und ausschalten kann, sowie unter festgelegten nicht normalen Bedingungen bis zum Kurzschluss den Strom einschalten, während einer bestimmten Dauer führen und ihn unterbrechen kann.

#### (Leistungs-) Transformator

Statisches Gerät mit zwei oder mehreren Wicklungen, das nach dem Prinzip der elektromagnetischen Induktion eine Wechselspannung bzw. einen Wechselstrom transformiert zum Zweck der Übertragung elektrischer Energie bei gleichbleibender Frequenz.

#### LRS

Britische Schiffsklassifikationsgesellschaft „Lloyds Register of Shipping“

#### Luftdrosseln

Luftdrosseln haben im Gegensatz zu Eisendrosseln eine nahezu stromunabhängige Induktivität. Sie gehen nicht in Sättigung. Sie werden dort eingesetzt, wo hohe Stromspitzen auftreten, ohne dass die Induktivität nennenswert abfallen darf.

#### Luftstrecke

Kürzeste Entfernung in Luft zwischen zwei leitenden Teilen. Zur Bestimmung einer Luftstrecke zu berührbaren Teilen muss die berührbare Oberfläche eines Isolierstoffgehäuses als leitfähig angesehen werden, so als ob sie überall dort mit einer Metallfolie überzogen wäre, wo sie mit dem Norm-Prüfingfer berührt werden kann.

#### LVD

Low Voltage Directive – Niederspannungsrichtlinie

#### MTBF

Mean Time between Failure. Fehlerrate ausgedrückt in Stunden. Die Ausfallrate wird errechnet auf der Basis von tatsächlichen Erfahrungswerten oder nach Standards. (z.B. MIL-HDBK-217, SN 29500)

#### MTTF

Mean Time To Failure, ist die mittlere Betriebsdauer bis zum Ausfall, ausgedrückt in Stunden. MTTF wird auch als mittlere Lebensdauer bezeichnet.

#### NEMA

National Electrical Manufacturers Association  
Nationaler Verband der Hersteller elektrotechnischer Erzeugnisse in den USA.

#### NEMKO

Norges Elektriske Materiellkontroll

#### No-load power

The power drawn by the unloaded transformer at rated input voltage and rated frequency.

#### No-load output voltage

The output voltage of the unloaded transformer at rated input voltage and rated frequency.

#### No-load current

No-load current is the current at the input terminal, e.g. an unloaded transformer at rated input voltage and rated frequency.

#### No-load losses (= iron losses)

Effective power drawn when rated input voltage is applied with rated frequency at the primary winding and the secondary winding is unloaded.

#### Circuit breakers

Key switches that can switch on, supply and switch off currents in the circuit under normal operating conditions. They can also switch on currents, supply them for a certain period and then interrupt them until a short circuit occurs under exceptional operating conditions.

#### (Power) transformer

Static device with two or several windings that, according to the principle of electromagnetic induction, transforms an alternating voltage or current for the purpose of transferring electrical energy at a steady frequency.

#### LRS

British maritime classification society “Lloyds Register of Shipping”.

#### Air-core reactors

Air-core reactors, as opposed to iron-core reactors, have an almost non-current-dependent inductance. They do not go into saturation. The reactors are used where high current peaks occur, without allowing for any considerable drop in inductance.

#### Clearance

Shortest distance in air between two conductive parts. To determine an air gap between contactable parts, take the contactable surface of an insulating material housing to be conductive, as if where it can be touched with the standard test probe is fully covered in metal foil.

#### LVD

Low Voltage Directive

#### MTBF

Mean Time between Failure. Error rate in hours. The failure rate is calculated on the basis of actual empirical data or in accordance with standards (e.g. MIL-HDBK-217, SN 29500).

#### MTTF

Mean Time To Failure, is the mean time to failure expressed in hours. MTTF is also known as “durability”.

#### NEMA

National Electrical Manufacturers Association  
National association from the US.

#### NEMKO

Norges Elektriske Materiellkontroll

**NAMUR**

Normen-Ausschuss Mess- und Regelungstechnik (Interessengemeinschaft Prozessleittechnik der chemischen und pharmazeutischen Industrie.)

**NEN**

Nederlandse Norm  
Niederländische Norm

**Nennausgangsspannung**

Siehe hierzu Bemessungs-Ausgangsspannung

**Nenneingangsspannung**

Siehe hierzu Bemessungs-Eingangsspannung

**Nennleistung**

Siehe hierzu Bemessungsleistung

**Netzarten und Systeme**

Elektrische Netze werden nach Spannung, Aufbau und Form gegliedert. Bei Wechselspannung wird unterschieden nach:

- Niederspannungsnetzen bis 1000 V
- Mittelspannungsnetzen über 1 bis 60 kV
- Hochspannungsnetzen über 60 bis 380 kV
- Höchstspannungsnetzen über 380 kV.

Bei Niederspannung gibt es folgende Netzformen:

- TN-System  
Im TN-System ist ein Punkt des Netzes (Sternpunkt oder Außenleiter) direkt geerdet. Die Körper der elektrischen Betriebsmittel sind über einen Schutz- bzw. PEN-Leiter mit dem geerdeten Netzpunkt verbunden. Im TN-System gibt es folgende Varianten:
  - TN-S-System  
Hier sind Neutralleiter (N) und Schutzleiter (PE) im gesamten Netz getrennt geführt
  - TN-C-System  
Hier sind Neutralleiter- und Schutzleiterfunktion im gesamten Netz in einem einzigen Leiter, dem PEN-Leiter, zusammengefasst.
  - TN-C-S-System  
Hier sind Neutralleiter- und Schutzleiterfunktion nur in einem Teil des Netzes in einem einzigen Leiter, dem PEN-Leiter, zusammengefasst; im übrigen Teil des Systems sind Neutral- und Schutzleiter getrennt verlegt.
- TT-System  
Im TT-System ist ein Punkt direkt geerdet; die Körper der Betriebsmittel sind mit Erden verbunden.
- IT-System  
Das IT-System hat keine direkte Verbindung zwischen aktiven Leitern und geerdeten Teilen, die Körper der elektrischen Betriebsmittel sind geerdet.

**Netzdrosseln**

Netzdrosseln haben die Aufgabe, den netzseitigen Spannungseinbruch bei der Kommutierung des Stromrichters zu begrenzen. Sie zeichnen sich gegenüber der Kommutierungsdrossel durch eine höhere Linearität der Induktivität aus und sind für größere Oberschwingungsbelastung dimensioniert. Wegen ihrer speziellen Eigenschaften eignen sie sich besonders für den Betrieb an Frequenzumrichtern.

**Netzfilter**

Netzfilter sitzen in der Netzzuleitung von Geräten oder Anlagen. Unerwünschte Oberschwingungsströme gelangen vom Netz nicht in das Gerät bzw. umgekehrt. Netzfilter bestehen aus einer Kombination aus X, Y-Kapazitäten, stromkompensierten Ringkerndrosseln und weiteren Induktivitäten.

**NAMUR**

Normen-Ausschuss Mess- und Regelungstechnik (International user association for process control in the chemical and pharmaceutical industry.)

**NEN**

Nederlandse Norm  
Dutch standard

**Rated output voltage**

See also "Bemessungs-Ausgangsspannung"

**Rated input voltage**

See also "Bemessungs-Eingangsspannung"

**Nominal power**

See also "Bemessungsleistung"

**Mains systems**

Electrical systems are classified according to voltage, configuration and design. For alternating voltage, there are:

- Low-voltage systems up to 1000 V
- Medium-high-voltage systems between 1 and 60 kV
- High-voltage systems between 60 and 380 kV
- Extra-high voltage systems over 380 kV

The following are low-voltage systems:

- TN system  
*In the TN system, there is a point which is directly earthed (neutral point or outer conductor). The exposed conductive parts of the electrical equipment are connected with this point via a protective conductor or PEN conductor. The TN system includes the following:*
  - TN-S system  
*Here, neutral conductors (N) and protective conductors (PE) are routed separately in the overall system.*
  - TN-C system  
*Neutral and protective conductors are combined here in one conductor, the PEN conductor, within the overall system.*
  - TN-C-S system  
*Neutral conductors and protective conductors are combined in one conductor in just one part of the system (PEN conductor); neutral and protective conductors are routed separately in the rest of the system.*
- TT system  
*A point is directly earthed in the TT system; the exposed conductive parts of the equipment are connected with earth electrodes.*
- IT system  
*There is no direct connection between active conductors and earthed parts in the IT system. The exposed conductive parts of the electrical equipment are earthed.*

**Line reactor**

These reactors are used to limit the mains-side voltage drop in the commutation of the converter. In contrast to the commutation reactors, the mains reactors feature a high linear inductance and are designed for larger harmonic loads. They are thus particularly suited to the operation of frequency converters.

**Line filter**

Line filters are located in the supply feeders of devices or installations. There is no cross-over of undesired harmonic currents between device and system. Line filters are a combination of X and Y capacitances, current-compensated toroidal core inductors and further inductances.

## 7.8. Fachbegriffe

### 7.8. Technical terms

#### Netzurückwirkungen

Netzurückwirkungen sind durch am Netz angeschlossene Geräte oder Systeme verursachte Oberschwingungsströme. Sie werden z.B. verursacht durch Kommutierungseinbrüche am Eingangsgleichrichter eines Frequenzumrichters.

#### Netztransformator

Transformator mit einer oder mehreren Eingangswicklung(en), die von der (den) Ausgangswicklung(en) mindestens durch Basisisolierung getrennt ist (sind).

#### Nicht kurzschlussfester Transformator (EN 61558)

Nicht kurzschlussfest ist ein Transformator, bei dem vorgesehen ist, dass er gegen übermäßige Temperatur durch eine Schutzeinrichtung geschützt wird, die nicht mit dem Transformator geliefert, aber auf ihm angegeben ist, und der nach dem Entfernen der Überlast oder des Kurzschlusses sowie gegebenenfalls nach dem Rückstellen oder Austausch der Schutzeinrichtung weiterhin alle Anforderungen dieser Norm erfüllt.

#### Oberschwingung

Oberschwingungen sind die in nicht-sinusförmigen, periodischen Schwingungen enthalten sinusförmigen (harmonischen) Schwingungen, die mit einem ganzzahligen Vielfachen der Grundschnwingungen- (= Netzfrequenz) schwingen. Ihre Amplituden sind um ein Vielfaches kleiner als die der Grundschnwingung.

#### ÖVE

Österreichischer Verband für Elektrotechnik. Die ÖVE-Bestimmungen stimmen weitgehend mit den Bestimmungen von DIN VDE und den IEC-Publikationen überein.

#### Parallelbetrieb

Zwei oder mehrere Netzteile mit gleicher Ausgangsspannung werden zur Leistungserhöhung parallelgeschaltet. Bei der Parallelschaltung sind u.U. besondere Maßnahmen zu beachten.

#### PELV

Protective Extra Low Voltage – Schutzkleinspannung mit sicherer Trennung

#### PELV - Stromkreis

Mit Schutztrennung gegenüber anderen Stromkreisen ausgeführten ELV-Stromkreis, der aus Funktionsgründen geerdet sein darf, und/oder dessen berührbare leitfähige Teile geerdet sein dürfen. PELV-Stromkreise werden verwendet, wenn die Stromkreise geerdet sind und SELV nicht erforderlich ist.

#### PFC

Power Factor Correction – Leistungsfaktorkorrektur

#### Produktnormen

Product Standards

Sie sind in vergleichbarer Weise zu den Produktfamiliennormen für ganz spezielle Produkte zur Gewährleistung der EMV gedacht.

#### PTB

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (Natur- und ingenieurwissenschaftliches Staatliches Institut und technische Oberbehörde der Bundesrepublik Deutschland für das Messwesen und für die physikalische Sicherheitstechnik.)

#### PTC

Positive Temperature Coefficient – positiver Temperaturkoeffizient, temperaturabhängiger Widerstand

#### Pulsbreitenmodulation

Die Leistung am Ausgang wird durch die Veränderung der Impulsbreite (Verhältnis von Leit-/Sperrphase) geregelt. Die Halbleiterschalter werden über einen Komparator angesteuert.

#### Circuit feedback

Harmonic currents caused by devices or systems connected to the power grid. Caused by, for example, commutation notches at the input rectifier of a frequency converter.

#### Mains transformer

Transformers with one or several input winding(s) which are separated from the output winding(s) by basic insulation at a minimum.

#### Non-short-circuit proof transformer (EN 61558) Transformer

intended to be protected against excessive temperature by means of a protective device, not provided with but stated on the transformer, and which continues to meet all the requirements of this standard after the removal of the overload or short circuit and, if applicable, after resetting or replacing the protective device.

#### Harmonic component

Harmonic components are the sinusoidal (harmonic) oscillations in non-sinusoidal, periodic oscillations which vibrate with an integer multiple of the fundamental oscillations (= mains frequency). Their amplitudes are a multiple smaller than that of the fundamental oscillation.

#### ÖVE

Österreichischer Verband für Elektrotechnik – Austrian Electrotechnical Association. Its standards largely coincide with those of DIN VDE and the IEC publications.

#### Parallel operation

Two or several power supplies with the same output voltage are connected in parallel for increased performance. Certain additional measures may need to be taken for this parallel connection.

#### PELV

Protective Extra Low Voltage

#### PELV circuit

ELV circuit electrically isolated from other circuits which may be earthed for operational purposes and/or whose contactable, conductive parts may be earthed. PELV circuits are used if the circuits are earthed and SELV is not required.

#### PFC

Power Factor Correction

#### Product standards

Similar to product family standards, they guarantee EMC for special products.

#### PTB

Physikalisch-Technische Bundesanstalt. German metrology institute providing scientific and technical services.

#### PTC

Positive Temperature Coefficient – Temperature-dependent resistance

#### Pulse width modulation

The power at the output terminal is regulated by the change in pulse width (ratio of conductive/blocking phase). The semiconductor switches are regulated via a comparator.

### Qualitätsmanagementsystem DIN EN ISO 9001

Durch eine Zertifizierungsstelle wird bestätigt, dass ein Unternehmen ein Qualitätsmanagementsystem eingeführt hat und anwendet.

### Relative Einschaltdauer (ED)

Verhältnis der Einschaltzeit zur Spieldauer

### RINA

Italienische Schiffsklassifikationsgesellschaft  
„Registro Italiano Navale“

### RMRS

Russische Schiffsklassifikationsgesellschaft  
„Russian Maritime Register of Shipping“

### Rushstrom

Die kurzzeitige Stromspitze, die unmittelbar nach dem Einschalten eines magnetischen Stromkreises (z.B. Transformator, Motor, Antrieb usw.) auftritt. Sie wird durch den Aufbau des magnetischen Feldes (Rusheffekt) hervorgerufen. Die Amplitude des Einschaltstroms hängt von der Induktivität des Laststromkreises und vom Einschaltaugenblicke, d.h. der Phasenlage der Spannung, bei der die Schaltstücke des Schaltgerätes schließen, ab. Maximaler Strom fließt beim Einschalten im Spannungsnulldurchgang. Typische Einschaltstromwerte eines Käfigläufermotors (bei Bemessungsspannung) sind der 4 bis 7-fache Nennstrom der Maschine. Bei Transformatoren ist der Rushstrom (Einschaltstrom) abhängig von Bauart, Ausführung, Wicklungsaufbau, Anwendungsfall, Leistungsgröße usw. Er liegt als Effektivwert beim etwa 15- bis 30fachen des Bemessungs-Eingangsstroms. Der Rushstrom klingt in wenigen Perioden ab und ist bereits nach 20 ms deutlich kleiner.

### SABS

South African Bureau of Standards

### SACI

State Administration of Import and Export Commodity Inspection (China).

### SASO

Saudi Arabian Standard Organisation  
Vorschriften-Verband in Saudi-Arabien

### Saugkreisdrossel

Diese Drosseln dienen in Verbindung mit Kondensatoren zur Reduzierung von Oberschwingungen.

### Schaltungsart/Schaltgruppe

Die für Transformatoren üblichen Schaltungen sind in der EN 60076, VDE 0532 Teil 101 beschrieben. Als Schaltgruppe des Drehstromtransformators wird die Kombination der verschiedenen Schaltungsmöglichkeit von Ober- und Unterspannungswicklung mit den Kennzahlen bezeichnet z.B. Dy5. Der große Buchstabe wird der Eingangswicklung, der kleine der Ausgangswicklung zugeordnet. Die Phasenverschiebung wird durch die Kennzahl angegeben, wobei der Phasenverschiebungswinkel das Produkt aus der Kennzahl und dem Winkel  $30^\circ$  ist.

### Schutzart

Die Schutzart eines Gerätes gibt den Schutzzumfang an. Der Schutzzumfang beinhaltet den Schutz von Personen gegen das Berühren unter Spannung stehender Teile und den Schutz der elektrischen Betriebsmittel gegen das Eindringen von festen Körpern und von Wasser bei Gehäusen und Kapselungen (DIN VDE 0470-1, EN 60529). Die Schutzart wird international durch eine Kombination von Buchstaben (IP= international protection) und Zahlen ausgedrückt. Die erste Kennziffer definiert den Berührungs- und Fremdkörperschutz, die zweite den Wasserschutz.

### Quality Management System DIN EN ISO 9001

A certification body confirms that a company has introduced and implemented a quality management system.

### Relative duty cycle (ED)

Ratio of switch-on time to run time.

### RINA

Italian maritime classification society.  
“Registro Italiano Navale“

### RMRS

Russian maritime classification society  
“Russian Maritime Register of Shipping“

### Rush current

The temporary current peaks which appear immediately after switching on a magnetic circuit (e.g. transformer, motor, drive, etc.), caused by the build-up of the magnetic field (rush effect). The amplitude of the inrush current depends on the inductance of the load circuit and activation of the circuit (i.e. current phasing) when contact members of the control unit close. Maximum current flows when switched on at voltage zero-crossing. Typical inrush current values of a squirrel-cage motor (at rated voltage) are four to seven times the nominal current of the machine. For transformers, the rush current (inrush current) depends on type, design, winding design, application, rating, etc. As an RMS value, it is about 15 to 30 times the rated input current. The rush current subsides after a few cycles, significantly smaller after just 20 ms.

### SABS

South African Bureau of Standards

### SACI

State Administration of Import and Export Commodity Inspection (China).

### SASO

Saudi Arabian Standard Organisation

### Filter reactor

These reactors, together with capacitors, help reduce harmonic components.

### Switching mode/Vector group

The circuits commonly used for transformers are given in EN 60076, VDE 0532, Part 101. As a vector group of the three-phase transformer, the combination of the different high- and low-voltage winding circuits is shown as a coefficient, e.g. Dy5. The primary winding is assigned a capital letter, the secondary winding a small one. The coefficient represents the phase shift, with the angle of phase difference the product of the coefficient and the  $30^\circ$  angle.

### Protection class

The protection class of a device indicates to what extent the device is protected. It includes how persons are protected against contact with live parts and how electrical equipment is protected against intrusion by solid objects and, for enclosures and housings, ingress by water (DIN VDE 0470-1, EN 60529). The protection class is internationally recognisable with its combination of letters (IP= international protection) and numbers. The first number represents the protection against live parts and intrusion from objects while the second represents the protection from water.

## 7.8. Fachbegriffe

### 7.8. Technical terms

#### Schutzkleinspannung

Schutzmaßnahme, bei der Stromkreise mit Bemessungsspannung bis 50 V Wechselspannung bzw. 120 V Gleichspannung ungeerdet betrieben werden und die Speisung aus Stromkreisen höherer Spannung von diesen sicher getrennt sind.

#### SELV

Safety **Extra Low Voltage** – Schutzkleinspannung  
Spannung, die 50 V Wechselspannung oder 120 V geglättete Gleichspannung die zwischen den Leitern oder zwischen einem Leiter und Erde in einem Stromkreis der vom Versorgungsnetz z.B. durch einen Sicherheitstransformator getrennt ist, nicht überschreitet.

#### SELV-Stromkreis

Mit Schutztrennung gegenüber anderen Stromkreisen ausgeführte ELV-Stromkreis, der keine Anschlüsse zum Erden des Stromkreises oder der berührbaren leitfähigen Teile besitzt.

#### SEMKO

Svenska Elektriska Materielkontrollanstalten

#### SEN

Svenska Elektrotekniska Normer  
Schwedische elektrotechnische Norm

#### SETI

Finnische elektrotechnische Prüfstelle

#### SEV

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein

#### SI

Systeme International d'Unites – Internationales Einheitensystem (Das SI ist weltweit von der internationalen und nationalen Normung übernommen [siehe z.B. ISO 1000 bzw. DIN 1301]. In den Mitgliedstaaten der EG bildet es die Grundlage für die Richtlinie über Einheiten im Messwesen.)

#### Sichere Trennung

Sichere Trennung ist dann gewährleistet, wenn ein einzelner Fehler nicht zu einem Übertritt der Spannung eines Stromkreises in einen anderen führt.

#### Sicherheitstransformator

Trenntransformator zur Versorgung von SELV (Safety Extra-Low Voltage)- oder PELV (Protective **Extra-Low Voltage**)-Stromkreisen.

#### Sinusfilter

Sinusfilter sind Tiefpassfilter. Sie formen aus den Spannungsblöcken, die der Umrichter auf die Ausgangsklemmen schaltet, eine nahezu sinusförmige Spannung. Folge ist, dass Zusatzverluste im Motor reduziert werden und die Motoren deutlich ruhiger laufen. Gleichzeitig reduziert das Sinusfilter bei langen Motorleistungen die Ladestromspitzen, die den Umrichter durch das periodische Umladen der Kabelkapazitäten zusätzlich belasten.

#### Spannungsanstieg ( $u_A$ )

Der Spannungsanstieg ist die Differenz zwischen der Leerlaufspannung und der Bemessungs-Ausgangsspannung bezogen auf die Bemessungs-Ausgangsspannung und wird in % angegeben.

#### Spannungsfall ( $u_R$ )

Der Spannungsfall ist die Differenz zwischen der Leerlaufspannung und der Bemessungs-Ausgangsspannung bezogen auf die Leerlaufspannung und wird in % angegeben.

#### Extra-low voltage

Protective measure whereby circuits with a rated voltage up to 50 V alternating voltage or 120 V direct voltage are operated unearthed while the supply from circuits with higher voltage is securely isolated.

#### SELV

Safety **Extra Low Voltage**  
Voltage not exceeding the 50 V alternating voltage or 120 V smoothed DC voltage between the conductors or between a conductor and earth in a circuit separated from the supply network, e.g. by a transformer.

#### SELV circuit

ELV circuit electrically isolated from other circuits, which is not connected in any way to circuit earth or the contactable, conductive parts.

#### SEMKO

Svenska Elektriska Materielkontrollanstalten

#### SEN

Svenska Elektrotekniska Normer  
Swedish electrotechnical standard

#### SETI

Finnish electrotechnical testing body.

#### SEV

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein – Swiss Association for Electrical Engineering, Power and Information Technologies.

#### SI

Systeme International d'Unites – International System of Units (system of units used the world over by national and international standardisation bodies [cf. ISO 1000 or DIN 1301]. In the EU member states, it is used as a basis for directives which involve measurement units.)

#### Secure isolation

Secure isolation ensures that a single fault does not lead to the deflection of voltage to another circuit.

#### Safety transformer

Isolating transformer for supply of SELV (Safety Extra-Low Voltage) or PELV (Protective **Extra-Low Voltage**) circuits.

#### Sinewave filter

Sinewave filters are low-pass filters. They are formed from the voltage blocks that the converter switches to the output terminals and what results is an almost sinusoidal voltage. Additional losses are reduced in the motor which then makes considerably less noise during operation. At the same time, the sinewave filter reduces charging current peaks that occur with long motor cables and which put an additional strain on the converter due to periodic reloading of the cable capacitances.

#### Voltage increase ( $u_A$ )

The voltage increase is the difference between the no-load voltage and the rated output voltage in relation to the rated output voltage and is given in %.

#### Voltage drop ( $u_R$ )

The voltage drop is the difference between the no-load voltage and the rated output voltage in relation to the no-load voltage and is given in %.

**Steuerspeisespannung ( $U_S$ )**

Spannung, mit der Hilfsstromkreise betrieben werden. Für Steuerstromkreise, die aus einem Steuertransformator gespeist werden, gelten AC 230 V, 50 Hz, als Vorzugswert.

**Störaussendung (Emission)**

Aufgrund schneller Schaltvorgänge entstehen in elektronischen Geräten symmetrische und asymmetrische Störspannungen. Diese Störungen breiten sich sowohl auf den Leitungen als auch durch Störstrahlung aus.

**Leitungsgebundene Störungen**

Zu ihnen zählen sowohl hochfrequente Störsignale aus dem PWM-Betrieb (Pulsweitenmodulation) eines Stromrichters als auch Stromrückwirkungen aufgrund von nicht sinusförmiger Stromaufnahme aus dem Netz. Diese Störungen breiten sich vorrangig über die Netzleitung des Stromrichters aus. Ihnen kann durch geeignete Filtermaßnahmen am Eingang des Stromrichters entgegengewirkt werden.

**Nicht leitungsgebundene Störungen**

Hierbei handelt es sich um hochfrequente Störungen, die sich als elektromagnetische Wellen ausbreiten.

Sie werden z.B. von Umrichtergehäusen und ungeschirmten Motorkabeln abgestrahlt und von elektrischen Verbrauchern und ihren Anschlussleitungen aufgenommen und als Störströme ins Netz zurückgekoppelt.

**Störfestigkeit**

Fähigkeit einer Einrichtung, eines Gerätes oder Systems in Gegenwart einer elektromagnetischen Störgröße ohne Funktionsminderung zu funktionieren.

**Störfestigkeitsgrad**

Pegel einer gegebenen elektromagnetischen Störgröße, die auf eine bestimmte Einrichtung, ein bestimmtes Gerät oder System trifft, bei Aufrechterhaltung der Funktion mit der erforderlichen Qualität.

**Stromkompensierte Ringkern-Drossel**

Stromkompensierte Ringkern-Drosseln zur Unterdrückung elektromagnetischer Störungen sind Drosseln, deren Wicklungsaufbau auf einem geschlossenen Kern so angeordnet sind, dass sich die durch den symmetrischen Betriebsstrom auftretende Magnetisierung aufhebt. Für asymmetrische Störströme wird jedoch ein hoher induktiver Widerstand wirksam.

**Temperaturschutz**

Bei Übertemperatur schaltet das Gerät ab oder reduziert die Ausgangsleistung.

**Thermische Klasse (Isolierstoffklasse, Wärmeklasse)**

Für die Isolierung elektrotechnischer Betriebsmittel werden thermische Klassen zugrunde gelegt. Die thermischen Klassen gelten für Isolierstoffe (Werkstoffe, Materialien) und für Isoliersysteme. Bei Transformatoren sind den thermischen Klassen Grenztemperaturen zugeordnet. Die höchstzulässige mittlere Übertemperatur der Transformatorwicklung ist die Grenztemperatur abzüglich Bemessungs-Umgebungstemperatur und Heißpunktübertemperatur.

Thermische Klasse nach IEC 60 085	Grenztemperatur in °C	Heißpunktübertemperatur in K
A	105	5
E	120	5
B	130	10
F	155	15
H	180	15

**Control supply voltage ( $U_S$ )**

Voltage used for the auxiliary circuits. For control supply voltages supplied from a control transformer, the preferred value is AC 230 V (50 Hz).

**Interference (Emission)**

Symmetrical and asymmetrical interferences occur in electronic devices as a result of the fast switching operations. These interferences are both conducted and radiated.

**Conducted interference**

This involves both high-frequency interference signals from the PWM operation (pulse-width modulation) of a converter and current feedback based on non-sinusoidal power input. These interferences are predominantly conducted via the power line of the converter. Their effects can be reduced with the use of suitable filters at the converter input terminal.

**Non-conducted interference**

These are high-frequency interferences which spread as electromagnetic waves.

They are emitted from, for example, converter housings and unshielded motor cables, picked up by electrical consumers and their connecting cables and coupled back as interferences into the system.

**Immunity**

Ability of a device or system to function without major difficulty when an electromagnetic interference is present.

**Immunity level**

Level of a given electromagnetic interference which applies to a particular device or system for maintaining function at the standard of quality required.

**Current-compensated toroidal core inductor**

Current-compensated toroidal core inductors for the suppression of electromagnetic interferences are reactors whose windings are arranged on a closed core in such a way that they cancel out the magnetisation resulting from the normal symmetrical current. For asymmetrical interferences, however, a higher inductive resistance proves effective.

**Thermal protection**

The device switches off or reduces the power output with the appearance of excess temperatures.

**Thermal class (insulating class, temperature class)**

Temperature classes have been defined for the insulation of electrical equipment. They apply for insulating materials and insulation systems. For transformers, the classes are organised according to limit temperatures. The highest permitted average excess temperature for the transformer winding is the limit temperature minus the rated ambient temperature and hotspot excess temperature.

Thermal class acc. to IEC 60 085	Temperature limit in °C	Hotspot temperature rise in K
A	105	5
E	120	5
B	130	10
F	155	15
H	180	15

## 7.8. Fachbegriffe

### 7.8. Technical terms

#### Thermistor-Transformatorschutz

Transformatoren können durch Thermistorschutz von unzulässiger Erwärmung der Wicklung geschützt werden. Als Temperaturfühler werden Kaltleiter verwendet, die in Verbindung mit Auslösegeräten, z.B. Siemens 3RN, den Transformatorerschutz gewährleisten.

#### Toroiddrosseln

Bei dieser Drosselbauform wird das Magnetfeld weitgehend durch den Magnetkern geführt. Sie sind dadurch besonders streuarm.

#### Transformator der Schutzklasse I

Transformator, bei dem der Schutz gegen elektrischen Schlag nicht allein auf der Basisisolierung beruht, sondern der eine zusätzliche Sicherheitsmaßnahme in Form einer Erdungsklemme enthält, die für die Verbindung von berührbaren leitenden Teilen zum Schutzleiter in der festen Verdrahtung der Installation vorgesehen ist, so dass berührbare leitfähige Teile im Falle des Versagens der Basisisolierung nicht unter Spannung geraten können.

#### Transformator der Schutzklasse II

Transformator, bei dem der Schutz gegen elektrischen Schlag nicht allein auf der Basisisolierung beruht, sondern in dem zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen wie doppelte oder verstärkte Isolierung enthalten sind. Er enthält keine Vorrichtung zum Anschluss eines Schutzleiters und ist von den Schutzmaßnahmen der festen Installation unabhängig.

#### Transformator der Schutzklasse III

Transformator, bei dem der Schutz gegen elektrischen Schlag auf Versorgung mit SELV beruht, und in dem keine höheren Spannungen als die SELV erzeugt werden.

#### Trenntransformator

Transformator mit Schutztrennung zwischen Eingangs- und Ausgangswicklungen.

#### Trockentransformator

Transformator, bei dem Kern und Wicklungen sich nicht in einer Isolierflüssigkeit befinden.

#### Überstrom

Jeder Strom in einem Stromkreis, der den Wert des Bemessungsstroms übersteigt; Überlast-, Kurzschlussstrom. Überstrom gefährdet Leitungen, elektrische Maschinen und Geräte durch unzulässig hohe Wärmeentwicklung.

#### Überstromauslöser

Auslöser in Verbindung mit Schaltgeräten, der das Öffnen eines mechanischen Schaltgeräts verzögert oder unverzögert freigibt, wenn der Strom einen vorgegebenen Wert überschreitet. Er dient zum Schutz von elektrischen Betriebsmitteln gegen Überlast oder schädigende Wirkungen von Kurzschlussströmen.

#### Überstromrelais

Unverzögertes elektromagnetisches Relais, das bei einem Überstrom, z.B. im Kurzschlussfall, anspricht. Über einen Hilfsschalter des Relais erfolgt elektrische Fernausschaltung, z.B. des zugeordneten Leistungsschalters.

#### UL

Underwriters' Laboratories Inc.

Prüfstelle der nationalen Feuerversicherung in den USA, die u.a. die Prüfungen von elektrotechnischen Erzeugnissen ausführt und die entsprechenden Vorschriften herausgibt.

#### Thermistor transformer protection

Transformers can be protected from improper heating of the winding by thermistors. PTC resistors are used as temperature sensors which ensure transformer protection in connection with trigger devices e.g. Siemens 3RN.

#### Toroidal inductor

With this type of inductor, the magnetic field is largely supplied to the magnet core. They thus boast particularly low leakage.

#### Transformers in safety class I

A transformer whose protection against electric shock is not only based on basic insulation, but also contains a safety measure in the form of an earthing terminal intended for the connection of contactable, conductive parts to the protective conductor in the fixed wiring of the installation so that contactable, conductive parts cannot become live in the event of a failure in the basic insulation.

#### Transformers in safety class II

A transformer whose protection against electric shock is not only based on basic insulation, but also additional protective measures such as double or reinforced insulation. It does not contain a device for connecting it to a protective conductor and is not dependant on the protective measures of the fixed installation.

#### Transformers in safety class III

A transformer whose protection against electric shock is based on SELV supply and in which voltages higher than SELV are not generated.

#### Isolating transformer

Transformer with electrical separation between primary and secondary windings.

#### Dry-type transformer

A transformer whose core and windings are not in an insulating fluid.

#### Overcurrent

Every current in a circuit that exceeds the rated current; overload current, short-circuit current. Overcurrent poses a danger to cables, electrical machinery and devices due to its unacceptably high build-up of heat.

#### Overcurrent release

Actuator together with switchgear that delay the opening of a mechanical switching device or release it without delay should the current exceed a predetermined value. It serves to protect the electrical equipment from overload or adverse effects from short-circuit currents.

#### Overcurrent relay

Instantaneous electromagnetic relay activated by overcurrent, e.g. in case of short circuit. The circuit is remotely interrupted by means of an auxiliary switch, e.g. the assigned circuit breaker.

#### UL

Underwriters' Laboratories Inc.

Independent product-safety organisation in the USA which carries out, among other things, testing on electrical and electronic products and publishes the resulting standards.

### Umgebungstemperatur

Die unter festgelegten Bedingungen ermittelte Temperatur der das Gerät umgebenden Luft z.B. für umhüllte Geräte die Temperatur der Luft außerhalb der Umhüllung. In Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur ändert sich die Wärmeabgabe, so dass eine Reduzierung der zu entnehmenden Leistung erforderlich sein kann.

### Umwelteinflüsse

Beeinflussungen durch die umgebende Atmosphäre wie z.B. Feuchtigkeit, Kälte, Sonneneinstrahlung, die auf ein elektrisches Schaltgerät einwirken.

### Umweltmanagement DIN EN ISO 14001

Durch eine Zertifizierungsstelle wird bestätigt, dass ein Unternehmen ein Umweltmanagementsystem eingeführt hat und anwendet.

### Unbedingt kurzschlussfester Transformator (EN 61558)

Unbedingt kurzschlussfest ist ein Transformator ohne jede Schutzrichtung gegen Überlast oder Kurzschluss, bei dem die Temperatur bei Überlast oder Kurzschluss aufgrund seiner Konstruktion die festgelegten Grenzwerte nicht überschreitet und der nach dem Entfernen der Überlast oder des Kurzschlusses auch weiterhin funktioniert und alle Anforderungen der Norm erfüllt.

### VDE

Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V., gegründet 1893. Als gemeinnütziger technisch-wissenschaftlicher Verein sieht er seine Aufgaben in der Pflege der Wissenschaft, der Fortbildung seiner Mitglieder, dem Erstellen elektrotechnischer vom Gesetzgeber anerkannter Sicherheitsregeln (VDE-Bestimmungen), der Prüfung von Elektroerzeugnissen (VDE-Prüfzeichen) und der Vertretung elektrotechnischer Belange gegenüber dem In- und Ausland.

### VDW

Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e.V.

### VDI

Verein Deutscher Ingenieure

### VDMA

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.

### Wärmeklassen

Siehe auch Thermische Klasse

### Wechselrichter

Wechselrichter formen Gleichspannung in Wechselspannung um.

### Welligkeit

Die Welligkeit ist neben der Toleranz der Ausgangsspannung ein wichtiges Kriterium um die Güte einer Gleichstromversorgung zu beschreiben. Die Welligkeit ist das Verhältnis des Effektivwerts der überlagerten Wechselspannung ( $U_w$ ) zum arithmetischen Mittelwert der pulsierenden Gleichspannung ( $U_d$ ) und wird in Prozent angegeben.

### Wirkungsgrad

Verhältnis von abgegebener zu aufgenommener Leistung. Der Wirkungsgrad ist immer kleiner als 1 bzw. 100 %, da die Leistungsabgabe wegen des Eigenbedarfs des „Wandlers“ stets geringer ist als seine Leistungsaufnahme.

### ZC

Chinesische Schiffsklassifikationsgesellschaft „China Classification Society“

### Ambient temperature

Temperature determined in controlled conditions for the air surrounding the device, e.g. the temperature of the air outside the device casing. Ambient temperature influences the changes to thermal output so that a reduction of the power to be extracted may be required.

### Environmental influences

Influences from the surrounding atmosphere (humidity, coldness, sunshine) which impact on the electrical control unit.

### Environmental Management DIN EN ISO 14001

A certification body confirms that a company has introduced and implemented an environmental management system.

### Inherentl short-circuit proof transformer (EN 61558)

Short-circuit-proof transformer not equipped with any device for protection against overload or short circuit. The transformer by construction does not exceed the specified temperature limits, and continues to operate and meet all the requirements of this standard after the removal of the overload or short circuit.

### VDE

"Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V." The Association for Electrical, Electronic and Information Technologies, founded in 1893. A non-profit technical and scientific association whose goal is to promote scientific developments, to provide its members with advanced training, to establish legally recognised safety regulations relating to electrical and electronic goods (VDE standards), carry out testing on electrotechnical products (VDE test mark) and to represent electrotechnical interests both at home and abroad.

### VDW

Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e.V.-German Machine Tool Builders' Association

### VDI

Verein Deutscher Ingenieure  
The Association of German Engineers

### VDMA

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.  
German Engineering Federation

### Temperature classes

See Thermische Klasse

### Inverter

Inverters convert direct current voltage into alternating current voltage.

### Ripple

In addition to the tolerance of output voltage, the ripple is another important criterion for describing the quality of a DC power supply unit. Ripple is the ratio of the RMS of the ripple voltage ( $U_w$ ) to the arithmetic mean of the pulsating direct voltage ( $U_d$ ) and is given in percentage.

### Efficiency

Ratio of output to input power. The efficiency is always smaller than 1 or 100 % as power output is always lower than power input due to the requirements of the "converter".

### ZC

Chinese maritime classification society-"China Classification Society".

## 7.8. Fachbegriffe

### 7.8. Technical terms

#### **Zubehörtransformator**

Gerätetransformator, der, ohne in ein Gerät oder eine Anlage eingebaut zu sein, an dem Gerät oder der Anlage angebracht ist oder mit diesem (dieser) geliefert wird.

#### **ZVEI**

Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. Der Verband vertritt die wirtschafts-, technologie- und umweltpolitischen Interessen der deutschen Elektroindustrie auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene.

#### **Accessory transformer**

*Dedicated transformer that is not integrated into a device or system but is either mounted to it or included in its scope of delivery.*

#### **ZVEI**

*Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. / German Electrical and Electronics Industry. Represents the economic, techno-logical and eco-political interests of the German electrical industry on a national, European and international level.*

The logo for mdexx is located in the top left corner. It consists of the word "mdexx" in a bold, sans-serif font. The "md" is in dark blue, and "exx" is in a lighter blue. To the right of the text is a white circle with a dark blue outline, partially overlapping the "x"s.

**mdexx**

**excellence inside.**

mdexx  
Magnetronic Devices GmbH  
Zeppelinstraße 30  
28844 Weyhe  
Deutschland  
Tel.: +49 421 51 25 - 0  
Fax: +49 421 51 25 - 333  
E-Mail: [anfrage@mdexx.com](mailto:anfrage@mdexx.com)  
[www.mdexx.com](http://www.mdexx.com)