

Elektrische Ausrüstung von Feuerungsanlagen

DIN
VDE 0116

Diese auch vom Vorstand des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. genehmigte Norm ist damit zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter obenstehender Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.

Electrical equipment of furnaces

Ersatz für
DIN 57116/
VDE 0116/03.79
Siehe jedoch Übergangsfrist!

Für den Anwendungsbereich dieser Norm bestehen keine entsprechenden regionalen oder internationalen Normen.

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. Oktober 1989.

Daneben gelten für in Planung oder in Bau befindliche Anlagen DIN 57116/VDE 0116/03.79 noch bis 30. September 1990. Entwurf war veröffentlicht als DIN VDE 0116 A1/03.87.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	2	8 Hilfsstromkreise und Sicherheitseinrichtungen	8
2 Begriffe	2	8.1 Speisung von Hilfsstromkreisen	8
3 Schaltungsunterlagen	5	8.2 Spannung von Hilfsstromkreisen	8
4 Elektrische Betriebsmittel	5	8.3 Erden von Hilfsstromkreisen	8
4.1 Allgemeine Anforderungen	5	8.4 Maßnahmen gegen Gefahren durch Körper- oder Erdschlüsse	8
4.2 Schutz gegen äußere Einwirkungen	5	8.5 Einfluß von Kapazitäten und Ableitwiderstände ..	9
4.3 Elektrische Betriebsbedingungen	5	8.6 Kurzschlußschutz von Hilfsstromkreisen	9
4.4 Kriech- und Luftstrecken	6	8.7 Zusatzanforderungen für die Ausführung von Sicherheitseinrichtungen	9
4.5 Motoren	6	9 Kabel und Leitungen	14
4.6 Transformatoren	6	10 Netz- und Geräteanschluß	14
4.7 Schaltgeräte	6		
4.8 Befehlsgeräte und Stellglieder	6		
4.9 Heizungen	7		
5 Schutzmaßnahmen	7	Zitierte Normen und andere Unterlagen	15
5.1 Schutz gegen direktes Berühren	7	Frühere Ausgaben	16
5.2 Schutz bei indirektem Berühren	7	Änderungen	17
6 Einrichtungen zum Freischalten	7	Erläuterungen	17
7 Gefahrenschalter bzw. Hauptschalter	7		

Fortsetzung Seite 2 bis 21

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese Norm gilt für die elektrische Ausrüstung von Feuerungsanlagen, die mit festen, flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen betrieben werden und z. B. an folgenden Anlagen Verwendung finden:

Anmerkung: Zur Feuerungsanlage gehören auch die zugehörigen Einrichtungen zur Lagerung, Aufbereitung und Förderung der Brennstoffe; siehe auch Abschnitt 2.1.

- a) Warmwassererzeuger
- b) Dampfkesselanlagen (Dampf- und Heißwassererzeuger) im Sinne der Dampfkesselverordnung

Anmerkung: Für Schiffsdampfkesselanlagen gelten zusätzlich die Festlegungen, die an der linken Seite mit einer senkrechten Linie gekennzeichnet sind. Außer für Feuerungsanlagen auf Schiffen gelten die Zusatzfestlegungen auch für meeres-technische Einheiten, z. B. Bohrplattformen.

- c) Warmlufterzeuger
- d) Heißgaserzeuger
- e) Wärmeübertragungsanlagen
- f) Brennkammern von stationären Turbinen

1.2 Die Festlegungen dieser Norm gelten zusammen mit folgenden technischen Regeln:

- a) Normen der Reihe DIN VDE 0100, DIN VDE 0101, DIN VDE 0160, Normen der Reihe DIN VDE 0800.
- b) Technische Regeln für Dampfkessel (TRD), insbesondere die für das Errichten von Feuerungsanlagen maßgebenden TRD 411 bis TRD 414.
- c) DIN 4755 Teil 1 und DIN 4756.

1.3 Für das Errichten des elektrischen Teils von Feuerungsanlagen gelten die einschlägigen Normen für elektrische Betriebsmittel. Für Betriebsmittel mit elektrischen Bauteilen sind die entsprechenden DIN-Normen und andere technische Regeln zu beachten; z. B. solche, die in Tabelle 1 und Tabelle 2 enthalten sind (siehe auch Abschnitt 4.1).

1.4 Die Festlegungen dieser Norm gelten nicht für die elektrische Ausrüstung von:

- a) Nichtelektrisch beheizten Wärmegegeräten für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke nach DIN VDE 0722.
- b) Feuerungsanlagen zur direkten Umwandlung von Wärme in elektrische Energie.
- c) Brennkammern von nichtstationären Triebwerken und Turbinen.
- d) Brennkammern von stationären Turbinen zur Gasverdichtung.
- e) Zentrale Ölversorgungsanlagen für Einzelöfen (siehe DIN VDE 0722).
- f) Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe zu Heizzwecken für den Hausgebrauch mit einer Nennwärmeleistung bis 300 kW.
- g) Feuerungsanlagen, die überwiegend für den Ablauf von chemischen oder physikalischen Prozessen im Rahmen der Verfahrenstechnik benötigt werden.

Trotzdem darf diese Norm als Grundlage für die Anforderungen an die elektrische Ausrüstung solcher Feuerungsanlagen angewendet werden, die aus dem Anwendungsbereich ausgeschlossen sind.

2 Begriffe

2.1 Feuerungsanlage ist die gesamte Einrichtung für die Verfeuerung von Brennstoffen einschließlich der Einrichtungen zur Lagerung, Aufbereitung und Förderung der Brennstoffe, der Verbrennungsluftversorgung¹⁾, der Rauchgasabführung und der zugehörigen Regel-, Steuer- und Überwachungseinrichtungen.

2.2 Elektrische Ausrüstung von Feuerungsanlagen ist die Gesamtheit aller elektrischen Betriebsmittel für die in Abschnitt 1.1 genannten Anwendungsbereiche.

2.3 Hauptstromkreis ist ein Stromkreis, der Betriebsmittel zum Erzeugen, Umformen, Verteilen, Schalten und Verbrauch elektrischer Energie enthält.

2.4 Hilfsstromkreis ist ein Stromkreis für zusätzliche Funktionen, z. B. Steuerstromkreise (Befehlsgabe, Verriegelung), Melde- und Meßstromkreise.

2.4.1 Steuerstromkreis ist ein Hilfsstromkreis, in dem Befehlsgeräte direkt oder über binäre Verknüpfungsglieder die Stellglieder oder deren Hauptstromschaltgeräte (z. B. Relais, Schütze) beeinflussen (siehe auch Steuerketten nach DIN 19226).

2.4.2 Sicherheitsstromkreis ist ein Steuerstromkreis, der dem Schutz von Personen und der Anlage dient. Zum Beispiel verhindern bzw. unterbrechen Sicherheitsstromkreise direkt oder indirekt die Brennstoffzufuhr.

2.5 Sicherheitseinrichtung (SE) ist eine Einrichtung, bei der alle Geräte, Einheiten und Sicherheitsstromkreise dem Schutz von Personen und der Anlage dienen. Hierzu gehören insbesondere Einrichtungen für Flammenüberwachung, für Unterbrechung der Brennstoffzufuhr und für Durchlüftung des Feuerraumes.

Wird dies durch mehrkanalig aufgebaute Anlagen erreicht, so bilden alle der Sicherheit dienenden Kanäle und Überwachungseinrichtungen die Sicherheitseinrichtung.

Anmerkung: Eine Sicherheitseinrichtung kann entweder vollständig festverdrahtet aufgebaut sein oder sie besteht aus einem festverdrahteten und einem speicherprogrammierbaren Teil. Beim festverdrahteten Teil erfolgt die Bildung und Verknüpfung der Signale aller Geräte und Baueinheiten über Einzelverbindungen. Beim speicherprogrammierten Teil erfolgt die Bildung und Verknüpfung der Signale durch in Speichern, insbesondere Halbleiterspeichern (z. B. EPROM, RAM), abgespeicherten Programmen.

2.6 Gefahrenschalter bzw. Hauptschalter ist ein von Hand bedienbarer Schalter, mit dem im Gefahrenfall die gesamte Feuerungsanlage einschließlich Brennstoffförderung und elektrische Vorwärmung abgeschaltet werden kann.

2.7 Befehlsgerät ist ein

- von Hand bedienbarer Schalter oder
- selbsttätig arbeitender Grenzsinalgeber, der in Abhängigkeit von Betriebs- oder Stellgrößen arbeitet.

2.7.1 Steuergerät (Steuereinrichtung) ist ein binäres Verknüpfungsglied, das auf Befehlsgeräte anspricht und einen bestimmten Programmablauf veranlaßt (Steuergerät im

¹⁾ Gilt auch sinngemäß für sauerstoffhaltige Abgase von Gasturbinen

Tabelle 1. **Betriebsmittel mit elektrischen Bauteilen, für die ein Konformitätsnachweis*) vorgenommen werden kann**

Anmerkung: Für die „Art des Betriebsmittels“ ist hier aus Platzgründen nur ein verkürzter Normtitel angegeben. Der vollständige Titel ist im Verzeichnis „Zitierte Normen und andere Unterlagen“ genannt.

Nummer	für	Art des Betriebsmittels	Anforderungen und Prüfung nach
1	Kohle-, Öl- und Gasfeuerungen	Temperaturwächter, Temperaturbegrenzer, Sicherheitstemperaturwächter, Sicherheitstemperaturbegrenzer, Abgastemperaturwächter, thermische Ablaufsicherung, Feuerungsregler	DIN 3440
2		Strömungssicherungen für Wärmeübertragungsanlagen	DIN 32727
3		Druckbegrenzungseinrichtungen	
3.1		Druckwächter	DIN 3398 T2
3.2		Druckwächter und -begrenzer	Druck 100/1
4		Flüssigkeitsstandregel- und -begrenzungseinrichtungen	
4.1		Wasserstandbegrenzer für Heizungsanlagen mit Vorlauftemperatur bis 110°C	Wasserstand 100/2
4.2	Flüssigkeitsstandbegrenzer für Wärmeübertragungsanlagen	DIN 32728	
5		Stellgeräte für Wasser und Wasserdampf	DIN 32730
6	Ölfeuerungen	Ölfeuerungsautomaten	DIN 4787 T2
7		Automatische Absperrventile	DIN 32725 T1
8		Ölförderaggregate	DIN 4736 T1
9		Ölbrenner	DIN 4787 T1 und T2
10	Gasfeuerungen	Stellgeräte und Mehrfachstellgeräte für gasförmige Brennstoffe; DIN 3391 in Verbindung mit:	
10.1		Mehrfachstellglieder	DIN 3393 T1
10.2		Automatische Absperrventile	DIN 3394 T1
10.3		Regelventile	DIN 3394 T2
10.4		Druckwächter für Gas	
10.4.1		bis 1 bar	DIN 3398 T1
10.4.2		bis 400 bar	DIN 3398 T3
10.5		Temperaturregler mit integriertem Stellglied für Gas	DIN 32731
11		Flammenüberwachungseinrichtungen	
11.1		Gasfeuerungsautomaten	DIN 4788 T3
11.2		Züandsicherungen	DIN 3258 T1
11.3		Automatische Züandsicherungen	DIN 3258 T2
12		Gasbrenner	DIN 4788 T1 und T2
13	Elektrische Anzündeinrichtungen	DIN 3446	
*) Konformitätsnachweise sind Bestätigungen, daß technische Erzeugnisse mit den Festlegungen der betreffenden Norm übereinstimmen. Konformitätsnachweise bestehen z. B. in Form von Konformitätsbescheinigungen einer anerkannten Prüfstelle oder als Konformitätszeichen (Prüfzeichen), z. B. DIN-Prüf- und Überwachungszeichen, DIN-DVGW-Zeichen mit Registernummer.			

Tabelle 2. **Weitere Betriebsmittel für Feuerungsanlagen**

Nummer	für	Art des Betriebsmittels	Anforderungen und Prüfung nach
1	Kohle-, Öl- und Gasfeuerungen	Drosselgeräte	DIN 1952
2		Meßumformer für Differenzdruck	DIN IEC 770
3		Meßumformer für Druck	DIN IEC 770
4		Meßumformer für Temperatur	DIN IEC 770

Sinne von Flammenüberwachungseinrichtungen; siehe DIN 4787 Teil 2 und DIN 4788 Teil 3).

2.7.2 Regelgerät (Regler, Regeleinrichtung) ist ein Gerät (Einrichtung), das dem Konstanthalten der Regelgröße (z. B. Druck, Temperatur, Durchfluß, Niveau) dient. Die zu regelnde Größe wird fortlaufend mit dem vorgesehenen Sollwert verglichen und im Sinne einer Angleichung an diesen beeinflußt (siehe auch DIN 19226).

2.7.3 Wächter ist ein Grenzsignalgeber, der bei Erreichen eines fest eingestellten Grenzwertes ein Signal gibt bzw. unterbricht und erst bei definierter Änderung der Betriebsgröße (z. B. Druck, Temperatur, Durchfluß, Niveau) das Ausgangssignal umkehrt. Wächter werden zum Melden oder zum Auslösen von Steuervorgängen eingesetzt.

2.7.3.1 Tauchelektrode ist ein Grenzsignalgeber zur Flüssigkeitsstandüberwachung.

2.7.3.2 Begrenzer ist ein Grenzsignalgeber, der bei Erreichen eines festeingestellten Grenzwertes (z. B. Druck, Temperatur, Durchfluß, Niveau) die Energiezufuhr unterbricht und verriegelt. Verriegeln bedeutet, daß eine Rückstellung nur von Hand oder mittels eines Werkzeuges möglich ist, wenn die Betriebsgröße wieder einen zulässigen Wert erreicht hat. Die Verriegelung kann mechanisch am Gerät oder durch eine elektrische Schaltung vorgenommen werden.

2.7.3.3 Sicherheitsbegrenzer ist ein Begrenzer, der den Anforderungen an erweiterte Sicherheit unterliegt, z. B. Sicherheitstemperaturbegrenzer nach DIN 3440.

2.7.3.4 Thermische Ablaufsicherung (Th) ist ein Gerät (Begrenzer), das durch Energieableitung (z. B. Öffnen eines Ablaufs für das Kühlmedium) verhindert, daß der vorgegebene Grenzwert überschritten wird.

2.7.3.5 Flammenüberwachungsgerät oder -einrichtung ist ein Gerät oder eine Einrichtung, die auf das Vorhandensein bzw. das Ausbleiben der Flammen ansprechen und ein entsprechendes Signal an das Steuergerät geben.

2.7.3.6 Grenztaster ist ein Grenzsignalgeber, der anspricht, wenn Einrichtungen, wie z. B. Brennerlanzen, Rauchgasklappen, Luftklappen, definierte Stellungen – z. B. eine bestimmte Endlage – erreichen.

2.8 Meldegerät (Meldeeinrichtung) ist ein Gerät (Einrichtung), das optische oder akustische Anzeige – oder Warneinrichtungen steuert.

2.9 Stellglied ist ein Gerät, das einen Masse- oder Energiestrom absperrt, freigibt oder beeinflußt.

2.10 Wirkungsglied ist ein Bauteil, das bei Einwirkung physikalischer Größen, genannt Wirkungsgrößen, Veränderungen in anderen elektrischen Stromkreisen oder Volumenströmen (z. B. Brennstoff, Luft) verursacht.

2.11 Klirrfaktor (Oberschwingungsgehalt) ist das Verhältnis des Effektivwertes der Oberschwingungen zum Effektivwert der Wechselgröße (siehe DIN 40110).

2.12 Relative Schwingungsbreite ist der Unterschied zwischen dem größten und kleinsten Augenblickswert bezogen auf den Gleichwert der Mischgröße (siehe DIN 40110).

2.13 Fehlerausschluß ist der Ausschluß eines theoretisch möglichen Fehlers, mit dessen Auftreten aufgrund der praktischen Erfahrungen nicht gerechnet werden muß.

2.14 Nichtöffnen von Schaltstücken durch Dauererschweißen (Kontaktverschweißen) ist ein Vorgang, der durch Überlastung von Kontakten bei einem Schaltvorgang verursacht wird und der zur Folge hat, daß eine Kontakttrennung beim nächsten Wechsel der Betätigungsrichtung nicht mehr möglich ist.

2.15 Strombegrenzung ist die Begrenzung des elektrischen Stromes durch eine geeignete Schaltungsanordnung von Betriebsmittel auf einen höchstzulässigen Wert.

2.16 Ausfallmechanismus ist die Beschreibung der physikalischen und chemischen Vorgänge, durch die an einem Bauteil ein Ausfall verursacht wird. Hierbei kann eventuell eine Vorzugsausfallrichtung festgestellt werden.

2.17 Bauelement ist eine nicht weiter teilbare Einheit. Beispiele: Widerstände, Kondensatoren, Transistoren, integrierte Schaltungen, Leiterplatten.

Anmerkung: Ein Bauelement verliert bei zwangsweiser Teilung seine physikalischen Eigenschaften bzw. liegt außerhalb der Spezifikationen.

2.18 Fehler wird als Oberbegriff für Ausfall, Störung, systematischer Hardwarefehler und Softwarefehler verstanden.

2.19 Softwarefehler sind Abweichungen zwischen den im Programm realisierten und den beabsichtigten Programmfunktionen.

2.20 Systematische Hardwarefehler sind entweder Entwurfsfehler oder systematische Fertigungsfehler.

2.21 Ausfall (A) ist eine bleibende Abweichung von der Spezifikation.

2.22 Störung (S) ist eine sporadisch auftretende Beeinträchtigung der Funktion.

2.23 Selbst-Tests (ST) sind Maßnahmen zur Erkennung von Ausfällen, bei denen durch zusätzliche Programme in der speicherprogrammierten Einrichtung (SPE) die Funktion bestimmter, zu dieser SPE oder diesem SPE-Kanal selbst gehörende Bauelemente (z. B. ROM) oder Funktionsmodule (z. B. E/A-Baugruppen) geprüft werden.

2.24 Fremd-Tests (FT) sind Maßnahmen zur Erkennung von Ausfällen, insbesondere von passiven Ausfällen, bei denen durch zusätzliche, zur speicherprogrammierten Einrichtung (SPE) oder zum SPF-Kanal **nicht** gehörende Einrichtungen, die Funktion spezieller Teile der SPE oder die gesamte SPE geprüft werden. Der Fremd-Test kann bei mehrkanaligem Aufbau auch vom anderen SPE-Kanal durchgeführt werden.

2.25 Korrektheits-Nachweis (KN) ist der Nachweis, daß die sicherheitsrelevanten Programmfunktionen erfüllt sind.

2.26 Programm-Analyse (PA) sind alle Maßnahmen im Rahmen einer theoretischen Prüfung, die zum Auffinden von Softwarefehlern dienen.

2.27 Software-Tests (T) sind Maßnahmen im Rahmen des Korrektheits-Nachweises zum Auffinden von Softwarefehlern, bei denen die Eingangs-Schnittstellen der Programm-Module oder des gesamten Programms mit Eingangsdatensätzen versorgt werden und der Programmablauf und die Ergebnisse (Ausgangsdaten) erfaßt werden und mit denen, der aufgrund der Spezifikation oder der Programm-Analyse ermittelten verglichen werden.

2.28 Vollständiger Test ist der Nachweis, daß alle sicherheitsrelevanten Funktionen für die Kombinationen aller Eingangssignale mit allen internen Speicherzuständen erfüllt werden.

2.29 Diversitäre Programme (Software) sind Programme oder Programmteile, die unterschiedliche Lösungen der gleichen Aufgabe darstellen, die entweder von verschiedenen Personen (unabhängig voneinander) erstellt wurden, oder vom Ansatz her verschiedene Lösungswege verfolgen (konstruierte Diversität).

2.30 Als erprobte Software gelten Programme oder Programmteile dann, wenn sie mit unveränderten Spezifikationen mindestens 2 Jahre in zahlreichen, verschiedenen Anwendungen betrieben und dabei keine oder nur unwesentliche Softwarefehler festgestellt wurden.

2.31 Als erprobte Bauelemente gelten solche Bauelemente, die mindestens 2 Jahre mit unveränderten technischen Daten (äußeren Funktionen) in verschiedenartigen Anwendungen betrieben wurden.

2.32 Fehlertoleranzzeit ist die Zeitspanne, in der die Wirksamkeit der Sicherheitseinrichtung beeinträchtigt sein darf, ohne daß ein gefährlicher Zustand eintritt.

Die jeweiligen Fehlertoleranzzeiten werden von den jeweiligen Prozeßfunktionen bestimmt.

3 Schaltungsunterlagen

3.1 Es sind Unterlagen über die elektrische Ausrüstung erforderlich, aus denen die Wirkungsweise und der Aufbau eindeutig ersichtlich sind.

3.1.1 Schaltungsunterlagen zur Erläuterung der Arbeitsweise wie:

- a) Übersichtsschaltpläne
- b) Stromlaufpläne
- c) Ablaufdiagramme
- d) Zeitablaufdiagramme

3.1.2 Schaltungsunterlagen zur Erläuterung der Verbindungen und der räumlichen Lage wie:

- a) Geräteverdrahtungspläne
- b) Verbindungspläne
- c) Anschlußpläne
- d) Anordnungspläne

3.1.3 Beschreibung der Wirkungsweise

3.2 Die Schaltungsunterlagen und Schaltzeichen müssen den einschlägigen DIN-Normen entsprechen.

3.3 Geräte, Anschlüsse und Leitungen müssen in allen zugehörigen Unterlagen übereinstimmend gekennzeichnet sein.

3.4 Für baumustergeprüfte Bauteile, wie z. B. Feuerungsautomaten und Flammenwächter, genügt die Angabe der Register-Nr und ein Klemmenanschlußplan.

4 Elektrische Betriebsmittel²⁾

4.1 Allgemeine Anforderungen

- 2) Hierunter fallen im Sinne dieser Norm auch mit elektrischer Hilfsenergie betriebene mechanische Betriebsmittel.

4.1.1 Elektrische Betriebsmittel und Betriebsmittel mit elektrischen Bauteilen müssen den für sie geltenden Normen entsprechen; sie müssen für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet sein.

4.1.2 Die Betriebsmittel sind so auszuwählen und unterzubringen und müssen innerhalb der elektrischen Ausrüstung so zusammenwirken, daß sie sowohl den am Verwendungsort zu erwartenden elektrischen, chemischen und mechanischen Beanspruchungen als auch den äußeren Einflüssen, z. B. Klima- und Umgebungsbeanspruchungen, standhalten.

Für Betriebsmittel, für die ein Konformitätsnachweis nach den in Tabelle 1 aufgeführten Normen vorliegt, gelten nur die Anforderungen nach den Abschnitten 4.1 bis 4.3.

4.1.3 Elektrische Betriebsmittel sind so einzubauen und aufzustellen, daß ihre betriebsmäßige Bedienung und Wartung ohne Gefährdung des Bedienenden möglich ist.

4.1.4 Die Einbaulage, die Betätigungsrichtung und der Anschluß der elektrischen Betriebsmittel muß den Herstellerangaben entsprechen.

4.1.5 Es dürfen nur Betriebsmittel verwendet werden, deren Werkstoffe mindestens schwerentflammbar sind und selbstverlöschend nach DIN VDE 0472 Teil 804 Prüfart B sind.

4.1.6 Bei der Auswahl der elektrischen Betriebsmittel ist darauf zu achten, daß sie unter Bordbedingungen einwandfrei arbeiten, wobei bei Seeschiffen die Umgebungstemperatur von mindestens 45 °C und die mögliche Schräglage von 22,5° (kurzzeitig 45°), bei Binnenschiffen die Umgebungstemperatur von mindestens 40 °C und die mögliche Schräglage von 10° zu berücksichtigen sind. Sind am Einbauort höhere Temperaturen als 45 °C bzw. 40 °C zu erwarten (z. B. im oberen Kesselbereich), so sind die elektrischen Betriebsmittel entsprechend auszuwählen.

Die zulässige Kühlmitteltemperatur ist auf dem Typschild anzugeben.

4.2 Schutz gegen äußere Einwirkungen

4.2.1 Alle elektrischen Betriebsmittel müssen im eingebauten Zustand mindestens der Schutzart IP 4X nach DIN 40050 entsprechen. Diese Anforderung entfällt, wenn die Betriebsmittel in Räumen, die eine besondere Schutzart entbehren lassen (z. B. klimatisierte oder saubere und trockene Räume), untergebracht oder innerhalb von Schaltschränken und Pulten angeordnet sind, die mindestens den Schutzgrad IP 4X nach DIN 40050 aufweisen, sofern im folgenden nicht andere Festlegungen getroffen sind.

4.2.2 Der Wasserschutz für die elektrischen Betriebsmittel muß den örtlichen Verhältnissen angepaßt sein. Dies kann durch einen entsprechenden Schutzgrad nach DIN 40050 oder durch geeigneten Einbau erfolgen.

Bei Aufstellung von Geräten im Maschinenraum von Schiffen muß er dem Schutzgrad IP X4, bei Aufstellung in geschlossenen, klimatisierten Räumen dem Schutzgrad IP X2 entsprechen.

4.3 Elektrische Betriebsbedingungen

4.3.1 Elektrische Betriebsmittel erfüllen die Anforderungen der für sie geltenden Normen mit Sicherheit nur, wenn sie innerhalb der dort angegebenen Toleranzen der Betriebsbedingungen eingesetzt werden.

4.3.2 Die Funktionssicherheit der elektrischen Betriebsmittel muß sichergestellt sein:

- a) Bei Spannungsschwankungen innerhalb eines Spannungsbereiches von 85 bis 110 % der Nennspannung (Netzwechselspannung). Bei Batteriebetrieb sind Spannungsschwankungen innerhalb eines Spannungsbereiches von 85 bis 115 % der Nennspannung als gebräuchlich anzusehen.
- b) Bei Spannungsüberlagerungen über die unter Absatz a) genannten Grenzwerte von maximal 10 % der Nennspannung (Klirrfaktor) bei Wechselspannung und von maximal 15 % der Nennspannung (relative Schwingungsbreite) bei Gleichspannung.
- c) Bei Frequenzschwankungen innerhalb eines Frequenzbereiches von 95 bis 110 % der Nennfrequenz. Für Eigenbedarfsanlagen in Kraftwerken kann eine abweichende Vereinbarung erforderlich sein.

Bedingt ein Betriebsmittel kleinere Abweichungen, so ist der Bereich der zulässigen Abweichungen entsprechend zu verringern. Die angegebenen Bereiche dürfen überschritten werden, wenn alle Betriebsmittel hierfür geeignet sind.

Auf Schiffen müssen die Betriebsmittel innerhalb folgender Bereiche noch ordnungsgemäß funktionieren:

- a) Netzbetrieb: von 90 bis 110 % der Nennspannung dauernd und von 80 bis 120 % der Nennspannung für 1,5 s.
- b) Batteriebetrieb: von 80 bis 120 % der Nennspannung dauernd.
- c) Nennfrequenz: von 95 bis 105 % dauernd und von 90 bis 110 % für 5 s.

4.3.3 Bei Ausfall der Stromversorgung darf die Verzögerungszeit für die selbsttätige Abschaltung der Feuerungsanlage maximal 1 s betragen. Dies gilt nicht für Gasbrenner ohne Gebläse mit ständig brennender Zündflamme.

4.3.3.1 Sofern betriebliche Erfordernisse vorliegen, sind bei Anschluß an das allgemeine Versorgungsnetz, insbesondere zur Vermeidung von Feuerungsausfällen durch kurzzeitige Spannungsunterbrechungen ($\leq 0,5$ s), Maßnahmen zur unterbrechungsfreien Stromversorgung durchzuführen.

4.4 Kriech- und Luftstrecken

4.4.1 Elektrische Betriebsmittel müssen mindestens (für) Verschmutzungsgrad 3 und Überspannungskategorie III nach DIN VDE 0110 Teil 1 und Teil 2 bemessen sein.

4.4.2 Abweichend hiervon dürfen die elektrischen Betriebsmittel für Verschmutzungsgrad 2 bemessen sein, wenn sie in Gehäusen mit mindestens der Schutzart IP 54 nach DIN 40050 eingebaut sind oder in trockenen und sauberen Räumen untergebracht sind.

Klemmen und Steckverbindungen zum Anschluß von Kabel und Leitungen am Verwendungsort müssen dem (für) Verschmutzungsgrad 3 und Überspannungskategorie III nach DIN VDE 0110 Teil 1 und Teil 2 entsprechen.

4.4.3 Für Einrichtungen mit elektronischen Betriebsmitteln dürfen die Luft- und Kriechstrecken nach DIN VDE 0160 angewendet werden. Dies gilt auch für gedruckte Schaltungen mit anderen Betriebsmitteln.

4.5 Motoren

4.5.1 Elektromotoren müssen den Normen der Reihe DIN VDE 0530 entsprechen.

4.5.2 Motoren müssen mindestens der Schutzart IP 44 nach DIN 40050 entsprechen.

4.5.3 Bei der Wahl der Betriebsart muß die ungünstigste Betriebsweise zugrunde gelegt werden.

Motoren für Brenner nach DIN 4787 Teil 1 und DIN 4788 Teil 1 und Teil 2 müssen in Verbindung mit dem Brennergebläse für Dauerbetrieb (Betriebsart S 1) ausgelegt sein.

4.6 Transformatoren

4.6.1 Zündtransformatoren müssen DIN VDE 0550 Teil 5 (siehe auch DIN 42570 Teil 1) entsprechen.

4.6.2 Zündtransformatoren einschließlich Zubehör auf der Hochspannungsseite müssen mindestens der Schutzart IP 4X nach DIN 40050 entsprechen. Bei Verwendung im Freien mindestens der Schutzart IP 54 nach DIN 40050.

4.6.3 Zündtransformatoren müssen bei Dauerzündbetrieb für 100 % ED bemessen sein.

4.6.4 Zündeinrichtungen mit Hochspannungskondensatoren im Hochspannungsteil müssen mit einer festeingebauten Entladevorrichtung ausgerüstet sein, wobei die Entladezeit höchstens 2 min betragen darf. Bei Entladezeiten von mehr als 1 min ist das Hinweisschild HS1 nach DIN 40008 Teil 6 anzubringen.

4.6.5 Steuertransformatoren müssen DIN VDE 0550 Teil 3 entsprechen.

4.7 Schaltgeräte

4.7.1 Schütze müssen DIN VDE 0660 Teil 102, Relais den Normen der Reihe DIN VDE 0435 entsprechen.

4.7.2 Andere Relais, z. B. nach DIN VDE 0804, dürfen in elektrischen Ausrüstungen von Feuerungsanlagen nur dann verwendet werden, wenn sie innerhalb einer elektrischen Baugruppe oder einer konstruktiv abgeschlossenen Einheit (z. B. mehrere Baugruppen in diesem Baugruppenträger) eingesetzt werden.

4.7.3 Die Kontakte elektromechanischer Betriebsmittel, die nur bei jedem Einschaltvorgang betätigt werden, müssen eine mechanische Lebensdauer von 300 000 Schaltspiele nach DIN VDE 0660 Teil 102/09.82, Abschnitt 4.3.7, bzw. DIN VDE 0660 Teil 104/02.82, Abschnitt 4.4.7, erreichen.

4.7.4 Leistungsschalter müssen DIN VDE 0660 Teil 101 entsprechen.

4.8 Befehlsgeräte und Stellglieder

4.8.1 In bezug auf die Beschaffenheit und Funktion von Befehlsgeräten und Stellgliedern sind die Festlegungen nach Abschnitt 4.1.1 zu beachten. Bezüglich Mindestausrüstung, Auswahl und Einbau solcher Geräte geben die in Tabelle 1 genannten Normen und Unterlagen die notwendigen Hinweise.

4.8.2 Schaltglieder von Regel- und Begrenzungsgeräten müssen sprungbetätigt sein.

4.8.3 Tauchelektroden

Beim Einsatz von Tauchelektroden müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- a) Steuerstromkreise mit Tauchelektroden müssen von anderen Hilfsstromkreisen und vom Netz galvanisch getrennt sein. Sie dürfen nicht geerdet betrieben werden, abgesehen von der zwangsläufigen Erdung bei der Rückleitung über den Deckelflansch.
- b) Die Betriebsspannung von Elektroden darf 50 V nicht überschreiten. Die Spannung muß von einem Sicherheitstransformator nach DIN VDE 0551 erzeugt werden, der der Schutzklasse II (schutzisoliert) und der Schutzart IP 55 nach DIN 40050 entsprechen muß.

- c) Bei vollständig eingetauchtem Elektrodenkopf soll die Stromdichte an den Elektroden 10 mA je cm² Elektrodenoberfläche nicht überschreiten.
- d) Tauchelektroden dürfen mit zwei in Reihe zu schaltenden Elektroden oder mit einer Elektrode verwendet werden, wobei als Gegenelektrode die Metallkonstruktion des Kessels dient. Wird nur eine Elektrode verwendet, so muß die Rückleitung unmittelbar am Deckelflansch der Tauchelektrode angeschlossen werden.

4.9 Heizungen

Bei elektrischer Beheizung von Zwischenbehältern und Rohrleitungen sind auch die Normen der Reihe DIN VDE 0721 und DIN VDE 0253 bzw. DIN VDE 0284 zu beachten.

5 Schutzmaßnahmen

5.1 Schutz gegen direktes Berühren

Die aktiven Teile elektrischer Betriebsmittel müssen nach DIN VDE 0100 Teil 410 bzw. DIN VDE 0106 Teil 1 gegen direktes Berühren geschützt sein. Abweichend bzw. ergänzend gilt:

- a) Elektrische Betriebsmittel, die außerhalb elektrischer Betriebsstätten oder abgeschlossener elektrischer Betriebsstätten eingesetzt sind, müssen auch bei Nennspannungen unter 50 V gegen direktes Berühren geschützt sein.
- b) Abdeckungen (Türen, Deckel) aktiver Teile von Zündtransformatoren und Zündelektroden dürfen nur mit Werkzeug entfernt oder geöffnet werden. Bei Hochspannungszündeinrichtungen ist auf der Abdeckung gut sichtbar ein Warnschild WS1 mit Zusatzschild ZS2 nach DIN 40008 Teil 3 anzubringen. Bei Hochspannungszündeinrichtungen mit Kondensatoren ist darüber hinaus das Hinweisschild HS4 nach DIN 40008 Teil 6 anzubringen.
- c) Bei ausschwenkbaren oder ausfahrbaren Brennern mit Hochspannungszündung muß die Spannungsversorgung des Hochspannungsteiles zwangsläufig abgeschaltet werden, wenn der Brenner ausgeschwenkt oder ausgefahren wird.

5.2 Schutz bei indirektem Berühren

Als Schutz bei indirektem Berühren sind die Maßnahmen nach DIN VDE 0100 Teil 410 anzuwenden.

5.2.1 Konstruktionsteile des Brenners, des Kessels oder des Kesselhauses dürfen als Schutzleiter verwendet werden, wenn die Bedingungen nach DIN VDE 0100 Teil 540/05.86, Abschnitt 5.2.2, erfüllt sind.

5.2.2 In Zündstromkreisen darf die Mittelanzapfung oder ein Pol der Hochspannungswicklung des Zündtransformators mit dem Körper verbunden werden, wobei der Körper mit dem Schutzleiter verbunden sein muß. Bei beweglichen oder schwenkbaren Zündeinrichtungen darf die Abschirmung des Zündkabels nicht als alleiniger Schutzleiter verwendet werden, es ist deshalb ein zusätzlicher Schutzleiter erforderlich.

6 Einrichtungen zum Freischalten

6.1 Für jeden Brenner von Feuerungsanlagen mit festen, flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen muß ein Schalter vorhanden sein, mit dem die gesamte elektrische Aus-

rüstung des Brenners während der Dauer von Reinigungs-, Wartungs- und Reparaturarbeiten sowie bei längeren Stillstandszeiten freigeschaltet werden kann.

In Feuerungsanlagen mit mehreren Brennern darf ein gemeinsamer Schalter eingesetzt werden.

Werden die Komponenten der Feuerungsanlage aus verschiedenen Netzen versorgt, so müssen diese Komponenten zumindest einzeln freigeschaltet werden.

Der Schalter muß folgende Bedingungen erfüllen:

- a) Er ist mindestens als Lastschalter nach DIN VDE 0660 Teil 107 auszuführen.
- b) Er muß für den Summenstrom aller Verbraucher bemessen sein, die gleichzeitig betrieben werden können.
- c) Er muß handbetätigbar sein und darf nur **eine** Aus- und **eine** Einstellung mit zugeordneten Anschlägen haben. Die Schaltstellungen müssen gekennzeichnet sein.
- d) Er muß alle nichtgeerdeten Leiter gleichzeitig trennen und Trenneigenschaften nach DIN VDE 0660 Teil 107 haben.
- e) Er muß eine sichtbare Trennstelle oder eine Stellungsanzeige haben. Die Aus-Stellung darf erst dann angezeigt werden, wenn zwischen allen Schaltstücken die vorgeschriebenen Luftstrecken nach DIN VDE 0660 Teil 107 erreicht sind.

6.2 Folgende Stromkreise brauchen durch diesen Schalter nicht freigeschaltet zu werden:

- a) Licht- und Steckdosenstromkreise für Zubehör zur Instandsetzung und Wartung.
- b) Stromkreise bis 50 V.
- c) Hilfsstromkreise über 50 V, die nicht abgeschaltet werden dürfen.
- d) Hilfsstromkreise über 50 V für Antriebe, die einen Wartungs- oder Reparaturbetrieb zulassen und Hilfsstromkreise für Inertisierungseinrichtungen.

Diese Stromkreise müssen besonders gekennzeichnet sein. Leitungen solcher Stromkreise sind getrennt zu verlegen und müssen über abgedeckte Klemmen geführt werden.

In den Schaltungsunterlagen sind die Stromkreise anzugeben, die durch die Freischalteinrichtung nicht abgeschaltet werden. An der Freischalteinrichtung ist dann ein entsprechender Hinweis anzubringen (z. B.: Achtung! Hilfsstromkreise verbleiben nach Freischalten noch unter Spannung).

7 Gefahrenschalter bzw. Hauptschalter

7.1 Feuerungen an Dampfkesseln nach TRD 411 bis TRD 414

Für das Abschalten der elektrischen Ausrüstung von Feuerungsanlagen ist nach TRD 411, TRD 412, TRD 413 und TRD 414 ein Gefahrenschalter anzubringen.

Der Gefahrenschalter muß die Stromkreise der elektrischen Betriebsmittel einer Feuerungsanlage, die im Gefahrenfall abgeschaltet werden müssen, mittelbar oder unmittelbar schalten.

7.2 Feuerungen und Heizungsanlagen

Die elektrische Ausrüstung von Öl- und Gasfeuerungsanlagen mit einer Nennwärmebelastung über 50 kW muß im Gefahrenfall durch einen Hauptschalter nach DIN 4755 Teil 1 bzw. DIN 4756 abgeschaltet werden können.