

Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten  
Teil 11: Anforderungen an Begrenzungseinrichtungen sowie  
Sicherheitsstromkreise an Kesseln und Zubehör  
Deutsche Fassung prEN 12952-11

**DIN**  
**EN 12952-11**

Einsprüche bis 30. Apr 2000

ICS 27.060.30; 27.040

Water-tube boilers and auxiliary installations –  
Part 11: Requirements for limiting devices and safety circuits of the boiler  
and accessories;  
German version prEN 12952-11

Chaudières à tubes d'eau et installations auxiliaires –  
Partie 11: Exigences pour de limitation et les circuits de sécurité de la  
chaudière et de ses accessoires;  
Version allemande prEN 12952-11

### Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten an den Normenausschuß Überwachungsbedürftige Anlagen (NÜA) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Kamekestraße 8, 50672 Köln.

### Nationales Vorwort

Die vorliegende Europäische Norm wurde vom CEN/TC 269 "Großwasserraum- und Wasserrohrkessel" (Sekretariat: Deutschland) erarbeitet.

Das Ausgabedatum des Europäischen Norm-Entwurfs stand zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses DIN EN-Entwurfs noch nicht fest; der Entwurf wird jedoch vom ZENTRALEKRETARIAT unter der angegebenen prEN-Nummer demnächst zur CEN-Umfrage verteilt. Um der deutschen Öffentlichkeit eine möglichst lange Einspruchsfrist einzuräumen, wurde dieser Entwurf bereits vorab veröffentlicht.

Der für die deutsche Mitarbeit zuständige Arbeitsausschuß im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist der als Spiegelausschuß eingesetzte Arbeitsausschuß GA 5 "Dampfkessel" des Normenausschusses Überwachungsbedürftige Anlagen (NÜA).

Zur Vereinfachung des Verfahrens werden die Einsprecher gebeten, Stellungnahmen nach Abschnitten geordnet einzureichen.

Für die in Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

IEC 60770 siehe DIN IEC 60770

Fortsetzung Seite 2  
und 29 Seiten prEN

Normenausschuß Überwachungsbedürftige Anlagen (NÜA) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

## **Nationaler Anhang NA** (informativ)

### **Literaturhinweise**

#### **DIN IEC 60770**

Methoden der Beurteilung des Betriebsverhaltens von Meßumformern zum Steuern und Regeln in Systemen der industriellen Prozesstechnik; Identisch mit IEC 60770, Ausgabe 1984

ICS

Deskriptoren:

### Deutsche Fassung

Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten  
Teil 11: Anforderungen an Begrenzungseinrichtungen  
sowie Sicherheitsstromkreise an Kesseln und Zubehör

Water-tube boilers and auxiliary installations  
Part 11: Requirements for limiting devices and safety  
circuits of the boiler and accessories

Chaudières à tubes d'eau et installations auxiliaires  
Partie 11: Exigences pour de limitation et les  
circuits de sécurité de la chaudière et de ses  
accessoires

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CEN-Mitgliedern zur CEN-Umfrage vorgelegt.  
Er wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 269 erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CEN-Mitglieder gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde von CEN in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

## CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation

**Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel**

## Inhalt

|                                                                       | Seite |                                                                                                                                                                               | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Vorwort</b> .....                                                  | 3     | 6.2 Zusätzliche Anforderungen zur Fehler-<br>betrachtung .....                                                                                                                | 16    |
| <b>1 Anwendungsbereich</b> .....                                      | 4     | 6.3 Auslegung .....                                                                                                                                                           | 16    |
| <b>2 Normative Verweisungen</b> .....                                 | 4     | 6.4 Elektrische Ausrüstung .....                                                                                                                                              | 16    |
| <b>3 Definitionen</b> .....                                           | 4     | 6.5 Überprüfung der Funktionsfähigkeit .....                                                                                                                                  | 17    |
| 3.1 Begrenzer .....                                                   | 4     | 6.6 Fehlernachweisprüfung .....                                                                                                                                               | 19    |
| 3.2 Fail-Safe .....                                                   | 5     | <b>7 Besondere Anforderungen an Tempe-<br/>raturbegrenzer</b> .....                                                                                                           | 19    |
| 3.3 Selbstüberwachung .....                                           | 5     | 7.1 Komponente .....                                                                                                                                                          | 19    |
| 3.4 Redundanz .....                                                   | 5     | 7.2 Auslegung .....                                                                                                                                                           | 19    |
| 3.5 Diversität .....                                                  | 5     | 7.3 Elektronische Ausrüstung .....                                                                                                                                            | 20    |
| <b>4 Anforderungen an Begrenzer</b> .....                             | 5     | 7.4 Überprüfung der Funktionsfähigkeit .....                                                                                                                                  | 20    |
| 4.1 Allgemeines .....                                                 | 5     | <b>Anhang A</b> (informativ) Sicherheitsbegrenzungs-<br>einrichtungen .....                                                                                                   | 22    |
| 4.2 Werkstoffe und Auslegung .....                                    | 5     | <b>Anhang B</b> (informativ) EC-Baumusterprüfung .....                                                                                                                        | 23    |
| 4.3 Elektrische Ausrüstung .....                                      | 6     | <b>Anhang C</b> (informativ) Kennzeichnung von<br>Begrenzern .....                                                                                                            | 26    |
| 4.4 Fehlerbetrachtung .....                                           | 6     | <b>Anhang ZA</b> (informativ) Abschnitte in dieser<br>Europäischen Norm, die grundlegende<br>Anforderungen oder andere Vorgaben<br>der Druckgeräte-Richtlinie betreffen ..... | 29    |
| 4.5 Kennzeichnung .....                                               | 8     |                                                                                                                                                                               |       |
| <b>5 Besondere Anforderungen an Wasser-<br/>standsbegrenzer</b> ..... | 10    |                                                                                                                                                                               |       |
| 5.1 Komponenten .....                                                 | 10    |                                                                                                                                                                               |       |
| 5.2 Auslegung .....                                                   | 10    |                                                                                                                                                                               |       |
| 5.3 Schwimmer .....                                                   | 11    |                                                                                                                                                                               |       |
| 5.4 Elektrodengeräte .....                                            | 11    |                                                                                                                                                                               |       |
| 5.5 Überprüfung der Funktionsfähigkeit .....                          | 12    |                                                                                                                                                                               |       |
| 5.6 Fehlernachweisprüfung .....                                       | 12    |                                                                                                                                                                               |       |
| <b>6 Besondere Anforderungen an Druck-<br/>begrenzer</b> .....        | 16    |                                                                                                                                                                               |       |
| 6.1 Komponenten .....                                                 | 16    |                                                                                                                                                                               |       |

## Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 269 "Großwasserraum- und Wasserrohrkessel", dessen Sekretariat vom DIN geführt wird, erarbeitet.

Der Text des Norm-Entwurfs wurde der formellen Abstimmung unterworfen und von CEN am ..... als EN 12952-11 angenommen.

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Mandates, das dem CEN der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet und unterstützt grundlegende Anforderungen der Druckgeräte-Richtlinie (DGRL)<sup>1)</sup>. Für den Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieser Europäischen Norm ist.

Dieser Europäischen Norm muß der Status einer nationalen Norm entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung spätestens bis zum ..... gegeben und entgegenstehende nationale Normen spätestens bis zum ..... zurückgezogen werden.

In Übereinstimmung mit der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind folgende Staaten gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Die Normenreihe EN 12952 über Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten besteht aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Allgemeines
- Teil 2: Werkstoffe für drucktragende Kesselteile und Zubehör
- Teil 3: Konstruktion und Berechnung für drucktragende Teile
- Teil 4: Betriebsbegleitende Berechnungen der Lebensdauererwartung
- Teil 5: Verarbeitung und Bauausführung für drucktragende Kesselteile
- Teil 6: Prüfung während der Fertigung, Dokumentation und Kennzeichnung für drucktragende Kesselteile
- Teil 7: Anforderungen an die Ausrüstung für den Kessel
- Teil 8: Anforderungen an Feuerungsanlagen für flüssige und gasförmige Brennstoffe für den Kessel
- Teil 9: Anforderungen an Staubfeuerungsanlagen für den Kessel
- Teil 10: Anforderungen an Sicherheitseinrichtungen gegen Überdruck
- Teil 11: Anforderungen an Begrenzungseinrichtungen sowie Sicherheitsstromkreise an Kessel und Zubehör
- Teil 12: Anforderungen an die Speise- und Kesselwasserqualität
- Teil 13: Anforderungen an Rauchgasreinigungsanlagen
- Teil 14: Anforderungen an Rauchgas-DENOX-Anlagen
- Teil 15: Abnahmeversuche
- Teil 16: Anforderungen an Rost- und Wirbelschichtfeuerungsanlagen für feste Brennstoffe für den Kessel

Obwohl alle Teile der Norm einzeln zu erwerben sind, sollte bedacht werden, daß die Teile voneinander abhängig sind. Deshalb werden für Konstruktion und Herstellung der Kessel mehrere Teile benötigt, um die Anforderungen der Norm zu erfüllen.

**ANMERKUNG:** Teil 4 ist nicht während der Konstruktion, Fertigung und Errichtung anzuwenden.

---

<sup>1)</sup> Richtlinie 97/23/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. Mai 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Druckgeräte.

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der Europäischen Norm legt die Anforderungen an Begrenzungseinrichtungen sowie Sicherheitsstromkreise an Wasserrohrkesseln und Zubehör nach EN 12952-1 fest.

## 2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

prEN 13445 (Normen der Reihe)  
Unbefeuerte Druckbehälter

prEN 50156-1  
Elektrische Ausrüstung von Feuerungsanlagen – Teil 1: Bestimmungen für die Anwendungsplanung und Errichtung

EN 60617 (Normen der Reihe)  
Grafische Symbole für Schaltpläne

EN 60529  
Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529 : 1989)

EN 60730-1  
Automatische elektrische Regel- und Steuergeräte für den Hausgebrauch und ähnliche Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen

EN 60742  
Trenntransformatoren und Sicherheitstransformatoren – Anforderungen (IEC 60742 : 1983 + A1 : 1992, modifiziert)

EN 61082 (Normen der Reihe)  
Erstellung von in der Elektrotechnik verwendeten Dokumenten

IEC/TR 2 60536-2  
Klassifikation elektrischer und elektronischer Betriebsmittel in bezug auf den Schutz gegen die Gefahr eines elektrischen Schlages – Teil 2: Richtlinien für die Anforderungen für den Schutz gegen die Gefahr eines elektrischen Schlages

IEC 60664-1  
Isulationskoordination für Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen

IEC 60770  
Verfahren zur Bewertung der Funktionsgüte von Messumformern für den Einsatz in industriellen Prozessregelsystemen

## 3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Definitionen:

### 3.1

#### Begrenzer

Ein Begrenzer ist ein Signalgeber, der bei Erreichen eines fest eingestellten Grenzwertes (z. B. Druck, Temperatur, Durchfluß, Wasserstand) die Energiezufuhr unterbricht und verriegelt und vor einem Wiederanlauf manuell wieder entriegelt werden muß. Das manuelle Entriegeln kann entweder als Teil des Begrenzers oder als Teil der Sicherheitskette realisiert werden.

### 3.2

#### **Fail-Safe**

Ein Begrenzer ist fail-safe, wenn er die Fähigkeit besitzt, bei Auftreten eines bestimmten Fehlers in einem sicheren Zustand zu bleiben oder sofort in einen anderen sicheren Zustand zu überführen.

### 3.3

#### **Selbstüberwachend**

Dies ist die regelmäßige und automatische Bestimmung, daß alle ausgewählten Komponenten eines Sicherheitssystems in der Lage sind bestimmungsgemäß zu funktionieren.

### 3.4

#### **Redundanz**

Dies ist die Bereitstellung von mehr als einem Gerät oder System, so daß im Falle eines Fehlers die erforderlichen Einrichtungen noch zur Verfügung stehen.

### 3.5

#### **Diversität**

Dies ist die Bereitstellung unterschiedlicher Maßnahmen zur Erfüllung einer geforderten Funktion, z. B. andere physikalische Prinzipien oder andere Wege zur Lösung des gleichen Problems.

## 4 Anforderungen an Begrenzer

### 4.1 Allgemeines

**4.1.1** Die nachfolgend aufgeführten Anforderungen sind festgelegt worden, um eine einheitliche Beurteilung von verschiedenen Geräten zu gewährleisten.

**4.1.2** Der Begrenzer muß so fehlersicher ausgelegt sein, daß ein Einzelfehler in irgendeinem zugeordneten Teil nicht zu einem Verlust der Sicherheitsfunktion führt. Dies kann durch Fehlervermeidungstechniken, Selbstüberwachung, Redundanz, Diversität oder einer Kombination dieser Methoden erreicht werden. Die Fehlerbetrachtung für elektrische Komponenten muß gemäß 4.4. durchgeführt werden. Die Fehlerbetrachtung in Bild 4.4-1 ist ebenfalls anzuwenden bei Fehlern im hydraulischen, pneumatischen und mechanischen Komponenten.

**4.1.3** Begrenzer müssen unabhängig voneinander und von den Regeleinrichtungen funktionieren. Es sei denn, die Sicherheitsfunktion kann nicht durch diese anderen Einrichtungen beeinträchtigt werden. Jedoch können die Begrenzer gemeinsame Komponenten (z. B. Stromversorgungseinrichtungen, Bussysteme, Schalttafeln) aufweisen vorausgesetzt, daß jeder Begrenzer wie in 3.2 festgelegt fail-safe ist und durch Fehler in anderen Begrenzern keine nachteiligen Auswirkungen auf die Sicherheit auftreten können.

### 4.2 Werkstoffe und Auslegung

**4.2.1** Die Verwendung von Werkstoffen mit stark unterschiedlichem elektrochemischen Potential ist zwecks Verhinderung von Korrosion zu vermeiden, die die Funktion der Begrenzer beeinträchtigen könnte.

**4.2.2** Bei der Auswahl magnetischer Werkstoffe ist dafür Sorge zu tragen, daß sie die Funktion des Begrenzers nicht beeinträchtigen.

**4.2.3** Drucktragende Teile von Begrenzern sind so auszulegen, daß sie die entsprechenden europäischen Normen erfüllen.

**4.2.4** Begrenzer müssen den thermischen, mechanischen, chemischen und elektrischen Belastungen standhalten, die im Betrieb auftreten können.

### **4.3 Elektrische Ausrüstung**

**4.3.1** Die elektrische Ausrüstung muß die Anforderung der Niederspannungsrichtlinie erfüllen. Die elektromagnetische Verträglichkeit muß der EMV-Richtlinie entsprechen.

**4.3.2** Die gesamte Verdrahtung und alle elektrischen Einrichtungen in Verbindung mit dem Wasserstandbegrenzer müssen in geeigneter Weise gegen eindringende Feuchtigkeit und die Einwirkung hoher Temperaturen geschützt sein.

**4.3.3** Die Funktion des Begrenzers und des dazugehörigen Schaltkreises zum Abschalten und Verriegeln der Beheizung darf nicht durch andere in ihrer Nähe liegende elektrische Schaltkreise beeinträchtigt werden. Erforderlichenfalls sind abgeschirmte Kabel zu verwenden.

**4.3.4** Elektrische Teile innerhalb von direkt am Kessel angebrachten Einheiten müssen einer Temperatur bis zu standhalten, die aus einer Umfassungstemperatur von bis zu 70 °C resultiert. Teile innerhalb von Einheiten, die nicht direkt am Kessel angeordnet sind, müssen einer Umgebungstemperatur von 50 °C standhalten. Alle Ausrüstungsteile, die an dampf- oder heißwasserführenden Teilen anliegen, müssen der Sattdampftemperatur standhalten.

**4.3.5** Die Geräte müssen mindestens der Schutzart IP 54 nach EN 60529 genügen. Bei Geräteteilen, die in einem Gehäuse oder Schaltschrank angeordnet sind, genügt die für den Schaltschrank erforderliche Schutzart.

**4.3.6** Alle mechanischen Ausgabekontakte des Geräts müssen Sprungcharakteristik aufweisen. Halbleiter-Schalter müssen ähnliche Eigenschaften aufweisen.

### **4.4 Fehlerbetrachtung**

#### **4.4.1 Allgemeines**

Mit Ausnahme des programmierbaren Teiles muß der Begrenzer so konstruiert sein, daß die Fehlerbetrachtung nach Bild 4.4-1 zum Abbruch führt. Ausfall der Energie und die Unterbrechung von Verbindungsleitungen sind ebenso zu berücksichtigen und in die Fehlerbetrachtung einzubeziehen.

#### **4.4.2 Programmierbarer Teil des Begrenzers**

Der programmierbare Teil des Begrenzers muß gemäß EN 60730-1 Anhang H 11.12, Klasse C, ausgeführt werden.

#### **4.4.3 Fehlerausschluß**

Bei der Fehlerbetrachtung nach Bild 4.4-1 wird angenommen, daß bestimmte Fehler nicht auftreten. Solche Annahmen sind mit der Darstellung des Ausfallmechanismus sowie der Angabe der Bedingungen bezüglich Auslegung, Aufbau, Umwelt usw. für die Leitungen, Bauelemente und Einrichtungen zu begründen.

Folgende Fehler dürfen ohne nähere Begründung ausgeschlossen werden:

##### **4.4.3.1 Leiterschluß**

Dieser Fehler kann ausgeschlossen werden, wenn:

- a) Kabel und Leitungen wie in prEN 50156-1 spezifiziert verwendet werden

b) zwischen den aktiven Teilen die Luftstrecken nach Überspannungskategorie III und Verschmutzungsgrad 3 und die Kriechstrecken nach Verschmutzungsgrad 3 jedoch mindestens für die Bemessungsspannung 63 V nach IEC 60664-1 dimensioniert sind.

c) Bauelemente feuchtigkeitsbeständig vergossen oder hermetisch abgeschlossen sind und den Prüfungen entsprechen prEN 50156-1 standhalten.

d) Leiterbahnen alterungsbeständig lackiert und die Abstände zwischen den Leiterbahnen mindestens den Werten nach IEC 60664-1 Tabelle 4 für Verschmutzungsgrad 1 entsprechen, jedoch mindestens für eine Bemessungsspannung von 32 V (Mindestkriechstrecke 0,14 mm)

#### 4.4.3.2 Kurzschluß bei gewendelten Schichtwiderständen

Dieser Fehler darf ausgeschlossen werden, wenn gewendelte Schichtwiderstände mit lackierter oder vergossener Widerstandsschicht und axialen Anschlüssen eingesetzt werden. Beim Betrieb muß die Betauung ausgeschlossen sein. Die zulässigen Grenzwerte, z. B. Grenzspannung, Leistung dürfen auch unter ungünstigsten Umweltbedingungen nicht überschritten werden.

#### 4.4.3.3 Kurzschluß bei Drahtwiderständen

Dieser Fehler darf ausgeschlossen werden, wenn die Wicklung einlagig und gegen Ablaufen durch eine Glasur oder Einbettung in eine Vergußmasse gesichert ist.

#### 4.4.3.4 Nichtöffnen von Schaltgliedern durch Dauerverschweißen

Dieser Fehler darf ausgeschlossen werden, wenn z. B. Schütze, Relais und Hilfsstromschalter durch ein entsprechendes Überstromschutzorgan gegen die Auswirkungen von Kurzschlüssen geschützt sind. bei der Bemessung des Überstromschutzorgans ist der vom Schaltgeräte-Hersteller angegebene Nennstrom des Überstromschutzorgans mit dem Sicherheitsfaktor 0,6 zu multiplizieren. Der Fehlerausschluß ist auch zulässig, wenn der zu erwartende Kurzschlußstrom niedriger ist als der Nennstrom für das betreffende Schaltglied. Bei der Reihenschaltung von Schaltgliedern sind dabei die Schaltglieder mit der geringsten Überstromfestigkeit maßgebend.

Reed-Kontakte dürfen nicht verwendet werden.

#### 4.4.3.5 Mechanisches Versagen von Schaltgeräten

Dieser Fehler darf ausgeschlossen werden, wenn nachgewiesen ist, daß sie unter betriebs-ähnlichen Bedingungen noch mindestens 250 000 Schaltspielen noch funktionsfähig sind. Schütze und Relais müssen zusätzlich eine mechanische Lebensdauer von 3 Mio. Schaltspielen aufweisen.

ANMERKUNG: Unter "betriebsähnlichen Bedingungen" werden sowohl elektrische und mechanische wie auch chemische und klimatische Beanspruchungen abgedeckt.

#### 4.4.3.6 Fehler in Bauelementen für sichere Trennung

Fehler in Bauelementen, die für die sichere Trennung verschiedener Stromkreise gemäß IEC/TR 60536-2 (z. B. Starkstrom und Fernmeldekreise) vorgesehen sind, dürfen ausgeschlossen werden:

a) Kurzschluß zwischen Wicklungen bei Transformatoren (z. B. primär-sekundär), Transformatoren müssen den elektrischen und mechanischen Anforderungen der EN 60742 entsprechen. Abweichen von EN 60742 muß bei Transformatoren mit Arbeitsspannungen bis 200 V die Isolierungen zwischen den Wicklungen und der Wicklung gegen den Kern für eine Prüfspannung 2 kV ausgelegt werden. Transformatoren müssen mindestens bedingt kurzschlußfest ausgeführt sein. Verlagerungen von Wicklungen, Windungen und Anschlußleitungen müssen verhindert sein, z. B. durch Vakuumtränkung oder Vergießen.

b) Spannungsverschleppung in Schaltgeräten wie Relais, Schütz- oder Hilfsstromschalter zwischen den Kontakten und zwischen Spule und Kontakt. Die Isolierungen zwischen den Kontakten bzw. zwischen Spule und

Kontakt muß bei Bemessungsspannungen  $U_b$  bis zu 200 V für eine Prüfspannung von 2 kV bei Bemessungsspannungen  $200\text{ V} < U_b < 500\text{ V}$ . Für eine Prüfspannung von 3,75 kV bemessen sein. Durch besondere zusätzliche konstruktive Maßnahmen (z. B. Kappen, Stege, Vergießen, Bandagen) an Kontakten und Spulen muß die sichere Trennung auch im Fehlerfall, z. B. bei Federbruch, gewährleistet sein.

c) Überbrückung der Trennstrecke bei Optokopplern

Die Luft- und Kriechstrecken bzw. die Abstände beim Optokoppler im eingebauten Zustand müssen die Bedingungen von IEC 60664-1, Abschnitt 19 und 29 erfüllen.

#### 4.5 Kennzeichnung

Die Kennzeichnung von Begrenzungseinrichtungen erfolgt nach Anhang C, wo anwendbar.