

**DIN EN IEC 60079-25
(VDE 0170-10-1)**
DIN

Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.

VDE

ICS 29.260.20

Einsprüche bis 2021-07-21

Entwurf

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 60079-25
(VDE 0170-10-1):2011-06 und
DIN EN 60079-25 Berichtigung 1
(VDE 0170-10-1 Berichtigung
1):2014-01

**Explosionsfähige Atmosphäre –
 Teil 25: Eigensichere Systeme
 (IEC 31G/318/FDIS:2020);
 Deutsche und Englische Fassung FprEN IEC 60079-25:2020**

Explosive atmospheres –
 Part 25: Intrinsically safe electrical systems
 (IEC 31G/318/FDIS:2020);
 German and English version FprEN IEC 60079-25:2020

Atmosphères explosives –
 Partie 25: Systèmes électriques de sécurité intrinsèque
 (IEC 31G/318/FDIS:2020);
 Version allemande et anglaise FprEN IEC 60079-25:2020

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-05-21 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 117 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments Deutsche und Englische Fassung FprEN IEC 60079-25:2020 „Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 25: Eigensichere Systeme“, (Schluss-Entwurf) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 31G/318/FDIS:2020 „Explosive atmospheres – Part 25: Intrinsically safe electrical systems“ unverändert in den Schluss-Entwurf Deutsche und Englische Fassung FprEN IEC 60079-25:2020 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC/FDIS entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 31G „Intrinsically-safe apparatus“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC . Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 241 „Schlagwetter- und explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60079-25 (VDE 0170-10-1):2011-06** und **DIN EN 60079-25 Berichtigung 1 (VDE 0170-10-1 Berichtigung 1):2014-01** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- In der Systembeschreibung wird zusätzlich die Angabe des Umgebungstemperaturbereichs gefordert;
- Die Angabe von Einschränkungen für den Anschluss nicht eigensicherer Stromkreise wird zusätzlich gefordert“;
- Die Mindestisolierstärke von 0,2 mm gilt jetzt für alle Kabelarten
- Die Anforderung an die Durchschlagsfestigkeit von Kabeln fordert jetzt eine Beständigkeit für das doppelte der Spannung des Stromkreises mit einem Mindestwert von 500 V AC;
- Bei Verwendung von Kabeln für mehrere Stromkreise wird die maximale Spannung der Stromkreise auf 90 V begrenzt;
- Die Abschnitte des **Kapitels 12** wurden mehrheitlich in die **IEC 60079-14** verschoben;
- Kapitel 12. 1** wurde zur Verbesserung der Verständlichkeit in eine Listendarstellung umgearbeitet und weitere Unterabschnitte angefügt;

- h) Angaben zur Bestimmung der zulässigen Kapazität, Induktivität und des L/R Verhältnisses wurde aus Anhang A in das [Kapitel 12.7](#) übernommen;
- i) [Anhang F](#) zum Blitzschutz wurde entfernt

Im Detail sind folgende Änderungen vorgenommen worden:

Die Anforderungen bezüglich der Errichtung eigensicherer Systeme wurden aus [IEC 60079-25](#) entfernt und in die [IEC 60079-14](#) übertragen. Die Informationen aus der Beurteilung eines eigensicheren Systems werden wie bisher in dem Dokument der Systembeschreibung dargelegt, welches jetzt die Schnittstelle zur Weitergabe der Information an die für die Errichtung Verantwortlichen darstellt, die auf dieser Basis die Dokumente für die Installation erstellen.

Die Bedeutung der Änderungen zwischen [DIN EN 60079-25 \(VDE 0170-10-1\):2011-06](#) und dieser Ausgabe sind wie folgt:

Erläuterung der Bedeutung der Änderungen	Abschnitt	Art		
		Geringe und redaktionelle Änderungen	Erweiterung	Bedeutende technische Änderungen
Bezüge auf "elektrisches Systeme" in "Systeme" geändert und eine Anmerkung hinzugefügt, dass Anforderungen für Gruppe I in Erarbeitung sind.	1	X		
Normative Verweise aktualisiert, um veraltete oder auf nicht mehr im Normentext vorkommende Verweisstellen bezogene Verweise zu entfernen.	2	X		
Verweis auf IEC Electropedia und ISO Online Webseite eingefügt. "Abkürzungen" aus dem Titel entfernt. Die Definition "Systemgestalter" gelöscht; Definition „bescheinigtes eigensicheres elektrisches System und „nicht bescheinigtes eigensicheres elektrisches System“ verworfen.	3	X		
"Eigensicheres elektrisches System" geändert in "eigensicheres System".	3.1	X		
Definition "multi-Stromkreis Kabel" hinzugefügt.	3.2	X		
"größte" in "gesamte" in den Definitionen der Kabelkapazität und Kabelinduktivität geändert.	3.4, 3.5	X		
"größte" in der Definitionen des Kabelinduktivitäts-/Widerstandsverhältnis gelöscht.	3.6	X		
FISCO von Abkürzung auf Definition geändert.	3.9	X		
Die Anforderung an den Systemgestalter, dass Dokument der Systembeschreibung datiert zu unterschreiben wurde verworfen, redaktionelle Änderungen zur Verbesserung der Klarheit durchgeführt und ein Verweis auf Anhang E gemacht, wo ein typisches Dokument der Systembeschreibung gezeigt ist.	4	X		
Überschrift des Abschnitts in "Einteilung in Gruppen und Klassen" geändert, den Umgebungstemperaturbereich zu den Dingen, die in dem Dokument der Systembeschreibung anzugeben sind, hinzugefügt und den Text zur Verbesserung der Klarheit neu formuliert.	5		X	

Anmerkungen im Abschnitt neu formuliert und verschoben.	6.1, 6.2, 6.3, 6.4	X		
Titel von "Umgebungstemperaturbereich", der in Abschnitt 5 verschoben wurde, geändert und einen neuen Abschnitt „Nicht eigensichere Stromkreise“ eingefügt.	7		X	
Abschnitt neu strukturiert und einige Neuformulierungen zur Verbesserung der Klarheit eingebracht.	8	X		
Titel auf "Anforderungen an Kabel für einzelne und mehrere Stromkreise" geändert.	9	X		
Anforderung an die Dicke der Leiterisolierung in diesen Abschnitt verschoben, so dass es jetzt für alle Kabel gilt.	9.1		X	
Titel in "Durchschlagsfestigkeit" geändert und Anforderungen für Kabel mit einem einzelnen Stromkreis und an multi-Stromkreiskabel zusammengeführt. Anforderung an die Durchschlagsfestigkeitsprüfung auf den 2fachen Wert der Spannung im Stromkreis bei einem Mindestwert von 500 VAC geändert.	9.2		X	
Anforderungen an die Durchschlagsfestigkeit für Kabel mit einem einzelnen Stromkreis hierin zusammengeführt.	9.2.1	X		
Anforderungen an die Durchschlagsfestigkeit für Kabel mit mehreren Stromkreisen hierin zusammengeführt.	9.2.2	X		
Multi-Stromkreis Kabel dürfen nicht für eigensichere Stromkreise mit Spannungen von mehr als 90 V eingesetzt werden.	9.2.2			C1
Titel in "Eigensichere Kennwerte von Kabel" geändert.	9.3	X		
Titel in "Gehäuse" geändert.	10	X		
Der Großteil vom ehemaligen Abschnitt 12 wurde in IEC 60079-14 verschoben.	11			C2
Dieser Abschnitt war zuvor Abschnitt 13. Der Abschnitt wurde zur Verbesserung der Lesbarkeit und Klarheit vollständig neu geordnet.	12	X		
Dieser Abschnitt wurde in Form einer Liste neu geschrieben um die Verständlichkeit zu verbessern. Die Beurteilung von einzel- oder mehrfach Stromquellen wurde in 12.4 bzw. 12.5 verschoben.	12.1		X	
Dieser Abschnitt wurde eingefügt, um die Fehlerbeurteilung bei Anordnungen aus zertifizierten Geräten klarzustellen.	12.2		X	
Dieser Abschnitt wurde eingefügt, um eine Leitlinie für die Handhabung nicht zertifizierter Teile in größeren Anordnungen zu geben.	12.3		X	
Beurteilung von Systemen mit einer Energiequelle hier zusammengeführt und erweitert.	12.4		X	
Beurteilung von Systemen mit mehreren Energiequellen	12.5		X	

in diesem Abschnitt zusammengeführt und weitere Information zur Klarstellung ergänzt.				
Das im Text enthaltene Beispiel eines Stromkreises zur Beurteilung einfacher Betriebsmittel verworfen. Einen neuen Anhang F mit zusätzlichen Information eingefügt.	12.6	X		
Abschnitt eingefügt um mehr Information zur Bestimmung von Kapazität, Induktivität und L/R Verhältnis zu geben, die aus Anhang A hierher verschoben wurde.	12.7		X	
Anforderungen an Typ A, B und C Kabel zum besseren Verständnis neu formuliert.	12.8	X		
Information über die Bestimmung von Kapazität und Induktivität nach 12.7 verschoben	Anhang A	X		
Von normative auf informative geändert.	Anhang B	X		
Zum besseren Verständnis neu geordnet und formuliert.	Anhang C	X		
Anhang zur Klarstellung aktualisiert.	Anhang E	X		
Der vorherige Anhang F zum Überspannungsschutz wurde entfernt.	Anhang F			C3
Anhang G der vorherigen Version war zur Prüfung von Kabelkennwerten und wurde entfernt. Der Anhang G ist jetzt zu FISCO Systemen.	Anhang G	X		

ANMERKUNG Die technischen Änderungen wurden angegeben, um die Bedeutung der technischer Änderungen in der überarbeiteten IEC Norm zu erfassen, stellen aber keine vollständige Liste aller Änderungen gegenüber der vorhergehenden Ausgabe dar. Mehr Hinweise können der Redline Version der Norm entnommen werden.

Erläuterungen:

A) Begriffe

Geringe und redaktionelle Änderungen

Klarstellungen
Reduzierung der technischen Anforderungen
geringe technische Änderung
redaktionelle Korrekturen

Diese Änderungen modifizieren die Anforderungen redaktionell oder in geringer technischer Hinsicht. Sie schließen sprachliche Änderungen zur Klärung von technischen Anforderungen ohne technische Änderung ein oder auch eine Herunterstufung einer bestehenden Anforderung.

Erweiterung

Ergänzung technischer Möglichkeiten

Diese Änderungen nehmen bestehende Anforderungen neu auf oder modifizieren sie so, dass neue Möglichkeiten eröffnet werden, aber ohne die Anforderungen für Betriebsmittel zu erhöhen, die der Vorgängernorm entsprochen haben. Sie müssen deshalb nicht berücksichtigt werden für Produkte, die die Anforderungen der Vorgängernorm erfüllt haben.

Bedeutende technische Änderungen

Hinzufügung von technischen Anforderungen
Erhöhung von technischen Anforderungen

Dabei handelt es sich um technische Anforderungen (Anforderungen neu hinzugefügt, Niveau erhöht oder Anforderung entfernt) dahingehend, dass ein Produkt in Übereinstimmung mit der Vorgängernorm nicht

immer in der Lage sein wird, die Anforderungen der Nachfolgenorm zu erfüllen. Für diese Änderungen finden sich zusätzliche Informationen in folgendem Abschnitt B).

ANMERKUNG Diese Änderungen stellen den gegenwärtigen Stand der Technik dar. Jedoch sollten diese Änderungen normalerweise keinen Einfluss auf bereits auf dem Markt vorhandene Betriebsmittel haben.

B) Informationen über die Hintergründe der „Bedeutenden technischen Änderungen“

C1 – Die Begrenzung auf 90 V für multi-Stromkreis Kabel wurde ergänzt, da für dieses Spannungsniveau normalerweise eine Durchschlagfestigkeitsprüfung mit mindestens 500 V AC oder 700 V DC zur Überprüfung der Isolation angewandt wird.

C2 – Die meisten Anforderungen zu Erdung und Potentialausgleich wurden entfernt und in die IEC 60079-14 übertragen. Die Anforderungen zum Schutz vor Überspannungen des alten Abschnitts 12 wurden dem Abschnitt 11 zugefügt. Der Rest vom alten Abschnitt 12 wurde ebenfalls entfernt und in die IEC 60079-14 verschoben.

C3 – Der ehemalige Anhang F zum Überspannungsschutz wurde entfernt und wird durch die IEC 60079-14 abgedeckt werden. Anhang F ist jetzt zu einfachen Betriebsmitteln, die in der vorherigen Ausgabe im Anhang H enthalten waren.

Anmerkung: Das IEC FDIS Dokument verwendet hier „B“ während die Tabelle, wie üblich, „C“ nutzt.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
HD 588.1 S1	IEC 60060-1 + Cor.	DIN IEC 60060-1 (VDE 0432-1)	VDE 0432-1
EN 60079-0	IEC 60079-0	DIN EN 60079-0 (VDE 0170-1)	VDE 0170-1
EN 60079-11:2007	IEC 60079-11:2006	DIN EN 60079-11 (VDE 0170-7):2007-08	VDE 0170-7
EN 60079-14:2008	IEC 60079-14:2007	DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1):2009-05	VDE 0165-1
EN 60079-15	IEC 60079-15	DIN EN 60079-15 (VDE 0170-16)	VDE 0170-16
EN 60079-27:2006 ersetzt durch EN 60079-27:2008	IEC 60079-27:2005 ersetzt durch IEC 60079-27:2008	DIN EN 60079-27 (VDE 0170-27):2006-09 ersetzt durch DIN EN 60079-27 (VDE 0170-27):2008-12	VDE 0170-27
EN 60529 + A1	IEC 60529 + A1	DIN EN 60529 (VDE 0470-1)	VDE 0470-1
EN 61158-2	IEC 61158-2	DIN EN 61158-2	—
EN 61241-0	IEC 61241-0, modifiziert + Cor.	DIN EN 61241-0 (VDE 0170-15-0)	VDE 0170-15-0
EN 61241-11	IEC 61241-11 + Cor.	DIN EN 61241-11 (VDE 0170-15-11)	VDE 0170-15-11

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60079-0 (VDE 0170-1), *Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 0: Geräte – Allgemeine Anforderungen*

DIN EN 60079-11 (VDE 0170-7):2007-08, *Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 11: Geräteschutz durch Eigensicherheit „i“* (IEC 60079-11:2006); Deutsche Fassung EN 60079-11:2007

DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1):2009-05, *Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen* (IEC 60079-14:2007); Deutsche Fassung EN 60079-14:2008

DIN EN 60079-15 (VDE 0170-16), *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 15: Konstruktion, Prüfung und Kennzeichnung von elektrischen Betriebsmitteln der Zündschutzart „n“*

DIN EN 60079-27 (VDE 0170-27):2008-12, *Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 27: Konzept für eigensichere Feldbussysteme (FISCO)* (IEC 60079-27:2008); Deutsche Fassung EN 60079-27:2008

DIN EN 60529 (VDE 0470-1), *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)*

DIN EN 61158-2, *Industrielle Kommunikationsnetze – Feldbusse – Teil 2: Spezifikation und Dienstfestlegungen des Physical Layer (Bitübertragungsschicht)*

DIN EN 61241-0 (VDE 0170-15-0), *Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub – Teil 0: Allgemeine Anforderungen*

DIN EN 61241-11 (VDE 0170-15-11), *Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub – Teil 11: Schutz durch Eigensicherheit „iD“*

DIN IEC 60060-1 (VDE 0432-1), *Allgemeine Festlegungen und Prüfbedingungen*

Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 25: Eigensichere Systeme

Inhalt

Seite

1	Anwendungsbereich.....	4
2	Normative Verweisungen	4
3	Begriffe	4
4	Dokument der Systembeschreibung	5
5	Einteilung in Gruppen und Klassen	6
6	Schutzniveaus	6
6.1	Allgemeines	6
6.2	Schutzniveau „ia“	7
6.3	Schutzniveau „ib“	7
6.4	Schutzniveau „ic“	7
7	Nicht eigensichere Stromkreise	7
8	Verbindungsverdrahtung / in einem eigensicheren System verwendete Kabel	7
8.1	Allgemeines	7
8.2	Kabel mit einem einzelnen eigensicheren Stromkreis	7
8.3	Kabel mit mehr als einem eigensicheren Stromkreis	7
9	Anforderungen an Kabel für einzelne und mehrere Stromkreise	8
9.1	Allgemeines	8
9.2	Durchschlagsfestigkeit	8
9.2.1	Kabel die einen einzelnen eigensicheren Stromkreis enthalten	8
9.2.2	Kabel die mehrere eigensichere Stromkreise enthalten	8
9.3	Eigensichere Kennwerte von Kabeln	9
9.4	Leitende Schirme	9
9.5	Typen von multi-Stromkreis Kabeln	9
9.5.1	Allgemeines	9
9.5.2	Kabel vom Typ A	9
9.5.3	Kabel vom Typ B	9
9.5.4	Kabel vom Typ C	9
10	Gehäuse	9
11	Erdung und Potentialausgleich eigensicherer Systeme	10
12	Beurteilung eines eigensicheren Systems	10
12.1	Allgemeines	10
12.2	Systeme, die nur nach IEC 60079-11 bescheinigte Betriebsmittel enthalten	10
12.3	Systeme, die nicht separat nach IEC 60079-11 beurteilte Betriebsmittel enthalten	11
12.4	Systeme, die eine einzelne Energiequelle enthalten	11
12.5	Systeme, die mehr als eine Energiequelle enthalten	11
12.5.1	Allgemeines	11

12.5.2 Systeme die Energiequellen mit linearer und solche mit nicht-linearer Kennlinie enthalten	12
12.6 Einfache Betriebsmittel	13
12.7 Bewertung von Kapazität, Induktivität und Kabel <i>L/R</i>	13
12.7.1 Allgemeines	13
12.7.2 Nicht angegebene Kennwerte	13
12.7.3 Anpassung der Kennwerte an das Schutzniveau	14
12.7.4 Auswirkung der Kombination von konzentrierter Kapazität und Induktivität	14
12.7.5 Bestimmung des <i>L/R</i> Wertes	14
12.8 Fehler in multi-Stromkreis Kabeln	15
12.9 Überprüfungen und Typprüfungen	15
13 Vordefinierte Systeme	15
Anhang A (informativ) Bewertung eines einfachen eigensicheren Systems	16
Anhang B (informativ) Bewertung von Stromkreisen mit mehr als einer Energiequelle	18
Anhang C (informativ) Zusammenschaltung nichtlinearer und linearer eigensicherer Stromkreise	21
Anhang D (informativ) Verifizierung von induktiven Kennwerten	44
Anhang E (informativ) Ein mögliches Format für Zeichnungen der Systembeschreibung und Installationszeichnungen	46
Anhang F (informativ) Verwendung einfacher Betriebsmittel in Systemen	48
Anhang G (normativ) FISCO-Systeme	50
Literaturhinweise	53
Bilder	
Bild 1 – Systemanalyse	13
Bild B.1 – In Reihe geschaltete Energiequellen	19
Bild B.2 – Parallel geschaltete Energiequellen	20
Bild B.3 – undefiniert zusammengeschaltete Energiequellen	20
Bild C.1 – Ersatzschaltung und Ausgangskennlinie ohmscher der Stromkreise	22
Bild C.2 – Ausgangskennlinie und Ersatzschaltung einer Quelle mit trapezförmiger Kennlinie	24
Bild C.3 – Strom- und/oder Spannungsaddition bei Zusammenschaltungen	27
Bild C.4 – Beispiel einer Zusammenschaltung	29
Bild C.5 – Summenkennlinien zum Stromkreis nach Bild C.4	31
Bild C.6 – Strom- oder Spannungsaddition für das Beispiels nach Bild C.4	32
Bild C.7 – Grenzkurvendiagramme für allgemeine Quellkennlinien – Gruppe IIC	38
Bild C.8 – Grenzkurvendiagramme für allgemeine Quellkennlinien – Gruppe IIB	43
Bild D.1 – Typischer induktiver Stromkreis	45
Bild E.1 – Typisches Blockschaltbild für ein eigensicheres System aus dem Dokument der Systembeschreibung	47
Bild G.1 – Typisches System	52
Tabellen	
Tabelle A.1 – Analyse eines einfachen eigensicheren Systems	17

Tabelle C.1 – Erforderliche Kennwerte zur Beschreibung der Ausgangskennlinie.....	22
Tabelle C.2 – Zuordnung der Diagramme zu den Betriebsmittelgruppen und Induktivitäten	28

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60079 enthält die spezifischen Anforderungen an Aufbau, Auslegung und Beurteilung eigensicherer Systeme in Schutzart „i“, die vollständig oder teilweise für die Verwendung in Bereichen der Gruppe I, Gruppe II oder Gruppe III vorgesehen sind.

ANMERKUNG 1 Die vorliegende Norm ist zur Anwendung durch den Planer des Systems vorgesehen, der ein Hersteller, ein Fachberater oder ein Angehöriger der Belegschaft des Endanwenders sein kann.

Die vorliegende Norm ergänzt und modifiziert die allgemeinen Anforderungen von IEC 60079-0 und der Eigensicherheitsnorm IEC 60079-11. Steht eine Anforderung der vorliegenden Norm im Widerspruch zu den Anforderungen von IEC 60079-0 oder IEC 60079-11, hat die Anforderung der vorliegenden Norm Vorrang.

Die Anforderungen an die Errichtung eines Systems der Gruppe II oder Gruppe III, das nach der vorliegenden Norm ausgelegt ist, sind in IEC 60079-14 festgelegt.

ANMERKUNG 2 IEC 60079-14 enthält derzeit keine Anforderungen an die Errichtung eines Systems der Gruppe I. Installationsanforderungen für Gruppe I sind in Diskussion.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60079-0, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*

IEC 60079-11:2006, *Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety „i“*

IEC 60079-14:2007, *Explosive atmospheres – Part 14: Electrical installations design, selection and erection*

IEC 61158-2, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 2: Physical layer specification and service definition*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden spezifischen Begriffe für eigensichere Systeme. Sie ergänzen die in IEC 60079-0 und IEC 60079-11 angegebenen Begriffe.

ISO und IEC unterhalten unter den folgenden Adressen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung:

- IEC Electropedia: Verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: Verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

eigensicheres System

Baugruppe aus miteinander verbundenen Betriebsmitteln, die im Dokument der Systembeschreibung dargestellt sind und in der die Stromkreise oder Teile von Stromkreisen, die für die Verwendung in einem explosionsgefährdeten Bereich vorgesehen sind, eigensichere Stromkreise sind

3.2

multi-Stromkreis Kabel

mehradriges Kabel, das mehr als einen eigensicheren Stromkreis führt

3.3

Dokument der Systembeschreibung

Dokument, in dem die einzelnen elektrischen Betriebsmittel, deren elektrische Kennwerte und die der Verbindungsverdrahtung festgelegt sind

3.4

gesamte Kabelkapazität

C_c

gesamte Kapazität des Verbindungskabels, das in einem eigensicheren Stromkreis eingeschaltet werden kann

3.5

gesamte Kabelinduktivität

L_c

gesamte Induktivität des Verbindungskabels, das in einen eigensicheren Stromkreis eingeschaltet werden kann

3.6

Kabelinduktivitäts-/Widerstandsverhältnis

L_c/R_c

Wert des Verhältnisses von Induktivität (L_c) zu Widerstand (R_c) des Verbindungskabels, in einen eigensicheren Stromkreis

3.7

lineare Stromversorgung

Energiequelle, deren verfügbarer Ausgangsstrom durch einen Widerstand bestimmt wird. Die Ausgangsspannung sinkt linear mit der Erhöhung des Ausgangsstromes ab

3.8

nichtlineare Stromversorgung

Energiequelle, bei der die Ausgangsspannung und der Ausgangsstrom einen nichtlinearen Zusammenhang aufweisen

ANMERKUNG Zum Beispiel eine durch Halbleiterbauelemente geregelte Versorgung, die bis zu einem konstanten Stromgrenzwert eine konstante Ausgangsspannung hat.

3.9

FISCO

Fieldbus Intrinsically Safe Concept

eigensichere System Architektur mit Versorgungsbuss und Auslegung nach spezifischen Anforderungen

ANMERKUNG zum Begriff Die Anforderungen sind in IEC 61158-2, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 2: Physical layer specification and service definition* festgelegt.

4 Dokument der Systembeschreibung

Ein Dokument der Systembeschreibung muss für sämtliche eigensichere Systeme erarbeitet werden. Das Dokument der Systembeschreibung muss eine technische Beurteilung der Zusammenschaltung der Geräte enthalten und zumindest folgendes beinhalten:

- a) Ein Blockschaltbild des Systems, in dem sämtliche Betriebsmittel, einschließlich der einfachen Betriebsmittel und der Verbindungsverdrahtung, innerhalb des Systems verzeichnet sind;

- b) Eine Angabe der Unterteilung der Betriebsmittelgruppe (für die Gruppen II und III), des Schutzniveaus und des Geräteschutzniveaus (EPL) für jedes Teil des Systems, die Temperaturklasseneinteilung und die Bemessung der Umgebungstemperatur des Systems nach den Abschnitten 5 und 6;
- c) Die Anforderungen und zulässigen Kennwerte der Verbindungsverdrahtung nach [Abschnitt 8](#);
- d) Einzelheiten der Erdungs- und Verbindungspunkte des Systems von denen die Eigensicherheit abhängt;
- e) Falls zutreffend, der Nachweis der Bewertung von Betriebsmitteln als „einfaches Betriebsmittel“ nach IEC 60079-11;
- f) Das Ergebnis der Beurteilung des eigensicheren Systems nach [Abschnitt 12](#) und;
- g) Eine eindeutige Dokumentenkennzeichnung.

Die in Abschnitt 5 bis 12 enthaltenen Anforderungen müssen herangezogen werden, um den Inhalt für das Dokument der Systembeschreibung festzulegen.

ANMERKUNG Die Zeichnung der Systembeschreibung ist nicht identisch mit der in [IEC 60079-11](#) angegebenen Kontrollzeichnung.

In [Anhang E](#) wird ein Beispiel für einen typischen Aufbau angegeben, um die Anforderungen an das Dokument der Systembeschreibung zu erläutern.

5 Einteilung in Gruppen und Klassen

Teile von eigensicheren System, die zur Verwendung in einer explosionsgefährdeten Atmosphäre vorgesehen sind, müssen entsprechend den Anforderungen von [IEC 60079-0](#) einer Gruppe zugeteilt und entsprechend ihrer maximalen Oberflächentemperatur nach den Anforderungen von [IEC 60079-0](#) und [IEC 60079-11](#) einer Temperaturklasse zugeordnet werden.

Zugehörige Betriebsmittel die nicht für die Verwendung in einer explosionsgefährdeten Atmosphäre vorgesehen sind, müssen nur entsprechend den Anforderungen von [IEC 60079-0](#) einer Gruppe zugeteilt werden.

Wo Teile oder das gesamte eigensichere System als geeignet für den Betrieb außerhalb des normalen Umgebungstemperaturbereiches von -20 °C bis $+40\text{ °C}$ spezifiziert ist, muss dies im Dokument der Systembeschreibung angegeben werden.

ANMERKUNG Verschiedene Teile desselben eigensicheren Systems dürfen unterschiedlichen Gruppen zugeteilt sein. Die verwendeten Betriebsmittel dürfen unterschiedliche Temperaturklassen und unterschiedliche Bemessungswerte der Umgebungstemperatur haben.

6 Schutzniveaus

6.1 Allgemeines

Jedes Teil eines eigensicheren Systems, das für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen vorgesehen ist, muss ein Schutzniveau von „ia“, „ib“ oder „ic“ nach [IEC 60079-11](#) und einen EPL nach [IEC 60079-0](#) haben. Einzelne Teile des Systems können unterschiedliche Schutzniveaus oder EPL haben.

ANMERKUNG Für Gruppe I Anwendungen kann ein eigensicheres System im Normalbetrieb bei Versorgung mit externer Energie das Schutzniveau „ib“ aufweisen, während es nach dem Abschalten der Energie bei definierten Gefahrensituationen (Fehler in der Belüftung), mit der Batterie-Notversorgung das Schutzniveau „ia“ erreicht. Das Schutzniveau ist dabei für vorhersehbare Bedingungen eindeutig festgelegt.

6.2 Schutzniveau „ia“

Wo die für ein Betriebsmittel des Schutzniveaus „ia“ (siehe IEC 60079-11) geltenden Anforderungen von einem eigensicheren System oder Teil eines Systems, das als eine Gesamtheit angesehen wird, erfüllt werden, muss dieses System oder der Teil des Systems dem Schutzniveau „ia“ zugeordnet werden.

6.3 Schutzniveau „ib“

Wo die für ein Betriebsmittel des Schutzniveaus „ib“ (siehe IEC 60079-11) geltenden Anforderungen von einem eigensicheren System oder Teil eines Systems, das als eine Gesamtheit angesehen wird, erfüllt werden, muss dieses System oder der Teil des Systems dem Schutzniveau „ib“ zugeordnet werden.

BEISPIEL Ein Feldgerät mit dem Schutzniveau „ia“ das von einem zugehörigen Betriebsmittel mit dem Schutzniveau „ib“ versorgt wird oder ein Feldgerät mit dem Schutzniveau „ib“ das von einem zugehörigen Betriebsmittel mit dem Schutzniveau „ia“ versorgt wird, wären jeweils als Systeme mit dem Schutzniveau „ib“ zu beurteilen.

6.4 Schutzniveau „ic“

Wo die für ein Betriebsmittel des Schutzniveaus „ic“ (siehe IEC 60079-11) geltenden Anforderungen von einem eigensicheren System oder Teil eines Systems, das als eine Gesamtheit angesehen wird, erfüllt werden, muss dieses System oder der Teil des Systems dem Schutzniveau „ic“ zugeordnet werden.

BEISPIEL Ein Feldgerät mit dem Schutzniveau „ia“ das von einem zugehörigen Betriebsmittel mit dem Schutzniveau „ic“ versorgt wird oder ein Feldgerät mit dem Schutzniveau „ic“ das von einem zugehörigen Betriebsmittel mit dem Schutzniveau „ia“ versorgt wird, wären jeweils als Systeme mit dem Schutzniveau „ic“ zu beurteilen.

7 Nicht eigensichere Stromkreise

Einschränkungen für den Anschluss von Stromkreisen an den nicht eigensicheren Anschlussteilen von zugehörigen Betriebsmitteln, wie den(die) Wert(e) von U_m , müssen in dem Dokument der Systembeschreibung angegeben werden.

8 Verbindungsverdrahtung / in einem eigensicheren System verwendete Kabel

8.1 Allgemeines

Die eigensicheren Kennwerte der Verbindungsverdrahtung, von denen die Eigensicherheit abhängt, und deren Herkunft, müssen im Dokument der Systembeschreibung festgelegt sein. Wenn ein spezieller Kabeltyp festgelegt ist, muss eine Begründung für dessen Verwendung in der Dokumentation angegeben werden.

Kabel für die Verbindungsverdrahtung müssen die anwendbaren Anforderungen von [Abschnitt 9](#) erfüllen.

Kabelfehler müssen nach den Anforderungen von [12.8](#) beurteilt werden.

8.2 Kabel mit einem einzelnen eigensicheren Stromkreis

Kabel mit einem einzelnen eigensicheren Stromkreis müssen die Anforderungen von [9.1](#), [9.2.1](#), [9.3](#) und soweit anwendbar von [9.4](#) erfüllen.

8.3 Kabel mit mehr als einem eigensicheren Stromkreis

Das Dokument der Systembeschreibung muss die zulässigen Typen der multi-Stromkreis Kabel nach [Abschnitt 9](#) festlegen, wenn diese für bestimmte Stromkreise verwendet werden sollen. In dem besonderen Fall, wo Fehler zwischen separaten Stromkreisen nicht berücksichtigt worden sind, muss eine Anmerkung im Blockschaltbild des Dokuments der Systembeschreibung mit folgendem Wortlaut ergänzt werden: „Wo das

Verbindungskabel Teile eines multi-Stromkreis Kabels einbezieht, das andere eigensichere Stromkreise enthält, muss das multi-Stromkreis Kabel die Anforderungen an multi-Stromkreis Kabel vom Typ A oder Typ B erfüllen, wie in IEC 60079-14, festgelegt.

Ein multi-Stromkreis Kabel das Stromkreise mit der Einstufung als Schutzniveau „ia“, „ib“ oder „ic“ enthält, darf keine nicht eigensicheren Stromkreise enthalten.

Wo Stromkreise der Schutzniveaus „ia“, „ib“ oder „ic“ gemeinsam in einem Kabel vom Typ A oder Typ B, wie in 9.5.4 festgelegt, geführt werden, behält jeder Stromkreis sein Schutzniveau und die Geräte Gruppe.

Wo Stromkreise der Schutzniveaus „ia“, „ib“ oder „ic“ gemeinsam in einem Kabel vom Typ C, wie in 9.5.4 festgelegt, geführt werden, muss die Zusammenschaltung der Stromkreise nach 12.8 beurteilt werden um das Schutzniveau, den EPL und die anwendbare Geräte Gruppe zu bestimmen.

ANMERKUNG Die Beurteilung nach 12.8 kann zur Feststellung führen, dass die Zusammenschaltung nicht mehr eigensicher ist.

9 Anforderungen an Kabel für einzelne und mehrere Stromkreise

9.1 Allgemeines

Wenn das Kabel als Teil des Systems festgelegt ist, gilt:

- in explosionsgefährdeten Bereichen darf der Durchmesser einzelner Leiter oder einzelner Drähte von feindrähtigen Leitern nicht weniger als 0,1 mm betragen, und
- die radiale Dicke der Leiterisolierung jeder Ader muss dem Leiterdurchmesser und der Art der Isolierung angemessen sein und mindestens 0,2 mm betragen.

ANMERKUNG Dieser Abschnitt soll nicht die Verwendung blanker Leiter, die zur Überbrückung in einem Meldesystem vorgesehen sind, zu unterbinden. Bei der Beurteilung sollten diese jedoch als einfaches Betriebsmittel und nicht als Verbindungsverdrahtung angesehen werden.

9.2 Durchschlagsfestigkeit

9.2.1 Kabel die einen einzelnen eigensicheren Stromkreis enthalten

Die Isolation von Kabeln, die für eigensichere Stromkreise verwendet werden, muss in der Lage sein, einer Isolationsprüfung mit einer Prüfspannung vom doppelten Wert der Spannung des eigensicheren Stromkreises oder mit 500 V Effektivwert oder 700 V DC, je nachdem welcher Wert größer ist, standzuhalten.

9.2.2 Kabel die mehrere eigensichere Stromkreise enthalten

Multi-Stromkreis Kabel dürfen nicht für eigensichere Stromkreise mit Spannungen oberhalb von 90 V verwendet werden.

Multi-Stromkreis Kabel müssen in der Lage sein, einer Isolationsprüfung standzuhalten, mit mindestens:

- a) $500 V_{\text{Eff}}$ oder 700 V DC angelegt zwischen allen vorhandenen, miteinander verbundenen Bewehrungen und/oder Schirmen und allen miteinander verbundenen Adern; und
- b) $1\,000 V_{\text{Eff}}$ oder 1 400 V DC angelegt zwischen einem Bündel, das die eine Hälfte der miteinander verbundenen Leitungsadern enthält, und einem anderen Bündel, das die andere Hälfte der miteinander verbundenen Leitungsadern enthält. Diese Prüfung ist nicht auf mehradrige Kabel mit leitenden Schirmen für die einzelnen Stromkreise anwendbar.

Falls keine entsprechende Information des Kabelherstellers vorliegt, muss die Isolationsprüfung nach einer entsprechenden Kabelnorm, oder die Prüfung der Durchschlagsfestigkeit nach IEC 60079-11 durchgeführt werden.

ANMERKUNG Es ist keine Anforderung dieser Norm, die Übereinstimmung mit den Herstellerangaben zu überprüfen.

9.3 Eigensichere Kennwerte von Kabeln

Die eigensicheren Kennwerte (C_c und L_c oder C_c und L_c/R_c) müssen für alle in einem eigensicheren System verwendeten Kabel nach einer der nachfolgenden Methoden bestimmt werden:

- die ungünstigsten eigensicheren Kennwerte, die vom Hersteller der Kabel angegeben werden;
- eigensichere Kennwerte, die durch Messung an einem Muster mit dem in IEC 60079-14 beschriebenen Verfahren zum Messen der elektrischen Kennwerte von Kabeln bestimmt werden;
- wo für die Verbindungen konventionell aufgebaute 2- oder 3-Leiterkabel (mit oder ohne Schirm) verwendet werden, können die nachfolgenden Werte angewandt werden: 200 pF/m und entweder 1 µH/m oder ein Induktivitäts-/Widerstandsverhältnis (L_c/R_c), berechnet durch Dividieren von 1 µH durch den vom Hersteller festgelegten Schleifenwiderstand je Meter. Für Systeme mit Strömen bis zu $I_0 = 3$ A darf alternativ ein L/R -Verhältnis von 30 µH/Ω verwendet werden.

Wo ein FISCO-System angewendet wird, müssen die Anforderungen an die Kabelkennwerte mit Anhang G übereinstimmen.

9.4 Leitende Schirme

Wo der Schutz vor der Verbindung von getrennten eigensicheren Stromkreisen durch leitende Schirme sichergestellt wird, muss der Bedeckungsgrad der Schirme mindestens 60 % der Oberfläche entlang der gesamten Länge des Kabels betragen.

9.5 Typen von multi-Stromkreis Kabeln

9.5.1 Allgemeines

In einem eigensicheren System müssen multi-Stromkreis Kabel zur Ermittlung der anzunehmenden Fehler und zur Bewertung der Sicherheit der Verkabelung des eigensicheren Systems als Typ A, Typ B oder Typ C eingestuft werden. Die Kabeltypen sind in 9.5.2, 9.5.3 und 9.5.4 festgelegt.

9.5.2 Kabel vom Typ A

Ein multi-Stromkreis Kabel, das eine leitende Schirmung besitzt, welche den individuellen Schutz nach 9.4 für getrennte eigensichere Stromkreise bietet.

9.5.3 Kabel vom Typ B

Ein multi-Stromkreis Kabel, das starr verlegt und durch die Installation gegen Beschädigung geschützt ist und keine Stromkreise führt, deren Spannung U_0 den Maximalwert von 60 V überschreitet.

9.5.4 Kabel vom Typ C

Ein multi-Stromkreis Kabel, das nicht Typ A oder Typ B entspricht.

10 Gehäuse

Gehäuse, in denen getrennte eigensichere Stromkreise angeschlossen werden, wie z.B. Klemmenkästen, müssen die Trennabstände für externe Anschlussteile einhalten und die zutreffenden Anforderungen an Gehäuse von IEC 60079-11 erfüllen.

11 Erdung und Potentialausgleich eigensicherer Systeme

Im Dokument der Systembeschreibung sollte eindeutig angegeben werden, welcher Punkt oder welche Punkte des Systems für den Anschluss an die Erdung der Anlage vorgesehen ist/sind und welche speziellen Anforderungen an einen derartigen Anschluss bestehen.

Die Verwendung von Überspannungsschutzeinrichtungen, die den Stromkreis und das Bauwerk über nicht-lineare Bauelemente, wie Gasentladungsröhren und Halbleiterbauelemente, verbinden, wird nicht als Beeinträchtigung für die Eigensicherheit eines Stromkreises angesehen, vorausgesetzt, dass der Strom durch das Bauelement im bestimmungsgemäßen Betrieb kleiner als 10 μA ist.

ANMERKUNG Bei der Durchführung einer Isolationsprüfung mit 500 V kann es notwendig sein, die Überspannungsschutzeinrichtungen abzutrennen, damit sie die Messungen nicht ungültig machen.

Eigensichere Systeme, in denen Überspannungsschutzverfahren angewendet werden, müssen durch eine ausreichend dokumentierte Untersuchung der Auswirkung von indirekter Mehrfacherdung gestützt werden, wobei die oben dargelegten Kriterien zu berücksichtigen sind. Die Kapazität und Induktivität der Überspannungsschutzeinrichtungen müssen bei der Bewertung eines eigensicheren Systems Berücksichtigung finden.

12 Beurteilung eines eigensicheren Systems

12.1 Allgemeines

Die Konformität eines eigensicheren Systems muss durch folgende Betrachtungen nachgewiesen werden:

- a) Eignung der einzelnen Betriebsmittel für den explosionsgefährdeten Bereich nach den Installationsanforderungen z.B. **IEC 60079-14**;
- b) Eignung der einzelnen Betriebsmittel für den Umgebungstemperaturbereich
- c) Vergleich der Eingangs- und Ausgangscharakteristik und der Kennwerte der separat beurteilten Betriebsmittel;

ANMERKUNG 1 Mitunter ist die Sicherheit eines Feldgeräts vollständig durch die alleinige Angabe eines der Kennwerte festgelegt. In solchen Fällen sind die nicht angegebenen Kennwerte nicht relevant.

- d) Kabelkennwerte der Verbindungsverkabelung;
- e) Fehler der Kabel;
- f) Eignung und Einfluss von einfachen Betriebsmitteln;
- g) Trennungen von Anschluss- und Verbindungsteilen; und
- h) Erdung und Potentialausgleich.

Wo alle erforderlichen Informationen verfügbar sind, ist es zulässig, auch wenn Betriebsmittel nach **IEC 60079-11** verwendet werden, die Fehlerzählung auf das System als Ganzes anzuwenden. Dies ist eine Alternativlösung zu dem üblicheren direkten Vergleich der Eingangs- und Ausgangskennwerte gesondert analysierter oder geprüfter Betriebsmittel.

Für das Schutzniveau "ic" müssen Fehler von Kabeln nur bei Verwendung von Kabeln des Typ C berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 2 Obwohl bekannt ist, dass die Anwendung von Fehlern auf das Gesamtsystem weniger streng ist als die Anwendung von Fehlern auf jedes einzelne Betriebsmittel; wird dennoch angenommen, dass damit ein annehmbares Sicherheitsniveau erreicht wird.

12.2 Systeme, die nur nach **IEC 60079-11** bescheinigte Betriebsmittel enthalten

Enthält ein System ausschließlich analysierte oder geprüfte Betriebsmittel nach **IEC 60079-11**, muss die Verträglichkeit aller im System vorhandenen Betriebsmittel nachgewiesen werden. Fehler innerhalb der

Betriebsmittel wurden bereits betrachtet, weshalb eine weitere Berücksichtigung dieser Fehler nicht erforderlich ist.

12.3 Systeme, die nicht separat nach IEC 60079-11 beurteilte Betriebsmittel enthalten

Enthält ein System Betriebsmittel, die nicht entsprechend IEC 60079-11 beurteilt wurden, dann muss dieses System vollständig, wie ein Betriebsmittel bewertet werden. Siehe Anhang F zur Information über einfache Betriebsmittel.

12.4 Systeme, die eine einzelne Energiequelle enthalten

Enthält ein System eine einzelne Energiequelle, berücksichtigen die Ausgangskennwerte dieser Energiequelle Unterbrechung, Kurzschluss und Erdung der externen Verbindungskabel. Folglich brauchen diese Fehler nicht weiter berücksichtigt zu werden.

Soweit angegeben müssen die Kennwerte U_i , I_i und P_i jedes Betriebsmittels in einem System größer oder gleich den entsprechenden Werten von U_o , I_o , und P_o der Energiequelle sein.

ANMERKUNG Anhang A enthält weitere Einzelheiten zur Analyse solcher einfachen Stromkreise.

12.5 Systeme, die mehr als eine Energiequelle enthalten

12.5.1 Allgemeines

Wenn ein System mehr als eine lineare Energiequelle enthält, muss für die zusammengeschalteten Energiequellen unter Normal- und Fehlerbedingungen eine Beurteilung von folgendem durchgeführt werden:

- a) maximale Leerlaufspannung, U_o ;
- b) maximaler Kurzschlussstrom, I_o ; und
- c) maximale Dauerausgangsleistung, P_o .

ANMERKUNG 1 Diese Kennwerte können unterschiedliche Fehlerbedingungen erfordern

In der obigen Beurteilung muss Anhand der Art der Verbindungen ermittelt werden, ob es unter Normal- oder unter Fehlerbedingungen nötig ist, die Summe der Spannungen, den Summenstrom oder die Summen von Strom und Spannung zu berücksichtigen.

Im Anschluss an die obige Herleitung müssen die folgenden Kennwerte für die zusammengeschalteten Energiequellen ermittelt werden:

- i) maximale Kapazität, C_o ; und, entweder
- ii) maximale Induktivität, L_o ; oder
- iii) maximales L/R Verhältnis von Induktivität zu Widerstand der angeschlossenen Kabel.

Prüftechnische Nachweise müssen unter Verwendung des Funkenprüfgerätes in Übereinstimmung mit IEC 60079-11, unter Berücksichtigung des Sicherheitsfaktors für die zusammengeschalteten Betriebsmittel, ausgeführt werden.

Die Werte U_i , I_i und P_i jedes Betriebsmittels in einem System müssen größer oder gleich mit den entsprechenden oben ermittelten Werten U_o , I_o , und P_o sein.

ANMERKUNG 2 Anhang B zeigt wie die Analyse für die am häufigsten auftretenden Kombinationen durchgeführt werden kann. Alternativ gibt IEC 60079-14 eine vereinfachte Beurteilungsmöglichkeit an, die für Stromkreise der Gruppe II mit dem Schutzniveau „ib“ anwendbar ist, wobei die Energiequellen zugehörige Betriebsmittel sind. Die Analyse kann auch die Prüfung mit dem Funkenprüfgerät nach IEC 60079-11 umfassen.

12.5.2 Systeme die Energiequellen mit linearer und solche mit nicht-linearer Kennlinie enthalten

Die Beurteilung von eigensicheren Systemen mit mehr als einer Energiequelle, von denen eine oder mehrere nichtlinear sind, muss von einer Person mit ausreichender Sachkenntnis und Wissen über die Auslegung und die Sicherheit von nichtlinearen eigensicheren Energiequellen ausgeführt werden. Diese Beurteilung kann nicht allein auf Basis der Leerlaufspannung und des Kurzschlussstromes erreicht werden.

Jegliche Bedingungen bezüglich solcher Systeme müssen in dem Dokument der Systembeschreibung eindeutig angegeben werden.

Enthält ein eigensicheres System mehr als eine Energiequelle und eine oder mehrere dieser Energiequellen sind nichtlinear, kann das Bewertungsverfahren nach [Anhang B](#) nicht angewendet werden. [Anhang C](#) beschreibt, wie die Systemanalyse durchgeführt werden kann, wenn die Kombination eine einzelne nichtlineare Energiequelle enthält.

[Bild 1](#) zeigt die Prinzipien der Systemanalyse.

Wenn die Energiequellen unterschiedliche Ausgangsspannungen aufweisen, müssen jegliche zusätzliche Verlustleistungen in den Begrenzungsschaltungen berücksichtigt werden.

Der kombinierte L_o/R_o -Wert kann für nicht lineare Energiequellen experimentell bestimmt werden, indem für mehrere diskrete Werte von L_o und R_o die Prüfungen mit dem Funkenprüfgerät nach [IEC 60079-11](#) durchgeführt werden, wobei die Werte von R_o im Bereich von nahe dem Kurzschluss (maximaler I_o) bis nahe zur Unterbrechung (I_o fast null) angewandt werden und so eine Tendenz festgestellt wird, die sicherstellt, dass der L_o/R_o -Wert die Prüfungen mit dem Funkenprüfgerät besteht.

ANMERKUNG 1 [Anhang C](#) bietet weitere Hinweise, einschließlich einer Beurteilungsmethode die für Systeme mit nicht mehr als einer nicht lineare Energiequelle, keine Prüfungen mit dem Funkenprüfgerät erfordert.

Wo ein System mit mehreren Energiequellen nur eine Energiequelle mit gesteuerten Halbleitern zur Spannungs- oder Strombegrenzung beinhaltet und diese Energiequelle nach [IEC 60079-11](#) beurteilt wurde, ist die Beurteilung von Übergangsvorgängen dieser Energiequelle bereits erfolgt und bedarf keiner weiteren Berücksichtigung.

Wenn sämtliche notwendige Informationen vorhanden sind, die eine Beurteilung erlauben, ist es zulässig, dass ein System mehr als eine Energiequelle mit gesteuerten Halbleitern zur Spannungs- oder Strombegrenzung enthält. In diesem Fall muss das gesamte System nach [IEC 60079-11](#) beurteilt werden, als wäre es ein Betriebsmittel.

ANMERKUNG 2 Es ist nicht anzunehmen, dass obiges ohne den Zugriff auf die vollständigen Konstruktionszeichnungen der nicht linearen Quelle erstellt werden kann.

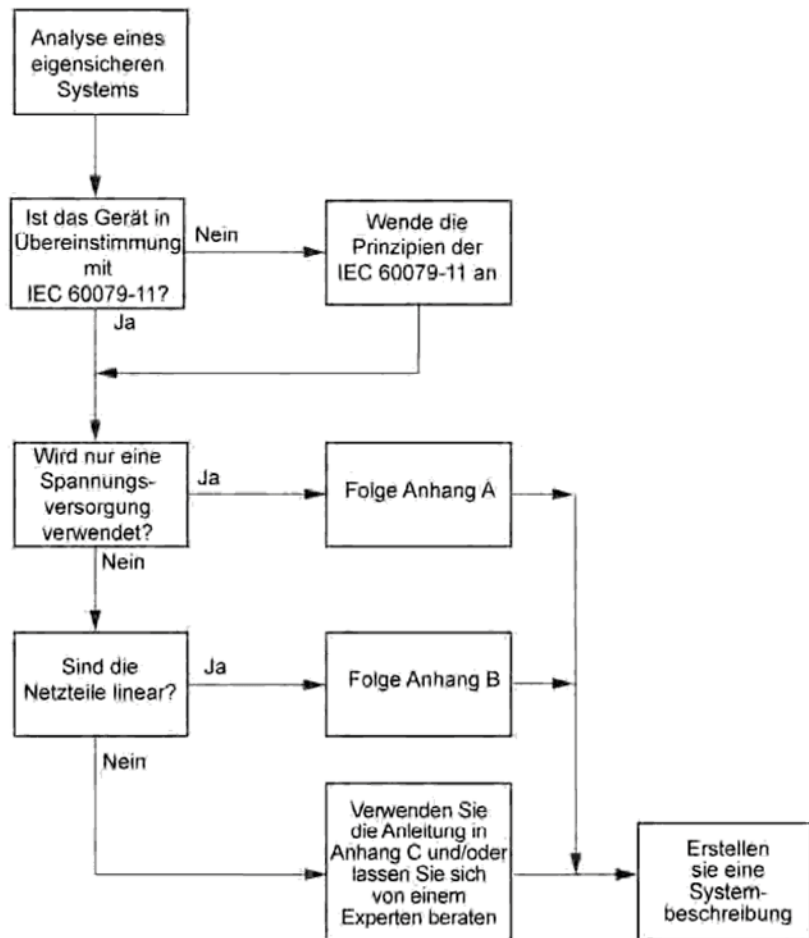


Bild 1 – Systemanalyse

12.6 Einfache Betriebsmittel

Einfache Betriebsmittel, die in einem eigensicheren System verwendet werden, müssen mit den Anforderungen für einfache Betriebsmittel der **IEC 60079-11** übereinstimmen und im Dokument der Systembeschreibung als einfache Betriebsmittel kenntlich gemacht werden.

12.7 Bewertung von Kapazität, Induktivität und Kabel L/R

12.7.1 Allgemeines

Die Summe aller C_i und C_c Werte muss kleiner oder gleich zum C_o Wert sein

Die Summe aller L_i und L_c Werte muss kleiner oder gleich zum L_o Wert sein. Alternativ kann der L_o Wert unberücksichtigt bleiben, wenn das L_o/R_o Verhältnis der Energiequelle größer als L_c/R_c ist.

Die Werte von C_o und L_o könnten nach 12.7.4 eine Nachberechnung erfordern. Der Wert von L_o/R_o könnte nach 12.7.5 eine Nachberechnung erfordern.

12.7.2 Nicht angegebene Kennwerte

Wenn die Angabe der eigensicheren Kennwerte eines der Betriebsmittel keinen C_i Wert enthält, darf für C_i der Wert Null angenommen werden.

Wenn die Angabe der eigensicheren Kennwerte eines der Betriebsmittel keinen L_i Wert enthält, darf für L_i der Wert Null angenommen werden.

12.7.3 Anpassung der Kennwerte an das Schutzniveau

Wenn Geräte des Schutzniveaus „ia“ oder „ib“ in einem System eingesetzt werden, dass ein Schutzniveau von „ic“ erfordert, kann die Änderung des Sicherheitsfaktors von 1,5 auf 1,0 konservativ durch Multiplikation der eigensicheren Ausgangswerte C_o , L_o und L_o/R_o mit dem Faktor 2 erfolgen.

12.7.4 Auswirkung der Kombination von konzentrierter Kapazität und Induktivität

Wenn das gesamte C_i aller Betriebsmittel 1% vom C_o Wert des Stromkreises überschreitet und auch das gesamte L_i aller Betriebsmittel 1% vom L_o Wert des Stromkreises überschreitet, müssen die zulässigen C_o und L_o Werte für den Stromkreis nach einer der folgenden Methoden bestimmt werden:

- a) Reduktion der beiden Werte auf die Hälfte, wobei der C_o Wert für den Stromkreis zusätzlich auf einen Maximalwert von 1 μ F für die Gruppen I, IIA, IIB und III, und auf 600 nF für Gruppe IIC begrenzt ist.

Wenn ein System von einer einzelnen Energiequelle versorgt wird, für die zulässige Wertepaare von C_o plus L_o angegeben sind, dürfen diese Werte nicht von der Summe aller C_i plus C_c und der Summe aller L_i plus L_c im System überschritten werden.

- b) Prüfung der Kombination mit dem Funkenprüfgerät nach IEC 606079-11
- c) Anwendung der Kurven in C.7

ANMERKUNG Wenn ein System sowohl konzentrierte Kapazitäten als auch konzentrierte Induktivitäten enthält, kann deren Wechselwirkung das Risiko einer Funkenzündung erhöhen. Diese Bedenken sind auf feste Induktivitäten und Kapazitäten begrenzt und betreffen nicht die verteilten Kabelkennwerte.

12.7.5 Bestimmung des L/R Wertes

Die Verwendung des L/R Kennwertes ist nur zulässig, wenn die Summe aller C_i Werte der Betriebsmittel geringer oder gleich 1% des C_o Werte ist.

Wenn die Summe aller L_i Werte der Betriebsmittel geringer oder gleich 1% des L_o Werte ist, darf für den zulässige L_c/R_c Wert des Kabels angenommen werden, dass dieser dem L_o/R_o Verhältnis der Energiequelle(n) entspricht.

Wenn die Summe aller L_i Werte der Betriebsmittel größer als 1% des Wertes ist, das System von einer einzelnen linearen Energiequelle versorgt wird und das Betriebsmittel auf Grund seiner Dokumentation oder seiner Konstruktion eine klar definierte Induktivität und einen klar definierten Widerstand enthält, kann die Vorgehensweise nach [Anhang D](#) zur Bestimmung des anwendbaren L_c/R_c Verhältnisses oder zur Vergrößerung der zulässigen Kabelinduktivität L_c , herangezogen werden.

Wenn bei Systemen mit mehr als einer Energiequelle die Summe aller L_i Werte der Betriebsmittel den Wert von 1% des L_o Wertes der zusammengeschalteten Energiequellen überschreitet, kann kein L_o/R_o Verhältnis bestimmt werden und das Kabel muss mit dem L_c Grenzwert übereinstimmen.

Wenn ein System mit einer einzelnen linearen Energiequelle und auf Grund seiner Dokumentation oder seiner Konstruktion eine klar definierte Induktivität und einen klar definierten Widerstand enthält, muss die Sicherheit des Systems hinsichtlich der induktiven Aspekte durch die in [Anhang D](#) festgelegte Vorgehensweise bestätigt werden.

12.8 Fehler in multi-Stromkreis Kabeln

In Abhängigkeit von den in 9.5 definierten Kabeltypen, die in eigensicheren Systemen verwendet werden, ist folgendes zu berücksichtigen:

- Bei Typ A und Typ B Kabeln müssen keine Fehler zwischen den Stromkreisen berücksichtigt werden; und
- Bei Typ C Kabeln, müssen die Auswirkungen auf die Anforderungen der IEC 60079-11 bezüglich der Funkenzündung und der thermischen Zündung, unter Berücksichtigung von bis zu zwei Kurzschlüssen zwischen den Leitern und gleichzeitig bis zu vier Unterbrechungen der Leiter, welche zu den ungünstigsten Bedingungen führen, betrachtet werden.

12.9 Überprüfungen und Typprüfungen

Wenn es erforderlich ist, Überprüfungen und/oder Typprüfungen vorzunehmen, um zu ermitteln, ob ein System eigensicher ist, müssen die in IEC 60079-11 festgelegten Verfahren angewandt werden.

13 Vordefinierte Systeme

Ein System kann mit all seinen einzelnen Geräten bereits im Voraus so definiert und bewertet werden, dass das Zusammenwirken der einzelnen Geräte und Kabel hinreichend gut bekannt ist. In solchen Fällen können die Bewertungsanforderungen der vorliegenden Norm vereinfacht werden. Ein solches vordefiniertes System ist das FISCO-System. Die Bewertung eines FISCO-Systems wird in Anhang G dargelegt.

ANMERKUNG Ein anderes Beispiel für ein vordefiniertes System ist das eigensichere 2-draht Ethernet System (2-WISE), das als IEC TS 60079-47 erarbeitet wird.

Anhang A (informativ)

Bewertung eines einfachen eigensicheren Systems

Die Mehrheit der eigensicheren Systeme sind einfache Systeme, die eine einzige Energiequelle in zugehörigen Betriebsmitteln enthalten, die mit einem einzigen eigensicheren Feldgerät verbunden sind. Dieses Dokument verwendet die in [Anhang E](#) gezeigte Kombination des Temperatur-Messumformers und der eigensicheren Schnittstelle, um das Analysenverfahren zu veranschaulichen.

Im ersten Schritt sind die Sicherheitskennwerte der beiden Betriebsmittel im Stromkreis festzustellen. Diese Kennwerte lassen sich aus einer Kopie der Bescheinigung, der Betriebsanleitung oder der Kontrollzeichnung herleiten, die dem Systemplaner zur Verfügung stehen sollte. Bei der Systemauslegung sollten besonders die besonderen Bedingungen für die sichere Anwendung berücksichtigt werden. Welche Informationen in das Dokument der Systembeschreibung übertragen werden, wird von der Notwendigkeit einer eindeutig zu begründenden Systemanalyse bestimmt und dadurch, dass es relativ einfach sein sollte, die spezielle Installationszeichnung aus dieser Referenzzeichnung zu erstellen.

Die Kompatibilität der beiden Betriebsmittel wird durch den Vergleich der Kennwerte jedes Betriebsmittels festgestellt. Die Reigenfolge ist gewöhnlich folgende:

- Vergleichen der Gerätegruppen. Wenn sie sich unterscheiden, übernimmt das System die am wenigsten empfindliche Gruppeneinteilung. Gehört beispielsweise ein Betriebsmittel zur Gerätegruppe IIC und das andere zur Gerätegruppe IIB, dann wird das System der Gerätegruppe IIB zugeordnet. Bei einer als IIC beurteilten Energiequelle ist es üblich, dass sie zulässige Ausgangskennwerte (L_o , C_o und L_o/R_o) auch für Gerätegruppen IIB und IIA hat. Werden diese höheren Werte eingesetzt, dann bestimmen die verwendeten Kennwerte die Gerätegruppe des Systems.
- Vergleichen der Schutzniveaus. Wenn sie sich unterscheiden, übernimmt das System das niedrigste Schutzniveau. Hat beispielsweise das eine Betriebsmittel das Schutzniveau „ia“ und das andere das Schutzniveau „ib“, dann wird dem System das Schutzniveau „ib“ zugeordnet. Eine Energiequelle, die mit „ib“ beurteilt ist, kann auch über unterschiedliche Ausgangskennwerte für den Einsatz in „ic“-Stromkreisen verfügen. Wenn diese Werte bei der Systemplanung zum Einsatz kommen, erhält das System das Schutzniveau „ic“.
- Bestimmen der Temperaturklasseneinteilung der im Gefahrenbereich montierten eigensicheren Betriebsmittel. Betriebsmittel können für verschiedene Anwendungsbedingungen unterschiedliche Temperaturklasseneinteilungen haben (gewöhnlich abhängig von der Umgebungstemperatur oder I_i , U_i und P_i), und die maßgebliche sollte ausgewählt und festgehalten werden. Dabei ist ferner zu beachten, dass die Temperaturklasseneinteilung für das Betriebsmittel festgelegt wird und nicht für das System.
- Der zulässige Umgebungstemperaturbereich jedes Betriebsmittels sollte festgehalten werden.
- Vergleichen der Ausgangskennwerte Spannung (U_o), Strom (I_o) und Leistung (P_o) der Energiequelle mit den Eingangskennwerten (U_i , I_i und P_i) des Feldgerätes. Die Ausgangskennwerte sollten die entsprechenden Eingangskennwerte nicht überschreiten. Gelegentlich wird die Sicherheit des Feldgerätes vollständig von nur einem dieser Kennwerte bestimmt. Unter diesen Umständen sind die nicht festgelegten Kennwerte irrelevant.
- Bestimmen der zulässigen Kabelkennwerte nach [12.7](#).
- Beurteilung der Eignung der Isolierung gegen Erde oder ob die Anforderungen an die Erdung des Systems erfüllt sind.

Wenn alle die Anforderungen erfüllt sind, wurde die Kompatibilität der beiden eigensicheren Betriebsmittel festgestellt. Eine geeignete Form der Aufzeichnung der Analyseergebnisse ist die Erstellung einer Tabelle. Das folgende Beispiel (siehe [Tabelle A.1](#)) benutzt die Werte aus der typischen Systemzeichnung (siehe [Bild E.1](#)) und vergleicht die eigensichere Schnittstelle und den Temperatur-Messumformer.

Tabelle A.1 – Analyse eines einfachen eigensicheren Systems

Schrittfolge	Objekt	Eigensichere Schnittstelle	Temperatur-Messumformer	System
a)	Betriebsmittel der Gruppe	IIC	IIC	IIC
b)	Schutzniveau	ia	ia	ia
c)	Temperaturklasseneinteilung	nicht anwendbar	T4	
d)	Umgebungstemperatur	–20 °C bis +60 °C	–40 °C bis +80 °C	
e)	Kennwertevergleich			
	Spannung	U_0 : 28 V	U_i : 30 V	✓
	Strom	I_0 : 93 mA	I_i : 120 mA	✓
	Leistung	P_0 : 650 mW	P_i : 1 W	✓
f)	Kabelkennwerte			
	Kapazität	C_0 : 83 nF	C_i : 3 nF	C_c : 80 nF
	Induktivität	L_0 : 4,2 mH	L_i : 10 µH	L_c : 4,19 mH
	L/R -Verhältnis	L_0/R_0 : 54 µH/Ω		L_c/R_c : 54 µH/Ω
g)	Isolierung gegen Erde	isoliert	isoliert	isoliert

Anhang B (informativ)

Bewertung von Stromkreisen mit mehr als einer Energiequelle

Diese Analyse ist nur anwendbar, wenn die betrachteten Energiequellen einen widerstandsbegrenzten linearen Ausgang haben. Sie gilt nicht für Energiequellen, die andere Arten der Strombegrenzung anwenden.

Das in IEC 60079-14 enthaltene vereinfachte Verfahren zur Bestimmung der höchsten Systemspannungen und -ströme in eigensicheren Stromkreisen mit mehr als einem zugehörigen Betriebsmittel mit linearen Strom-/Spannungskennlinien liefert konservative Ergebnisse, die eine betriebssichere Installation sicherstellen und als Alternative zu diesem Anhang angewendet werden können.

Sofern mehr als eine Energiequelle vorhanden ist und die Verbindungen unter überwachten Bedingungen so ausgeführt werden, dass eine ausreichende Trennung und mechanische Stabilität nach IEC 60079-11 gegeben ist, dann werden die Verbindungen als störanfällig im Hinblick auf Öffnung oder Kurzschluss angesehen, aber eine Umpolung der Verbindung oder eine Änderung von Reihen- in Parallelschaltung oder Parallel- in Reihenschaltung wird nicht angenommen. Verbindungen innerhalb eines Baugruppenträgers oder Bedienpultes, das an einem Standort mit ausreichender Qualitätsüberwachung und geeigneten Prüfmöglichkeiten aufgebaut wurde, sind ein Beispiel für den erforderlichen Integritätsgrad.

In Bild B.1 ist eine übliche Reihenschaltung dargestellt. Diese Reihenanzordnung ergibt eine Leerlaufspannung U_o aus $U_1 + U_2$, wobei die Möglichkeit des Auftretens einer Spannung $U_1 - U_2$ nicht berücksichtigt wird. Bei der Betrachtung der Sicherheit des Systems werden drei Spannungen U_1 , U_2 und $U_o = U_1 + U_2$ zusammen mit ihren entsprechenden Strömen I_1 und I_2 sowie dem kombinierten Strom

$$I_o = \frac{U_1 + U_2}{R_1 + R_2} \text{ berücksichtigt.}$$

Jeder der drei Ersatzstromkreise muss hinsichtlich der Sicherheit unter Anwendung des in der Tabelle in IEC 60079-11 angegebenen zulässigen Kurzschlussstroms entsprechend der Spannung und der Gerätegruppe beurteilt werden. Für jeden Stromkreis müssen dann die Werte von L_o oder wahlweise L_o/R_o und C_o festgelegt und der ungünstigste Wert zusammen mit seinem entsprechenden Ersatzstromkreis verwendet werden.

Für Schutzniveau „ia“ und „ib“ muss bei der Bestimmung dieser Werte unter allen Umständen ein Sicherheitsfaktor von 1,5 eingesetzt werden. Für Schutzniveau „ic“ ist ein Sicherheitsfaktor von 1,0 ausreichend.

Wenn sich die beiden Spannungen addieren, bestimmt der kombinierte Stromkreis den Kapazitätswert. Die Induktivität und gegebenenfalls das L_o/R_o -Verhältnis werden jedoch durch den ungünstigsten der separaten Stromkreise, für sich allein und auch in ihrer Zusammenschaltung bestimmt. Die kleinste Induktivität stimmt nicht immer mit dem größten Strom im Stromkreis und das kleinste L_o/R_o -Verhältnis, falls angewandt, nicht mit der kleinsten Induktivität überein.

Es muss die angepasste Leistung bestimmt werden, die von jedem der Ersatzstromkreise zur Verfügung gestellt werden kann. Die angepasste Leistung der zusammengeschalteten Stromkreise ist nur dann die Summe der verfügbaren Leistung von jedem Stromkreis, wenn die Quellen den gleichen Ausgangsstrom haben.

Wenn die Energiequellen, wie in Bild B.2 dargestellt, parallel geschaltet sind, müssen die drei Ströme I_1 , I_2 und $I_o = I_1 + I_2$ mit ihren entsprechenden Spannungen U_1 , U_2 und

$$U_o = \frac{U_1 R_2 + U_2 R_1}{R_1 + R_2} \text{ berücksichtigt werden.}$$

Jeder der drei Ersatzstromkreise muss hinsichtlich der Sicherheit unter Anwendung des in der Tabelle in **IEC 60079-11** angegebenen zulässigen Kurzschlussstroms entsprechend der Spannung und der Gerätegruppe beurteilt werden. Die Werte von L_o oder wahlweise von L_o/R_o und C_o müssen für jeden Stromkreis festgelegt und der ungünstigste Wert zusammen mit seinem entsprechenden Ersatzstromkreis verwendet werden. Es muss auch die angepasste Leistung bestimmt werden, die von jedem der drei Ersatzstromkreise zur Verfügung steht. Die angepasste Leistung der zusammengefassten Stromkreise ist nur dann die Summe der verfügbaren Leistung von jedem Stromkreis, wenn die Quellen die gleiche Ausgangsspannung haben.

Wenn zwei Energiequellen mit demselben eigensicheren Stromkreis verbunden sind und deren Zusammenschaltung nicht durch zuverlässige Verbindungen klar definiert ist, wie in **Bild B.3** dargestellt, muss die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass die Energiequellen sowohl in Reihe als auch parallel geschaltet sein könnten. Unter diesen Umständen müssen alle möglichen Ersatzstromkreise bewertet werden, indem beide angegebenen Verfahren befolgt werden. Es müssen die ungünstigsten Ausgangskennwerte und Ersatzstromkreise bei der Bestimmung der Integrität des eigensicheren Systems verwendet werden.

Das Betriebsmittel kann eine Energiequelle beinhalten, wodurch es Ausgangskennwerte aufweist, zum Beispiel aus eingebauten Batterien. Wenn dies der Fall ist, muss die Analyse des Systems die Kombination dieser Energiequelle mit jeder Energiequelle der zugehörigen Betriebsmittel einschließen. Eine derartige Analyse muss wegen möglicher Fehler der Feldverdrahtung auch die Umpolung der Verbindungen berücksichtigen.

Nachdem die repräsentativen Ersatzstromkreise bestimmt wurden, können diese Stromkreise verwendet werden, als wenn nur eine einzelne Energiequelle vorhanden wäre, und es kann das bereits in **Anhang A** erläuterte Verfahren angewendet werden, um festzustellen, ob das System in seiner Gesamtheit ausreichend sicher ist.

Werden zwei oder mehrere Energiequellen mit unterschiedlichen Ausgangsspannungen miteinander verbunden, kann der sich ergebende Stromfluss zusätzliche Verluste in den Begrenzungsschaltungen verursachen. Wenn die Stromkreise eine übliche Widerstandsstrombegrenzung haben, werden die zusätzlichen Verluste nicht als Beeinträchtigung der Eigensicherheit angesehen.

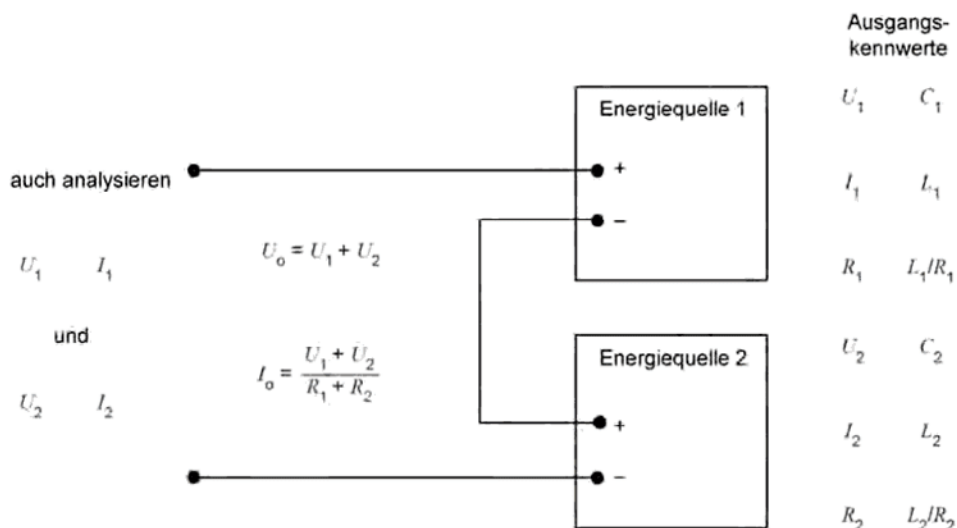


Bild B.1 – In Reihe geschaltete Energiequellen

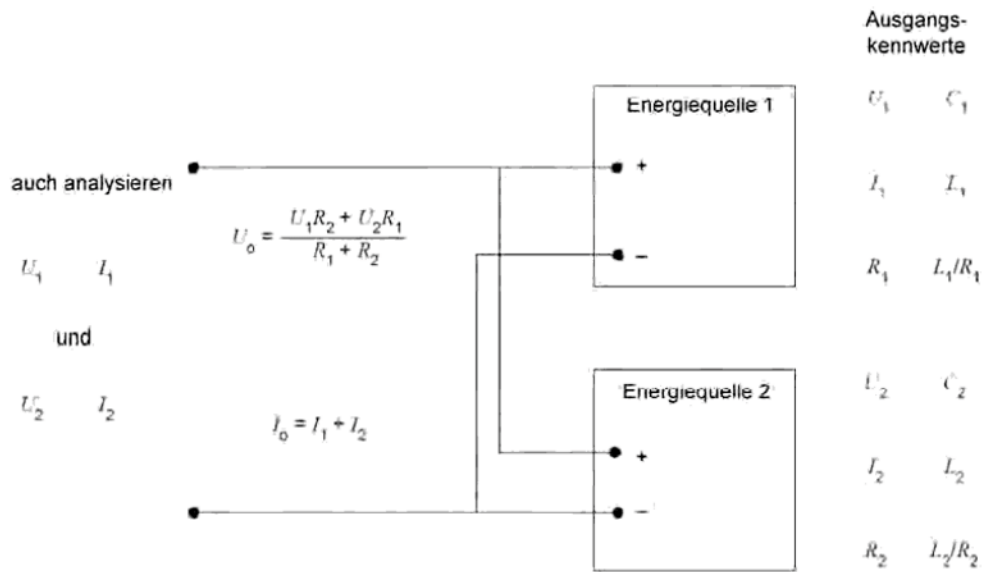
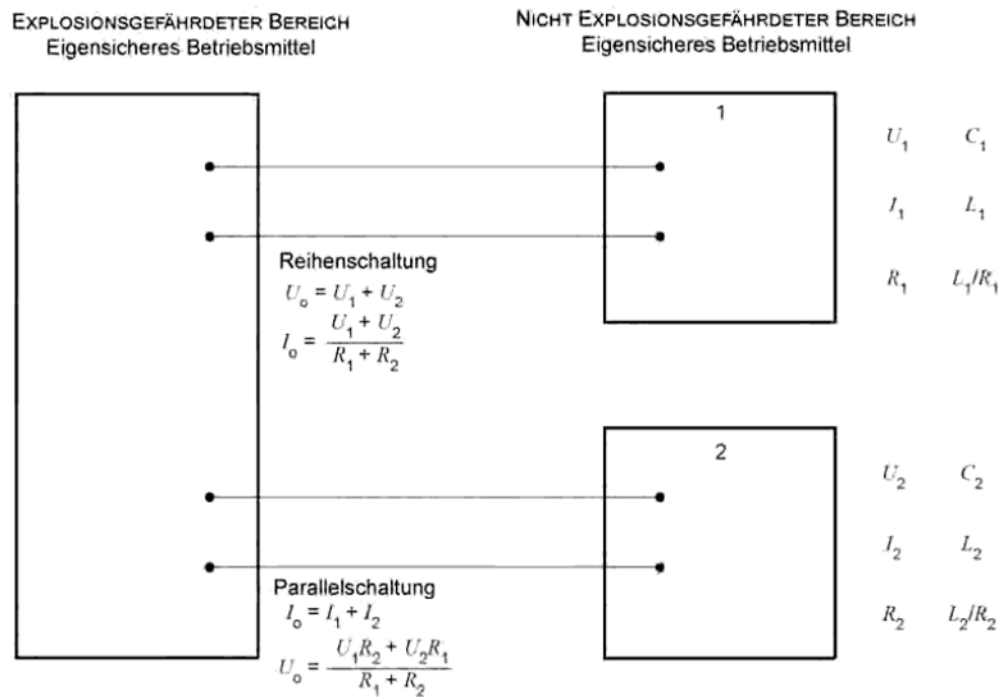


Bild B.2 – Parallel geschaltete Energiequellen



Legende

- 1 Energiequelle 1
- 2 Energiequelle 2

Bild B.3 – Undefiniert zusammengeschaltete Energiequellen

Anhang C (informativ)

Zusammenschaltung nichtlinearer und linearer eigensicherer Stromkreise

C.1 Allgemeines

Dieser Anhang gibt zusätzliche Hinweise zur Beurteilung eigensicherer Systeme, die sowohl lineare wie auch nicht-lineare Stromkreise enthalten. Er umfasst eine Mittel zur Beurteilung der Sicherheit. Das hier vorgestellte Verfahren ist für die Zone 1 und die Gerätegruppen IIC und IIB anwendbar, ohne Funkenprüfungen zu erfordern.

C.2 Beurteilung der Ausgangscharakteristik der Energiequelle

Der erste Schritt ist die Ermittlung der typischen Strom/Spannungskennlinie des Ausgangs jeder der Energiequellen unter den in der **IEC 60079-11** festgelegten Fehlerbedingungen. Diese können wesentlich von der funktionalen Charakteristik abweichen.

Energiequellen fallen normalerweise in eine der drei Typen von Ausgangstromkreisen:

a) Lineare Kennlinie

Widerstandsbegrenzter Ausgang mit linearer Kennlinie wie in Bild C.1a). Hier gilt:

$$P_{\max} = 0,25 U_0 \times I_0$$

b) Trapezförmige Kennlinie

Trapezförmige Ausgangskennlinie wie in Bild C.1b), die im Normalfall eine Spannungsbegrenzung im Ausgang enthält. Die Quelle mit trapezförmiger Kennlinie (Bild C.1b)) besteht aus einer Spannungsquelle, einem Widerstand und weiteren Bauelementen zur Spannungsbegrenzung an den Ausgangsklemmen (zum Beispiel: Zener Dioden oder eine Klemmschaltung). Hier gilt:

$$P_{\max} = 0,25 U_Q \times I_0 \quad (\text{für } U_0 > 0,5 \times U_Q), \text{ oder}$$

$$P_{\max} = U_0 \times (U_Q - U_0) / R \quad (\text{für } U_0 \leq 0,5 \times U_Q)$$

c) Rechteckförmige Kennlinie

Rechteckförmige Ausgangskennlinie wie in Bild C.1c), die normalerweise eine Strombegrenzung mit steuerbaren Halbleitern beinhaltet.

Hier gilt:

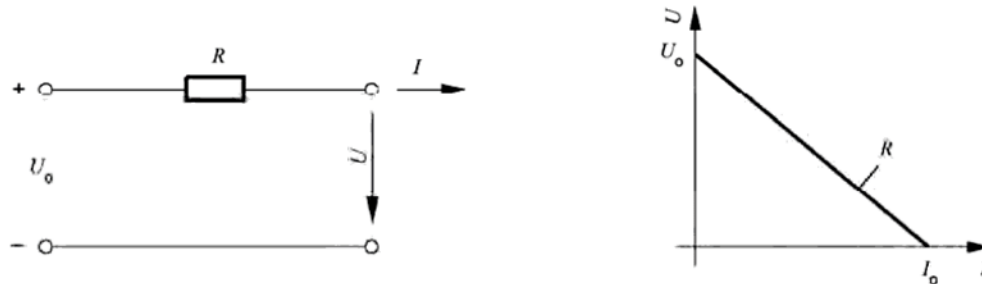
$$P_{\max} = U_0 \times I_0$$

In der Praxis können die Ausgangscharakteristiken komplexer sein. So weist z. B. eine Batterie mit einem externen Strombegrenzungswiderstand keinen konstanten Innenwiderstand auf und die Quellenspannung ändert sich in Abhängigkeit vom Ladezustand. Um die Beurteilung zu vereinfachen, werden diese durch deren nächstliegende Ersatzschaltung vertreten, die nicht weniger zündfähig sein darf als der konkret vorliegende Stromkreis. Im oben aufgeführten Beispiel einer Batterie wäre dies eine lineare Quelle (Bild C.1a)) mit der maximalen Leerlaufspannung als U_0 (z.B. wie in **IEC 60079-0** für den Batterietyp festgelegt) und dem externen Strombegrenzungswiderstand R zu betrachten.

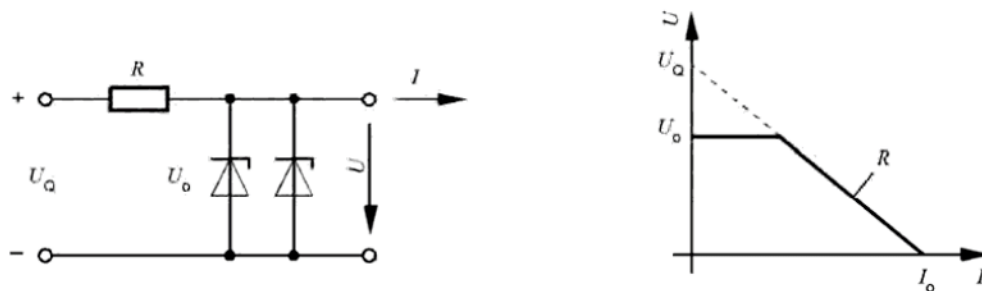
Die eindeutige Festlegung der Ausgangs-Strom/Spannungskennlinie der vereinfachten Stromkreise erfordert zwei oder drei Kennwerte, wie in **Tabelle C.1** dargestellt.

Tabelle C.1 – Erforderliche Kennwerte zur Beschreibung der Ausgangskennlinie

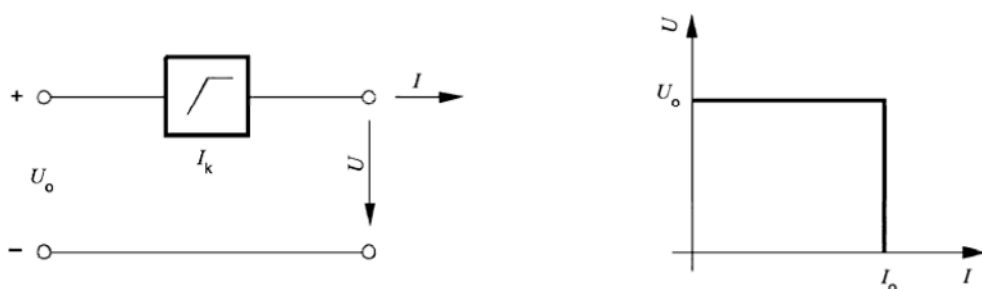
Kennlinie	Erforderliche Kennwerte
Linear, Bild C.1a)	U_o , I_o oder U_o , R
Trapezförmig, Bild C.1b)	U_o , U_Q , R oder U_o , R , I_o oder U_o , U_Q , I_o
Rechteckförmig, Bild C.1c)	U_o , I_o



a) Lineare Kennlinie



b) Trapezförmige Kennlinie



c) Rechteckförmige Kennlinie

Bild C.1 – Ersatzschaltung und Ausgangskennlinie von Widerstandsschaltungen

Zum Zwecke der Beurteilung sind U_o und I_o die Maximalwerte, die unter den in IEC 60079-11 festgelegten Fehlerbedingungen auftreten können. In den meisten Fällen werden diese im Zertifikat des Betriebsmittels, der Betriebsanleitung oder der Kontrollzeichnung angegeben sein. Die maximale Dauerausgangsleistung unter Fehlerbedingungen P_o , wird normalerweise ebenfalls angegeben. Falls im Zertifikat keine Werte angegeben sind, sollten die Werte vom Gerätehersteller eingeholt werden.

Aus den angegebenen Werten ist es häufig möglich Rückschlüsse auf die Art der Kennlinie ziehen, sowie auch den dritten Kennwert einer trapezförmigen Kennlinie zu berechnen.

Beispiel (Höchstwerte):

$$U_o = 12,5 \text{ V}$$

$$I_o = 0,1 \text{ A}$$

$$P_o = 313 \text{ mW}$$

Da P_o hier ein Viertel des Produktes aus Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom beträgt, kann geschlossen werden, dass es sich in diesem Beispiel um eine lineare Kennlinie (Bild C.1a)) handelt.

Beispiel (Höchstwerte):

$$U_o = 20,5 \text{ V}$$

$$I_o = 35 \text{ mA}$$

$$P_o = 718 \text{ mW}$$

Hier ergibt sich P_o als Produkt von Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom, demzufolge liegt also eine rechteckförmige Kennlinie vor (Bild C.1c)).

In bestimmten Fällen korrespondieren die Werte für die Leistung sowie für die Strom- und Spannungsangaben nicht, weil die Leistung für den statischen Fall (für die thermische Beurteilung) gilt, während die Strom- und Spannungswerte für das dynamische Verhalten (Beurteilung der Funkenzündung) angegeben sind. Es ist also im Zweifelsfall kritisch zu überprüfen, welche Kennlinie für die Zusammenschaltung, also für das Funkenzündverhalten zugrunde zu legen ist.

Im Falle einer trapezförmigen Kennlinie reichen die Angaben in der Prüfbescheinigung oft nicht aus, um die Kennlinie zu konstruieren, weil die dritte Größe, entweder U_Q oder R , fehlt (siehe [Tabelle C.1](#)).

Wenn R als die zusätzliche Größe angegeben ist, besteht die geringste Gefahr der Verwechslung, weshalb R im Allgemeinen in den Herstellerunterlagen angegeben wird. Die Kenngröße U_Q (Bild C.1b)) lässt sich dann aus $U_Q = I_o \times R$ ableiten.

In den meisten Fällen ist bei nichtlinearen Stromkreisen auch die Kennlinienform in den Herstellerunterlagen angegeben.

Ein Beispiel könnte wie folgt aussehen.

Höchstwerte (trapezförmige Kennlinie):

$$U_o = 13,7 \text{ V}$$

$$I_o = 105 \text{ mA}$$

$$R = 438 \text{ } \Omega$$

$$P_o = 1\,010 \text{ mW}$$

Die zugrunde liegende Kennlinie zeigt Bild C.2a); Bild C.2b) zeigt die sicherheitstechnische Ersatzschaltung.

Die Berechnung kommt wie folgt zustande:

$$U_Q = I_o \times R = 46 \text{ V und}$$

$$P_o = (U_Q - U_o) \times U_o / R = 1\,010 \text{ mW}$$

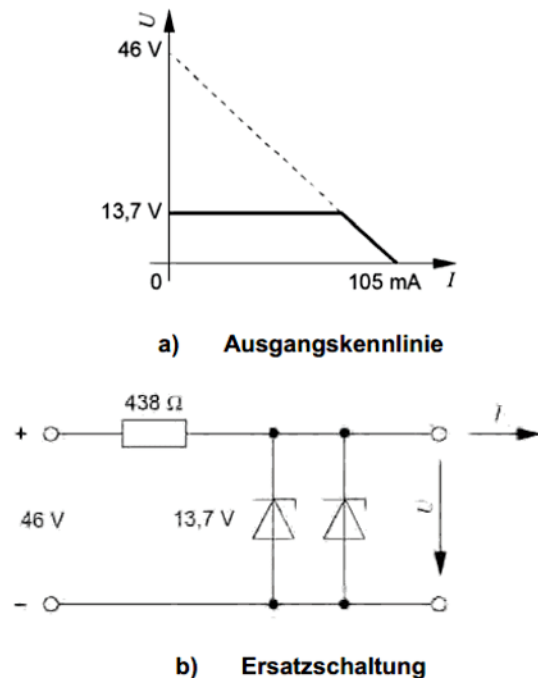


Bild C.2 – Ausgangskennlinie und Ersatzschaltung einer Quelle mit trapezförmiger Kennlinie

C.3 Beurteilung der möglichen Zusammenschaltungen und der sich ergebenden Ausgangskennlinien

Der nächste Schritt ist die Bestimmung der durch die Fehlerbedingungen dieser Norm möglichen Zusammenschaltungen.

Sind die zusammengeschalteten Quellen in Reihe geschaltet und nicht potentialgebunden, z. B. an Erde (Bild C.3a)), dann ist unabhängig von der Polarität der Quellen nur eine Spannungsaddition möglich. Die Summen-Ausgangskennlinie lässt sich zweckmäßiger Weise durch grafische Addition gewinnen, indem für jeden Stromwert die Spannungswerte der einzelnen Quellen addiert werden. Die strichpunktierte Kurve in Bild C.3 stellt jeweils die Summenkennlinie der einzelnen Fälle dar.

Die Werte der maximalen Leerlaufspannung U_0 , der einzelnen Quellen werden addiert und der Maximalwert der Kurzschlussströme I_0 , wird verwendet.

Bei der Reihenschaltung nach Bild C.3b), wo der gemeinsame Pol beider Spannungsquellen mit zum Verbraucher geführt wird, ist eine Stromaddition nur dann auszuschließen, wenn die Polarität beider Quellen in der hier vorgegebenen Richtung sicherheitstechnisch festliegt (z. B. bei bestimmten Sicherheitsbarrieren).

Bei Quellen, deren Polarität sich betriebsmäßig oder unter Fehlerbedingungen verändern kann, ist sowohl die Spannungs- als auch die Stromaddition in Betracht zu ziehen (siehe Bild C.3e)).

Bei der Parallelschaltung nach Bild C.3c) ist nur eine Stromaddition möglich, wenn bei zweipoligen Quellen jeweils zwei Anschlüsse miteinander verbunden werden. Eine Spannungsaddition ist in diesem Fall nicht möglich, und die Summenkennlinie wird durch grafische Addition der Einzelstromwerte erzeugt.

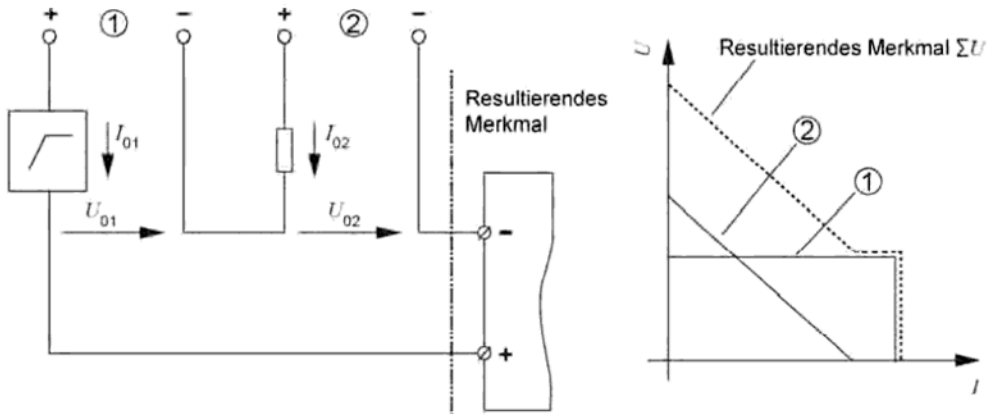
Die Kurzschlussströme werden addiert während der höchste Wert der Leerlaufspannungen in Betracht gezogen wird.

Wird von jeder Quelle nur ein Pol mit dem der anderen Quelle verbunden (Bild C.3d)), so ist eine Spannungsaddition nur dann auszuschließen, wenn die Polarität der Quellen, wie hier dargestellt, unter allen Umständen sicherheitstechnisch festliegt (z. B. bei Sicherheitsbarrieren). Andernfalls muss sowohl die Spannungs- als auch die Stromaddition berücksichtigt werden (siehe Bild C.3e)).

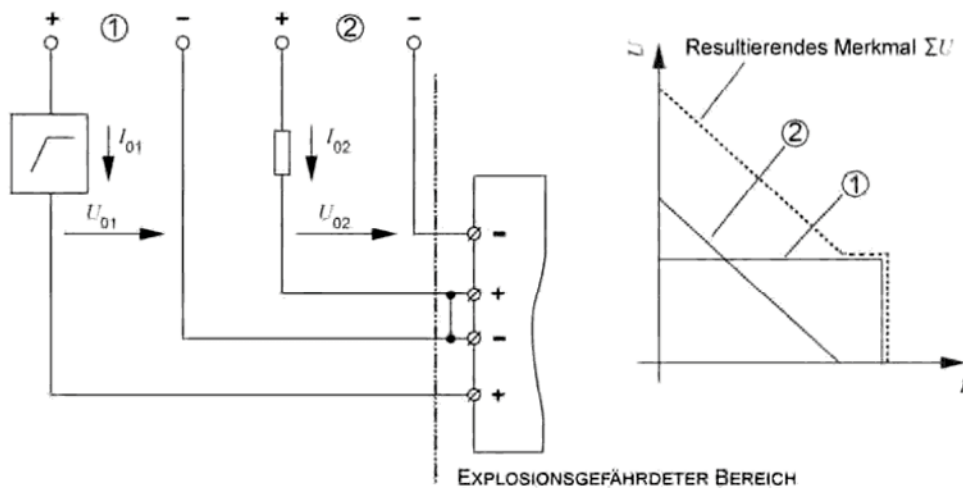
Führen mehrere Stromkreise in einen Schaltungsbereich, in dem beliebige Verknüpfungen angenommen werden müssen (Bild C.3e)), so kann je nach den in Betracht kommenden Fehlerbedingungen eine Reihen- oder Parallelschaltung auftreten, so dass sowohl Strom- als auch Spannungsaddition zu betrachten sind. Da beide Fälle jedoch nicht gleichzeitig möglich sind, müssen die Summenkennlinie für Stromaddition und die

Summenkennlinie für Spannungsaddition separat konstruiert werden. Diese Vorgehensweise ist auch in allen Zweifelsfällen bei den Stromkreisen in den Bildern C.3b) und C.3d) erforderlich, sowie bei Stromkreisen mit mehr als zwei Leitern. Das so gewonnene Ergebnis wird immer auf der sicheren Seite liegen.

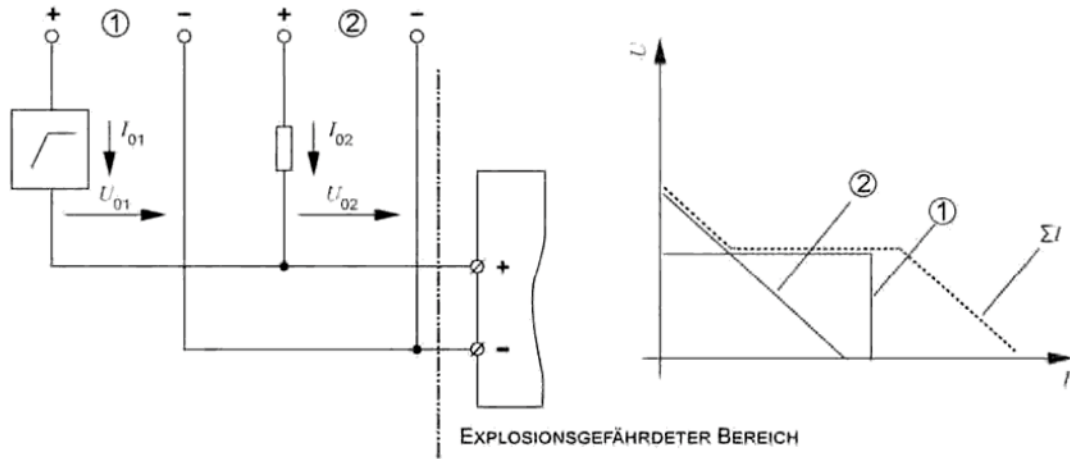
Wenn die Zusammenschaltung der Quellen hinsichtlich der Polarität nicht eindeutig ist (wie in Bild C.3e)), dann kann sich je nach zu betrachtendem Fehlerzustand eine Reihenschaltung oder eine Parallelschaltung ergeben. In diesem Fall sind sowohl die Spannungsaddition als auch die Stromaddition getrennt zu betrachten. Die ungünstigsten Werte sind zugrunde zu legen.



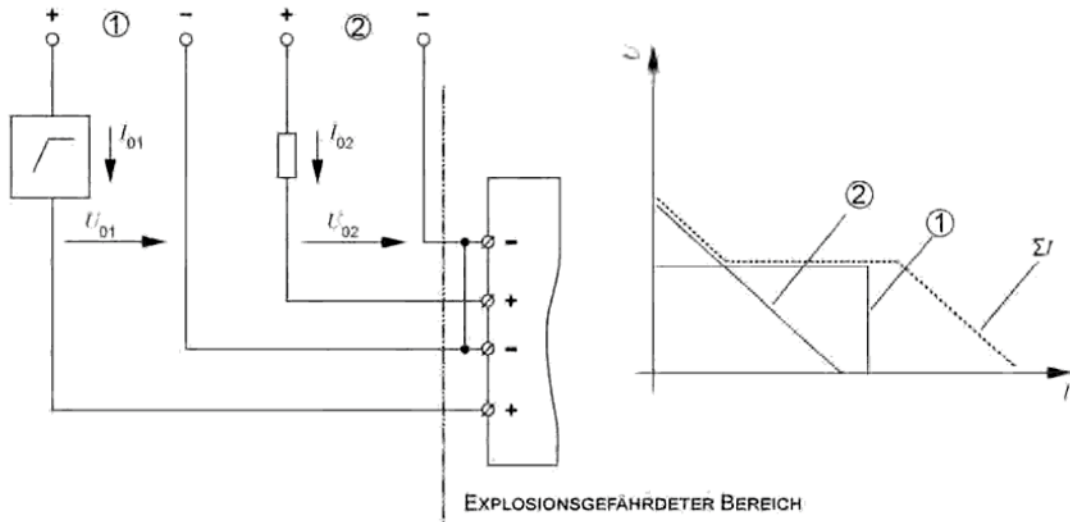
a) Reihenschaltung mit Spannungsaddition



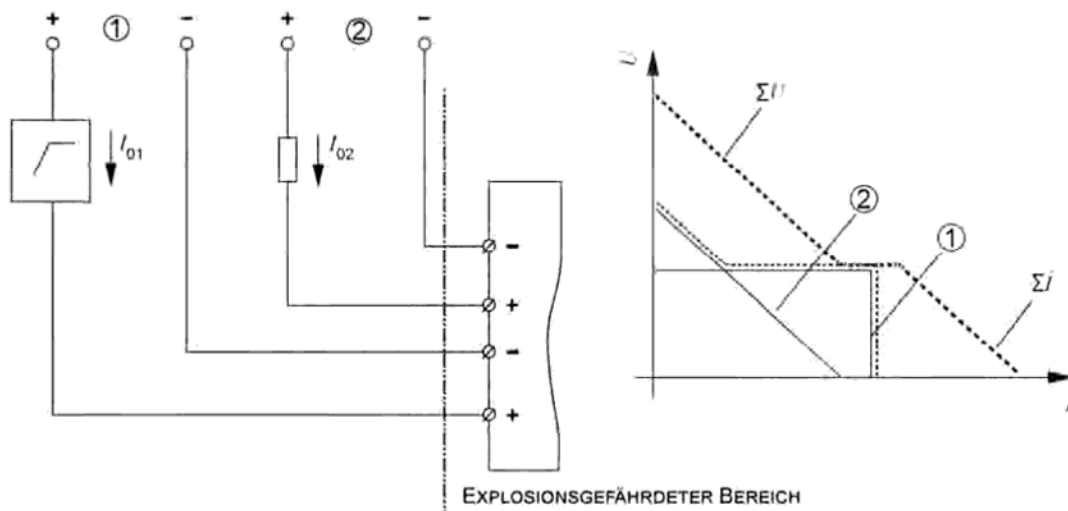
b) Reihenschaltung mit erzwungener Spannungspolarität



c) Parallelschaltung mit Stromaddition



d) Parallelschaltung mit erzwungener Spannungspolarität



e) Reihen- oder Parallelschaltung mit Strom- und Spannungsaddition

Bild C.3 – Strom- und/oder Spannungsaddition bei Zusammenschaltungen

C.4 Ermittlung der Eigensicherheit und Anwendung der Kurven

Nachdem die maßgebliche Strom-/Spannungskennlinie der zusammengeschalteten Energiequellen ermittelt wurde, ist im nächsten Schritt zu bestimmen, ob der Stromkreis eigensicher ist. Weiter müssen die Gesamtwerte für C_o und L_o , unter Berücksichtigung der wechselseitigen Beeinflussung von Induktivität und Kapazität (gemischter Stromkreis) festgelegt werden. Dies kann durch Funkenprüfung nach [IEC 60079-11](#) erfolgen.

Alternativ können die Kurven in [Bild C.7](#) und [Bild C.8](#) genutzt werden, um Anstelle der Funkenprüfung für Systeme mit nicht mehr als einer einzelnen nicht linearen Energiequelle, für das Schutzniveau „ib“ und die Gerätegruppen IIC und IIB dies zu ermitteln. Das Verfahren ist ein Mittel für die Beurteilung der Zusammenschaltung und seine Verwendung zur Festlegung der eigensicheren Kennwerte von einzelnen Stromkreisen oder Betriebsmitteln ist nur für den Fall einfacher Stromkreise mit rechteckförmiger oder linearer Kennlinie sinnvoll.

Das angegebene Verfahren unterscheidet nicht zwischen konzentrierten Induktivitäten und Kapazitäten und solchen die aus verteilten Kabelkennwerten herrühren. Für Kabel mit Laufzeiten von bis zu 10 µs, besteht keine Notwendigkeit dies zu unterscheiden.

In Fällen komplexerer Quellszusammenschaltungen kann der erreichte Sicherheitsfaktor geringer als 1,5 jedoch größer als 1,0 sein. Um einen Sicherheitsfaktor von 1,5 sicherzustellen kann die umschließende lineare oder rechteckförmige Kennlinie herangezogen werden. Die [Bilder C.7](#) und [C.8](#) enthalten die zulässigen Grenzkurven für lineare Quellkennlinien (gestrichelte Grenzkurve) und für rechteckförmige Kennlinien (durchgezogene Grenzkurve), für eine vorgegebene Induktivität und die neuen Maximalwerte für Strom und Spannung der zusammengeschalteten Stromkreise. Weiterhin sind auch Kurvenscharen zur Ermittlung der höchstzulässigen äußeren Kapazität für beide Fälle angegeben. Eine Zusammenstellung zeigt [Tabelle C.2](#).

Für die Beurteilung der Eigensicherheit wird zunächst die Betriebsmittelgruppe und dann die angestrebte Gesamtinduktivität für die Zusammenschaltung ausgewählt. Ist nur mit kleinen Induktivitäten (keine konzentrierten Induktivitäten, kurze Leitungslängen) zu rechnen, sollte das Diagramm mit der kleinsten Induktivität (d. h. [Bild C.7a](#)) für Gruppe IIC und [Bild C.8a](#)) für Gruppe IIB) ausgewählt werden.

In das jeweilige Diagramm wird dann die Summen-Ausgangskennlinie eingezeichnet. Wenn nach [C.3](#), Strom- und Spannungsaddition zu betrachten sind, müssen beide Summen-Ausgangskennlinien eingetragen werden.

Tabelle C.2 – Zuordnung der Diagramme zu den Betriebsmittelgruppen und Induktivitäten

Bild	Betriebsmittelgruppe	Zulässige Induktivität L_0
Bild C.7a)	IIC	0,15 mH
Bild C.7b)		0,5 mH
Bild C.7c)		1 mH
Bild C.7d)		2 mH
Bild C.7e)		5 mH
Bild C.8a)	IIB	0,15 mH
Bild C.8b)		0,5 mH
Bild C.8c)		1 mH
Bild C.8d)		2 mH
Bild C.8e)		5 mH

Falls die Zusammenschaltung mit der dem Diagramm zugrunde liegenden Induktivität und in der gewählten Betriebsmittelgruppe eigensicher ist, darf die Summenkennlinie die Grenzkurve der Rechteck-Quelle im Diagramm an keiner Stelle schneiden. Außerdem sollte der durch die größte auftretende Spannung und den größten Strom der Summenkennlinie definierte Punkt im Diagramm unterhalb der Grenzkurve der linearen Quelle liegen.

Die aus der Kombination der einzelnen linearen Quelle und der rechteckförmigen Quelle unter Berücksichtigung von C.3 erhaltene Kurve dient als Summen-Kennlinie des resultierenden Stromkreises. Nach dem Eintragen dieser Kurve in das zutreffende Diagramm aus C.7 kann die höchstzulässige Kapazität C_0 des resultierenden Stromkreises als der Wert der Grenzkurve aus der Kurvenschar, die noch nicht von der Summen-Ausgangskennlinie geschnitten wird, ermittelt werden.

Wird für eine Anwendung eine größere zulässige Kapazität C_0 gewünscht, so kann dies durch Zugrundelegung eines Diagramms für eine kleinere Induktivität erreicht werden.

Der gleiche Ansatz kann auch für den Fall angewendet werden, dass die Summen-Ausgangskennlinie die Grenzkurve für die induktive Grenze der linearen oder der Rechteck-Quelle schneidet.

Wird auch im Diagramm für die kleinste Induktivität (0,15 mH) die jeweilige Grenzkurve im IIC-Diagramm überschritten, ist der Stromkreis nach diesem Anhang als nicht für die Gruppe IIC geeignet zu beurteilen.

C.5 Überprüfung gegen IEC 60079-11

In bestimmten Fällen können die mit den Kurven aus Bild C.7 und Bild C.8 bestimmten zulässigen Kapazitätswerte höher sein, als die nach IEC 60079-11 zulässigen Werte. Aus diesem Grund müssen, nachdem die Werte für U_0 und I_0 der Zusammenschaltung ermittelt wurden, die Werte für L_0 und C_0 aus den Kurven in Bild C.7 und Bild C.8 daraufhin überprüft werden, dass diese nicht größer sind als die nach den Zündgrenzkurven der IEC 60079-11.