



Normenanforderungen

für elektrische Widerstands-Begleitheizungen nach DIN EN 60079-30-1

von Frank Merkel

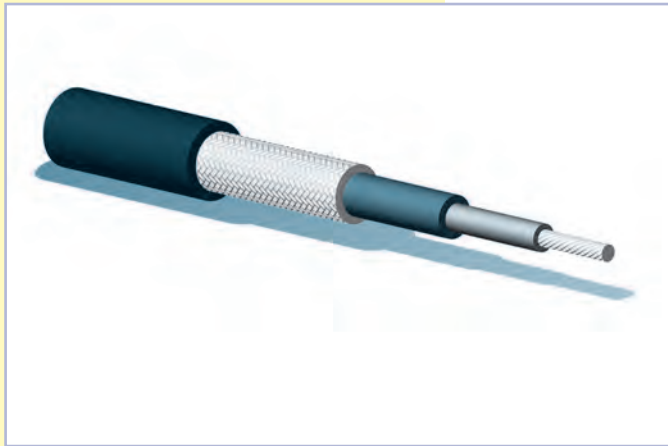


Bild 1: Heizkabelquerschnitt nach VDE 0253

Elektrische Widerstands-Begleitheizungen kommen beim Beheizen von Armaturen, Rohrleitungen und Behältern zum Einsatz. Unter Widerstands-Begleitheizungen (nachfolgend kurz Widerstandsheizungen) versteht man nach der Norm DIN EN 60079-30-1 die «Verwendung elektrischer Begleitheizungen, -matten, -platten und Hilfskomponenten, von außen aufgebracht, um die Temperatur des Inhaltes von Rohrnetzen, Tanks und zugehörigen Einrichtungen zu erhöhen bzw. zu halten.» [1]

Die Funktionsweise ist denkbar einfach: Ein kabelförmiges Heizelement produziert und überträgt Wärme, welche auf Grundlage des Ohmschen Gesetzes ($P=U \times I=U^2/R=I^2 \times R$) basiert. Das Anwendungsbereich erstreckt sich vom Frostschutz über Kondensatvermeidung bei der Gasanalyse bis hin zum Aufheizen von Medien zur Weiterverarbeitung in Prozessen.

Hier eignen sich elektrische Widerstandsheizungen im Vergleich zu früher oft verwendeten dampfbetriebenen Begleitheizungen besser, da sie temperaturgenauer und äußerst wirtschaftlich arbeiten. In der Praxis sind elektrische Widerstandsheizungen oft Grundlage für einen optimalen Prozessablauf und in vielen Bereichen und Anwendungen in der heutigen Industrie nicht mehr wegzudenken.

Immer die richtige Beheizungslösung für spezielle Anwendungen zu finden ist nicht einfach, da die am Markt befindlichen elektrischen Widerstandsheizungen (z.B. Heizkabel, Heizbänder, Parallelheizbänder, selbstbegrenzende Heizbänder usw.) sehr unterschiedliche Beheizungscharakteristika aufweisen und nur bei geeigneter Auswahl und richtiger Anwendung den gewünschten Erfolg bringen. So vielfältig die Anwendungsgebiete der Widerstandsheizungen sind, so vielfältig sind auch die Angebote auf dem Markt. Einen guten Überblick und viele praxisnahe Informationen über dieses Fachgebiet bietet die VIK-Empfehlung ›VE 25 Elektrische Begleitheizungen‹ [2]. Diese Empfehlung wurde von einem Ad-hoc Arbeitskreis ›Elektrische Begleitheizung‹, einem gemeinsamen VIK- und NAMUR-Gremium erarbeitet und stammt aus dem Jahr 2003. Hierbei haben Vertreter von namhaften Herstellern für elektrische Begleitheizungssysteme, Betreibern und ›benannten Stellen‹ ihr Fachwissen eingebracht und ein sehr umfangreiches und praxisnahes Werk erschaffen.

Beim Einsatz von elektrischen Widerstandsheizungen in explosionsgefährdeten Bereichen sind neben der technischen Komponente vorrangig auch die grundlegenden und sicherheitstechnischen Vorgaben der entsprechenden Ex-Normen zu beachten. Nicht jede Widerstandsheizung ist für den Einsatz im Ex-Bereich geeignet oder zulässig, sondern diese muss immer sorgfältig ausgewählt und bei Planung und Konstruktion von zwei Seiten aus betrachtet werden.

Grundlegend ist einerseits die geeignete Anwendung im Prozess, andererseits die Berücksichtigung der typenspezifischen Eigenschaften der elektrischen Widerstandsheizung bei a) bestimmungsgemäßem und b) fehlerhaftem Betrieb.

Kann die elektrische Widerstandsheizung in stabilisierter Ausführung (DIN EN 60079-30-1 [3]) eingesetzt werden, kommt man ohne ein zusätzliches Schutzsystem zur Temperaturbegrenzung aus, da durch Auslegung und Betrieb auch unter ungünstigen Betriebsbedingungen man immer unterhalb der im Ex-Bereich kritischen Grenztemperatur der entsprechenden Temperaturklasse bleibt.

Fordert die Anwendung aber eine höhere Heizleistung, so dass aufgrund der daraus resultierenden höheren Betriebstemperatur auch keine stabilisierte Anwendung mehr möglich ist, kommt man ohne eine zusätzliche Temperaturbegrenzung nicht aus. Die kritische Grenztemperatur wird im Normal- und Fehlerfall überschritten und kann somit zur Gefahrenquelle im explosionsgefährdeten Bereich werden.

Diese und weitere grundlegende Anforderungen an die Prozesseigenschaften und sicherheitsrelevanten Schutzmaßnahmen sind bei der Planung einer elektrischen Widerstandsheizung für den bestimmungsgemäßen Betrieb in explosionsgefährdeten Bereichen zu berücksichtigen.

Viele Richtlinien, europäische und nationale Normen sowie Vorschriften und Bestimmungen befassen sich mit der Materie und müssen bei Planung und Auslegung von elektrischen Widerstandsheizungen berücksichtigt werden.

Zwei wichtige und grundlegende Normen für elektrische Widerstandsheizungen zum Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen sind:

- > DIN EN 60079-30-1 (VDE 0170-60-1):12-2007 ›Explosionsgefährdete Atmosphäre – Teil 30-1: Elektrische Widerstands-Begleitheizungen – Allgemeine Anforderungen und Prüfanforderungen‹

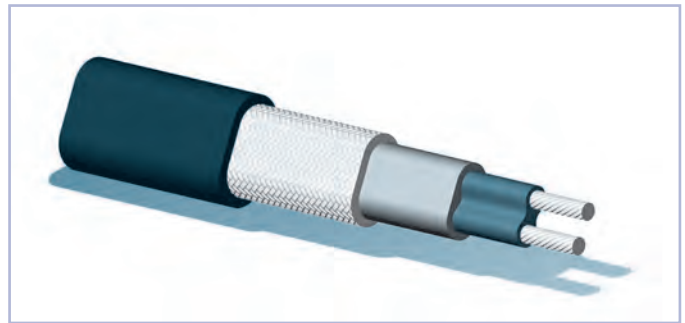


Bild 2: Aufbau eines selbstbegrenzenden Heizbandes

- > die Entwurfsfassung DIN EN 60079-30-1 (VDE 0170-60-1):05-2012 ›Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 30-1: Elektrische Widerstands-Begleitheizungen - Allgemeine Anforderungen, Typprüfungen und Anforderungen an die Konstruktion‹
- > DIN EN 60079-30-2 (VDE 0170-60-2):12-2007 ›Explosionsgefährdete Atmosphäre – Teil 30-2: Elektrische Widerstands-Begleitheizungen – Anwendungsleitfaden für Entwurf, Installation und Instandhaltung‹
- > die Entwurfsfassung DIN EN 60079-30-2 (VDE 0170-60-2):08-2012 ›Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 30-2: Elektrische Widerstands-Begleitheizungen – Anwendungsleitfaden für Entwurf, Installation und Instandhaltung‹.

Diese europäischen Normen geben einen umfassenden Überblick über die Mindestanforderungen und Prüfanforderungen (Teil 1) sowie einen Anwendungsleitfaden für Entwurf, Installation und Instandhaltung (Teil 2) von elektrischen Widerstandsheizungen, die in explosionsgefährdeten Bereichen verwendet werden dürfen. Sie sind in zwei eigenständige Normen aufgeteilt, aber zusammen anzuwenden. Der zweite Teil enthält ergänzende Angaben für die praktische Anwendung.

Beide Normen gelten für die Verwendung elektrischer Widerstandsheizungen in Zone 1 und 2, aber nicht für die Zone 0, da hier mit einer häufig oder ständig auftretenden explosionsgefährlichen Atmosphäre zu rechnen ist und deshalb verschärfte Anforderungen gelten. Ergänzend findet man hier auch Angaben über Anforderungen an Anschlusskomponenten sowie über Steuer- und Regelungsverfahren, die für einen sicheren bestimmungsgemäßen Betrieb gelten.

Hersteller von Widerstandsheizungen müssen umfangreiche Tests und Prüfungen sowie Zertifizierungen an ihren Produkten durchführen, bevor diese eine Zulassung in Form einer EG-Baumusterprüfbescheinigung von einer ›benannten Stelle‹ erhalten und somit als geeignet für den Einsatz im Ex-Bereich sind und damit auf den Markt gebracht werden dürfen.

Bei der Auswahl der richtigen Widerstandsheizung ist besonders auf eventuelle Einschränkungen oder vorgegebene Betriebsvoraussetzungen beim Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen zu achten. Diese können einen nicht unerheblichen Einfluss auf den sicheren Betrieb haben (z.B. maximale Heizleiterbelastung in W / m, maximale Betriebs- und Einsatztemperatur; spezielle Verlegungsvorschriften oder Montagehinweise, usw.).



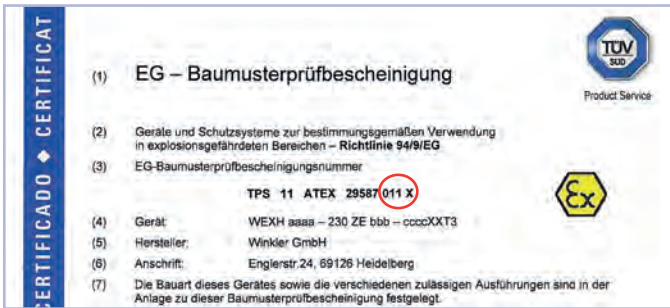


Bild 3: Beispiel einer EG-Baumusterprüfbescheinigung, auf der Vorderseite Prüfbescheinigungsnummer mit Kennzeichnung X

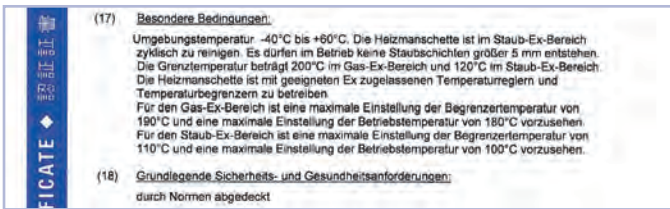


Bild 4: Beispiel einer EG-Baumusterprüfbescheinigung, Rückseite, Kapitel 17: 'Besondere Bedingungen'

Als allgemeine sicherheitstechnische Grundanforderung deklariert die Norm DIN EN 60079-30-1: »Eine elektrische Widerstands-Begleitheizung muss so bemessen und aufgebaut sein, dass sie die elektrische, thermische und mechanische Beständigkeit sowie das zuverlässige Betriebsverhalten soweit sicherstellt, dass sie bei bestimmungsgemäßem Gebrauch keine Gefahr für den Anwender und die Umgebung darstellt. Elektrische Widerstands-Begleitheizungen und deren Anschlusstechnik müssen den Anforderungen der EN 60079-0 und ergänzenden Anforderungen dieser Norm entsprechen.« [4]

Dabei werden in der Norm die folgenden Anforderungen aufgeführt [4]:

- > Widerstandsheizungen müssen mit einem metallenen Geflecht oder Mantel versehen sein, der mindestens 70% der Oberfläche bedeckt.
- > Der mechanische Schutz der Isolationsschichten muss durch Schlag- und Verformungsprüfung nachgewiesen werden.
- > Angabe der höchstzulässigen Betriebstemperatur in Grad Celsius. Dabei müssen alle verwendeten Werkstoffe bei der Prüfung mindestens der vom Hersteller angegebenen höchsten Betriebstemperatur + 20 Kelvin standhalten.
- > Werden Widerstandsheizungen mit einem zusätzlichen mechanischen Schutz versehen, um die Anforderungen aus der Norm einzuhalten, muss eine Kennzeichnung am Produkt angebracht werden, die darauf hinweist, dass dieser Schutz vor Ort nicht entfernt oder das Produkt nicht ohne diesen betrieben werden darf.

An- und Abschlüsse sowie Verbindungen von Widerstandsheizungen können als integrierte oder getrennte Bestandteile angesehen werden. Im Fall des integrierten Bestandteiles einer Widerstandsheizung sind diese nach DIN EN 60079-30-1 zu prüfen und nach DIN EN 60079-30-2 anzuwenden. Im Fall eines getrennten Bestandteiles werden diese nach DIN EN 60079-0 als eigenständiges Ex-Bauteil angesehen [5].

Grundsätzlich müssen Anschlüsse und Verbindungen denselben Prüfungen unterzogen werden wie die Widerstandsheizungen, da sie ja auch gemeinsam im Einsatz und somit denselben Umgebungs- und Betriebsbedingungen ausgesetzt sind. Ausnahmen sind möglich, machen aber besondere Montage- und Installationsanweisungen notwendig, sowie eventuelle Einschränkungen für den Betrieb der Widerstandsheizung. Einen Hinweis hierzu findet man in der EG-Baumusterprüfbescheinigung durch die Kennzeichnung X im Anhang an die Prüfnummer (z.B. TPS 11 ATEX 29587 011 X) und im Abs.17 – Besondere Bedingungen (siehe Bild 3 und 4).

Als weitere Mindestanforderung gilt, dass eine Möglichkeit zur Trennung sämtlicher Außenleiter der Stromversorgung und ein Überstromschutz sowie eine Einrichtung gegen Erdschluss vorhanden sein müssen. Speziell bei Betrieb in TT- und TN-Systemen ist eine Schutzeinrichtung vorzusehen, die bei hochohmigem Erdschluss sowie bei Kurzschluss eine sofortige Trennung gewährleistet. Dafür ist eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (Auslösewert FI = 30 mA) einzusetzen.



Temperaturüberwachung der Widerstandsheizung

Die Widerstandsheizung muss so bemessen werden, dass die maximale Oberflächentemperatur unter Normalbedingung und auch im vorhersehbaren Fehlerfall auf die Temperaturklassifizierung des Ex-Bereiches (T1 – T6) begrenzt wird. Die Norm fordert weiterhin gewisse Sicherheitsabstände von der maximalen Betriebstemperatur, dabei sind minus 5 K bei Temperaturen unter oder gleich 200 °C und minus 10 Kelvin bei Temperaturen über 200 °C einzuhalten.

Diese Forderung kann entweder durch eine Temperatur stabilisierte Ausführung oder durch die Verwendung eines Temperaturüberwachungssystems an der Widerstandsheizung erfolgen.

Eine stabilisierte Ausführung liegt vor, wenn sich die maximale Oberflächentemperatur der Widerstandsheizung ohne eine zusätzliche Temperaturbegrenzung auch unter ungünstigen Betriebsbedingungen unterhalb der Grenztemperatur stabilisiert.

Bei der Ausführung mit einem Temperaturüberwachungssystem müssen externe Temperatursensoren in eigensicheren Stromkreisen (Ex i) verwendet werden für eine Temperaturregelung und eine Temperaturbegrenzung, die die Widerstandsheizung vor Überschreiten der maximal zulässigen Betriebstemperatur rechtzeitig abschalten (Tabelle 1).

Temperaturklasse	Höchstzulässige Oberflächentemperatur der Betriebsmittel °C	Zündtemperaturen der brennbaren Stoffe °C
T1	450	> 450
T2	300	> 300 ≤ 450
T3	200	> 200 ≤ 300
T4	135	> 135 ≤ 200
T5	100	> 100 ≤ 135
T6	85	> 85 ≤ 100

Tabelle 1: Temperaturklassen

Die Temperaturbegrenzung muss folgende Eigenschaften aufweisen:

- > Zurücksetzen nur von Hand möglich
- > Zurücksetzen nur möglich, wenn die normalen Betriebsbedingungen wiederhergestellt sind oder wenn der Schaltzustand ständig überwacht wird
- > Zurücksetzen nur mit Werkzeug oder Schlüssel möglich
- > Gesicherte und verriegelte Temperatureinstellung zur Vermeidung von Manipulationen
- > Abschaltung bei Ausfall eines Temperatursensors (Sensorbruchüberwachung)

Wird das Temperaturüberwachungssystem nicht von demselben Hersteller wie die Widerstandsheizung mitgeliefert, müssen ausreichende Informationen und Vorgaben für die Auswahl und Installation desselben bereitgestellt werden, um dem Anwender die Möglichkeit zu geben, entsprechende geeignete Systeme zu beschaffen.

Prüfungen an Widerstandsheizungen

Nach der Norm DIN EN 60079-30-1 sind folgende, sehr umfangreiche Prüfungen vorgegeben, die sowohl an der eigentlichen Widerstandsheizung sowie an den Anschlüssen und Verbindungen durchgeführt werden, da diese als integrierte Teile der Widerstandsheizung angesehen werden müssen [6]. Dies sind:

- > Isolationsprüfung bei Betriebsspannung [Kapitel 5.1.2]
- > Prüfung des elektrischen Isolationswiderstandes [Kapitel 5.1.3]
- > Entflammbarkeitsprüfung [Kapitel 5.1.4]
- > Schlagprüfung [Kapitel 5.1.5]
- > Verformungsprüfung [Kapitel 5.1.6]
- > Kaltbiegeprüfung [Kapitel 5.1.7]
- > Prüfung der Wasserbeständigkeit [Kapitel 5.1.8]
- > Prüfung der Wasserbeständigkeit integrierter Komponenten [Kapitel 5.1.9]



Bild 5: Systemzertifizierte Analysenheizleitung



Bild 6: Systemzertifizierte Heizmanschette

- > Prüfung der Bemessungsausgangsleistung [Kapitel 5.1.10]
- > Thermische Stabilität des elektrischen Isolationsmaterials [Kapitel 5.1.11]
- > Anforderung an die thermische Sicherheit [Kapitel 5.1.12]
- > Ermittlung der höchsten Manteltemperatur [Kapitel 5.1.13]
 - Systemmethode, Entwurfsprüfungsverfahren [Kapitel 5.1.13.2]
 - Produktklassifizierungsmethode [Kapitel 5.1.13.3]
- > Prüfung des Einschaltstroms [Kapitel 5.1.14]
- > Prüfung des elektrischen Widerstandes der metallischen Umhüllung [Kapitel 5.1.15]

Die umfangreichen Anforderungen und Prüfparameter von Widerstandsheizungen sind hoch angesetzt, bedingt durch den sicherheitskritischen Einsatzbereich in explosionsgefährdeten Bereichen, wo Sicherheit oberste Priorität hat. Den mechanischen Anforderungen bei der Montage/Installation und dem späteren Betrieb müssen die Widerstandsheizungen sicher und ohne Defekte standhalten können.



Bild 7: Heizschlauch mit Widerstands-Begleitheizung

Kennzeichnung von Widerstandsheizungen

Die Widerstandsheizungen müssen in Übereinstimmung mit der DIN EN 60079-0 deutlich und dauerhaft gekennzeichnet werden. [7] Dabei sind folgende Angaben bei werkseitiger Konfektionierung wichtig:

- > Angabe der Zündschutzart Erhöhte Sicherheit »e« und eventuell der weiteren Zündschutzarten
- > Angabe der Serien- oder Chargennummer
- > Angabe der Betriebs- oder Bemessungsspannung
- > Angabe der Ausgangsleistung bei Betriebs- oder Bemessungsspannung
- > Monat und Jahr der Herstellung
- > Zutreffende Umgebungsbedingungen (Beispiel IP-Schutzart / Einsatzbereich)

Systemdokumentation (Montage- und Betriebsanweisung)

Für einen sicheren und bestimmungsgemäßen Betrieb ist es sehr wichtig, dass eine ausführliche und verständliche, in der Landessprache des Betreibers verfasste, Montage- und Betriebsanweisung beigelegt wird. Aus dieser müssen folgende Informationen für den Installateur / Betreiber eindeutig hervorgehen:

- > Angaben zum vorgesehenen Verwendungszweck, dem sogenannten bestimmungsgemäßen Betrieb
- > Angaben über eventuell zusätzliche verwendbare Komponenten
- > Angabe über die Verwendung und Notwendigkeit einer Fehlerstromschutzeinrichtung
- > Angabe über wichtige Installations- und Wartungsmodalitäten
- > Aussage, dass das metallische Geflecht der Widerstandsheizung in die Schutzmaßnahme »Erdung« integriert werden muss.
- > Anbringen von Hinweisschildern an / auf der Wärmedämmung entlang des Heizkreises zur Warnung / Kennzeichnung.



Fazit

Obwohl eine Widerstandsheizung ein relativ einfaches und überschaubares Betriebsmittel ist, welches einem physikalischen Grundgesetz, dem ohmschen Gesetz folgt, ist eine Anwendung in explosionsgefährdeten Bereichen mit erhöhtem Planungsaufwand verbunden, aufgrund gesetzlicher Bestimmungen, Normen und Vorschriften für den sicheren und bestimmungsgemäßen Betrieb.

Durch den elektrischen Widerstand des Heizleiters bei Anlegen einer Spannung und dem daraus resultierenden Stromfluss ergibt sich aufgrund der Erwärmung eine potentielle Gefahrenquelle (Zündquelle), die eine sorgfältige Auswahl und Planung der Widerstandsheizung notwendig macht. Auch beim Anschluss, der Kontaktierung des Heizleiters (Heißleiter) mit der Anschlusslitze (Kaltleiter) sind Zündgefahren (Funken) zu berücksichtigen. Oberste Priorität bei der Verwendung von elektrischen Widerstandsheizungen in explosionsgefährdeten Bereichen hat die Vermeidung einer potentiellen Zündquelle jedweder Art. Nicht nur im Normalbetrieb, sondern auch bei einem vorhersehbaren Fehlerfall oder mehreren vorhersehbaren Fehlerfällen dürfen keine Gefahren hiervon ausgehen, da diese im Extremfall gravierende Auswirkungen haben können, z.B. eine Explosion. Dies bedeutet, dass über die erforderlichen elektrotechnischen Fachkenntnisse hinaus auch entsprechend umfangreiche und vor allem aktuelle Kenntnisse im Bereich des Explosionsschutzes erforderlich sind. Beispielhaft ist hierbei die DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1) Explosionsgefährdete Atmosphäre – Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen. Hier sind im Anhang F Kenntnisse und Kompetenzen der verantwortlichen Personen, Handwerker und Planer aufgeführt. [8]

Hersteller, welche ihre Produkte in ihrer Gesamtheit einer grundlegenden und umfangreichen Zertifizierung durch eine »benannte Stelle« (sog. Notified Body) mit dem Ziel einer EG-Baumusterprüfbescheinigung unterziehen und die entsprechend umfangreiche Systemdokumentationen für den bestimmungsgemäßen Betrieb mitliefern, werden in Zukunft große Chancen auf dem immer undurchsichtigeren Markt der elektrischen Widerstandsheizungen haben. Hierbei spricht man von systemzertifizierten explosionsgeschützten Produkten (siehe Bild 5 und 6), bei dem der Hersteller und Anwender lediglich eine EG-Baumusterprüfbescheinigung erhält, anstatt für jede ex-relevante Einzelkomponente eine gesonderte Bescheinigung.

Was das Ziel all dieser Bemühungen auf dem Gebiet der elektrischen Widerstandsheizungen ist, bringt die RL 94/9/EG auf den Punkt: »Die Mitgliedsstaaten treffen die erforderlichen Maßnahmen, damit von dieser Richtlinie erfasste Geräte, Schutzsysteme und Vorrichtungen im Sinne des Artikels 1, Absatz 2 nur dann in den Verkehr gebracht und in Betrieb genommen werden dürfen, wenn sie die Sicherheit und die Gesundheit von Personen und gegebenenfalls von Haustieren oder Gütern bei angemessener Installation und Wartung und bei bestimmungsgemäßer Verwendung nicht gefährden« [9].

Kurzum: Sicherheit steht an erster Stelle.

Literatur

- [1] DIN EN 60079-30-1 (VDE 0170-60-1) :12-2007 Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 30-1: Elektrische Widerstands-Begleitheizungen – Allgemeine Anforderungen und Prüfanforderungen. Kapitel 3.38, Seite 9
- [2] VIK-Empfehlung VE25 »Elektrische Begleitheizungen« VIK Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V. (Stand 07/2003)
- [3] DIN EN 60079-30-1 (VDE 0170-60-1) :12-2007 Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 30-1: Elektrische Widerstands-Begleitheizungen – Allgemeine Anforderungen und Prüfanforderungen. Kapitel 3.28, Seite 8
- [4] DIN EN 60079-30-1 (VDE 0170-60-1):12-2007 Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 30-1: Elektrische Widerstands-Begleitheizungen – Allgemeine Anforderungen und Prüfanforderungen. Kapitel 4.1, Seite 9 bis 10
- [5] DIN EN 60079-0 (VDE0170-1) :03-2010 Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 0: Geräte – Allgemeine Anforderungen (Kapitel 13, Seite 38)
- [6] DIN EN 60079-30-1 (VDE 0170-60-1):12-2007 Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 30-1: Elektrische Widerstands-Begleitheizungen – Allgemeine Anforderungen und Prüfanforderungen (Kapitel 5, Seite 11)
- [7] DIN EN 60079-30-1 (VDE 0170-60-1):12-2007 Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 30-1: Elektrische Widerstands-Begleitheizungen – Allgemeine Anforderungen und Prüfanforderungen (Kapitel 6, Seite 23)
- [8] DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1) »Explosionsgefährdete Atmosphäre – Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen, Anhang F
- [9] Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. März 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen. Artikel 2, Abs.1