

	DIN EN 60079-30-2 (VDE 0170-60-2)	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 Ersatz für DIN EN 62086-2 (VDE 0170-60-2):2006-05 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 30-2: Elektrische Widerstands-Begleitheizungen – Anwendungsleitfaden für Entwurf, Installation und Instandhaltung (IEC 60079-30-2:2007); Deutsche Fassung EN 60079-30-2:2007 Explosive atmospheres – Part 30-2: Electrical resistance trace heating – Application guide for design, installation and maintenance (IEC 60079-30-2:2007); German version EN 60079-30-2:2007 Atmosphères explosives – Partie 30-2: Traçage par résistance électrique – Guide d'application pour la conception, l'installation et la maintenance (CEI 60079-30-2:2007); Version allemande EN 60079-30-2:2007 Gesamtumfang 52 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2007-03-01 angenommene EN 60079-30-2 gilt als DIN-Norm ab 2007-12-01.

Daneben darf **DIN EN 62086-2 (VDE 0170-60-2):2006-05** noch bis 2010-03-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 62086-2 (VDE 0170/0171-601-2):2004-08.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 241 „Schlagwetter- und explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://www.dke.de>) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 31 „Equipment for explosive atmospheres“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ mit den Daten zu dieser Publikation angegebenen Datum (maintenance result date) unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 62086-2 (VDE 0170-60-2):2006-05** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) allgemeine Überarbeitung und Aktualisierung;
- b) Berichtigungen;
- c) gründliche Überarbeitung und Ergänzungen für die Auslegungs- und Installationsempfehlungen.

Frühere Ausgaben

DIN EN 62086-2 (VDE 0170-60-2): 2006-05

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-426	IEV Teil 426	–
EN 60079-0:2006	IEC 60079-0:2004 (mod)	DIN EN 60079-0 (VDE 0170-1):2007-05	VDE 0170-1
EN 60079-1:2004	IEC 60079-1:2003	DIN EN 60079-1 (VDE 0170/0171-5):2004-12	VDE 0170/0171-5
	ersetzt durch: IEC 60079-1:2007	–	–
EN 60079-7:2003	IEC 60079-7:2001	DIN EN 60079-7 (VDE 0170/0171-6):2004-02	VDE 0170/0171-6
ersetzt durch EN 60079-7:2007	ersetzt durch IEC 60079-7:2006	ersetzt durch: DIN EN 60079-7 (VDE 0170-6):2007-08	ersetzt durch: VDE 0170-6
EN 60079-10:2003	IEC 60079-10:2002	DIN EN 60079-10 (VDE 0165-101):2004-08	VDE 0165-101
EN 60079-14	IEC 60079-14:1996	DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1):1998-08	VDE 0165-1
ersetzt durch EN 60079-14:2003	ersetzt durch IEC 60079-14:2002	ersetzt durch DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1):2004-07	VDE 0165-1
EN 60079-17:1997	IEC 60079-17:1996	DIN EN 60079-17 (VDE 0165-10):1999-08	VDE 0165-10
ersetzt durch EN 60079-17:2003	ersetzt durch IEC 60079-17:2002	ersetzt durch DIN EN 60079-17 (VDE 0165-1):2004-06	VDE 0165-1
EN 60079-30-1:2007	IEC 60079-30-1:2007	DIN EN 60079-30-1 (VDE 0170-60-1):2007-12	VDE 0170-60-1

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60079-0 (VDE 0170-1):2007-05, Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 0: Allgemeine Anforderungen (IEC 60079-0:2004, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60079-0:2006

DIN EN 60079-1 (VDE 0170/0171-5):2004-12, Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 1: Druckfeste Kapselung „d“ (IEC 60079-1:2003); Deutsche Fassung EN 60079-1:2004

DIN EN 60079-7 (VDE 0170-6):2007-08, Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 7: Erhöhte Sicherheit „e“ (IEC 60079-7:2006); Deutsche Fassung EN 60079-7:2007

DIN EN 60079-10 (VDE 0165-101):2004-08, Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 10: Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche (IEC 60079-10:2002); Deutsche Fassung EN 60079-10:2003

DIN EN 60079-30-2 (VDE 0170-60-2):2007-12

DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1):2004-07, *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 14: Elektrische Anlagen für gefährdete Bereiche (ausgenommen Grubenbaue) (IEC 60079-14:2002); Deutsche Fassung EN 60079-14:2003*

DIN EN 60079-17 (VDE 0165-10-1):2004-06, *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 17: Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ausgenommen Grubenbaue) (IEC 60079-17:2002); Deutsche Fassung EN 60079-17:2003*

DIN EN 60079-30-1 (VDE 0170-60-1):2007-12, *Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 30-1: Elektrische Widerstands-Begleitheizungen – Allgemeine Anforderungen und Prüfanforderungen (IEC 60079-30-1:2007); Deutsche Fassung EN 60079-30-1:2007*

IEV Teil 426, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 426: Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche*

**Explosionsfähige Atmosphäre –
Teil 30-2: Elektrische Widerstands-Begleitheizungen –
Anwendungsleitfaden für Entwurf, Installation und Instandhaltung
(IEC 60079-30-2:2007)**

Explosive atmospheres –
Part 30-2: Electrical resistance trace heating –
Application guide for design, installation and
maintenance
(IEC 60079-30-2:2007)

Atmosphères explosives –
Partie 30-2: Traçage par résistance électrique –
Guide d'application pour la conception,
l'installation et la maintenance
(CEI 60079-30-2:2007)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2007-03-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2007 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60079-30-2:2007 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 31/662/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 60079-30-2, ausgearbeitet von dem IEC/TC 31 „Equipment for explosive atmospheres“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2007-03-01 als EN 60079-30-2 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 62086-2:2005.

Die vorliegende EN 60079-30-2:2007, die eine allgemeine Überarbeitung und Aktualisierung darstellt, ist das Ergebnis der eingegangenen nationalen Stellungnahmen.

Neben der allgemeinen Überarbeitung und Aktualisierung der EN 62086-2:2005 sind die wesentlichen technischen Unterschiede:

- Berichtigungen;
- gründliche Überarbeitung und Ergänzungen für die Auslegungs- und Installationsempfehlungen.

Diese Norm ist zusammen mit EN 60079-30-1:2007, *Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 30-1: Elektrische Widerstands-Begleitheizungen – Allgemeine Anforderungen und Prüfanforderungen*, anzuwenden.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2007-12-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2010-03-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60079-30-2:2007 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Anwendungsbetrachtungen	5
4.1 Allgemeines	5
4.2 Korrosive Bereiche	6
4.3 Genauigkeit der Prozesstemperatur	6
4.4 Betrachtungen zur Installation	6
5 Wärmedämmung	7
5.1 Allgemeines	7
5.2 Auswahl des Materials der Wärmedämmung	7
5.3 Auswahl des Witterungsschutzes (Umhüllung)	8
5.4 Wirtschaftliche Betrachtungen zur Wärmedämmung	9
5.5 Doppelte Isolierung	9
6 Systementwurf	11
6.1 Einleitung	11
6.2 Zweck von Begleitheizungen und Hauptanforderungen	11
6.3 Berechnung des Wärmeverlustes	11
6.4 Betrachtungen hinsichtlich der Aufheizung	13
6.5 Sicherheitsfaktor bei der Wärmeverlustberechnung	14
6.6 Auswahl der Begleitheizung	14
6.7 Bestimmung der max. Temperatur	17
6.8 Informationen für Planung und Konstruktion	20
6.9 Heizkreis	22
6.10 Anfahren bei niedrigen Umgebungstemperaturen	22
6.11 Lange Abschnitte von Begleitheizungen	22
6.12 Analyse des Strömungsverhaltens der Anlage	22
6.13 Regelung mittels strömungsloser Zweige	24
6.14 Kaminwirkung	24
7 Regelung und Überwachung	24
7.1 Allgemeines	24
7.2 Mechanische Regler	24
7.3 Elektronische Regler	25
7.4 Anwendung	25
7.5 Anordnung der Regler	25
7.6 Anordnung der Messfühler	25
7.7 Betrachtungen zu Alarmeinrichtungen	26

	Seite
8 Empfehlungen zur Installation	27
8.1 Einleitung	27
8.2 Vorbereitende Arbeiten	27
8.3 Installation von Begleitheizungsstromkreisen	28
8.4 Installation von Regelungs- und Überwachungseinrichtungen	34
8.5 Installation der Wärmedämmung (siehe auch Abschnitt 5)	38
8.6 Installation der Stromverteilung	40
8.7 Inbetriebnahme	41
9 Instandhaltung	42
9.1 Allgemeines	42
9.2 Fehlerortung	42
9.3 Fehlerbeseitigung	42
10 Reparaturen	43
10.1 Allgemeines	43
10.2 Praktische Durchführbarkeit der Reparatur von elektrischen Begleitheizungen	43
10.3 Reparaturtechniken für elektrische Begleitheizungen	43
10.4 Erdung	44
10.5 Prüfung	44
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	48
Bild 1 – Wärmedämmung – Installation mit Witterungsschutz	9
Bild 2 – Typisches Temperaturprofil	10
Bild 3 – Thermische Gleichgewichtsbedingungen für die Temperaturerhaltung des Werkstückes	16
Bild 4 – Thermische Gleichgewichtsbedingungen für die Ermittlung der oberen Grenzwerte	16
Bild 5 – Beispiel eines beheizten Tanks	23
Bild 6 – Beispiel einer Umgehung (Bypass)	23
Bild 7 – Typische Installation eines Fühlers zur Temperaturregelung sowie eines Fühlers zur Temperaturbegrenzung	35
Bild 8 – Temperaturmessfühler zur Temperaturbegrenzung auf der Oberfläche der Begleitheizung	36
Bild 9 – Temperaturmessfühler zur Temperaturbegrenzung als künstliche Heißstelle	37
Tabelle 1 – Prozesstypen	7
Tabelle 2 – Prüfungen vor der Installation	30
Tabelle 3 – Prüfungen vor der Inbetriebnahme und Montageprotokoll	45
Tabelle 4 – Beispiel eines Inbetriebnahmeprotokolls von Begleitheizungen	46
Tabelle 5 – Beispiel eines Instandhaltungsplans und -protokolls	47

1 Anwendungsbereich

Der vorliegende Teil der IEC 60079 enthält Anleitungen für die Anwendung elektrischer Widerstands-Begleitheizungen in Bereichen, in denen gasexplosionsgefährdete Atmosphären vorhanden sein können, ausgenommen Bereiche, die als Zone 0 klassifiziert sind.

Er gibt Empfehlungen für den Entwurf, die Installation, die Instandhaltung und die Reparatur von Begleitheizungen und die zugehörigen Regel- und Überwachungseinrichtungen. Es werden weder Einrichtungen behandelt, die durch Induktionsheizung, Skineffektheizung oder direkte Rohrleitungsheizung betrieben werden, noch solche, die zur Vermeidung von Belastungen vorgesehen sind.

Der vorliegende Teil ergänzt die in IEC 60079-30-1 festgelegten Anforderungen.

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 60079-0:2004, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 0: General requirements*

IEC 60079-1:2003, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 1: Flameproof enclosures „d“*

IEC 60079-7:2001, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 7: Increased safety „e“*

IEC 60079-10:2002, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 10: Classification of hazardous areas*

IEC 60079-14:1996, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 14: Electrical installations in hazardous areas (other than mines)*

IEC 60079-17:1996, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 17: Inspection and maintenance of electrical installations in hazardous areas (other than mines)*

IEC 60079-30-1:2006, *Explosive atmospheres – Part 1: Electrical resistance trace heating – General and testing requirements*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60079-0, IEC 60079-1 und IEC 60079-7.

ANMERKUNG Zusätzliche für explosionsgefährdete Bereiche geltende Begriffe sind IEC 60050-426¹ zu entnehmen.

4 Anwendungsbetrachtungen

4.1 Allgemeines

Die vorliegende Norm ergänzt die Anforderungen von IEC 60079-14 und IEC 60079-17.

Werden Begleitheizungen in explosionsgefährdeten Bereichen installiert, müssen alle Details der Klassifizierung(en) des gefährdeten Bereiches (IEC 60079-10) festgelegt werden. Die Spezifikation muss die Gefahrenzone (1 oder 2), die Gasgruppe (IIA, IIB oder IIC) und die Temperaturklassifizierung nach IEC 60079-0

¹ IEC 60050-426, Internationales Electrotechnisches Wörterbuch (IEV) – Teil 426: Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche.

angeben. Speziell erforderliche Betrachtungen sowie erschwerte Standortbedingungen müssen einzeln in der Spezifikation der Begleitheizung angegeben werden.

Bei Installation auf ortsveränderlichen Einrichtungen bzw. austauschbaren beweglichen Einheiten muss die Spezifikation die ungünstigsten Bedingungen enthalten, unter denen diese Begleitheizung verwendet werden kann.

Ungeschützte Teile der Begleitheizung müssen für die Umgebungsbedingungen geeignet sein.

4.2 Korrosive Bereiche

Alle Bauteile von elektrischen Begleitheizsystemen sollten dahingehend überprüft werden, ob sie mit korrosiven Werkstoffen, die während der Lebensdauer des Systems einwirken können, verträglich sind. In korrosiver Umgebung betriebene Begleitheizsysteme haben eine höhere Störanfälligkeit als solche in nichtkorrosiver Umgebung. Die Schädigung der Wärmedämmung ist durch Korrosion des Witterungsschutzes sowie die Möglichkeit, dass die Wärmedämmung infolge von Undichtigkeiten an Rohrleitungen oder Behältern durchtränkt wird, größer. Hinsichtlich einer wirksamen Rückleitung bei Erdschluss-/Schutzleiterfehlern sollte sowohl den Werkstoffen des Rohrleitungssystems als auch denen der elektrischen Begleitheizsysteme besondere Beachtung entgegengebracht werden. Die Verwendung von nichtmetallischen bzw. ausgekleideten oder beschichteten Rohrleitungssystemen kann die Rückleitung bei Erdschluss-/Schutzleiterfehlern beeinträchtigen; diese Rohrleitungssysteme sind besonders zu beachten. Maßnahmen zur Rückleitung bei Erdschluss-/Schutzleiterfehlern, zum Zeitpunkt der Installation berücksichtigt, können sich während des Betriebs der Anlage durch Korrosion verschlechtern.

4.3 Genauigkeit der Prozesstemperatur

4.3.1 Typ I

Ein Prozess vom Typ I ist ein Prozess, bei dem die Temperatur über einem Mindestpunkt gehalten werden sollte. Eine umgebungsgeführte Regelung kann hierbei ausreichend sein. Größere Leistungseinheiten können mit einem einzelnen Steuergerät über eine Elektroverteilung geregelt werden. Die Wärmezufuhr kann zeitweise nicht erforderlich sein und große Temperaturabweichungen sollten zulässig sein. Die Energieeffizienz kann durch die Verwendung einer Steuerung mit strömungslosen Rohrabschnitten verbessert werden (siehe 6.13).

4.3.2 Typ II

Ein Prozess vom Typ II ist ein Prozess, bei dem die Temperatur innerhalb eines eingeschränkten Bereiches gehalten werden sollte. Typisch ist die Regelung durch Messung an den Rohrleitungen mit mechanischem Temperaturregler.

4.3.3 Typ III

Ein Prozess vom Typ III ist ein Prozess, bei dem die Temperatur in einem engen Bereich geregelt werden sollte. Elektronische Rohrtemperaturregler mit Thermoelement oder Widerstandstemperaturfühler (RTD) ermöglichen eine (baustellenseitige) Vor-Ort-Kalibrierung und eine maximale Flexibilität bei der Auswahl der Temperaturalarm- und -überwachungsfunktionen. Es bestehen Möglichkeiten der Wärmezufuhr, um innerhalb eines festgelegten Bereiches und einer festgelegten Zeit ein leeres Rohr vorzuheizen und/oder die Flüssigkeitstemperatur anzuheben. Systeme des Typs III erfordern das strikte Festhalten an Strömungsmustern und thermischen Isolationssystemen.

4.4 Betrachtungen zur Installation

Wenn der Ausfall eines beliebigen Teils des Begleitheizsystems zu einem Sicherheitsproblem oder einem Problem im Prozessablauf führen kann, ist das Begleitheizsystem als kritisches Bauteil des Gesamtprozesses zu betrachten. Die Anforderungen an die Temperaturregelung und die Stromkreisüberwachung einer Anwendung dürfen nach den Arten der in 4.3 beschriebenen Temperaturregelung zusammen mit der kritischen Einstufung bei der Schaltungsüberwachung nach [Tabelle 1](#) definiert werden.

Tabelle 1 – Prozesstypen

Ist die Begleitheizung ein kritisches Bauteil des - Prozesses?	Gewünschte Genauigkeit der Prozesstemperaturregelung		
	Über einem min. Punkt Typ I	Innerhalb eines eingeschränkten Bereichs Typ II	Innerhalb eines engen Bereichs Typ III
Ja = kritisch (C–)	C – I	C – II	C – III
Nein = nicht kritisch (NC–)	NC – I	NC – II	NC – III

Ist die Begleitheizung für den Prozess kritisch, sollten Stromkreisüberwachung für den ordnungsgemäßen Betrieb, Funktionsstörungsalarme und Ersatz-Begleitheizelemente (redundante Elemente) in Erwägung gezogen werden. Bei Anzeige eines Fehlerfalls durch das Überwachungs-/Alarmsystem kann das automatische Aktivieren von Ersatzregeleinrichtungen eingerichtet werden. Dieser Vorgang wird manchmal als „Redundanz“ bezeichnet. Ersatz-Begleitheizungen erhöhen die Zuverlässigkeit und lassen Instandhaltungsarbeiten oder Reparaturen ohne Prozessabschaltungen zu.

5 Wärmedämmung

5.1 Allgemeines

Auswahl, Installation und Instandhaltung der Wärmedämmung sollten als Schlüsselkomponenten bei der Auslegung eines elektrischen Begleitheizsystems angesehen werden. Die Wärmedämmung ist üblicherweise dafür ausgelegt, den Hauptanteil der Wärmeverluste – zusammen mit dem Begleitheizsystem, das den Rest kompensiert – zu verhindern. Daher haben Probleme mit der Wärmedämmung einen direkten Einfluss auf das gesamte Betriebsverhalten des Systems.

Die Hauptfunktion der Wärmedämmung ist, die Geschwindigkeit der Wärmeübertragung von einer Oberfläche mit von der Umgebungstemperatur abweichender Betriebstemperatur zu verringern. Die Verringerung des Energieverlustes kann:

- die Betriebskosten senken;
- die Systemleistung verbessern;
- das Ausgangspotenzial des Systems erhöhen.

Vor jeder Analyse der Wärmeverluste einer (eines) elektrisch beheizten Rohrleitung, Behälters oder einer anderen mechanischen Einrichtung wird eine Überprüfung der Auswahl des thermischen Isolationssystems empfohlen. Prinzipiell sind folgende Punkte zu beachten:

- Auswahl des Wärmedämmmaterials;
- Auswahl eines Witterungsschutzes (Umhüllung);
- Auswahl der Dicke der Wärmedämmung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten;
- Auswahl geeigneter Abmessungen.

5.2 Auswahl des Materials der Wärmedämmung

Nachfolgend sind wichtige Aspekte aufgeführt, die bei der Auswahl des Materials der Wärmedämmung zu berücksichtigen sind. Diese Faktoren sollten berücksichtigt und die Auswahl nach den Kriterien des Betreibers optimiert werden.

- Bemessungstemperaturen;
- Wärmeleitfähigkeit der Isolierung, λ ;
- mechanische Eigenschaften;
- chemische Verträglichkeit und Korrosionsbeständigkeit;

- Feuchtebeständigkeit;
- Gesundheitsgefahren bei der Installation;
- Brandbeständigkeit;
- toxikologische Eigenschaften bei Brandeinwirkung;
- Kosten.

Allgemein übliche Materialien von Wärmedämmungen sind:

- Steinwolle;
- Mineralfasern;
- Schaumstücke;
- PU-Schaum;
- Glasfasern;
- Silikongranulat;
- Schaumstoff;
- Glaskugelschüttung.

Bei weichen Isoliermaterialien (Mineralfasern, Glasfasern usw.) kann in vielen Fällen durch enges Umwickeln eine an das Rohr angepasste Isolierung erreicht werden. Das Einbrennen der Begleitheizung in die Wärmedämmung ist zu vermeiden, da dies zur Beschädigung der Begleitheizung bzw. zur Einschränkung der korrekten Wärmeübertragung führen kann. Als Alternative bietet sich die Verwendung der dem nächstgrößeren Rohrdurchmesser entsprechenden Isolierung an, die das Rohr und die elektrische Begleitheizung lose umschließt. Starre Wärmedämmung (Calciumsilikat, verschäumtes Quarzglas, Schaumglas usw.) kann dem Rohr entsprechend angepasst sein, wenn Vorrichtungen zur Abdeckung der Längsfuge vorhanden sind. Diese Art der Installationstechnik wird üblicherweise als erweiterte Teilstreckeninstallation bezeichnet. Alternativ kann das nächstgrößere Maß der Wärmedämmung gewählt werden, um die Begleitheizung unterzubringen. In allen Fällen sollten die Größe und Dicke eindeutig festgelegt werden.

5.3 Auswahl des Witterungsschutzes (Umhüllung)

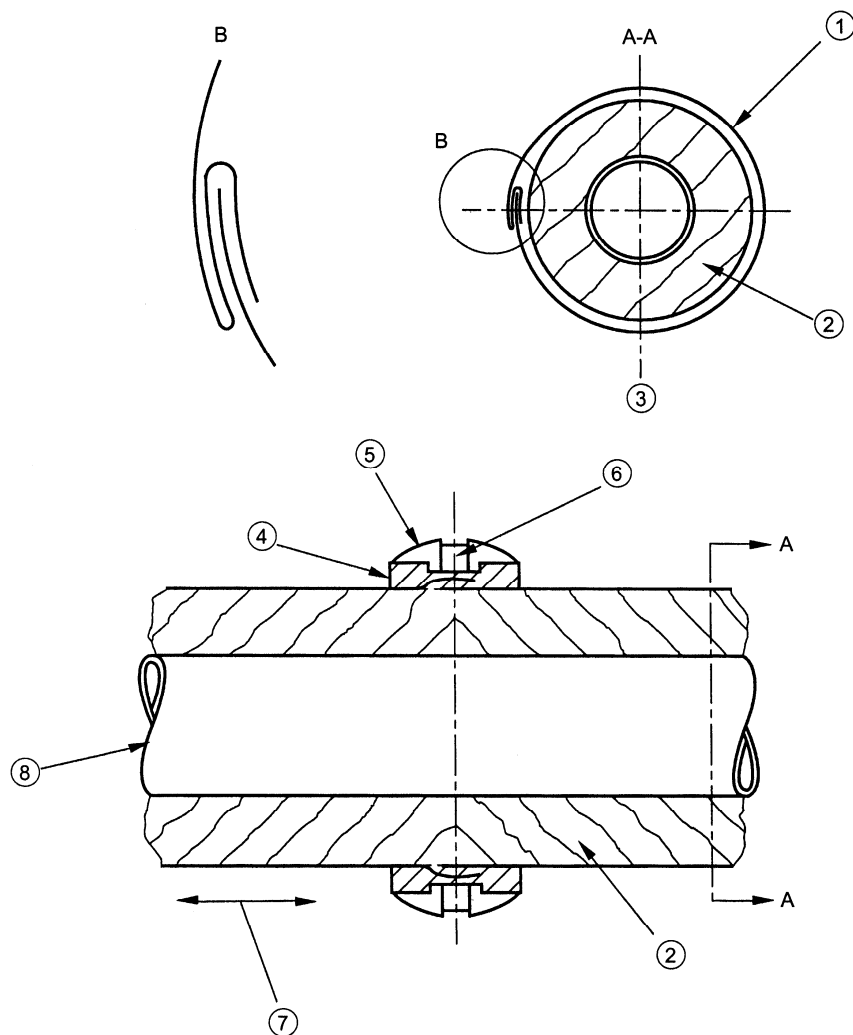
Der korrekte Betrieb eines elektrischen Begleitheizsystems hängt davon ab, dass die Wärmedämmung trocken bleibt. Die Wärmeausgangsleistung der elektrischen Begleitheizung ist normalerweise nicht ausreichend, um eine feuchte Wärmedämmung zu trocknen. Einige Isoliermaterialien erlangen ihre Anfangseigenschaften nach der Durchfeuchtung selbst dann nicht zurück, wenn sie von der Rohrleitung entfernt und zwangsgetrocknet werden.

Gerade Rohrleitungen können mit einer Metallummantelung, einem polymeren bzw. einem Mischsystem witterungsgeschützt werden. Wenn eine Metallummantelung verwendet wird, sollte sie glatt sein und angeformte modifizierte „S“-Längsverbindungen haben. Die jeweiligen Endstöße sollten mit Verschlussbändern abgedichtet und an der äußeren Kante oder dort, wo sie sich überlappen, mit Dichtmasse versehen sein (siehe [Bild 1](#)).

Eine Ummantelung, ohne Dichtmasse überlappt oder anderweitig geschlossen, ist als Schutz gegen Feuchtigkeit nicht effektiv. Eine einzelne, nicht abgedichtete Stelle kann bewirken, dass während eines Wolkenbruchs eine beträchtliche Wassermenge in die Wärmedämmung eindringt.

Bei der Festlegung der Art des verwendeten Witterungsschutzes sollten – als ein Minimum – die nachfolgenden Bedingungen beachtet werden:

- Wirksamkeit des Feuchtigkeitsausschlusses;
- korrosive Chemikalien im betreffenden Bereich;
- Brandschutzanforderungen;
- Beständigkeit gegen mechanischen Verschleiß;
- Kosten.



Legende

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| 1 Metallaußenmantel | 5 Verschlussband |
| 2 Wärmedämmung | 6 Isolationsspannband |
| 3 metallummanteltes isoliertes Rohr | 7 Bewegung |
| 4 Dichtmasse | 8 Rohrleitung |

Bild 1 – Wärmedämmung – Installation mit Witterungsschutz

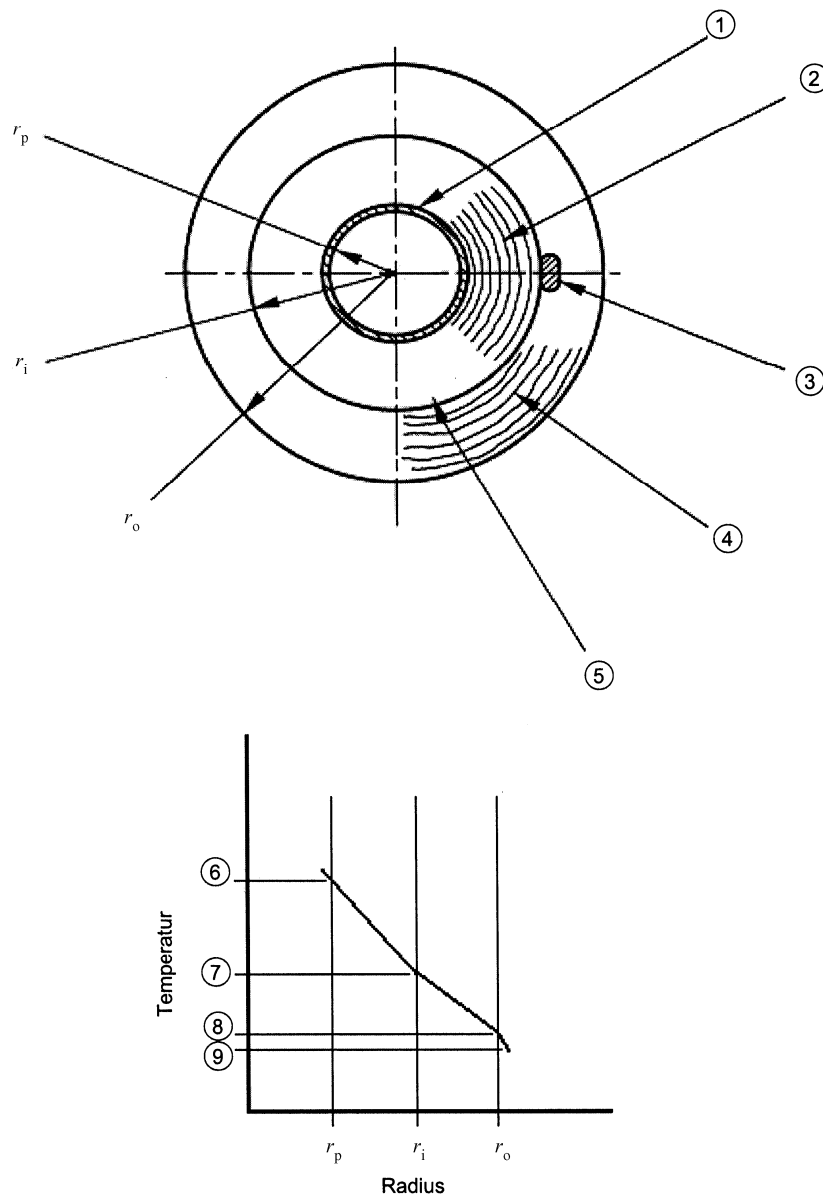
5.4 Wirtschaftliche Betrachtungen zur Wärmedämmung

Als Minimum der wirtschaftlichen Überlegungen zur Wärmedämmung müssen die Kosten für Material und Installation den Energieeinsparungen über die Lebensdauer gegenüber gestellt werden. Dabei sollte beachtet werden, dass die tatsächliche Dicke nicht immer exakt der Solldicke der Wärmedämmung entspricht. Bei der Bemessung der Wärmedämmung sollte berücksichtigt werden, dass die dem Rohr angepasste Wärmedämmung sowohl für die Aufnahme des Rohres als auch die der Begleitheizung geeignet ist.

5.5 Doppelte Isolierung

Die Technik der doppelten Isolierung kann angewandt werden, wenn die Rohrtemperatur die maximal zulässige Temperatur der Begleitheizung übersteigt. Eine typische Anwendung hierfür ist die Verhinderung des Entstehens von Kondensat in Hochtemperatur-Dampfleitungen, wenn diese außer Betrieb sind. Die Technik besteht aus der Anordnung der Begleitheizung zwischen zwei, das Rohr umgebende Isolierschichten. Kern

dabei ist die Bestimmung der richtigen Kombination des Typs der thermischen Innen- und Außenisolierung sowie deren Dicke, damit sich für die Begleitheizung eine akzeptable Übergangstemperatur ergibt. Dieser Zusammenhang ist in Bild 2 dargestellt. Bei der Ermittlung müssen die maximale Umgebungstemperaturbedingungen berücksichtigt werden.



Legende

- | | |
|---------------------------|--|
| 1 Rohr | 6 höchste Rohrtemperatur |
| 2 innere Isolierschicht | 7 Übergangstemperatur |
| 3 Begleitheizung | 8 Oberflächentemperatur der äußeren Isolierung |
| 4 äußere Isolierschicht | 9 Umgebungstemperatur |
| 5 Metallfolie (Aluminium) | |

Bild 2 – Typisches Temperaturprofil

6 Systementwurf

6.1 Einleitung

Jede Anwendung einer Begleitheizung stellt besondere Anforderungen an den planenden Konstrukteur, um die vorgesehene Temperatur zu erreichen und diese unter den festgelegten Bedingungen einzuhalten. Begleitheizsysteme besitzen natürlicherweise Berührungspunkte zu anderen festgelegten Bauteilen der Einrichtung, wie z. B. der Wärmedämmung und der verfügbaren elektrischen Versorgung. Das sich ergebende System ist eine Integration dieser Teilkomponenten in der Form, dass deren Parameter bekannt sein und gegebenenfalls geregelt werden müssen, um Systeme zu planen, die der Spezifikation entsprechen.

Der Entwurf jedes Begleitheizsystems muss sämtlichen IEC-Anforderungen an den Einsatz einer elektrischen Einrichtung und den Anforderungen der vorliegenden Norm entsprechen. Beachtung erfordert die Instandhaltung der Systeme und der Prozesseinrichtungen, der energetische Wirkungsgrad und die Prüfung der errichteten Systeme hinsichtlich der richtigen, funktionellen Betriebsweise und der Sicherheit.

Wenn Begleitheizsysteme zum Einsatz in gasexplosionsgefährdeten Bereichen geplant werden, sind zusätzliche Parameter und Einschränkungen durch die Anforderungen und die Klassifizierung des betrachteten Bereiches unbedingt zu beachten.

6.2 Zweck von Begleitheizungen und Hauptanforderungen

Begleitheizungen sollten so ausgewählt und installiert werden, dass eine ausreichende Leistungsabgabe zur Verfügung steht für:

- a) die Kompensation des Wärmeverlustes, wenn eine festgelegte Temperatur eines Werkstückes bei der festgelegten minimalen Umgebungstemperatur eingehalten wird; siehe Berechnungsverfahren in 6.3; oder
- b) die Aufheizung eines Werkstückes und, soweit festgelegt, seines Inhaltes innerhalb einer festgelegten Zeitdauer; siehe Berechnungsverfahren in 6.4; oder
- c) eine Kombination von a) und b).

Die erforderliche Leistungsabgabe sollte dann mit einem Sicherheitsfaktor, der nach 6.5 ermittelt wird, multipliziert werden.

Bei der Auswahl des Begleitheizelements muss die Ermittlung der höchstmöglich auftretenden Systemtemperatur unter den ungünstigsten Bedingungen nach IEC 60079-30-1 berücksichtigt werden. Die Temperatur kann beispielsweise durch Anpassung der Systemparameter, durch Anwendung mehrerer Begleitheizungen zur Verringerung der je Längeneinheit, spezifisch erzeugten Leistung (Reduktion der Übertemperatur der Heizleitung im Verhältnis zum Werkstück) oder durch Einsatz eines Temperaturregelungssystems verringert werden. Eine Erhöhung der installierten Leistung über die geforderte Leistung hinaus und der Einsatz, die Installation und der Betrieb von Begleitheizungen darf auch nach der Bewertung der ungünstigsten Bedingungen nicht die Ursache einer unzulässigen Gefahr in gasexplosionsgefährdeten Bereichen darstellen.

6.3 Berechnung des Wärmeverlustes

Der Wärmeverlust eines Werkstückes kann vereinfacht folgendermaßen berechnet werden:

$$q = k \Delta T \quad (1)$$

Dabei ist

- q der Wärmeverlust je Längeneinheit des Rohres, in Watt pro Meter (W/m);
- ΔT die Temperaturdifferenz zwischen der gewünschten Haltetemperatur (T_p) und der niedrigsten anzunehmenden Umgebungstemperatur (T_a), in Grad Celsius (°C);
- k die Wärmeleitfähigkeit des Systems, die zur Vereinfachung als eine Konstante angesehen werden kann (W/m K).

Der Faktor k ist eine Funktion der Dicke, der Größe und des Materials der Wärmedämmung, der mittleren Temperatur der Wärmedämmung und des Wärmeübergangskoeffizienten (Konvektionsparameter) zwischen dem Inhalt des Werkstückes und der äußeren Umgebung. Der Genauigkeitsgrad der Berechnung hängt daher vom Grad der Festlegung der Systemparameter ab.

Wenn diese Parameter angegeben sind, kann der Wärmeverlust von Rohren und Rohrleitungen mit einer genaueren Berechnung bestimmt werden. Gleichung (1) nimmt folgende Form an, wenn die Leitfähigkeitsfaktoren berücksichtigt werden:

$$q = \frac{2\pi K (T_p - T_a)}{\ln\left(\frac{D_2}{D_1}\right)} \quad (2)$$

Dabei ist

- q der Wärmeverlust je Längeneinheit des Rohres, in Watt je Meter (W/m);
- T_p die gewünschte Haltetemperatur, in Grad Celsius (°C);
- T_a die minimale Umgebungstemperatur, in Grad Celsius (°C);
- D_1 der Innendurchmesser der Wärmedämmung, in Meter (m);
- D_2 der Außendurchmesser der Wärmedämmung, in Meter (m);
- K die Wärmeleitfähigkeit der Wärmedämmung, bezogen auf ihre mittlere Temperatur (W/m K).

Eine verbesserte Genauigkeit bei der Berechnung des Wärmeverlustes kann durch Differenzieren der Kennwerte der unterschiedlichen Wärmedämmschichten (falls vorhanden) und durch Aufnahme der Konvektionsparameter erreicht werden, was zu folgender Gleichung führt:

$$q = \frac{(T_p - T_a)}{\frac{1}{\pi D_1 h_i} + \frac{\ln\left(\frac{D_2}{D_1}\right)}{2\pi K_1} + \frac{\ln\left(\frac{D_3}{D_2}\right)}{2\pi K_2} + \frac{1}{\pi D_3 h_{co}} + \frac{1}{\pi D_3 h_o}} \quad (3)$$

Dabei ist

- D_2 der Außendurchmesser der inneren Wärmedämmung, in Meter (m) (Innendurchmesser der äußeren Wärmedämmschicht, sofern vorhanden);
- D_3 der Außendurchmesser der äußeren Wärmedämmungsschicht, sofern vorhanden, in Meter (m);
- K_1 die Wärmeleitfähigkeit der inneren Wärmedämmungsschicht, bezogen auf ihre mittlere Temperatur (W/m K);
- K_2 die Wärmeleitfähigkeit der äußeren Wärmedämmungsschicht, sofern vorhanden, bezogen auf ihre mittlere Temperatur (W/m K);
- h_i der innenseitige Konvektionsfaktor vom Rohr zur inneren Isolationsoberfläche, sofern vorhanden (W/m² K);
- h_{co} der innenseitige Luftkontaktkoeffizient von der äußeren Wärmedämmungsoberfläche zum Witterungsschutz, sofern vorhanden, (W/m² K);
- h_o der äußere Konvektionsfaktor vom Witterungsschutz zur Umgebung (W/m² K) (typische Werte für diese Größe liegen für Tieftemperaturanwendungen unter 50 °C zwischen 5 W/m K und 50 W/m K).

Wärmeverluste von Behältern erfordern häufig eine komplexere Analyse, um den Gesamtwärmeverlust zu ermitteln. Der Lieferant der Begleitheizung sollte zu Rate gezogen werden.