Quelle: https://www.arbeitssicherheit.de//document/41e398bb-7763-3b2b-a144-f3ffb24c678a

Bibliografie	
Titel	Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) Gefährdungen durch Dampf und Druck bei Freisetzung von Medien (TRBS 2141 Teil 3)
Amtliche Abkürzung	TRBS 2141 Teil 3
Normtyp	Technische Regel
Normgeber	Bund
Gliederungs-Nr.	[keine Angabe]

Abschnitt 4 TRBS 2141 Teil 3 - Maßnahmen zur Erreichung der Schutzziele (1)

Maßnahmen zur Begegnung der in Abschnitt 3 genannten Ursachen für Gefährdungen werden nachstehend beispielhaft für den Lebenszyklus einer Druckanlage beschrieben. Der Lebenszyklus einer Druckanlage umfasst hierbei die Bereitstellung und Benutzung von Arbeitsmitteln sowie den Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen einschließlich Montage und Installation.

4.1 Bereitstellung

4.1.1 Beschaffung (Bestellspezifikation, Unterlagen des Herstellers, Eingangskontrolle)

Als Basis für die Beschaffung einer Druckanlage muss die bestimmungsgemäße Betriebsweise zu Grunde gelegt werden, einschließlich z. B. Füll-, Entleer-, An- und Abfahrvorgängen sowie vernünftigerweise nicht auszuschließende Abweichungen hiervon. Ferner sind mögliche äußere Einflüsse auf eine Druckanlage zu berücksichtigen.

Folgende beispielhaft genannten Maßnahmen können sich für die Beschaffung von Verbindungs- und Dichtelementen ergeben:

- Verschlüsse und lösbare Verbindungen werden so ausgewählt, dass sie bei bestimmungsgemäßer Betriebsweise
  - technisch dicht sind und technisch dicht bleiben,
  - für den Anwendungszweck in thermischer und mechanischer Hinsicht geeignet und
  - gegenüber dem Betriebsmedium chemisch und physikalisch beständig sind,
- zusätzlich werden Schnellverschlüsse so ausgewählt, dass sie bei bestimmungsgemäßer Betriebsweise
  - nicht unter Druck geöffnet und nicht im geöffneten Zustand mit Druck beaufschlagt werden können,
  - nicht bei gefährlicher Temperatur (z. B. tiefkalte oder heiße Fluide) oder gesundheitsgefährdenden Fluiden geöffnet werden können.
- Auswahl geeigneter Konstruktionen, wenn auf Dauer technisch dichte Anlagenteile erforderlich sind, in Anlehnung an TRBS 2152 Teil 2 Abschnitt 2.4.3.2. Besonderes Augenmerk ist auf den Nachweis der Ausblassicherheit zu legen, um ein Herausdrücken der Dichtung aus dem Sitz und große Leckagen auszuschließen. Darüber hinaus können zur Vermeidung von Undichtigkeiten aus dynamischen Dichtelementen doppelt wirkende Gleitringdichtungen geeignet sein.

4.1.2 Aufstellung unter Berücksichtigung des Umfeldes

Bei der Aufstellung von Druckanlagen bzw. deren Teile sind beispielsweise die nachstehenden Maßnahmen zur Vermeidung von Gefährdungen durch die Freisetzung von Medien zu berücksichtigen. Daneben sind insbesondere die Vorgaben der Gefahrstoffverordnung und die Ergebnisse der danach ebenfalls durchzuführenden Gefährdungsbeurteilung sowie die Technischen

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Regeln zum Explosionsschutz (TRBS 2152 ff.) zu beachten.

4.1.2.1 Undichtigkeiten

- Leckgase, z. B. von Kolbenstangen- und Wellenabdichtungen, werden gefahrlos abgeführt, beispielsweise durch gezielte Absaugung oder technische Belüftung.

- Bei Anlagen mit besonders gesundheitsgefährdenden Gasen, Gasgemischen oder Dämpfen, die schon in geringen Konzentrationen zur Lähmung der Geruchsnerven führen oder durch Geruch nicht wahrzunehmen sind (z. B. Phosphin, Schwefelwasserstoff, Cyanwasserstoff, Carbonylchlorid, Kohlenmonoxid) werden technische Maßnahmen vorgesehen, z. B.:

  Einbau geeigneter selbsttätig wirkender Gaswarneinrichtungen zum Erkennen, Warnen und Melden von gefährlichen Gaskonzentrationen. Die Gaswarneinrichtungen lösen Vor- und Hauptalarm aus. Beim Ansprechen des Hauptalarms wird die Anlage selbsttätig in den sicheren Zustand gehen. Die Gaswarneinrichtungen sind für die Messkomponente geeignet und die Anzeige ist für die Messkomponente zu justieren.

- Bei Anlagen, in denen die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Gas-/Dampf-/Luft-Gemische bzw. gesundheitsgefährlicher oder erstickender Atmosphäre nicht sicher verhindert werden kann, ist eine ausreichende Belüftung zu gewährleisten, sofern eine offene oder halboffene Bauweise nicht realisierbar ist.

- Bei Anlagen, bei denen der Austritt von Staub nicht sicher verhindert werden kann, ist die Bildung eines gefährlichen Staub-/Luftgemisches im Umfeld der Anlage durch entsprechende Reinigungsintervalle zu vermeiden.

- In Räumen mit Druckanlagen, in denen Gase oder Dämpfe mit Gefährlichkeitsmerkmalen nach Gefahrstoffverordnung oder mit gefährlichen Eigenschaften umgesetzt werden oder entstehen können, wird eine ausreichende Belüftung sichergestellt.

  Bei der Anordnung der Lüftungsöffnungen wird die Dichte der Gase/Dämpfe berücksichtigt.

  Sehr giftige oder krebserzeugende Medien werden gezielt in geschlossene Auffangsysteme geleitet.

  Bei natürlicher Lüftung ins Freie ist ein ausreichender Luftaustausch zu gewährleisten. Dieser liegt in der Regel vor, wenn ein Gesamtquerschnitt der Lüftungsöffnungen von mindestens 1/100 der Bodenfläche vorhanden ist. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Gesamtquerschnitt der Lüftungsöffnungen und damit die Wirksamkeit der Belüftung von verschiedenen Faktoren wie z.B. Raumgröße und -form, Anordnung der Anlagenteile, Stoffparametern, Leckagen sowie den Temperaturverhältnissen beeinflusst werden.

- Bei technischer Lüftung ist in der Regel mindestens ein zweifacher Luftwechsel in der Stunde zu gewährleisten.

  Die Einrichtung ist entweder ständig wirksam oder wird über eine Gaswarneinrichtung automatisch eingeschaltet. Beim Ausfall der Einrichtung für die technische Lüftung wird ein Alarm ausgelöst.

4.1.2.2 Ableitung aus Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitungen

Es wird die gefahrlose Ableitung in ein Behandlungssystem vorgesehen, wenn eine Ableitung in die Atmosphäre nicht zulässig ist (siehe Anlage 1). Beispiele hierzu sind:

- Gezielte Ableitung in ein Entsorgungssystem z.B. bei giftigen Medien. Zu den Entsorgungssystemen zählen beispielsweise Abscheider, Wäscher, Fackeln, thermische Abgasreinigung,

- gezielte Ableitung in geschlossene Auffangsysteme z. B. bei sehr giftigen oder krebserzeugenden Medien.

4.1.3 Montage, Installation, Ausrüstung

Bei der Montage, Installation und Ausrüstung von Druckanlagen bzw. deren Teile können die nachfolgend beispielhaft genannten Maßnahmen zur Vermeidung von Gefährdungen durch die Freisetzung von Medien zielführend sein:

- Verschlüsse und lösbare Verbindungen werden so montiert und installiert, dass sie bei der bestimmungsgemäßen Betriebsweise technisch dicht sind und technisch dicht bleiben. Dabei ist die Betriebs- oder Montageanleitung des Herstellers sowie ggf. weitere technische Spezifikationen zu beachten wie z.B. bei Schneid- und Klemmringverschraubungen.

- Es werden nur geeignete Dichtungen verwendet. Auf Hilfsmittel, wie Dichtpasten und Trennmittel wird nur in

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

begründeten Einzelfällen zurückgegriffen.

- Die Verbindungen werden spannungsarm montiert. Schraubverbindungen/Verschlussschrauben werden gleichmäßig so weit angezogen, wie es zum Abdichten erforderlich bzw. spezifiziert ist. Vorzugsweise werden hierfür drehmomentbegrenzende Werkzeuge eingesetzt.
- Bei der Montage wird darauf geachtet, dass Flansche, Dichtungen, Schrauben und Muttern den zu erwartenden mechanischen, thermischen und chemischen Beanspruchungen sicher widerstehen bzw. den technischen Vorgaben entsprechen.
- Bei Anlagen mit z.B. giftigen und sehr giftigen, explosionsfähigen und entzündlichen, leicht entzündlichen und hoch entzündlichen Medien werden alle Stutzen, die nicht an Rohrleitungen angeschlossen sind, mit Blindverschlüssen versehen, auch wenn Absperrarmaturen vorhanden sind. Dies wird auch durchgeführt, wenn Rohrleitungsverbindungen kurzzeitig gelöst werden.
- Der Transport und die Montage von Anlagenteilen werden so ausgeführt, dass die Beschädigung von Dichtflächen oder die Verformung von Anschlussteilen vermieden wird. Die Montagevorschriften der Hersteller werden beachtet.
- An Probenahmestellen wird durch geeignete Einrichtungen sichergestellt, dass außerhalb des Probenahmevorganges keine oder nur ungefährliche Mengen des Betriebsmediums austreten können. Hierzu werden Probenahmeöffnungen
    - mit zwei hintereinander geschalteten und gegeneinander verriegelten Absperrarmaturen ausgerüstet (Schleuse),
    - mit einer Absperrarmatur und einem begrenzend dimensionierten Querschnitt ausgerüstet (Drossel),
    - mit einer Absperrarmatur und einer Regelarmatur mit einer geregelter Öffnungscharakteristik ausgerüstet (Dosierung).
- Einrichtungen zum Ableiten von Medien werden so ausgeführt und befestigt, dass im Abblasefall keine Gefährdungen entstehen und Rückstoßkräfte aufgenommen werden.

4.2 Benutzung

4.2.1 Erprobung, An- und Abfahren

Bei der Erprobung sowie dem An- und Abfahren können die nachfolgend beispielhaft genannten Maßnahmen zielführend sein:

- Nach Tätigkeiten, die die Dichtheit der Anlage beeinträchtigen können, z.B. Instandsetzungsmaßnahmen, wird ggf. eine Dichtheitsprüfung vor oder während des Anfahrens durchgeführt. Dabei werden die gelösten bzw. gewechselten Dichtungen und Verschlüsse beobachtet und Schraubenverbindungen erforderlichenfalls nachgezogen. Vor dem Nachziehen von Schraubenverbindungen wird der Druck abgesenkt.
- Um Thermoschock beim Befüllen von drucklosen Anlagenteilen mit druckverflüssigten Gasen zu vermeiden, kann vor dem Befüllen eine Druckbeaufschlagung mit Gasphase erfolgen.
- Um Wasserschläge und Thermoschock beim Anfahren von Dampfkesselanlagen oder dampfführenden Rohrleitungen zu vermeiden, werden Ventile und Absperreinrichtungen langsam geöffnet. Anschlussleitungen werden erforderlichenfalls entwässert und entlüftet.
- Vor dem Öffnen von Druckanlagenteilen wird die Drucklosigkeit hergestellt. In Anlagenteilen mit möglichen, nicht erkennbaren Restdrücken, werden ggf. zusätzliche organisatorische Maßnahmen getroffen.

Zur Vermeidung einer Verpuffung in befeuerten Druckanlagen:

- werden Feuerraum und Rauchgaswege vor dem Zünden ausreichend durchlüftet,
- darf der Brennstoff nur in den Feuerraum eingebracht werden, wenn der Brennstoff durch
    - eine Zündeinrichtung oder
    - ein ausreichendes Grundfeuer oder
    - eine ausreichende Zündtemperatur

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

bei jedem Betriebszustand sicher gezündet wird,

- werden die Brennstoffabsperrarmaturen zeitlich begrenzt für den Zündvorgang freigegeben (Flammenwächterüberbrückung im Zündvorgang).

4.2.2 Betrieb bzw. Gebrauch, Wartung und Instandsetzung

Alle erforderlichen Maßnahmen werden für Betrieb bzw. Gebrauch, Wartung und Instandsetzung unter Zugrundelegung der vom Hersteller übermittelten Angaben und der eigenen betrieblichen Erfahrungen durch den Arbeitgeber bzw. Betreiber festgelegt.

Beispielhafte Maßnahmen zur Gewährleistung der Dichtheit hierbei sind:

- Schadhafte Verschlusselemente, z. B. abgenutzte, rissige oder verbogene Schrauben, ausgebrochene oder sonst beschädigte Muttern, verbogene Klammern oder Bügel, beschädigte Dichtungen, werden nicht erneut verwendet sondern ersetzt.

- Druckgeräte sowie ihre Ausrüstungsteile unterliegen einer Dichtheitsüberwachung durch den Betreiber; dies gilt auch für Druckgeräte, die durch ihre Konstruktion auf Dauer technisch dicht ausgeführt sind.

  Bei Anlagenteilen, deren technische Dichtheit durch Instandhaltung und Überwachung gewährleistet wird, wird der Umfang und die Häufigkeit der Überwachung z. B. in Betriebsanweisungen oder Instandhaltungsplänen festgelegt.

- Die Art und Weise der Dichtheitsüberwachung der Druckgeräte ist abhängig von deren konstruktiver Gestaltung bzw. dem eingesetzten Medium. Hieraus ergeben sich qualitative Anforderungen an die Dichtheitsüberwachung. So erfordert zum Beispiel ein Flansch mit glatter Dichtleiste in einer Gasleitung einen entsprechend höheren Überwachungsaufwand als ein Flansch mit gleicher Ausrüstung in einer Wasserleitung. Flanschverbindungen mit Schweißlippendichtung wiederum benötigen im Allgemeinen einen geringeren Überwachungsaufwand.

- Die Dichtheitsüberwachung wird in Abhängigkeit von Gefährlichkeitsmerkmalen, Aggregatzustand, Druck- und Temperaturniveau z. B. durch eine der folgenden Maßnahmen sichergestellt:

- Begehung der Bereiche, in denen Druckanlagen aufgestellt sind, zur Kontrolle auf Schlieren, Eisbildung, Geruch oder Geräusche in Folge Undichtheit,

- Begehung der Bereiche, in denen Druckanlagen aufgestellt sind, mit mobilen Leckanzeige-, Lecksuchgeräten (tragbare Gaswarneinrichtungen), z.B. bei geruchlosen, als giftig eingestuften Gasen,

- Dichtheitsüberwachung bzw. -kontrolle, z.B. mit schaumbildenden Mitteln,

- Kontinuierliche oder periodische Überwachung der die Druckanlage umgebende Atmosphäre durch selbsttätig arbeitende, fest installierte Geräte mit Warnfunktion.

- Schwerpunkt der Dichtheitsüberwachung sind lösbare Verbindungen, die nicht durch Konstruktion auf Dauer technisch dicht sind, wie z. B.

  - dynamisch beanspruchte Dichtungen, wie z.B. Stopfbuchspackungen mit nicht selbsttätig nachstellenden Packungen, Wellendurchführungen,

  - thermisch beanspruchten Dichtungen mit stark wechselnden Temperaturen.

- Bei Wartungs- und Inspektionsarbeiten werden die speziellen Belange z. B. hinsichtlich

  - Dichtheitsanforderungen,

  - Gefährlichkeitsmerkmalen,

  - Aggregatzustand,

  - Druck- und Temperaturniveau

  berücksichtigt.

- An unter Druck stehenden Druckgeräten werden

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

    - Schrauben-/Verschlussschrauben nur von hierfür unterwiesenen Personen unter Beachtung besonderer Vorsichtsmaßnahmen nachgezogen. Ggf. wird der Druck dafür abgesenkt.
    - Verschlussschrauben nicht gelöst, es sei denn, dass dies im Einzelfall nach besonderer Arbeitsanweisung ohne Gefährdung geschehen kann.
  - Um Thermoschock in Anlagenteilen hinter Verdampfern für tiefkalt-verflüssigte Gase infolge Flutens der Verdampfer zu vermeiden, können Gefährdungen durch Undichtigkeiten in nachgeschalteten Anlagenteilen vermieden werden durch z. B.:
    - Überwachung der Temperatur in der Rohrleitung hinter dem Verdampfer und Einleitung von selbsttätig wirkenden Maßnahmen im Störungsfall, z. B. Abschalten/Verriegeln von Förderpumpen, Schließen von Absperrarmaturen am Verdampferausgang,
    - Verringerung der Abnahmeleistung.
  - Schnellverschlüsse werden gemäß den Vorgaben des Herstellers geöffnet, um die unkontrollierte Freisetzung von Medien zu vermeiden.

Zur Vermeidung einer Gefährdung durch Verpuffung in befeuerten Druckanlagen:

  - werden an Gas- und Ölfeuerungen die Absperreinrichtungen für die Brennstoffzufuhr auf Gangbarkeit und innere Dichtheit geprüft,
  - werden die Brennstoffabsperrarmaturen im Betrieb von einer Flammenüberwachung in Offen-Stellung gehalten,
  - werden Brennstoff und Verbrennungsluft in Abhängigkeit voneinander geregelt oder gesteuert. Bei Unterschreitung des sicherheitstechnisch erforderlichen Luft/Brennstoff Verhältnisses wird z.B. die Feuerung abgeschaltet,
  - wird bei einer unterstöchiometrisch betriebenen Feuerung eine unkontrollierte Luftzufuhr verhindert,
  - kann es erforderlich sein, während des Betriebes Änderungen an der Luftführung, den Düsen und der Brennstoff/Luft-Regelung vorzunehmen (z.B. in Folge veränderter Betriebsbedingungen oder Änderung der Brennstoffqualität). Solche Maßnahmen werden durch fachkundiges Personal durchgeführt unter Beachtung, dass z.B.
    - die maximale Feuerungswärmeleistung des Brenners nicht überschritten wird,
    - die Flammenstabilität erhalten bleibt,
    - die verbrennungstechnischen Kennwerte in zulässigen Grenzen bleiben.
  - werden Arbeiten während des Betriebes an Anlagenteilen von Dampfkesselanlagen, die mit dem Brennkammerdruck in Verbindung stehen, nur durchgeführt, wenn Gefährdungen durch geeignete Maßnahmen (z.B. Absperreinrichtung oder persönliche Schutzausrüstung) verhindert werden.

4.2.3 Sicherheitsmaßnahmen bei Betriebsstörungen

Sicherheitsmaßnahmen bei Betriebsstörungen werden in der TRBS 2141 Teil 1 behandelt. Darüber hinaus ist Folgendes zu beachten:

Ist eine Gefährdung durch eine Betriebsstörung an einer Druckanlage nicht unmittelbar zu beseitigen, wird die Druckanlage unverzüglich und gefahrlos entspannt bzw. entleert. Zuvor werden alle druckerhöhenden Ursachen (z. B. durch Abstellen der Heizung, durch Beenden der druckerhöhenden Reaktion) unterbunden.

Bei einer störungsbedingten Stofffreisetzung durch Undichtigkeiten werden abhängig vom Gefährdungspotenzial Maßnahmen getroffen, um die Auswirkung bzw. Ausbreitung zu begrenzen.

Beispiele: Maßnahmen zur Begrenzung der Ausbreitung von sehr.giftigen oder giftigen Druckgasen bei Gasausbrüchen können sein:

  - Wasserschleier zum Niederschlagen einer Gaswolke bei Druckgasen, die wasserlöslich sind, z.B. Ammoniak, Ethylenoxid,
  - Wasserschleier zur Begrenzung der Ausbreitung einer Gaswolke bei Druckgasen, die in Wasser nicht oder nur wenig

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

löslich sind, oder

- Begrenzen der flächigen Ausbreitung durch Verwirbeln des austretenden Druckgases mit Wasserdampf (Dampfsperre).

Die dazu erforderlichen Einrichtungen, z.B. Sprührohre, Sprühwände, können fahrbar oder ortsfest eingebaut sein.

Anlagenteile, die infolge einer sicherheitsrelevanten Störung abgeschaltet wurden, werden nur auf Anweisung der betrieblich verantwortlichen Person und erst dann wieder eingeschaltet, wenn die Ursache für die Abschaltung beseitigt und die Anlagenteile vor Wiedereinschaltung vor Ort überprüft wurden.

4.2.4 Umbau (Änderung, wesentliche Veränderung)

Änderungen der Bauart von Anlagenteilen oder der Betriebsweise können zu neuen oder geänderten Gefährdungen hinsichtlich der Freisetzung von Medien führen. Die nachfolgenden, beispielhaft genannten Maßnahmen können hierbei zielführend sein, um Gefährdungen durch Freisetzung von Medien zu vermeiden.

- Bei der Verwendung von Dichtelementen mit anderer Beschaffenheit wird darauf geachtet, dass diese für den Anwendungszweck in mechanischer und thermischer Hinsicht geeignet sind und durch das Betriebsmedium/ Fluid nicht unwirksam werden.
- Beim Vorhandensein eine Dichtheitsüberwachung wird geprüft, ob sich die qualitativen Anforderungen geändert haben.
- Überprüfung, ob konstruktive Änderungen erforderlich sind, z.B. hinsichtlich der Ausbildung von Flanschverbindungen.
- Bei Änderung der Betriebsweise wird geprüft, ob die Ableitung aus Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung noch gefahrlos möglich ist.
- Bei Änderungen an Verschlüssen, die unter Druck geöffnet werden können, wird geprüft, ob durch die Änderung neue Gefährdungen entstehen können. Beispielsweise wird bei Schnellverschlüssen geprüft, dass das Offnen erst eingeleitet werden kann, wenn der Druckausgleich mit der Atmosphäre hergestellt ist.

Fußnoten

(1) Red. Anm.: Außer Kraft am 23. Mai 2019 durch die Bek. vom 14. März 2019 (GMBl S. 270)

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH