

Quelle: <https://www.arbeitssicherheit.de//document/71b8184d-f8ce-36b7-95a5-85bbcbc3125f>

Bibliografie

Titel	Technische Regeln für Betriebssicherheit Gefährdungen durch Dampf und Druck TRBS 2141
Amtliche Abkürzung	TRBS 2141
Normtyp	Technische Regel
Normgeber	Bund
Gliederungs-Nr.	Keine FN

Abschnitt 6 TRBS 2141 - Freisetzung von Fluiden

Infolge der Freisetzung von Fluiden, durch z. B.

1. Undichtigkeiten,
2. Öffnen von unter Druck stehenden Anlagenteilen,
3. Ableitung aus Sicherheitsventilen, Berstscheiben, Druckentlastungsklappen und Entspannungsleitungen,
4. Verpuffung in Feuerungseinrichtungen von Druckanlagen

können Gefährdungen für Beschäftigte und andere Personen im Gefahrenbereich entstehen.

6.1 Ermittlung von Gefährdungen

(1) Bei Freisetzung von Fluiden können beispielsweise Gefährdungen durch Freistrahlimpulse, Ersticken, Vergiften, Verätzen, Verbrennen oder Erfrieren für Beschäftigte oder andere Personen im Gefahrenbereich auftreten.

(2) Bei Anlagenteilen, die auf Dauer technisch dicht sind, sind keine Freisetzungen zu erwarten. Es besteht hierdurch in der umgebenden Atmosphäre keine Brand-, Explosions- oder Gesundheitsgefahr.

(3) Bei Anlagenteilen, die technisch dicht sind, sind seltene Freisetzungen zu erwarten.

(4) Ursachen für Gefährdungen aufgrund der Freisetzung von Fluiden können insbesondere sein:

6.1.1

Undichtigkeiten an Verschlüssen und lösbaren Verbindungen mit statischen Dichtelementen

Undichtigkeiten an Verschlüssen und lösbaren Verbindungen mit statischen Dichtelementen (z. B. Flachdichtungen, kammprofilierte Dichtungen, Metallprofilabdichtungen) infolge von:

1. Beschädigungen der Dichtelemente oder Dichtflächen, insbesondere bei beweglichen Leitungen (Schläuche und Gelenkrohrleitungen), wenn dadurch eine sichere Verbindung und damit technische Dichtheit nicht mehr gewährleistet ist,
2. gegenüber dem Fluid oder äußeren Einwirkungen nicht geeigneten Dichtelementen (z. B. Korrosionsangriff an Schrauben durch Umgebungseinflüsse),

3. alterungsbedingten oder zeitabhängigen Veränderungen von Dichtelementen, z. B. Setzen, Verspröden,
4. unzulässiger Beanspruchung von Dichtelementen z. B. Materialunverträglichkeiten oder Abweichungen von der bestimmungsgemäßen Betriebsweise,
5. Montagefehlern, z. B. wenn die konstruktiv vorgesehenen Verschlusselemente nicht bestimmungsgemäß verwendet werden (z. B. falsches Anzugsmoment) oder wenn unzulässige Spannungen durch falsche Anschlagpunkte eingebracht werden, die zu Verformungen führen.
6. Thermoschock, z. B. beim Befüllen von drucklosen Druckbehältern mit druckverflüssigten Gasen oder beim nicht bestimmungsgemäßen Eintritt von kalten Fluiden in Anlagenteile, sofern die Dichtungen bzw. Anlagenteile für die auftretenden tiefen Temperaturen nicht ausgelegt sind.

6.1.2

Undichtigkeiten an dynamischen Dichtelementen

Undichtigkeiten an dynamischen Dichtelementen (z. B. Stopfbuchsen, Gleitringdichtungen) infolge von:

1. gegenüber dem Fluid oder äußeren Einwirkungen (z. B. unzulässige Schwingungen) nicht geeigneten Dichtelementen,
2. alterungsbedingten oder zeitabhängigen Veränderungen von Dichtelementen, z. B. Setzen, Verspröden, Verschleiß,
3. unzulässiger Beanspruchung von Dichtelementen, z. B. Materialunverträglichkeiten oder Abweichungen von der bestimmungsgemäßen Betriebsweise,
4. Montagefehlern, z. B. falsches Anzugsmoment, Ausrichtfehler.

6.1.3

Entweichen von Fluiden beim Öffnen von Anlagenteilen

Entweichen von Fluiden beim Öffnen von Anlagenteilen infolge von:

1. nicht erkanntem Überdruck an der Öffnungsstelle,
2. nachträglicher Auflösung von Verstopfungen bei bereits geöffneter Druckanlage,
3. zu großer Entnahmemenge bei Entnahmestellen für Probenahmen,
4. nicht bestimmungsgemäßer Bedienung von Schnellverschlüssen,
5. Fehlbedienung von Armaturen, die nicht an ein geschlossenes System angebunden sind,
6. verzögertem Austritt von Restflüssigkeiten, z. B. durch Siphonwirkung oder Sackbildung nach Ansammlung an Tiefpunkten von Rohrleitungen,

7. spontaner Verdampfung von Flüssigkeiten nach Druckentspannung, z. B. durch Siedeverzug.

6.1.4.

Ableitung aus Sicherheitsventilen, Berstscheiben, Druckentlastungsklappen, Entlüftungs- und Entspannungsleitungen

Ableitung aus Sicherheitsventilen, Berstscheiben, Druckentlastungsklappen, Entlüftungs- und Entspannungsleitungen mit der Folge von:

1. gefährlichen Konzentrationen an Arbeitsplätzen bei gefährlichen Stoffen und Gemischen gemäß [§ 3 GefStoffV](#),
2. Überschreitung von anerkannten Grenzwerten in der Atmosphäre, bei Stoffen und Zubereitungen mit Eigenschaftsmerkmalen nach der GefStoffV (z. B. Werte nach AEGL-2 [Acute Exposure Guideline Levels] oder ERPG-2 [Emergency Response Planning Guidelines]),
3. Bildung von explosionsfähiger Atmosphäre,
4. Fluidbeaufschlagung bei Stoffen und Gemischen, die nicht in eine Gefahrenklasse nach [§ 3 GefStoffV](#) eingestuft sind, aber aufgrund ihrer sonstigen Eigenschaften zu einer Gefährdung führen können (z. B. Verdrängung von Luftsauerstoff durch inerte Gase).

6.1.5

Verpuffung/Deflagration in Feuerungseinrichtungen von Druckanlagen

Verpuffung/Deflagration in Feuerungseinrichtungen von Druckanlagen zum Beispiel infolge der Ansammlung von zündfähigen Gas- oder Staub-/Luftgemischen in Feuerungseinrichtungen und in den Rauchgaszügen von Druckanlagen, die eine Verpuffung/Deflagration hervorrufen kann.

6.2

Bewertung der Gefährdungen

6.2.1

Bewertung im Rahmen der Beschaffung

Zum Beispiel:

1. Schädigungsmechanismen an Dichtelementen (Alterung, Korrosion, chemischer Angriff usw.),
2. Spezifikation und Auswahl der Dichtelemente und Berücksichtigung der möglichen Betriebszustände,
3. Eignung und Notwendigkeit von Schnellschlusseinrichtungen und manuellen Probenahmestellen,
4. technische und organisatorische Möglichkeiten einer schnellen Leckageerkennung,
5. Möglichkeit der Anzeige von Druck und Temperatur im Bereich von Öffnungsstellen,
6. mögliche Gefährdungen infolge Ableitens von Fluiden (Stoffe und Gemische) aus Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung anhand einer der nachfolgend genannten Vorgehensweisen (siehe auch Anhang):
 - a) Einteilung der Fluide in Abhängigkeit von der Einstufung in Gefahrenklassen nach [§ 3 GefStoffV](#). Bei Gasen und Dämpfen ohne Einstufung müssen auch Gefahren durch Verdrängung des Luftsauerstoffs berücksichtigt werden.

- b) Ermittlung der maximal freisetzbaren Stoffmenge, bestimmbar über den Massenstrom an der Austrittsstelle und die maximale Ausblasedauer, ggf. das Volumen des Apparates,
- c) Bestimmung der Freisetzungsbedingungen, welche sich ergeben aus Ort, Richtung und Höhe der Austrittsöffnung, den Aggregatzustand und die Temperatur der Stoffe, den Impuls der Austrittsströmung (Richtung, Geschwindigkeit) und die Umgebungssituation,
- d) Ermittlung des Ausbreitungsverhaltens mit Hilfe anerkannter Modelle zur Freistrah- und atmosphärischen Ausbreitung,
- e) Abschätzung des zeitlichen Verlaufes und der Höhe der Konzentration eines Stoffes am Aufpunkt in Abhängigkeit von der Entfernung des Quellterms,
- f) Vergleich der Konzentrationen am Aufpunkt mit anerkannten Grenzwerten (z. B. AEGL-2- oder ERPG-2-Konzentrationsleitwerte bzw. UEG-Grenzwerte (untere Explosionsgrenze) bei brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln).

6.2.2

Bewertung während der Verwendung

Zum Beispiel:

1. Montage und Wartung von Dichtelementen,
2. Aktualität und Umfang von Schulungsinhalten/Unterweisungen für Mitarbeiter (Schwerpunkt Öffnen und Schließen bzw. Probenahme),
3. mögliche einfache Fehlbedienungen berücksichtigen,
4. Erkennung von Undichtheiten und abzuleitenden Maßnahmen.

6.3

Festlegung von Schutzmaßnahmen im Rahmen der Beschaffung von Druckanlagen und deren Anlagenteilen

(1) Als Basis für die Beschaffung einer Druckanlage muss die bestimmungsgemäße Betriebsweise zugrunde gelegt werden. Ferner sind mögliche äußere Einflüsse auf eine Druckanlage zu berücksichtigen.

(2) Folgende beispielhaft genannten Schutzmaßnahmen können sich für die Beschaffung von Verbindungs- und Dichtelementen ergeben:

1. Verschlüsse und lösbare Verbindungen werden so ausgewählt, dass sie bei bestimmungsgemäßer Betriebsweise
 - a) technisch dicht sind und technisch dicht bleiben,
 - b) für den Anwendungszweck in thermischer und mechanischer Hinsicht geeignet und
 - c) gegenüber dem Fluid chemisch und physikalisch beständig sind.

2. Zusätzlich werden Schnellverschlüsse so ausgewählt, dass sie bei bestimmungsgemäßer Betriebsweise
 - a) nicht unter Druck geöffnet und nicht im geöffneten Zustand mit Druck beaufschlagt werden können,
 - b) nicht bei gefährlicher Temperatur (z. B. tiefkalte oder heiße Fluide) oder gesundheitsgefährdenden Fluiden geöffnet werden können.
3. Auswahl geeigneter Konstruktionen, wenn auf Dauer technisch dichte Anlagenteile erforderlich sind, in Anlehnung an Abschnitt 4.5.2 TRGS 722. 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.

6.4

Festlegung von Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der Umgebung)

Bei der Aufstellung von Druckanlagen bzw. deren Teile sind beispielsweise die nachstehenden Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von Gefährdungen durch die Freisetzung von Fluiden zu berücksichtigen. Daneben sind insbesondere die Vorgaben der Gefahrstoffverordnung und die Ergebnisse der danach ebenfalls durchzuführenden Gefährdungsbeurteilung sowie die Technischen Regeln zum Explosionsschutz (TRGS 720 ff.) zu beachten.

6.4.1

Undichtigkeiten

Zum Beispiel:

1. Leckgase, z. B. von Kolbenstangen- und Wellenabdichtungen, werden gefahrlos abgeführt, beispielsweise durch gezielte Absaugung oder technische Belüftung.
2. Bei Anlagen mit besonders toxischen Gasen, Gasgemischen oder Dämpfen, die schon in geringen Konzentrationen zur Lähmung der Geruchsnerve führen oder durch Geruch nicht wahrzunehmen sind (z. B. Phosphin, Schwefelwasserstoff, Cyanwasserstoff, Carbonylchlorid, Kohlenmonoxid), werden technische Schutzmaßnahmen 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.
3. 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.
4. 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.
5. In Räumen mit Druckanlagen, in denen Gase oder Dämpfe, die in eine Gefahrenklasse nach [§ 3 GefStoffV](#) eingestuft sind oder mit anderen gefährlichen Eigenschaften umgesetzt werden oder entstehen können, ist eine ausreichende Belüftung sicherzustellen:
 - a) Bei der Anordnung der Lüftungsöffnungen wird die Dichte der Gase/Dämpfe berücksichtigt.

- b) Fluide, die als akut toxisch Kategorie 1 und 2 oder karzinogen Kategorie 1A und 1B eingestuft sind, werden gezielt in geschlossene Auffangsysteme geleitet.
- c) Bei natürlicher Lüftung ist ein ausreichender Luftaustausch zu gewährleisten.
- d) Bei technischer Lüftung ist ein ausreichender Luftwechsel zu gewährleisten.
- e) 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.

6.4.2

Ableitung aus Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitungen

Es ist die gefahrlose Ableitung in ein Behandlungssystem vorzusehen, wenn eine Ableitung in die Atmosphäre ohne weitere Maßnahmen oder aufgrund einer Überschreitung der Grenzwerte nicht zulässig ist (siehe Anhang). Beispiele hierzu sind:

1. gezielte Ableitung in ein Entsorgungssystem z. B. bei akut toxischen (Kategorie 3) Fluiden. Zu den Entsorgungssystemen zählen beispielsweise Abscheider, Wäscher, Fackeln, thermische Abgasreinigung,
2. gezielte Ableitung in geschlossene Auffangsysteme z. B. bei akut toxischen (Kategorie 1, 2) oder karzinogenen (Kategorie A1, AB) Fluiden.

6.5

Festlegung von Schutzmaßnahmen im Rahmen der Montage und Installation

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

1. Verschlüsse und lösbare Verbindungen werden so montiert und installiert, dass sie bei der bestimmungsgemäßen Betriebsweise technisch dicht sind und technisch dicht bleiben. Dabei sind die Betriebs- oder Montageanleitung des Herstellers sowie ggf. weitere technische Spezifikationen zu beachten, wie z. B. bei Schneid- und Klemmringverschraubungen.
2. Es werden nur geeignete Dichtungen verwendet. Auf Hilfsmittel, wie Dichtpasten und Trennmittel wird nur in begründeten Einzelfällen zurückgegriffen.
3. 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.
4. 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.
5. Bei Anlagen mit gefährlichen Stoffen oder Gemischen werden alle Stutzen, die nicht an Rohrleitungen angeschlossen sind, mit Blindverschlüssen versehen, auch wenn Absperrarmaturen vorhanden sind, sofern eine Gefährdung durch unbeabsichtigte Freisetzung nicht auszuschließen ist. Dies wird auch durchgeführt, wenn Rohrleitungsverbindungen kurzzeitig gelöst werden.
6. 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.

7. An Probenahmestellen wird durch geeignete Einrichtungen sichergestellt, dass außerhalb des Probenahmeproganges keine oder nur ungefährliche Mengen des Fluids austreten können. Hierzu werden Probenahmeöffnungen
 - a) mit zwei hintereinander geschalteten und gegeneinander verriegelten Absperrarmaturen ausgerüstet (Schleuse),
 - b) mit einer Absperrarmatur und einem begrenzend dimensionierten Querschnitt ausgerüstet (Drossel),
 - c) mit einer Absperrarmatur und einer Regelarmatur mit einer geregelten Öffnungscharakteristik ausgerüstet (Dosierung).
8. Einrichtungen zum Ableiten von Fluiden werden so ausgeführt und befestigt, dass im Abblasefall keine Gefährdungen entstehen und Rückstoßkräfte aufgenommen werden.

6.6

Festlegung von Schutzmaßnahmen im Rahmen der Verwendung von Druckanlagen und deren Anlagenteilen

6.6.1

Schutzmaßnahmen während Erprobung sowie An- und Abfahren

(1) Bei der Erprobung sowie dem An- und Abfahren können die nachfolgend beispielhaft genannten Schutzmaßnahmen zielführend sein:

1. 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.
2. Um Thermoschock beim Befüllen von drucklosen Anlagenteilen mit druckverflüssigten Gasen zu vermeiden, kann vor dem Befüllen eine Druckbeaufschlagung mit Gasphase erfolgen.
3. Um Wasserschläge und Thermoschock beim Anfahren von Dampfkesselanlagen oder dampfführenden Rohrleitungen zu vermeiden, werden Ventile und Absperrrichtungen langsam geöffnet. Anschlussleitungen werden erforderlichenfalls entwässert und entlüftet.
4. Vor dem Öffnen von Druckanlagenteilen wird die Drucklosigkeit hergestellt. In Anlagenteilen mit möglichen, nicht erkennbaren Restdrücken, werden ggf. zusätzliche organisatorische Schutzmaßnahmen getroffen.

(2) Zur Vermeidung einer Verpuffung in befeuerten Druckanlagen

1. werden Feuerraum und Rauchgaswege vor dem Zünden ausreichend durchlüftet,
2. darf der Brennstoff nur in den Feuerraum eingebracht werden, wenn der Brennstoff durch
 - a) eine Zündeinrichtung oder

- b) ein ausreichendes Grundfeuer oder
- c) eine ausreichende Zündtemperatur

bei jedem Betriebszustand sicher gezündet wird,

3. werden die Brennstoffabsperrearmaturen zeitlich begrenzt für den Zündvorgang freigegeben (Flammenwächterüberbrückung im Zündvorgang).

6.6.2

Schutzmaßnahmen im Betrieb und während der Instandhaltung

(1) Alle erforderlichen Schutzmaßnahmen werden für den Betrieb bzw. Instandhaltung unter Zugrundelegung der vom Hersteller übermittelten Angaben und der eigenen betrieblichen Erfahrungen durch den Arbeitgeber festgelegt.

(2) Beispielhafte Schutzmaßnahmen zur Gewährleistung der Dichtheit hierbei sind:

1. 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.
2. Druckgeräte sowie ihre Ausrüstungsteile unterliegen einer Dichtheitsüberwachung durch den Arbeitgeber; 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.

3. Die Art und Weise der Dichtheitsüberwachung der Druckgeräte ist abhängig von deren konstruktiver Gestaltung bzw. dem eingesetzten Fluid. Hieraus ergeben sich qualitative Anforderungen an die Dichtheitsüberwachung. So erfordert z. B. 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.
4. Die Dichtheitsüberwachung wird in Abhängigkeit von den gefährlichen Eigenschaften, Aggregatzustand, Druck- und Temperaturniveau z.B. durch eine der folgenden Schutzmaßnahmen sichergestellt:
 - a) Begehung der Bereiche, in denen Druckanlagen aufgestellt sind, zur Kontrolle auf Schlieren, Eisbildung, Geruch oder Geräusche infolge Undichtheit,
 - b) Begehung der Bereiche, in denen Druckanlagen aufgestellt sind, mit mobilen Leckanzeige-, Lecksuchgeräten (tragbare Gaswarneinrichtungen), z.B. bei geruchlosen, als akut toxisch eingestuftem Gasen,
 - c) Dichtheitsüberwachung bzw. -kontrolle, z. B. mit schaubildenden Mitteln,
 - d) kontinuierliche oder periodische Überwachung der die Druckanlage umgebenden Atmosphäre durch selbsttätig arbeitende, fest installierte Geräte mit Warnfunktion.
5. Schwerpunkt der Dichtheitsüberwachung sind lösbare Verbindungen, die nicht durch Konstruktion auf Dauer technisch dicht sind, wie z. B.

- a) dynamisch beanspruchte Dichtungen, wie z. B. Stopfbuchspackungen mit nicht selbsttätig nachstellenden Packungen, Wellendurchführungen,
- b) thermisch beanspruchte Dichtungen mit stark wechselnden Temperaturen.

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

- a) Dichtheitsanforderungen,
- b) Gefährlichkeitsmerkmalen,
- c) Aggregatzustand,
- d) Druck- und Temperaturniveau

berücksichtigt.

7. An unter Druck stehenden Druckgeräten werden

- a) Schrauben/Verschlussschrauben nur von hierfür unterwiesenen Personen unter Beachtung besonderer Vorsichtsmaßnahmen nachgezogen. Gegebenenfalls wird der Druck dafür abgesenkt.
- b) Verschlussschrauben nicht gelöst, es sei denn, dass dies im Einzelfall nach besonderer Arbeitsanweisung ohne Gefährdung geschehen kann.

8. 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.:

- a) Überwachung der Temperatur in der Rohrleitung hinter dem Verdampfer und Einleitung von selbsttätig wirkenden Schutzmaßnahmen im Störfall, z. B. Abschalten/Verriegeln von Förderpumpen, Schließen von Absperrarmaturen am Verdampferausgang,
- b) Verringerung der Abnahmeleistung.

9. Schnellverschlüsse werden gemäß den Vorgaben des Herstellers geöffnet, um die unkontrollierte Freisetzung von Fluiden zu vermeiden.

(3) Zur Vermeidung einer Gefährdung durch Verpuffung in befeuerten Druckanlagen

- 1. werden an Gas- und Ölfeuerungen die Absperrreinrichtungen für die Brennstoffzufuhr auf Gangbarkeit und innere Dichtheit geprüft.
- 2. werden die Brennstoffabsperrrmaturen im Betrieb von einer Flammenüberwachung in Offen-Stellung gehalten.

3. werden Brennstoff und Verbrennungsluft in Abhängigkeit voneinander geregelt oder gesteuert. Bei Unterschreitung des sicherheitstechnisch erforderlichen Luft-/Brennstoff-Verhältnisses wird z. B. die Feuerung abgeschaltet.
4. wird bei einer unterstöchiometrisch betriebenen Feuerung eine unkontrollierte Luftzufuhr verhindert.
5. kann es erforderlich sein, während des Betriebes Änderungen an der Luftführung, den Düsen und der Brennstoff/ Luft-Regelung vorzunehmen (z. B. infolge veränderter Betriebsbedingungen oder Änderung der Brennstoffqualität). Solche Schutzmaßnahmen werden durch fachkundige Beschäftigte durchgeführt unter Beachtung, dass z. B.
 - a) die maximale Feuerungswärmeleistung des Brenners nicht überschritten wird,
 - b) die Flammenstabilität erhalten bleibt,
 - c) die verbrennungstechnischen Kennwerte in zulässigen Grenzen bleiben.
6. werden Arbeiten während des Betriebes an Anlagenteilen von Dampfkesselanlagen, die mit dem Brennkammerdruck in Verbindung stehen, nur durchgeführt, wenn Gefährdungen durch geeignete Schutzmaßnahmen (z. B. Absperrereinrichtung oder persönliche Schutzausrüstung) verhindert werden.

6.6.3

Schutzmaßnahmen bei Änderungen

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

1. 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 Fluid nicht unwirksam werden.
2. Überprüfung, ob konstruktive Änderungen erforderlich sind, z. B. hinsichtlich der Ausbildung von Flanschverbindungen.
3. Bei Änderung der Betriebsweise wird geprüft, ob die Ableitung aus Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung noch gefahrlos möglich ist.
4. 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 Öffnen erst eingeleitet werden kann, wenn der Druckausgleich mit der Atmosphäre hergestellt ist.

6.6.4

Schutzmaßnahmen bei Betriebsstörungen

(1) 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.

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

(3) Beispiele: Schutzmaßnahmen zur Begrenzung der Ausbreitung von akut toxischen (Kategorie 1, 2) Gasen unter Druck bei Freisetzung können sein:

1. Wasserscheier zum Niederschlagen einer Gaswolke bei Gasen unter Druck, die wasserlöslich sind, z. B. Ammoniak, Ethylenoxid,
2. Wasserscheier zur Begrenzung der Ausbreitung einer Gaswolke bei Gasen unter Druck, die in Wasser nicht oder nur wenig löslich sind, oder
3. Begrenzen der flächigen Ausbreitung durch Verwirbeln des austretenden Gases unter Druck mit Wasserdampf (Dampfsperre).

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

(5) 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.