

Quelle: <https://www.arbeitssicherheit.de//document/6b362062-3bbd-3f3e-b13a-06646ed29abd>

Bibliografie

Titel	Technische Regeln für Betriebssicherheit TRBS 1201 Teil 2 Prüfungen und Kontrollen bei Gefährdungen durch Dampf und Druck
Amtliche Abkürzung	TRBS 1201 Teil 2
Normtyp	Technische Regel
Normgeber	Bund
Gliederungs-Nr.	Keine FN

Abschnitt 10 TRBS 1201 Teil 2 - Beispiele für den Umfang von Prüfungen und Kontrollen

10.1

Beispiele für Kontrollen

Kontrollen erfolgen im Rahmen periodischer Betriebsbegehungen oder nach Wartungs- und Anschlussarbeiten zur Feststellung von offensichtlichen Mängeln, wie z. B.

- Feststellung von Undichtigkeiten/Leckagen in Form von Schlieren, Tropfen bzw. Eisbildung, Nebelbildung, leckagetypischer Geräusche oder Gerüche,
- Feststellung von äußerlichen Veränderungen der Druckanlage durch Korrosion, Verfärbungen infolge zu hoher Temperatur, mechanische Beschädigung, Fehlen sicherheitsrelevanter Ausrüstungsteile bzw. Manipulation dieser Teile,
- Feststellung unerwünschter Schwingungen/Vibrationen,
- Kontrolle von Wasserstandsanzeigern bei Dampfkesselanlagen vor Ort an der Anlage und in der Messwarte,
- Kontrolle des Anzugmomentes von Flanschverschraubungen nach der Neumontage von Dichtungen,
- Feststellung von Verschleißerscheinungen, innere/äußere Korrosion, Rissbildung, Ablagerungen von Feststoffen in Rohrleitungen/Behältern,
- Kontrolle der Dichtheit des Anschlusses einer Druckgasflasche an eine Verbrauchseinrichtung mit schaubildendem Mittel,
- Funktionskontrollen von Ausrüstungsteilen zum Erkennen von Abweichungen von der ordnungsgemäßen Funktionsweise, wie z. B.
 - Vergleich von örtlichen Anzeigen und Fernanzeigen,
 - Kontrolle der Gangbarkeit von Armaturen,
 - Kontrolle der Funktionsfähigkeit von Kondensatabscheidern.

10.2

Beispiele für äußere Prüfungen

10.2.1

Prüfung von Rohrleitungen

(1) Es wird der Zustand der Rohrleitung insbesondere an den Auflagerungen, z. B. Festlager, Gleitlager, Federhänger, Konstanthänger, Stoßdämpfer oder Stoßbremsen geprüft. In der Regel wird die Rohrleitung nicht über die gesamte Länge einer äußeren Prüfung unterzogen, sondern die Prüfung wird auf repräsentative Teilstücke wie z. B. Rohrleitungsabschnitte, Rohrbögen oder T-Stücke beschränkt.

(2) Die äußere Prüfung wird ggf. durch zerstörungsfreie Prüfungen ergänzt, wenn sicherheitstechnisch bedenkliche Veränderungen der Rohrleitungswandung (z. B. Korrosion an der Innenseite) nicht hinreichend sicher auszuschließen sind.

(3) Prüfverfahren und Prüfumfang werden mit der zur Prüfung befähigten Person bzw. der ZÜS abgestimmt. Kritische Stellen an Rohrleitungen sind z. B. Erweiterungen, Reduzierungen, Zumischstellen, Tiefpunkte, Stellen unter Halterungsbügeln oder nicht durchströmte Abschnitte.

10.2.2

Prüfung von Druckgeräten mit Schnellverschlüssen

(1) Gemäß [Anhang 2 Abschnitt 4 Nummer 6 BetrSichV](#) werden bei der zweijährlichen äußeren Prüfung von Druckgeräten mit Schnellverschlüssen der Deckel und die Verschlusselemente auf Verschleiß geprüft. Ebenso wird die Funktionsfähigkeit der Vorentlüftung geprüft.

(2) Sofern sicherheitsrelevante MSR-Einrichtungen vorhanden sind, sind diese in die Prüfung einzubeziehen.

10.2.3

Prüfung von Dampfkesseln

(1) Die wiederkehrende äußere Prüfung an einem Dampfkessel erstreckt sich auf den Dampfkessel und die dem Dampfkessel direkt zugeordneten Teile und Einrichtungen (z. B. Feuerungseinrichtungen) gemäß TRBS 2141.

(2) Im Rahmen der äußeren Prüfung erfolgt die Beurteilung des Allgemeinzustandes der während des Betriebes zugänglichen Kesselteile durch stichprobenweise Besichtigung

- des Feuerraumes durch Schauöffnungen einschließlich Prüfung des Flambildes und der Brennerauskleidungen,
- des Kesselgerüsts, der Anker, des Mauerwerks, der Blechverkleidung, der Wärmedämmung, der Verschlüsse, der Besichtigungsöffnungen,
- zur Feststellung von Undichtheiten, Schwitzwassererscheinungen, Verfärbungen und Schwingungen,
- der Speise-, Dampf-, Heißwasser-, Entleerungs- und Entwässerungsleitungen sowie der Schalldämpfer,
- des Korrosions-, Frostschutzes,
- der Sicherung gegen unbeabsichtigtes Verstellen der Sicherheitseinrichtungen.

Im Rahmen der äußeren Prüfung werden die Sicherheitseinrichtungen des Dampfkessels auf Funktionsfähigkeit geprüft, z. B.

- Ansprechdruck (Sicherheitsventil, Sicherheitsdruckbegrenzer),
- Feststellen der Schaltpunkte und ggf. Prüfung der Umschaltung von Begrenzungseinrichtungen.

Für die Feuerungseinrichtungen erfolgt zudem im Rahmen der äußeren Prüfung die stichprobenweise Besichtigung von

- Sicherheitsabsperreinrichtungen, Dichtheitskontrollen,
- Beschickungseinrichtungen und Brennern,
- Absperr- und Stelleinrichtungen für Verbrennungsluft, Luftmangelsicherungen, Zündeinrichtungen,
- Flammenüberwachungseinrichtungen,
- Brennstoff-Luft-Regelungen

sowie die Prüfung der Sicherheits-, Warte-, Spül- und Zündzeiten.

(3) Die Prüfung der Funktionsfähigkeit der sicherheitstechnischen Maßnahmen des Dampfkessels erfordert auch die Prüfung des Sicherheitsstromkreises. Dieser wird auf solche Fehlermöglichkeiten geprüft, die sich bei der Prüfung der Funktionsfähigkeit der

Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion selbst nicht feststellen lassen. Diese Prüfungen können unabhängig von den äußeren Prüfungen mit einem vom Arbeitgeber festzulegenden Prüfintervall erfolgen.

(4) Bei der Prüfung von Bauteilen, deren Sicherheit von zeitstandabhängigen Festigkeitskennwerten abhängig ist, wird eine repräsentative Messreihe (z. B. aufgrund von Druck und Temperatur anhand vorgelegter Unterlagen) bewertet. Dabei werden die Betriebsmessgeräte stichprobenweise nachgeprüft.

(5) Sofern für die Betriebsdaten eine Datenerfassung und -verarbeitung vorliegt, die die betriebliche Beanspruchung abbildet und eine Bewertung ermöglicht, können Maßnahmen unter Berücksichtigung der Erschöpfung abgeleitet werden. Zur Ermittlung der Erschöpfung können die Erhebungen durch die zur Prüfung befähigte Person bzw. die ZÜS ausgewertet oder überprüft werden, sodass das Erreichen einer bestimmten Erschöpfung einzelner Bauteile rechtzeitig erkannt und demgemäß die erforderlichen Maßnahmen eingeleitet werden können.

(6) Die Betriebsweise wird anhand der betrieblichen Aufzeichnungen über Speise- und Kesselwasser, Aufzeichnungen der betrieblicherseits nach Betriebsanweisung durchgeführten Inspektions- und Prüfungsarbeiten, z. B. bei nicht ständiger Beaufsichtigung, überprüft.

10.3 Beispiele für innere Prüfungen

10.3.1 Druckgeräte mit Zeitstandsbeanspruchung

(1) Bei der Prüfung von Druckgeräten mit Zeitstandsbeanspruchung werden die Bereiche mit der höchsten Beanspruchung unter Verwendung der Herstellerunterlagen festgelegt.

(2) Die zeitstandsbedingte Erschöpfung dieser Bauteile wird über einen geeigneten Nachweis ermittelt. Anhand dieses Nachweises ist eine Aussage darüber möglich, ob die bisherige Betriebsweise besondere Prüfungen oder Maßnahmen erfordert.

(3) Besondere Prüfungen sind beispielsweise Prüfungen auf Anrisse (z. B. Oberflächenrissprüfung, Ultraschall-Prüfungen), Aufweitungsmessungen, Dehnungsmessungen, Oberflächengefügeuntersuchungen.

10.3.2 Druckgeräte mit Wechselbeanspruchungen/Schwellbeanspruchungen

(1) Bei der Prüfung von Druckgeräten mit Wechselbeanspruchungen infolge Druck- oder Temperaturwechsel werden die Bereiche mit der höchsten Beanspruchung unter Verwendung der Herstellerunterlagen festgelegt.

(2) Es werden unter Berücksichtigung der im Betrieb vorhandenen Lastwechsel (Erfassung z. B. über registrierende Messungen), Prüfungen auf Anrisse, z. B. Oberflächenrissprüfungen, Ultraschallprüfungen und ggf. ergänzende Besichtigungen mittels Endoskopen festgelegt. Bei Anwendung dieser Verfahren ist es erforderlich, die Prüfflächen geeignet vorzubereiten.

(3) Bei Druckbehältern, deren Sicherheit durch Wechselbeanspruchungen infolge Druck- und/oder Temperaturschwankungen beeinträchtigt wird, können verkürzte Prüffristen für die innere Prüfung erforderlich sein. Die Prüffrist kann auf Basis einer Lastwechselanrisskurve oder eines Ermüdungsnachweises, der die betriebliche Beanspruchung abbildet und eine Bewertung ermöglicht, ermittelt werden.

(4) Sofern bei der Auslegung gegen Wechselbeanspruchung als Versagenskriterium der technische Anriss zugrunde gelegt wurde, ist unter Berücksichtigung des bei der Herstellung angewandten Regelwerkes spätestens bei Erreichen der zulässigen Lastwechselzahl eine innere Prüfung durchzuführen.

10.3.3 Druckgeräte, die durch Spannungsrisskorrosion gefährdet sind

(1) Bei Druckgeräten, die durch Spannungsrisskorrosion gefährdet sind, wird die innere Besichtigung im Rahmen der wiederkehrenden Prüfungen durch zerstörungsfreie Prüfungen ergänzt.

(2) Bevorzugt im Bereich erhöhter Spannungen im Material (Versteifungen, Schweißnahtanhäufungen usw.) wird lokal z. B. mit dem PT-Verfahren (Farbeindringprüfung) geprüft, ob eine Rissbildung gegeben ist.

10.3.4 Wärmetauscher mit verschweißtem Außenmantel

Bei der wiederkehrenden inneren Prüfung eines Wärmetauschers, dessen Außenraum (Mantelraum) kaum und nur über Stutzen

besichtigt werden kann, wird ergänzend eine Druckprüfung im Außenraum durchgeführt. Bei einer möglichen korrosiven bzw. abrasiven Beanspruchung des Außenmantels sind weitere zerstörungsfreie Prüfungen, wie z. B. US-Wanddickenmessungen, erforderlich.

10.4 Beispiele für Festigkeitsprüfungen

10.4.1 Festlegung der Prüfdrücke bei Druckbehältern und Rohrleitungen

Bei Flüssigkeitsdruckprüfungen beträgt der Prüfdruck P_P

$$P_P = 1,3 \times P_B.$$

In der Regel wird der Prüfdruck P_P am höchsten Punkt des Druckgerätes gemessen.

Bei Gasdruckprüfungen beträgt der Prüfdruck P_P

$$P_P = 1,1 \times P_B.$$

10.4.2 Festlegung der Prüfdrücke bei Dampfkesseln

Die wiederkehrende Festigkeitsprüfung wird in der Regel als statische Wasserdruckprüfung durchgeführt.

Wenn aufgrund der Höhe des Prüfdrucks keine umfassende Aussage zur Festigkeit getroffen werden kann, sind weitere oder ergänzende Prüfungen erforderlich. Diese werden bei der inneren Prüfung berücksichtigt. Dies ist der Fall, wenn aufgrund des Prüfdruckfaktors die Belastung der drucktragenden Wandungen im Prüfzustand die Belastung im Betrieb nicht mindestens um den Faktor 1,25 überschreitet.

Für den mindestens anzuwendenden Prüfdruck P_P gilt:

a) bei **Umlaufkesseln (Wasserrohrkesseln)**:

$PP = 1,3 \times PB$	bei Landdampfkesseln und deren Anlageteilen
----------------------	---

$PP = 1,2 \times PB$ bei Landdampfkesseln, die nur aus nahtlosen oder geschweißten Trommeln, Sammlern und Rohren bestehen, und deren Anlageteilen

Soweit bei kleinen Dampfkesseln eine ausreichende Innenbesichtigung nicht möglich ist, kann der Prüfdruck bis auf $1,5 \times P_B$ erhöht werden.

b) bei **Zwangdurchlaufkesseln (Wasserrohrkesseln)**:

$PP = 1,1 \times P'B$	bei Landdampfkesseln und deren Anlageteilen
-----------------------	---

Bei Durchlaufkesseln beträgt der Prüfdruck mindestens das 1,1-fache des dem zulässigen Betriebsdruck bei der höchsten Dampfleistung entsprechenden Wassereintrittsdruckes ($P'B$). Ggf. werden die einzelnen Abschnitte des Durchlaufkessels mit einem Druck geprüft, der dem im Rahmen der Vorprüfung/Entwurfsprüfung ermittelten Prüfdruck der einzelnen Teile entspricht.

c) bei **Großwasserraumkesseln > 1 bar Dampfdruck bzw. > 120 °C Heißwassertemperatur**:

- Die Festigkeitsprüfungen werden mit einem Prüfdruck durchgeführt, bei welchem die zulässige Spannung für den inneren Überdruck bei keinem Bauteil überschritten und die zulässige Spannung bei innerem Überdruck oder der Wert für den äußeren Überdruck bei mindestens einem Bauteil näherungsweise erreicht wird.
- In der Regel dürfen Prüfdrücke bei Altanlagen nicht höher sein als bei der erstmaligen Druckprüfung,

es sei denn, es erfolgt eine Neuberechnung des zulässigen Prüfdruckes aufgrund der Gefährdungsbeurteilung unter Berücksichtigung des aktuellen Anlagenzustandes.

- Die zulässige Spannung bei innerem Überdruck beträgt 95 % der Kaltstreckgrenze.
- In der Regel sind bei einem Prüfdruck unter $P_P = 1,85 \times P_B$ ergänzende zerstörungsfreie Prüfungen an den hochbeanspruchten Stellen erforderlich.

d) bei **Großwasserraumkesseln ≤ 1 bar Dampfdruck bzw. ≤ 120 °C Heißwassertemperatur:**

Die Prüfdrücke werden individuell ermittelt. Der Mindestprüfdruck beträgt bei Dampferzeugern 2 bar. Bei Heißwassererzeugern beträgt der Mindestprüfdruckfaktor 1,6. Bei der Anwendung niedrigerer Prüfdrücke sind ergänzende zerstörungsfreie Prüfungen an den hochbeanspruchten Stellen erforderlich.

e) bei **Kesseln aus nicht zähen Werkstoffen sind individuelle Prüfdrücke festzulegen.**

f) bei **Zwischenüberhitzern:**

Ist bei Zwischenüberhitzern (ZÜ) die Durchführung einer statischen Druckprüfung nicht möglich, können Ersatzmaßnahmen angewandt werden. Ein Prüfkonzept kann beispielsweise wie folgt aussehen:

- Dichtheitsprüfung des ZÜ-Teils mit Druckluft mit einem Prüfdruck von 6 bar
- Stichprobenweise zerstörungsfreie Prüfung der Schweißnähte von aufgesetzten Stutzen oder Formteilen mit einem äußeren Durchmesser $\geq 88,9$ mm
- Besichtigung aller ZÜ-Sammler innerhalb der maximalen Prüffrist
- Stichprobenweise Prüfung der unbeheizten Verbindungsrohre zwischen Sammlern im waagerechten Bereich und in Bögen mittels Durchstrahlungsprüfung und Oberflächenrissprüfung auf Risse sowie Korrosion

g) beim **Befahren von Dampfkesseln während der statischen Wasserdruckprüfung**

Ggf. sind im Rahmen der Wasserdruckprüfung ausgewählte drucktragende Wandungen der Anlagenteile bei abgesenktem Druck einer Besichtigung zu unterziehen. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sind geeignete Schutzmaßnahmen festzulegen. Diese können für die Befahrung von Räumen beispielsweise wie folgt festgelegt werden:

Bei Prüfdrücken über 42 bar ist der Druck vor dem Befahren auf den zulässigen Betriebsdruck abzusenken. Bei Betriebsdrücken über 80 bar erfolgt das Befahren nach Absenkung des Druckes auf 80 bar. Bei Anlagenteilen mit Prüfüberdrücken bis 42 bar wird der Prüfdruck während der ganzen Dauer der Prüfung aufrechterhalten.

10.5

Prüfung einer Rohrleitung aus metallischen Werkstoffen nach einem außergewöhnlichen Ereignis

(1) Bei einem außergewöhnlichen Ereignis, z. B. einem Brandschaden an einer Rohrleitung, können folgende Schadensmechanismen an der Rohrleitung einschließlich Halterungen und Armaturen auftreten:

- thermische Überbeanspruchung
 - Gefügeveränderung, Festigkeitsminderung im Grundwerkstoff und an Schweißverbindungen
 - thermische Beschädigung von Dichtungen
 - Festigkeitsänderungen von Schraubverbindungen
- Folgen thermischer Ausdehnung:

- Rissbildung aufgrund Spannungserhöhung
 - Verlagerung der Rohrleitung, unzureichende Halterung
 - unzulässige bleibende Spannungen durch plastische Verformungen
 - Beschädigung der Tragkonstruktion
- Beschädigung von Ausrüstungsteilen mit Sicherheitsfunktion

(2) An einer Rohrleitung wird nach einem Brandschaden z. B. geprüft:

- Auflagebedingungen der Rohrleitungen auf unzulässige Spannungen oder Verlagerungen,
- Zustand und Funktionsfähigkeit der sicherheitstechnisch erforderlichen Ausrüstungsteile,
- die drucktragenden Wandungen und Halterungen/Auflagerungen (Festlager, Gleitlager, Federhänger, Konstanthänger, Stoßdämpfer oder Stoßbremsen) auf Gefügeveränderungen, plastische Verformungen, Risse an Stellen mit konstruktiv- oder fertigungsbedingten Spannungsspitzen.

10.6

Rohrleitungen mit Prüfprogramm

([Anhang 2 Abschnitt 4 Nummer 6.8 BetrSichV](#))

10.6.1

Allgemeines

(1) Für jede Rohrleitung ist grundsätzlich ein eigenes Prüfprogramm erforderlich.

(2) Stehen Rohrleitungen miteinander in Wechselwirkung (verfahrenstechnischer Zusammenhang), so können diese Rohrleitungen in einem Prüfprogramm zusammengefasst werden.

(3) Bei vergleichbaren schädigenden Einflüssen (z. B. vergleichbare korrosive Eigenschaften der Medien, vergleichbare Belastung) dürfen mehrere Rohrleitungen in einem Prüfprogramm zusammengefasst werden.

(4) Die schriftlichen Festlegungen des Prüfprogramms müssen Aussagen zu äußerer Prüfung und Festigkeitsprüfung enthalten.

(5) Das Prüfprogramm behält seine Gültigkeit über die in [Anhang 2 Abschnitt 4 Nummer 5.8 Tabelle 1 BetrSichV](#) genannten Höchstfristen, wenn

- keine prüfpflichtigen Änderungen an der/den Rohrleitung(en) vorgenommen worden sind,
- die Betriebsweise sich nicht geändert hat,
- es keine Erkenntnisse aus dem Betrieb bzw. aus den bisherigen Prüfungen oder aus dem Schadensgeschehen an vergleichbaren Rohrleitungen gibt,

die eine Überarbeitung des Prüfprogramms erforderlich erscheinen lassen.

(6) Ein Prüfkonzept nach [Anhang 2 Abschnitt 4 Nummer 5.7 BetrSichV](#) (im Folgenden Prüfkonzept genannt) darf auch Inhalt eines Prüfprogramms sein und mit diesem in einer schriftlichen Festlegung zusammengefasst werden.

Hinweis:

Ein Prüfkonzept trifft Aussagen zum Ersatz der Besichtigung im Rahmen der äußeren Prüfung und/oder zur statischen Druckprobe im Rahmen der Festigkeitsprüfung durch andere gleichwertige Verfahren.

Voraussetzung für die Anwendung des Prüfprogramms durch den Arbeitgeber ist eine hinreichende Erfahrung mit dem Betrieb sowie der Prüfung und Instandhaltung von Rohrleitungen. Diese Bedingung ist in der Regel bei fünfjähriger einschlägiger Erfahrung als erfüllt anzusehen.

10.6.2

Inhalt des Prüfprogramms

Die schriftlichen Festlegungen für die Durchführung der wiederkehrenden Prüfungen an überwachungsbedürftigen Rohrleitungen sind vom Arbeitgeber verbindlich einzuführen und müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- die Auslegungsparameter der Rohrleitung (Druck, Temperatur, zulässige Betriebsparameter),
- den Rohrleitungsverlauf in dem notwendigen Detaillierungsgrad einschließlich der Beschreibung der drucktragenden Bauteile, z. B. anhand von Rohrleitungs- und Instrumentierungsfließbildern, um eine eindeutige Zuordnung zur Dokumentation zu gewährleisten,
- die Beschreibung des Sollzustandes, nach Möglichkeit anhand messbarer Kriterien, z. B. erforderliche Wanddicke, Kalt- und Warmposition der Rohrleitungsunterstützungen, zulässiger Werkstoff-/Gefügezustand,
- Angaben zu Ort, Art und Umfang der Prüfaufgaben, z. B. visuelle Prüfungen ggf. mit Hilfsmitteln, zerstörungsfreie Prüfungen einschließlich der festgelegten Messpunkte an den drucktragenden Bauteilen und Druckprüfungen,
- Angaben zu den im Vorfeld zu den Prüfungen durchzuführenden Vorbereitungen, wie Demontage von Wärmeschutzisolierungen, für die Prüfungen einzustellende Betriebsparameter,
- die Bewertungskriterien für den Vergleich zwischen Soll- und Istzustand,
- die vorgesehene Prüffrist.

10.6.3

Bescheinigung des Prüfprogramms durch die ZÜS

Die ZÜS hat die schriftlichen Festlegungen darauf zu prüfen, ob bei ihrer Einhaltung die Anforderungen der BetrSichV sowie der Stand der Technik, insbesondere die für die Prüfung von Rohrleitungen relevanten Abschnitte dieser TRBS, erfüllt werden.

10.6.4

Stichproben durch ZÜS

Die ZÜS hat die Stichproben auszuwählen, anhand derer sie die Einhaltung des Prüfprogramms prüft. Dabei wählt sie die Stichproben so aus, dass die Prüfungen möglichst aller beteiligten zur Prüfung befähigter Personen erfasst werden. Stichprobenprüfungen können aus einer vollständigen Überprüfung einer repräsentativ ausgesuchten Rohrleitung bestehen. Im Einzelfall kann auch die Überprüfung einzelner Prüfinhalte ausreichen. Die Stichprobe ist so durchzuführen, dass bescheinigt werden kann, dass die schriftlichen Festlegungen eingehalten und die Prüfungen durchgeführt werden.

Diese Überprüfung sollte in einem engen zeitlichen Zusammenhang mit den Prüfungen nach Prüfprogramm erfolgen.

10.6.5

Dokumentation der ZÜS

Die ZÜS stellt über das Ergebnis der Prüfungen der schriftlichen Festlegungen sowie über die stichprobenweisen Überprüfungen Bescheinigungen aus.

10.7 Prüfungen von sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtungen (Begrenzungseinrichtungen) gegen Überschreitungen der zulässigen Betriebsgrenzen von Druckanlagen

(weggefallen. Entsprechende Regelungen finden sich in TRBS 1115 Anhang B)

10.7.1

Sollzustand ermitteln

(1) Der Sollzustand für die sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtungen wird im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ermittelt. Die Prozessschritte A.) bis C.) gehören in den Umfang der Gefährdungsbeurteilung der Druckanlage nach TRBS 1111.

(2) Bei der Gefährdungsbeurteilung für die Druckanlage ist zu ermitteln und festzulegen, welche Sicherheitseinrichtungen für den sicheren Betrieb der Druckanlage erforderlich sind. Maßnahmen zur Begegnung der ermittelten Gefährdungen können gemäß TRBS 2141 sicherheitsrelevante MSR-Einrichtungen sein. Für die sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtungen muss der Arbeitgeber die sicherheitstechnischen Anforderungen gemäß [TRBS 1111 Abschnitt 5](#) ermitteln.

A.)

Definition des Konzepts und des Umfangs der Anlage

Die Druckanlage wird in ihrem Umfang und der vorgesehenen Betriebsweise betrachtet. Dabei werden alle Phasen der Verwendung berücksichtigt, alle Wechselwirkungen mit der Umgebung ermittelt und vorhandene Schnittstellen mit anderen Anlagen beurteilt.

B.)

Ermittlung und Bewertung von Gefährdungen (Sicherheitsbetrachtung der Anlage)

In diesem Schritt werden gemäß dem Stand der Technik die Gefährdungen für die Druckanlage ermittelt und bewertet. Dieses kann beispielsweise auf Basis einer "Gefährdungs- und Risikoanalyse" nach DIN EN 61511-Reihe: 2005 erfolgen.

C.)

Festlegung der Maßnahmen

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung gemäß [TRBS 1111 Abschnitt 5](#) werden die Schutzfunktionen und der sichere Zustand der Druckanlage bestimmt sowie die Anforderungen an die sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtungen und deren Komponenten festgelegt. Dabei sind unter anderem die umgebungs- und betriebsbedingten Einflüsse auf die sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtungen bei der Spezifikation zu berücksichtigen. Die festgelegten sicherheitstechnischen Anforderungen definieren den Sollzustand und müssen bei der Bestimmung der Prüffristen und -inhalte für die sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtungen beachtet werden.

(3) Bei der Festlegung der Sicherheitsanforderungen können beispielsweise folgende Gesichtspunkte relevant sein:

- Beschreibung aller für die erforderliche funktionale Sicherheit notwendigen sicherheitstechnischen Funktionen,
- Definition des sicheren Zustandes,
- Festlegung der Auslöser einer Anforderung sowie deren geschätzte Anforderungsrate (Eintrittswahrscheinlichkeit),
- Intervall der Wiederholungsprüfung,
- Antwortzeiten des sicherheitsrelevanten Systems, um den Prozess in einen sicheren Zustand zu halten,
- Ermittlung der SIL (Safety Integrity Level nach DIN EN 61508: 2010),
- Signaleingänge und deren Grenzwerte,
- Signalausgänge und deren Wirkungsweise,
- funktionaler Zusammenhang zwischen Signalein- und -ausgängen,
- Anforderungen zum Abfahren der Anlage im Handbetrieb,
- Anforderungen zum Zurücksetzen des sicherheitsrelevanten Systems,
- Anforderungen zur Inbetriebnahme,
- alle Schnittstellen zwischen den sicherheitsrelevanten Systemen und zu anderen Systemen,
- Beschreibung der Betriebsarten der Anlage und eine Aufstellung der sicherheitstechnischen Funktionen, die zum Betreiben der Anlage in jeder dieser Betriebsarten benötigt werden,
- Sicherheitsanforderungen an die Anwendersoftware,
- Anforderungen für Überbrückungen,
- Berücksichtigung aller Umgebungsbedingungen und Produkteigenschaften,
- Berücksichtigung der Rücksetzfunktion,
- Fehlererkennung,
- mögliche Bedienungsfehler,
- Manipulationsmöglichkeit,

- Ex-Anforderungen,
- IP-Schutzart,
- Blitzschutz,
- Umgebungstemperatur.

10.7.2

Sicherheitsrelevante MSR-Einrichtung wird durch Hersteller in einer verwendungsfertigen Baugruppe auf dem Markt bereitgestellt

(1) Wird die sicherheitsrelevante MSR-Einrichtung durch einen Hersteller als Bestandteil einer Baugruppe nach Druckgeräterichtlinie in Verkehr gebracht, unterliegt diese den Anforderungen des [ProdSG](#).

(2) Die sicherheitstechnischen Anforderungen an die sicherheitsrelevante MSR-Einrichtung als Ergebnis der Ermittlung und Bewertung der Gefährdungen nach [Abschnitt 1](#) sind dem Hersteller mitzuteilen.

10.7.3

Prüfung vor Inbetriebnahme der sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtung beim Zusammenbau von Druckgeräten unter der Verantwortung des Arbeitgebers

Beim Zusammenbau der sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtung durch den Arbeitgeber sind neben der ordnungsgemäßen Montage, Installation und sicheren Funktion auch folgende Prozessschritte zu prüfen:

A.)

Planung und Entwurf

Auf Basis der unter [Abschnitt 1](#) ermittelten sicherheitstechnischen Anforderungen ist die sicherheitsrelevante MSR-Einrichtung zu planen und zu entwerfen. Es ist zu prüfen, ob der Entwurf (z. B. Funktionspläne, Redundanzen, Grenzwerte, Umgebungsbedingungen) diesen sicherheitstechnischen Anforderungen entspricht. Es wird davon ausgegangen, dass die einzelnen Komponenten der sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtung von den jeweiligen Herstellern schon sicherheitstechnisch auf die funktionale Sicherheit geprüft sind. Andernfalls sind die erforderlichen Nachweise zu erbringen.

Bei der Auswahl von Sensoren und Aktoren ist beispielsweise für die Erfüllung der zuverlässigen Funktion auf Folgendes zu achten:

- Stellantriebe müssen bei max. möglichem Produktdruck funktionsfähig sein,
- Materialbeständigkeit,
- Dimensionierung von Antrieben (z. B. Losbrechkräfte und strömungs-dynamische Beanspruchung, z. B. beim schnellen Verzögern von Flüssigkeitsströmen, Stellkraftreserven, Schließzeiten),
- Übereinstimmung mit der Spezifikation: Nenndruck (PN), Nennweite (DN), Werkstoff,
- Sicherheitsstellung (Auf- und Zu-Stellung),
- Dichtheitsprüfung (innere Dichtheit, Leckrate),
- vorgesehene Einbaulage und Prozessanschluss,
- Ansprechzeit,
- Messbereich,
- Überdrucksicherheit.

B.)

Errichtung und Inbetriebnahme der sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtung

Es ist die sichere Funktion der sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtung nach Installation aber vor Inbetriebnahme der Druckanlage zu prüfen.

Die Prüfung der sicheren Funktion bezieht sich auf die vollständige, sicherheitsrelevante Kette, bestehend aus Sensor (z. B. Druckaufnehmer), Signalverarbeitung (Logik) und Aktor (z. B. Ventil). Die Prüfung vor Inbetriebnahme der sicherheitsrelevanten

MSR-Einrichtung beinhaltet, ob diese nach Stand der Technik ausgeführt wurde. Dieses kann beispielsweise auf Basis der einschlägigen Normen für funktionale Sicherheit (DIN EN 61511-Reihe: 2005, DIN EN 50156-1: 2005) nachgewiesen werden.

C.)

Validierung

Es ist zu prüfen, ob die ausgeführte sicherheitsrelevante MSR-Einrichtung dem Entwurf und den sicherheitstechnischen Anforderungen entspricht.

In der Dokumentation müssen die erforderlichen Angaben über Auslegung, Zusammenwirken verschiedener Einrichtungen sowie Aufbau und räumliche Anordnung enthalten sein. Je nach Umfang der sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtung können dies sein:

- Fließschemata
- Festlegung und Ergebnisprotokolle des Sicherheitsgespräches
- Messstellenlisten
- Berechnungsunterlagen
- Funktionsbeschreibung (Betriebsanleitung),
- Stromlaufpläne
- Logikpläne oder Funktionspläne
- verwendete Geräte und deren Sicherheitsanforderungen
- Prüfanweisung
 - Programme von sicherheitstechnischen Bauteilen
 - Datenblätter des Herstellers für Betriebsmittel
 - Prüfprotokolle
 - Sicherheitshandbuch oder Betriebsanleitung
 - Konformitätserklärung

Sind Prüfnachweise erforderlich, so sind diese Unterlagen in die Dokumentation zu integrieren. Je nach Prüfzuständigkeit ist durch ZÜS oder durch eine zur Prüfung befähigte Person beispielsweise Folgendes zu prüfen:

- Anwendungsgerechte Auswahl (z. B. Eignung für das Medium und die Aufstellungsbedingungen),
- richtiger Einbau (z. B. gemäß Vorgaben Gerätehersteller),
- Bemessung (z. B. Reaktionszeiten),
- Einstellung (z. B. Grenzwert, Sicherheitsstellung),
- Signatur der Software,
- Anordnung und Funktion (z. B. Zugänglichkeit, verfahrenstechnisch richtige Anordnung).

10.7.4

Prüfung vor erstmaliger Inbetriebnahme oder nach prüfpflichtiger Änderung der Druckanlage

(1) Die ZÜS/zur Prüfung befähigte Person prüft, ob eine Gefährdungsbeurteilung für die Druckanlage durchgeführt wurde und ob die für die sicherheitsrelevante MSR-Einrichtung ermittelten sicherheitstechnischen Anforderungen plausibel sind und eingehalten werden (siehe [Abschnitte 6.2 und 6.3](#)). Dazu ist der Schutz vor Überschreitung der zulässigen Betriebsgrenzen durch die sicherheitsrelevante MSR-Einrichtung zu bewerten.

(2) Bei Bereitstellung der sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtung durch einen Hersteller prüft die ZÜS/zur Prüfung befähigte Person, ob die Eignung für die vorgesehene Betriebsweise und das rechtskonforme Inverkehrbringen dokumentiert sind.

(3) Die sichere Funktion braucht nur insoweit geprüft zu werden, wie sie von den unter [Abschnitt 7.3 bzw. 7.4](#) durchgeführten Prüfungen oder einem Konformitätsbewertungsverfahren des Herstellers nicht erfasst wurde.

10.7.5

Betrieb und wiederkehrende Prüfungen

(1) Für die sicherheitsrelevante MSR-Einrichtung muss sichergestellt werden, dass sie während der gesamten Betriebsdauer der Druckanlage ihre vorgesehene Funktion erfüllt.

(2) Die Prüffristen und -inhalte werden dazu in der Gefährdungsbeurteilung ermittelt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ggf. Funktionen durch Diagnosesysteme kontinuierlich geprüft werden. Die Ergebnisse dieser Diagnosen können bei wiederkehrenden Prüfungen von Anlagenteilen oder der Druckanlage berücksichtigt werden.

(3) Die Prüfung erfolgt für die gesamte sicherheitsrelevante Kette (Sensor, Logik und Aktor) und kann nach Abstimmung mit der ZÜS/zur Prüfung befähigten Person im Einzelfall auch in Teilschritten (Sensoren, Aktoren etc.) erfolgen.

(4) Die Bewertung der vorstehenden Teilprüfungen und Diagnoseergebnisse muss den umfassenden Nachweis der sicheren Funktion der sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtung ergeben.

10.7.6

Prüfpflichtige Änderung oder Austausch

Sind Änderungen oder der Austausch von Teilen der sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtung erforderlich, so sind folgende Fälle zu unterscheiden:

6A)

Es werden Komponenten der sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtung gegen identische Teile ausgetauscht.

Dieser Austausch ist vom Arbeitgeber ordnungsgemäß durchzuführen, die Funktionsfähigkeit zu prüfen und zu dokumentieren. Der Nachweis der ordnungsgemäßen Durchführung ist ggf. Bestandteil der nächsten wiederkehrenden Prüfung. Ergibt sich mit dem Austausch das Erfordernis einer Änderung der Parametrierung dieses Teils, so ist im Einzelfall eine Abstimmung mit der ZÜS oder der zur Prüfung befähigten Person erforderlich und ggf. eine Prüfung vor Inbetriebnahme nach prüfpflichtiger Änderung durchzuführen.

6B)

Es werden Teile der sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtung durch nicht identische Teile ersetzt oder sicherheitsrelevante Änderungen in der Steuerung/Parametrierung vorgenommen. Es muss eine Prüfung vor Inbetriebnahme nach prüfpflichtiger Änderung gemäß [Abschnitt 6.3](#) je nach Prüfzuständigkeit durch eine ZÜS oder eine zur Prüfung befähigte Person durchgeführt werden.

6C)

Bei Änderungen der sicherheitsrelevanten MSR-Einrichtung, die über 6A) und 6B) hinausgehen (z. B. Änderungen im Schutzkonzept), muss der Arbeitgeber die sicherheitstechnischen Anforderungen nach [Abschnitt 1](#) neu ermitteln.