

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Grundlagen	2
2. Geltungsbereich	3
3. Begriffe	3
4. Berstsicherungen	6
5. Einspannvorrichtungen	8
6. Berstelemente	8
7. Bestimmungen für den Einsatz	10
8. Werkstoffe	13
9. Installation	13
10. Wartung und Ersatz	14
11. Grössenbemessung	16
12. Prüfung beim Hersteller	23
13. Kennzeichnung und Versand	26
14. Formelzeichen, Grossen, Einheiten (Anhang A)	28
15. Stoffwerte technischer Gase (Anhang B)	29
16. Literaturverzeichnis (Anhang C)	32

1. Grundlagen

1.1 ~~Unter Beachtung von SVTI-Vorschrift 103, Band 1, gelten im speziellen für die vorliegende SVTI-Vorschrift 603 folgende gesetzliche Grundlagen:~~

~~(1) die Verordnung betreffend Aufstellung und Betrieb von Dampfkesseln und Dampfgefässen vom 9. April 1925 (im weiteren Text kurz VO 25 genannt);~~

~~(2) die Verordnung betreffend Aufstellung und Betrieb von Druckbehältern vom 19. März 1938 (im weiteren Text kurz VO 38 genannt);~~

1.2 ~~Gemäss Art. 14 bzw. Art. 25 der VO 25 sind für die Absicherung von Dampfkesseln bzw. Dampfgefässen gegen unzulässigen Druckanstieg nur Sicherheitsventile zugelassen.~~

1.3 ~~Abweichend von Art. 7 Ziff. 1 der VO 38 können bei Druckbehältern, unter bestimmten Voraussetzungen, gemäss Art. 7, Ziff. 6 der vorgenannten VO für die Absicherung gegen unzulässigen Druckanstieg andere Sicherheitsvorrichtungen eingesetzt werden.~~

1.4 ~~Beide Verordnungen sagen also eindeutig aus, dass als normale, vorschriftsgemässe Sicherheitseinrichtung gegen Drucküberschreitung das Sicherheitsventil anzusehen ist und dass besondere Gründe vorliegen müssen, wenn als Ausnahme (VO 38) eine Berstsicherung anstelle eines Sicherheitsventils eingesetzt werden darf.~~

~~Der SVTI wird jedoch die erhebliche Zahl von Bedarfsfällen, in denen der Einsatz von Berstsicherungen bei Behältern und Gefässen zwingend notwendig ist oder vorteilhaft erscheint, gestützt auf Art. 7, Ziff. 6 und Art. 33 (VO 38) bzw. Art. 49 (VO 25) der zuständigen Behörde als Ausnahmen beantragen, unter den Bedingungen,~~

~~- dass die vorliegende SVTI-Vorschrift 603 eingehalten wird~~

~~und~~

~~- dass der Einsatz eines Sicherheitsventils aus einem der nachstehend genannten betrieblichen Gründe nicht möglich oder nicht zweckdienlich ist, nämlich wenn:~~

a) ~~der unzulässige Überdruck aufgrund der vorhandenen Betriebsbedingungen durch eine Spontanreaktion (Verpuffung oder Explosion) verursacht werden könnte;~~

b) ~~grosse Entspannungsöffnungen erforderlich sind;~~

c) ~~die Beschickungsmedien ein Verkleben, Verkrusten oder Zupolymerisieren der Sicherheitsventile bewirken würden oder deren Funktionsweise durch Korrosion oder Ablagerungen beeinträchtigen könnten;~~

- d) im normalen Betrieb eine erhöhte Anforderung an die Dichtheit gestellt werden muss.

2. Geltungsbereich

- ~~2.1 Diese Vorschrift gilt unter Beachtung von Ziff. 1 generell für die Absicherung gegen unzulässigen Druckanstieg von Objekten, Objektteilen oder Systemen gemäss den Verordnungen vom 9.4.25 und 19.3.38 sowie gemäss den Richtlinien des SVTI für Erstellung und Betrieb von Heisswasseranlagen vom 12.2.36.~~
- ~~2.2 Berstsicherungen dürfen als Sicherheitseinrichtung gegen das Überschreiten der in den unter Ziff. 2.1 genannten Verordnungen und Richtlinien festgelegten Grenzkriterien zur Bewilligungspflicht nicht eingesetzt werden. Begründete Ausnahmen sind mit dem SVTI zu vereinbaren, der auch die speziellen Bedingungen dazu festlegt.~~
- 2.3 Lagerbehälter für Gase im flüssigen Zustand dürfen nicht mit Berstsicherungen ausgerüstet sein.
- ~~2.4 Diese Vorschrift kommt auch bei Nuklearanlagen überall dort zur Anwendung, wo durch die nachstehend aufgeführten Bestimmungen keine Prioritäten gesetzt bzw. keine weitergehenden Forderungen gestellt werden:~~
- ~~— Gesetze des Bundes~~
 - ~~— Richtlinien bzw. genehmigte Auslegungsdaten der HSK (Hauptabteilung für die Sicherheit von Kernanlagen)~~
 - ~~— NE-Festlegungen der Nuklearabteilung des SVTI.~~
- 2.5 Zu den Berstsicherungen im Sinne dieser Vorschrift zählen z.B. auch Brechkappen, Reissbolzen, Knickstäbe und dergleichen.

3. Begriffe

~~(1) Bei allgemein gültigen Begriffen, die in SVTI-Vorschrift 105, Band 1, ausführlich definiert sind, wurde zum besseren Verständnis nur der auf Berstsicherung zutreffende Text übernommen. Diese Begriffe sind mit *) gekennzeichnet.~~

(2) Der Überdruck p_e ist wie folgt definiert:

$p_e = p - p_{amb}$ darin bedeuten: p = absoluter Druck

p_{amb} = atmosphärischer Druck (Barometerstand)

Bei Anwendung von Vorschrift 603 kann in der Regel für den atmosphärischen Druck $p_{amb} = 1$ bar gewählt werden.

3.1 Zulässiger Betriebsüberdruck p_B *)

(früher Konstruktionsüberdruck)

- ist der Überdruck, für den das Objekt, Objektteil oder System gebaut und zugelassen ist.

3.2 Konzessionsüberdruck p_K *)

~~- ist der von der Prüfstelle festgelegte höchstzulässige Überdruck an einem bestimmten Aufstellungsort.~~

3.3 Arbeitsüberdruck p_A *)

- ist der Überdruck, der bei einem vorgeschriebenen Verfahren bei Normalbetrieb höchstens auftreten kann.

3.4 Prüfüberdruck p_p *)

- ist der Überdruck, mit dem das Objekt, Objektteil oder System anlässlich der Bau- und Druckprüfung einer Wasserdruckprüfung unterworfen worden ist.

3.5 Ansprechüberdruck p_o

(Berstüberdruck)

- ist der Überdruck, bei dem das Berstelement tatsächlich zum Bersten kommt.

3.6 Maximaler Berstüberdruck P_{BMA}

- ist der höchste Ansprechüberdruck, der anlässlich der Berstprüfung gemäss Ziff. 12 ermittelt wurde.

3.7 Minimaler Berstüberdruck p_{Bmi}

- ist der niedrigste Ansprechüberdruck, der anlässlich der Berstprüfung gemäss Ziff. 12 ermittelt wurde.

3.8 Sollberstüberdruck p_{SB}

- ist derjenige Berstüberdruck, der auf Grund der gemäss Ziff. 12 ermittelten Ansprechüberdrücke vom Hersteller bestimmt und unter Angabe der Bersttoleranzen für die ganze Serie von Berstelementen bescheinigt werden muss.

P_{SB} ist also ein vom Hersteller willkürlich angenommener Wert innerhalb der gemessenen Grenzwerte P_{BMA} und p_{Bmi}

- entspricht auch demjenigen Überdruck, bei dem ein Berstelement aus einer geprüften Serie, unter gleichen Bedingungen wie beim Berstversuch, innerhalb der angegebenen Bersttoleranzen ansprechen muss.

3.9 Gegendruck $p_a = p_{ae} + p_{af}$

- ist der absolute Druck auf der Austrittsseite beim Abblasen der Berstsicherung.

3.10 Fremdgedruck p_{af}

- ist der absolute Druck auf der Austrittsseite der Berstsicherung unmittelbar vor dem Bersten des Berstelementes.

3.11 Eigengegendruck p_{ae}

- ist die durch das Abblasen auf der Austrittsseite der Berstsicherung aufgebaute Druckdifferenz gegenüber dem Fremdgedruck.

3.12 Bersttoleranz BT

- ist in Prozenten von p_{Se} anzugeben, wobei der Wert

$$P_{SB} + \text{Plusbersttoleranz} < P_{BMA} \text{ und}$$

$$p_{SB} - \text{Minusbersttoleranz} > p_{Bmi} \text{ sein muss.}$$

3.13 Arbeitstemperatur t_a *)

- ist die Temperatur, die im Objekt, Objektteil oder System bei einem vorgeschriebenen Verfahren beim Normalbetrieb höchstens auftreten kann.

- entspricht in der Regel der Temperatur, die beim Normalbetrieb höchstens an der Oberfläche des Berstelementes auftritt.

3.14 Ansprechtemperatur t_o

- ist die Temperatur am Berstelement beim Ansprechen und ist für die Auslegung des Berstelementes massgebend.

3.15 Abblasemassenstrom q_{mb}

- entspricht dem Massenstrom, der durch den engsten Strömungsquerschnitt der Zuleitung bzw. der Berstsicherung abgeleitet werden kann.

- ist massgebend für die Berechnung des Druckverlustes in der Zuleitung bzw. für die Berechnung des Eigengegendruckes p_{ae} .

**3.16 Erforderlicher Abblasemassenstrom q_m
(abzuführender Massenstrom)**

- entspricht dem Massenstrom, der durch die Anlage oder durch Anlageteile im Maximum erzeugt werden kann und durch eine oder mehrere Berstsicherungen abgeführt werden muss.

3.17 Engster Strömungsquerschnitt A_o

(erforderlicher Entlastungsquerschnitt)

- ist der engste erforderliche Durchgangsquerschnitt der Zuleitung zur Berstsicherung bzw. der Berstsicherung, unter Berücksichtigung von Druckverlusten in der Zu- und allfälligen Abblaseleitung und einem möglichen Gegendruck.

3.18 Engster Strömungsdurchmesser d_o

- ist der Durchmesser respektive äquivalente Durchmesser des engsten Strömungsquerschnittes A_o .

3.19 Langsamer Druckanstieg

- ist dadurch gekennzeichnet, dass ein in der Regel bestimmbarer und beherrschbarer Massenstrom aus dem Druckraum durch die Berstsicherung austreten kann.

3.20 Schneller Druckanstieg

- hat seine Ursache in unkontrollierbaren Reaktionen, spontanen Verbrennungen oder Explosionen. Hierbei ist der aus dem Druckraum durch die Berstsicherung austretende Massenstrom in den meisten Fällen nur schwer bestimmbar.

4. Berstsicherungen**4.1 Allgemeines**

Die Berstsicherung ist eine Überdrucksicherung, bei der das Berstelement beim Ansprechen zerstört und dadurch der Entlastungsquerschnitt schlagartig freigegeben wird. Im Gegensatz zum Sicherheitsventil bleibt der Entlastungsquerschnitt nach dem Ansprechen der Berstsicherung offen. Grundsätzlich können Berstsicherungen für folgende Anwendungsfälle eingesetzt werden:

- 4.1.1 Die Berstsicherung wird anstelle eines Sicherheitsventils als alleinige Sicherheitseinrichtung verwendet, sofern ein Verschluss des Objektes nach dem Abbau des unzulässigen Druckanstieges nicht erforderlich ist.
- 4.1.2 Um im Notfall zusätzliche Abblasekapazität zu erhalten, wird die Berstsicherung parallel zu einem Sicherheitsventil verwendet.
- 4.1.3 Wenn im normalen Betrieb erhöhte oder absolute Dichtheit der Sicherheitseinrichtung verlangt wird oder wenn das Sicherheitsventil gegen Einflüsse des Mediums oder der Atmosphäre geschützt werden muss, werden dem Sicherheitsventil vor- oder nachgeschaltete oder vor- und nachgeschaltete Berstsicherungen verwendet.

- 4.1.4 Um bei einem Ansprechen der Berstsicherung die ausströmende Menge in tolerierbaren Grenzen zu halten, wird der Berstsicherung ein Sicherheitsventil nachgeschaltet.
- 4.1.5 Die Berstsicherung besteht aus einer Einspannvorrichtung und einem Berstelement. Zusätzlich können Vakuumstütze, Schneidevorrichtung und Fangvorrichtung Bestandteile einer Berstsicherung sein.

4.2 Gegendruck oder Vakuum

Ist nicht auszuschliessen, dass eine Berstsicherung auch durch Gegendruck oder Vakuum beansprucht wird, so muss eine Vakuumstütze eingebaut werden, sofern dies vom Hersteller der Berstsicherung vorgeschrieben ist. Eine Verminderung des engsten freien Strömungsquerschnittes durch eine allfällige Vakuumstütze ist zu berücksichtigen (siehe Ziff. 11.4.3).

4.2.1 Zerstörbare Vakuumstützen

Wenn eine Berstsicherung anspricht und der Strömungsquerschnitt durch das zerstörte Berstelement völlig freigelegt ist, können

- Vakuumstützen sich öffnen
- Vakuumstützen zersplittern
- Vakuumstützen herausgerissen werden

und der Öffnungsquerschnitt bleibt in der Regel weitgehend erhalten. Vorsicht ist jedoch geboten bei zersplitterten und herausgerissenen Vakuumstützen, deren Teile sich an der Wandung der Abblaseleitung festsetzen könnten.

4.2.2 Nicht zerstörbare Vakuumstützen

(1) Diese lassen gegebenenfalls den Druck des abzusichernden Objektes durch Öffnungen auf das Berstelement einwirken.

(2) Der Einsatz von nicht zerstörbaren Vakuumstützen kann nachteilig sein und ist nicht risikofrei. Jede Verengung der Entlastungsfläche führt zu einer unnötigen Überdimensionierung der Berstsicherung. Die kleinen Löcher oder Schlitze in der Stütze können leicht verstopfen und damit die richtige Funktion der Berstsicherung beeinträchtigen oder gar verunmöglichen.

5. Einspannvorrichtungen

Einspannvorrichtungen können den Ansprechüberdruck der Berstelemente wesentlich beeinflussen. Um eine sichere Funktion zu gewährleisten, sind deshalb Berstelemente in vom Hersteller vorgeschriebenen bzw. bei allfälligen Bauteilprüfungen festgelegten Einspannvorrichtungen einzubauen.

6. Berstelemente

Als Berstscheiben bezeichnete Berstelemente sind am Rande eingespannt. Die freie Fläche ist mit dem im Druckraum herrschenden Druck belastet. Nach dem Werkstoffverhalten wird zwischen Berstscheiben aus zähen, verformungsfähigen Werkstoffen und Berstscheiben aus spröden, nicht verformungsfähigen Werkstoffen unterschieden.

6.1 Ebene Berstscheiben

Diese im Einbauzustand ebene Scheibenart

- aus zähem, verformungsfähigem Werkstoff verformt sich und reißt beim Erreichen des Ansprechüberdruckes infolge Zugspannung auf.
- aus sprödem, nicht verformungsfähigem Werkstoff zerbricht beim Erreichen des Ansprechüberdruckes infolge zu hoher kombinierter Biege- und Scherspannungen.

6.2 Gewölbte Berstscheiben

6.2.1 Normale Berstscheiben

Bei dieser Scheibenart liegt die konkave Seite auf der Druckseite des abzusi- chernden Systems, d.h. die normale Berstscheibe ist in der Abblaserichtung gewölbt. Beim Erreichen des Ansprechüberdruckes reißt diese Scheibe in unregelmässiger Form auf, dabei können - je nach Art der Scheibe - bei schnellem Druckanstieg Teile der Scheibe herausgerissen werden.

6.2.2 Umkehr-Berstscheiben

Bei dieser Scheibenart liegt die konvexe Seite auf der Druckseite des abzusi- chernden Systems, d.h. die Umkehr-Berstscheibe ist gegen die Abblaserichtung gewölbt. Wenn der Ansprechüberdruck erreicht ist, knickt die Wölbung ein und kehrt sich um. Dabei wird die Scheibe zerstört, z.B. durch Aufreißen an Sollbruchstellen, durch Aufschlagen auf Messerkanten oder durch Herausblasen.

Die Umkehr-Berstscheibe benötigt für ihre einwandfreie Funktion einen Über-

druck, der so lange unvermittelt anhalten muss, bis die vollständige Freigabe des Entlastungsquerschnittes erfolgt ist. Diese Voraussetzung ist normalerweise immer erfüllt, wenn der Überdruck durch gasförmige Stoffe bewirkt wird, da das expandierende Gas ein ausreichendes Moment besitzt, um das Umschlagen der Scheibe gegen die Schneiden und den Bruch herbeizuführen. Bei expandierenden Flüssigkeiten ist dies jedoch nicht gewährleistet. Daher kann der Einbau von Umkehr-Berstscheiben gegen expandierende Flüssigkeiten nur empfohlen werden, wenn sich entweder

- eine ausreichend grosse Gasblase unter der Scheibe befindetet, die das korrekte Bersten bewirkt oder
- wenn ein beträchtlicher Flüssigkeitsstrom zu erwarten ist oder
- wenn eine speziell für Flüssigkeitssysteme entwickelte Berstscheibe verwendet wird.

6.3 Temperatureinfluss

6.3.1 Bei Berstelementen ist der Ansprechüberdruck von der Ansprechtemperatur abhängig. Die Temperaturabhängigkeit ist je nach Werkstoff verschieden.

Die Auslegung des Berstelementes muss deshalb für einen bestimmten Druck bei einer bestimmten Temperatur erfolgen. Bei Temperaturen des Berstelementes, die

- unter der Auslegungstemperatur liegen, steigt der Ansprechüberdruck
- über der Auslegungstemperatur liegen, sinkt der Ansprechüberdruck.

6.3.2 Auf die Festlegung der Ansprechtemperatur muss besonders geachtet werden, wenn

- mehrere abzusichernde Betriebszustände auftreten, z.B. gleicher Druck bei verschiedenen Arbeitstemperaturen
- die Temperatur des Berstelementes von der Arbeitstemperatur des abzusichernden Druckraumes abweicht
- die Raumtemperatur, witterungs- oder umgebungsbedingt, Einfluss auf die Temperatur des Berstelementes hat.

7. Bestimmungen für den Einsatz

7.1 Allgemeines

7.1.1 Es dürfen nur Berstelemente verwendet werden, die ~~aus einer~~

- ~~— durch den SVTI~~
- ~~— durch eine anerkannte Prüfstelle~~
- ~~— durch eine vom SVTI zugelassene Firma~~

~~gemäss Ziff. 12 geprüften Serie stammen und gemäss Ziff. 13 vorschriftsgemäss bezeichnet sind.~~

~~Begründete Ausnahmen müssen dem SVTI vorgängig schriftlich beantragt werden.~~

7.1.2 Berstsicherungen mit Umkehr-Berstelementen dürfen zur Absicherung von flüssigkeitsgefüllten Objekten nur verwendet werden, sofern vor dem Berstelement, auf der abzusichernden Druckseite, beim Ansprechüberdruck noch ein freier Gasraum von mindestens

$$\frac{3}{4} \pi D^3$$

vorhanden ist. Für D ist der aus dem erforderlichen Entlastungsquerschnitt errechnete Durchmesser d_0 einzusetzen.

Bei speziell für Flüssigkeitssysteme entwickelten Berstsicherungen entfällt diese Bedingung.

7.1.3 Es sind alle erforderlichen Massnahmen zu treffen, damit weder Personen noch für die Betriebssicherheit wesentliche Anlageteile durch das Platzen von Berstelementen gefährdet werden.

~~7.1.4 Berstsicherungen mit einem engsten Strömungsdurchmesser d_0 unter 6 mm sind nicht zugelassen.~~

~~Begründete Ausnahmen können jedoch im Hochdruckbereich der Ölhydraulik bewilligt werden, wobei d_0 nicht unter 4,5 mm gewählt werden sollte.~~

7.2 Einsatzdauer

7.2.1 Die Einsatzdauer des Berstelementes ist abhängig von der Bauart der Berstsicherung, vom Zeitstandverhalten des Berstelementes und von den Betriebsbedingungen. Folgende Faktoren können die Einsatzdauer des Berstelementes wesentlich verkürzen:

- (1) unsachgemässer Einbau der Berstsicherung
- (2) zu geringe Differenz zwischen Arbeitsüberdruck der Anlage und minimalem Berstüberdruck des Berstelementes

- (3) schwellende bzw. pulsierende Belastung im Überdruckbereich oder zwischen Überdruck und Unterdruck schwankende Belastung
- (4) häufig wechselnde Arbeits- und Umgebungstemperaturen
- (5) Korrosionseinflüsse durch Betriebsmedien oder Atmosphäre.

7.2.2 Da die Einsatzdauer eines Berstelementes nur angenähert vorausbestimmt werden kann, sind Kontrollen in angemessenen Zeitabständen unerlässlich. Es ist nicht möglich, bezüglich der angemessenen Zeitabstände nähere Angaben zu machen. Diese sind in der Eigenverantwortung des Betreibers aufgrund der Betriebserfahrung und unter Berücksichtigung der Betriebsverhältnisse sowie allfälliger Empfehlungen des Herstellers individuell festzulegen.

7.3 Schaltung von Berstsicherungen

7.3.1 ~~Der Ersatz des vorgeschriebenen Sicherheitsventils durch eine Berstsicherung bedarf einer Ausnahmegewilligung des SVTI. Für Reaktionsgefässe und -behälter in der chemischen Industrie wird die Bewilligung generell erteilt in dem Sinne, dass der Entscheid über die Verwendung einer Berstsicherung als einzige Absicherung gegen unzulässigen Druckanstieg dem Verantwortlichen des Betriebes überlassen wird. In allen Fällen sind jedoch folgende Bestimmungen zu beachten:~~

~~(1) Der Entscheid, eine Berstsicherung als einzige Absicherung zu verwenden, ist bei der Gesuchstellung zur Aufstellung und Inbetriebnahme in der Objektbeschreibung deutlich bekannt zu geben.~~

~~(2) Dem Gesuch sind ein rechnerischer Nachweis über den maximal abzuführenden Massenstrom (Massenbilanz) sowie die daraus resultierende Grössenbemessung der Berstsicherung und/oder der Zuleitung, der allfälligen Abblaseleitung und die Prüfbescheinigung über die Berstversuche beizulegen. Die Beilage von Leistungstabellen der Hersteller wird nicht als Nachweis anerkannt.~~

~~Für Berstsicherungen an Objekten, in denen chemische Reaktionen ablaufen, entfällt die Zustellung dieser Nachweise. Der SVTI behält sich jedoch vor, falls die Absicherung der bewilligungspflichtigen Objekte ungenügend erscheint, eine diesbezügliche Berechnung von den Chemiefirmen zu verlangen.~~

~~(3) Für den Einsatz von Berstsicherungen ist die vorliegende SVTI-Vorschrift 603 verbindlich. Begründete Abweichungen sind dem SVTI vorgängig zu beantragen.~~

(4) Für den Ansprechüberdruck gilt die Bedingung

$$P_{\text{BMA}} \leq 1,1 \times P_{\text{B}} \text{ bzw.}$$

$$P_{\text{BMA}} \leq 1,1 \times P_{\text{K}}$$

7.3.2 Das Parallelschalten einer Berstsicherung zu einem vorschriftgemässen Sicher-

heitsventil (SVTI-Vorschrift 602) ist im Sinne von Ziff. 4.1.2 immer gestattet unter der Bedingung: $P_{BMA} \leq P_p$

7.3.3 Das Vor- und/oder Nachschalten einer Berstsicherung zu einem vorschriftgemässen Sicherheitsventil ist im Sinne von Ziff. 4.1.3 und .4 unter folgenden Bedingungen gestattet:

(1) Der Raum zwischen der Berstsicherung und dem Sicherheitsventil muss druckentlastet sein und drucküberwacht werden. Dies ist von Bedeutung, da ein sich aufbauender Druck im Zwischenraum den Ansprechüberdruck des vorgeschalteten Sicherheitsventils bzw. der vorgeschalteten Berstsicherung unzulässig erhöhen würde.

(2) Bei vorgeschalteter Berstsicherung muss durch geeignete Bauart (Typ) des Berstelementes sichergestellt sein, dass keine Bruchstücke des Berstelementes das Sicherheitsventil unwirksam machen und/oder den Entlastungsquerschnitt verengen können.

(3) Für nachgeschaltete Berstsicherungen gilt für den maximalen Berstüberdruck $P_{BMA} \leq$ als der für das entsprechende Sicherheitsventil festgelegte zulässige Gegendruck (Überdruck)

7.3.4 Der Aufbau von zwei Berstsicherungen auf ein Wechselventil ist gestattet, sofern sichergestellt ist, dass zu jeder Zeit, auch beim Umschalten, der erforderliche Abblasequerschnitt frei bleibt. Wird diese Absicherungsart als Ersatz des vorgeschriebenen Sicherheitsventils verwendet, sind zusätzlich die Bedingungen gemäss Ziff. 7.3.1 zu beachten. Für den Ansprechüberdruck gelten für beide Berstelemente die Bedingungen der entsprechenden Schaltung.

8. Werkstoffe

- 8.1 Allgemein sind für Berstsicherungen Werkstoffe zu verwenden, die für die vorgesehenen Betriebsbedingungen geeignet sind. Bezüglich der Temperatur ist dabei nur die Temperatur am Berstelement vor dem Ansprechen zu berücksichtigen.
- 8.2 Die Festigkeitseigenschaften der für die Berstelemente verwendeten Werkstoffe sollen möglichst geringe Abhängigkeit von der Art der Beanspruchung (statisch, pulsierend), der Temperatur und der Dauer der Beanspruchung (Zeitstandverhalten) aufweisen.
- 8.3 Die für die Herstellung der Berstelemente verwendeten Ausgangswerkstoffe (Folie, Block) sollen homogene mechanische und technologische Eigenschaften haben (z.B. durch Wärmebehandlung).
- 8.4 Bei Korrosionsgefahr der Berstelemente durch Beschickungsgut oder Atmosphäre sind korrosionsbeständige Werkstoffe, Werkstoffe mit korrosionsfester Beschichtung oder Schutzfolien zu verwenden.

9. Installation

- 9.1 Berstsicherungen müssen nach den Angaben der Hersteller montiert werden. Vorgeschriebene Drehmomente zum Verschrauben von Flanschverbindungen sind unbedingt zu beachten.
- 9.2 Um ein sicheres, unverzögertes Ansprechen zu gewährleisten, sind Berstsicherungen möglichst nahe am abzusichernden Objekt anzubringen. Ist ein schneller Druckanstieg zu erwarten, so ist anzustreben, dass die Berstelemente von der auftretenden Druckwelle möglichst senkrecht beaufschlagt werden.
- 9.3 Berstsicherungen müssen so eingebaut werden, dass die Berstelemente möglichst leicht ausbaubar und gegen Beschädigungen von aussen geschützt sind.
- 9.4 Berstsicherungen dürfen durch Absperrungen nicht unwirksam gemacht werden können. Für Ausnahmen ist eine Bewilligung beim SVTI einzuholen, der auch die vorzunehmende Sicherung in offener Stellung festlegt.
- 9.5 Zum gefahrlosen Ableiten des allfällig abblasenden Mediums sind in der Regel ins Freie führende Abblaseleitungen erforderlich. Alle Leitungen müssen für die auftretenden Drücke und Temperaturen geeignet und so bemessen und gestaltet sein, dass die vorgesehene Funktion der Berstsicherung sicher gewährleistet ist. Allgemein sind die Abblaseleitungen und deren Mündungen so anzuordnen bzw.

zu gestalten, dass

- sie vor eindringendem Regen- oder Schneewasser geschützt sind
- Personen und Einrichtungen beim Platzen des Berstelementes durch die Schall- und Druckwelle oder weggeschleuderte Bruchstücke des Berstelementes oder andere Gegenstände nicht gefährdet werden.

Im speziellen sind bei umweltgefährdenden Medien zusätzliche Massnahmen zu treffen, damit bei einem allfälligen Abblasen schädliche Auswirkungen vermieden werden.

- 9.6 Die Leitungen und die Berstsicherungen müssen unter Berücksichtigung der örtlichen Betriebsverhältnisse so befestigt sein, dass mögliche statische und dynamische Reaktionskräfte mit Sicherheit aufgenommen werden können.
- 9.7 Um die sichere Funktion der Berstsicherung zu gewährleisten, sind ausreichende Vorkehrungen zu treffen, damit Ansammlungen von Flüssigkeiten, Feststoffabscheidungen usw. in der Zu- und Abblaseleitung der Berstsicherung vermieden werden.

10. **Wartung und Ersatz**

- 10.1 Ein vorzeitiges Ansprechen der Berstsicherung kann zu unnötigem Verlust von Beschickungsgut führen, und eine verschmutzte Berstsicherung kann im Ernstfall die richtige Funktion beeinträchtigen. Deshalb müssen Berstsicherungen gemäss Ziff. 7.2.2 in angemessenen Zeitabständen einer Zustandskontrolle unterzogen werden. Dabei sind u.a. folgende Punkte zu beachten:
- a. Die Zu- und allfällige Abblaseleitung sowie die ganze Berstsicherung sind soweit möglich auf vielleicht vorhandene Produktablagerungen und Beschädigungen zu prüfen und zu reinigen.
 - b. Bei Einspannvorrichtungen mit einem Messersatz ist der Zustand der Messerklingen zu prüfen. Stumpfe oder korrodierte Messer können ein exaktes Bersten verhindern. Sofern notwendig, sind die Messerklingen nachzuschärfen. Bei eingeschweissten Messersatzen ist auch der Zustand der Schweissverbindungen zu prüfen. Schadhafte Schweissverbindungen dürfen nicht in der eigenen Werkstatt repariert werden. In solchen Fällen ist die defekte Einspannvorrichtung dem Hersteller zur Instandstellung zurückzuschicken.
- 10.2 Da die Berstelemente nur auf den äusseren Zustand, nicht aber auf das Zeitstandverhalten kontrolliert werden können, sollten sie im Hinblick auf ein nicht

bestimmungsgemässes Ansprechen vorsorglicherweise ersetzt werden, insbesondere, wenn zum Ausbau der Berstsicherung die Entlastung des vorgeschriebenen Drehmomentes erforderlich ist.

Umkehrberstelemente hingegen müssen immer ersetzt werden, sobald eine Entlastung des Drehmomentes stattgefunden hat. Die Installationsanleitungen und Wartungsanweisungen der Hersteller sind zu befolgen.

10.3 Grundsätzlich gelten für den Ersatz eines Berstelementes die gleichen Vorschriften wie für den erstmaligen Einbau. Insbesondere sind die ursprünglichen Einsatzbedingungen zu beachten.

10.4 Beim Ansprechen der Berstsicherung bleibt eine nicht zerstörbare Vakuumstütze normalerweise unbeschädigt. Trotzdem sollte sie nicht wiederverwendet werden, da die Stütze ihre Form im Betrieb und beim Bersten geringfügig verändern kann und dadurch das Wölbungsprofil nicht genau auf das Ersatz-Berstelement passen wird. Selbst geringste Abweichungen zwischen Berstelement- und Stützen-Profil können zum vorzeitigen Versagen des Berstelementes führen.

Die Wiederverwendung von nicht zerstörbaren Vakuumstützen sollte daher nur auf Stützen beschränkt bleiben, die vom Hersteller nicht als angepasste Einheit mit dem Berstelement geliefert werden. In diesem Fall sind vorab jedoch die Unversehrtheit der Stütze und die Formanpassung zwischen Stütze und Berstelement zu überprüfen. Die Kanten der Öffnungen in der Vakuumstütze müssen derart bearbeitet sein, dass Beschädigungen und somit ein vorzeitiges Ansprechen des Berstelementes ausgeschlossen sind.

Beim Ersatz von Berstelementen muss besonders darauf geachtet werden, dass die Ersatzelemente auf der richtigen Seite der Vakuumstütze eingebaut werden.

11 Grössenbemessung

11.1 Allgemeines

11.1.1 Berstsicherungen müssen beim Ansprechen mindestens den engsten erforderlichen Querschnitt schlagartig freigeben. Sie müssen unter Berücksichtigung von Druckverlusten in den Zu- und allfälligen Abblaseleitungen und einem möglichen Gegendruck so bemessen sein, dass im abzusichernden Objekt, Objektteil oder System ein Überschreiten des zulässigen Betriebsüberdruckes p_B oder allfälligen Konzessionsüberdruckes p_K um mehr als 10% verhindert wird.

Ausnahmen sind nur bei Parallelschaltung gemäss Ziff. 7.3.2 gestattet.

11.1.2 Eine Aufteilung des erforderlichen Entlastungsquerschnittes auf mehrere Berstsicherungen ist zulässig.

11.1.3 Bei Berstsicherungen für die Entlastung eines schnellen Druckanstieges (Ziff. 3.20) haben Anordnung, Ansprechverhalten, geometrische Abmessungen und Wahl des maximalen Ansprechüberdruckes der Berstsicherungen sowie Festlegung des zulässigen Betriebsüberdruckes besondere Bedeutung. Die für die Grössenbemessung wichtigen Einflussgrössen, wie zeitlich auftretender Druckanstieg und abzuführender Massenstrom, müssen ausreichend genau bekannt sein.

Liegen hierüber keine gesicherten Angaben vor, sind diese durch entsprechende Messungen an Versuchsanlagen zu erarbeiten, andernfalls ist keine exakte Auslegung der Berstsicherung möglich, und zur sicheren Betriebsweise sind dann zusätzliche Massnahmen zu treffen.

Berstsicherungen für die Entlastung von Staubexplosionen können nach den in der VDI-Richtlinie 3673 enthaltenen Nomogrammen dimensioniert werden.

11.1.4 Für die Bemessung des engsten erforderlichen Querschnittes der Zuleitung bzw. der Berstsicherung gelten ohne Berücksichtigung von Druckverlusten in der Zu- und allfälligen Abblaseleitung die Gleichungen gemäss Ziff. 11.5. Die benötigten Ausflussziffern sind unter Beachtung von Ziff. 11.4 gemäss Ziff. 11.3 einzusetzen.

11.1.5 Die Druckverluste in der Zu- und allfälligen Abblaseleitung sind nach anerkannten Regeln der Technik zu bestimmen (z.B. AD-Merkblatt A2, Hütte, Dubbel usw.).

11.1.6 Der zur Grössenbemessung von Berstsicherungen bzw. Zu- und allfälligen Abblaseleitungen benötigte abzuführende Massenstrom ergibt sich bei Erzeugung des Druckes durch:

- a. Zufuhr von Medien unter Druck in das Objekt, z.B.:
 - maximaler Kompressoren- bzw. Pumpen-Volumenstrom
 - maximaler Durchsatz-Massenstrom durch Reduzier- oder Regelventile bei maximal möglichem Vordruck und voll geöffnetem Kegel.
- b. Direkte und/oder indirekte Wärmezufuhr, z.B.:
 - Ausdehnung des im Beschickungsraum vorhandenen Mediums
 - Verdampfung der im Beschickungsraum vorhandenen Flüssigkeit
 - exotherme Reaktionen des Beschickungsraum-Inhaltes.

11.2 Bestimmung der Drücke

Unter Beachtung der Bedingungen gemäss Ziff. 7 und Ziff. 11.1.1 wird zur Absicherung von Objekten, Objektteilen oder Systemen folgendes festgelegt:

11.2.1 Ausnutzung der Bersttoleranz B_T

In der Regel darf der maximale Berstüberdruck P_{BMA} den zulässigen Betriebsüberdruck p_B bzw. den Konzessionsüberdruck p_K um höchstens 10% übersteigen. Als Folge davon ist demnach auch zulässig:

Minimaler Berstüberdruck $p_{Bmi} > p_B$ bzw. $> p_K$

Mit dieser Festlegung darf selbstverständlich keine verkappte Druckerhöhung, d.h. ein Betreiben des Objektes, Objektteiles oder Systems mit einem höheren als dem zulässigen Betriebsüberdruck p_B oder allfälligen Konzessionsüberdruck p_K verbunden sein.

11.2.2 Sollberstüberdruck p_{SB}

- a. Wie aus Definition Ziff. 3.8 ersichtlich, ist der Sollberstüberdruck p_{Se} , im Gegensatz zu den Werten p_{BMA} und p_{Bmi} , keine exakte Grosse. Um bei vorgegebenen p_{SB} die Randbedingungen gemäss Ziff. 11.2.1 überprüfen zu können, sind vorgängig die entsprechenden Grenzwerte P_{BMA} und P_{Bmi} gemäss Ziff. 3.12 zu errechnen.
- b. Um Fehler zu vermeiden, sollten dem Hersteller bei der Bestellung, anstelle von P_{SB} , möglichst die für die Absicherung relevanten und eindeutig bestimmbareren Werte für P_{BMA} und p_{Bmi} angegeben werden. Die Wahl des entsprechenden Sollberstüberdruckes ist dem Hersteller zu überlassen.

11.2.3 Druck p

Dieser entspricht dem absoluten Druck, für den das Objekt, Objektteil oder System abgesichert werden soll.

Um den vorhandenen Unsicherheitsfaktoren Rechnung zu tragen, muss in den

Berechnungsformeln z.B. folgender absolute Druck p eingesetzt werden:

Für Absicherungen gemäss Ziff. 7.3.1

$$P = P_{\beta} + P_{amb}$$

bzw. bei allfälliger Festlegung eines Konzessionsüberdrucks durch den SVTI

$$P = P_K + P_{amb}$$

Für Absicherungen bei Parallelschaltungen gemäss Ziff. 7.3.2 $p = 0,8 \times p_P + p_{amb}$

11.3 Ausflussziffer α

Die nachstehenden Werte gelten als kombinierte Ausflussziffern von Stutzen und Berstsicherung:

11.3.1 Stutzen durchgesteckt:

$\alpha = 0,68$ bei Gasen und Dämpfen $\alpha = 0,5$ bei Flüssigkeiten

11.3.2 Stumpf aufgesetztes oder bündig eingesetztes Rohr sowie Blockflansch ohne strömungsgünstige Gestaltung:

$\alpha = 0,73$ bei Gasen und Dämpfen $\alpha = 0,62$ bei Flüssigkeiten

11.3.3 Blockflansch mit strömungsgünstiger Gestaltung, z.B. mit abgerundeten oder abgeschrägten Einlaufkanten sowie bei einem ausgehalsten Stutzen:

$\alpha = 0,80$ bei Gasen, Dämpfen und Flüssigkeiten

11.3.4 Sofern für eine bestimmte Gestaltung oder Ausführung einer Zuleitung mit Berstsicherung eine Ausflussziffer experimentell ermittelt wurde, ist der um 10% verminderte Wert in die Rechnung einzusetzen.

11.4 Bemessung der Berstsicherung und Zuleitung

11.4.1 Bei der Grössenbemessung einer Berstsicherung ist zu berücksichtigen, dass die Gestaltung der Zuführung zur Berstsicherung und die sich daraus ergebende Strahleinschnürung einen wesentlichen Einfluss auf den abzuführenden Massenstrom haben kann.

11.4.2 Bei überkritischen Druckverhältnissen ist für die Berechnung des erforderlichen engsten Strömungsquerschnittes A_0 , die durch die Strahleinschnürung bedingte Ausflussziffer α gemäss Abschnitt 11.3 einzusetzen.

Für Berstsicherungen, deren freier Strömungsquerschnitt kleiner als $0,5 \times$ Querschnitt der Zuleitung ist, muss jedoch die zur Berechnung des erforderlichen engsten Strömungsquerschnittes A_0 benötigte Ausflussziffer α nachgewiesen werden.

- 11.4.3 Der freie Strömungsquerschnitt muss immer mindestens gleich dem errechneten erforderlichen engsten Strömungsquerschnitt A_0 der Berstsicherung sein. Allfällige Querschnittsvermindierungen, z.B. durch Vakuumstützen, Fangvorrichtungen oder Teile, die nach dem Ansprechen in der Berstsicherung verbleiben, sind zu berücksichtigen.
- 11.4.4 Falls der freie Strömungsquerschnitt der Berstsicherung grösser ist als der Querschnitt der Zuleitung, ist letzterer als Strömungsquerschnitt massgebend. Zur Berechnung des Leitungsquerschnittes sind ebenfalls die Ausflussziffern α gemäss Abschnitt 11.3 einzusetzen, wobei beim Blockflansch gemäss Ziff. 11.3.3 α auf 0,84 erhöht werden kann.
- 11.4.5 Wird eine Berstsicherung einem Sicherheitsventil vorgeschaltet, ist folgendes zu beachten:
- Die Grössenbemessung des Sicherheitsventils hat nach SVTI-Vorschrift 602, Ziff. 14 zu erfolgen.
 - Die Berstsicherung gehört zu den Einbauten in der Zuleitung zum Sicherheitsventil. Ihre Nennweite darf nicht kleiner als die Nennweite der Zuleitung sein.
 - Sofern der Druckverlust der Zuleitung in den gemäss SVTI-Vorschrift 602, Ziff. 12 (8) vorgeschriebenen Grenzen bleibt und der erforderliche Abblase-massenstrom q_m ohne Beeinträchtigung abgeführt werden kann, ist die Kombination aus Berstsicherung und Sicherheitsventil richtig bemessen.
- 11.4.6 Die Grössenbemessung einer allfälligen Abblaseleitung hat so zu erfolgen, dass der geforderte abzuführende Massenstrom nicht reduziert und die höchstzulässige Drucküberschreitung von 10% gemäss Ziff. 11.1.1 eingehalten wird. Die entsprechende Auswirkung von allfälligen Gegendrücken ist ebenfalls sinngemäss zu berücksichtigen.

Die mit nachstehenden Formeln errechneten engsten Strömungsquerschnitte A_0 dürfen nicht unterschritten werden.

11.5 Bemessungsformeln

11.5.1 Gase und Dämpfe

(1) Die allgemeine Beziehung für die Bemessung des engsten Strömungsquerschnittes lautet

$$A_0 = \frac{q_m}{\psi \cdot \alpha \cdot \sqrt{2 \frac{p}{v}}} \quad [1]$$

darin bedeuten:

A_o = engster Strömungsquerschnitt der Zuleitung bzw. der Berstsicherung

q_m = abzuführender Massenstrom

p = Druck im abzusichernden Druckraum gemäss Ziff. 11.2.3

v = spezifisches Volumen im Druckraum

α = Ausflussziffer gemäss Ziff. 11.3

Ψ = Ausflussfunktion gemäss Ziff. 11.5.1(2) In nachstehenden Gleichungen sind die Grossen mit Einheiten gemäss Anhang A, Seite 1 einzusetzen. (2) Das Druckverhältnis p_a/p , bei welchem die Ausflussfunktion Ψ (und damit auch der Ausflussmassenstrom) gerade ihren Höchstwert erreicht, heisst das kritische und lässt sich nach folgender Gleichung bestimmen

$$\left[\frac{p_a}{p} \right]_{kr} = \left[\frac{2}{k+1} \right]^{\frac{k}{k-1}} \quad [2]$$

Für unterkritische Druckverhältnisse

$$\frac{p_a}{p} > \left[\frac{2}{k+1} \right]^{\frac{k}{k-1}}$$

wird

$$\Psi = \sqrt{\frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{p_a}{p} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_a}{p} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]} \quad [3]$$

Für kritische und überkritische Druckverhältnisse

$$\frac{p_a}{p} \leq \left[\frac{2}{k+1} \right]^{\frac{k}{k-1}} \quad \text{wird}$$

$$\Psi = \Psi_{\max} = \sqrt{\frac{k}{k+1} \cdot \left[\frac{2}{k+1} \right]^{\frac{2}{k-1}}} \quad [4]$$

(3) Aus Gleichung [1] und die Umrechnung der nicht kohärenten Einheiten berücksichtigend, ergibt sich folgende, allgemein für Gase und Dämpfe gültige Zahlenwertgleichung

$$A_0 = 0,62 \cdot \frac{q_m}{\psi \cdot \alpha \cdot \sqrt{\frac{p}{v}}} \quad \text{mm}^2 \quad [5]$$

11.5.2 Technische Gase

(1) Bei technischen Gasen errechnet sich das spez. Volumen aus der allgemeinen Beziehung

$$v = \frac{R \cdot T \cdot Z}{p \cdot 10^5} \quad [6]$$

(2) Setzt man diesen Ausdruck in Gleichung [1] ein, so ergibt sich für technische Gase folgende Zahlenwertgleichung

$$A_0 = 0,002 \cdot \frac{q_m}{\psi \cdot \alpha \cdot p} \cdot \sqrt{R \cdot T \cdot Z} \quad \text{mm}^2 \quad [7]$$

mit $R = \frac{R}{M}$ wird

$$A_0 = 0,18 \cdot \frac{q_m}{\psi \cdot \alpha \cdot p} \cdot \sqrt{\frac{T \cdot Z}{M}} \quad \text{mm}^2 \quad [8]$$

11.5.3 Wasserdampf

Berstsicherungen und Zuleitungen für Wasserdampf sollten vorzugsweise nach Gleichung [5] bemessen werden. Das spez. Volumen und der Isentropenexponent k sind der VDI-Wasserdampftafel zu entnehmen. Da die Interpolation der k -Werte aus der vorerwähnten Tafel umständlich und mühsam ist, können nachstehende k -Werte benützt werden. Diese liegen auf der sicheren Seite und ergeben je nach Druck- und Überhitzungsbereich sowie erforderlichem Abblasestrom nur unwesentlich grössere engste Strömungsquerschnitte A_0 .

A. Sattedampf

				k-Werte	Ψ max
		bis	20 bar	1,13	0,4487
>	20 bar	bis	50 bar	1,10	0,4443
>	50 bar	bis	80 bar	1,05	0,4367
>	80 bar	bis	100 bar	1,01	0,4304
>	100 bar	bis	150 bar	0,90	0,4120
>	150 bar	bis	200 bar	0,78	0,3897
>	200 bar			0,70	0,3732

B. Überhitzter Dampf (unabhängig vom Druck)

bis 200 °C		1,29	0,4705
>200°C	bis 250 °C	1,27	0,4679
>250°C	bis 350 °C	1,25	0,4653
>350°C	bis 400 °C	1,28	0,4692
>400°C	bis 500 °C	1,27	0,4679
>500°C	bis 600 °C	1,26	0,4666
>600°C		1,25	0,4653

~~Sofern eine genauere Berechnung mit k-Werten erwünscht ist, die von obiger Tabelle abweichen, ist dem SVTI~~

~~– bei Verwendung der VDI-Wasserdampf-tafel ein Literaturhinweis~~

~~– bei Verwendung anderer Werte eine Kopie der benützten Tabellen oder Diagramme vorzulegen.~~

11.5.4 Flüssigkeiten ohne Phasenumwandlung

Für Flüssigkeiten, die bei der Entspannung auf den Gegendruck keine Phasenumwandlung erfahren, also kein Dampf oder Gas freisetzen, gilt

$$A_0 = 0,62 \cdot \frac{q_m}{\alpha \cdot \sqrt{(p - p_a) \cdot \rho}} \quad \text{mm}^2 \quad [9]$$

11.5.5 Flüssigkeiten mit Phasenumwandlung

Für Flüssigkeiten, die bei der Entspannung auf den Gegendruck Gas oder Dampf freisetzen, kann vorläufig die unter Ziff. 14.2.5 u. ff. in SVTI-Vorschrift 602 angegebene Berechnungsmethode sinngemäss verwendet werden.

12. Prüfung beim Hersteller

Der Hersteller darf nur die Berstelemente einer Serie zuordnen, die aus derselben Werkstoff-Charge gefertigt sind.

~~12.1 Die Prüfung von Berstelementen beim Hersteller durch den SVTI, eine anerkannte Prüfstelle oder durch den Vertrauensmann einer vom SVTI zugelassenen Firma erstreckt sich auf:~~

~~(1) Kontrolle der Abmessungen~~

~~(2) Ermittlung der tatsächlichen Ansprechüberdrücke durch Berstversuche an ausgewählten Berstelementen in den dazugehörigen Einspannvorrichtungen~~

~~(3) Kontrolle, ob die so ermittelten Ansprechüberdrücke innerhalb der vom Hersteller angegebenen Grenzen des Toleranzbereiches liegen.~~

~~12.3 Richtwerte über die Anzahl der je Herstellungsserie aus demselben Halbzeug durchzuführenden Berstversuche sind aus Tabelle 12/1 zu entnehmen. Dabei ist zu beachten, dass die Anzahl Berstelemente der Serie die Anzahl Prüflinge nicht einschliessen darf.~~

~~12.4 Erbringt der Hersteller innerhalb eines Zeitabschnittes von 2 Jahren den Nachweis, dass bei~~

~~a) gleicher Bauart~~

~~b) gleichen Abmessungen~~

~~c) gleichem Werkstoff~~

~~der hergestellten Berstelemente, die von ihm angegebenen Toleranzen des Berstüberdruckes stets eingehalten werden, so darf für jede weitere Serieprüfung die Anzahl Berstversuche gemäss Tabelle 12/2 vermindert werden. Auch hier ist zu beachten, dass die Herstell-Stückzahlen die Anzahl Prüflinge nicht einschliessen darf.~~

~~12.5 Weicht anlässlich der Prüfung einer Serie auch nur ein Berstversuch von den einzuhaltenden Toleranzen ab, so gelten für die folgenden Serien wieder die Anzahl Berstversuche gemäss Tabelle 12/1 solange, bis die unter 12.4 genannten Kriterien zur Reduktion der Berstversuche wieder erreicht sind.~~

12.6 Die Berstprüfung erfolgt in der Regel bei Raumtemperatur. Ist das Berstelement betriebsbedingt ausschliesslich für höhere oder tiefere Temperaturen als Raumtemperatur vorgesehen, so sind die Prüfungen bei der entsprechenden Temperatur durchzuführen.

Es sind jedoch auch Prüfungen bei Raumtemperatur ausreichend, wenn die An-

sprechüberdrücke in dem betreffenden Temperaturbereich gleich bleiben oder die Abweichungen bekannt und nachgewiesen sind. Betriebsaufzeichnungen des Herstellers können als Nachweis anerkannt werden. In diesen Fällen muss eine entsprechende Bestätigung auf der dem Besteller abzugebenden Bescheinigung enthalten oder dieser beigeheftet sein.

12.7 Über die durchgeführten Prüfungen muss ~~vom SVTI, von der anerkannten Prüf-
stelle oder von der vom SVTI zugelassenen Firma (siehe SVTI-Vorschrift 901)~~ ei-
ne Bescheinigung ausgestellt werden. Darin müssen enthalten sein:

- (1) Nummer für die Herstellungsserie
 - (2) Anzahl Berstelemente der zu prüfenden Herstellungsserie
 - ~~(3) Anzahl der aufaddierten Herstell-Stückzahlen¹~~
 - ~~(4) Reduktionsklasse (im Zweijahres-Testabschnitt = 0, nachher gemäss
Tabelle 12/2)¹~~
 - (5) Anzahl der durchgeführten Berstversuche
 - (6) freier Querschnitt nach dem Bersten
 - (7) der ermittelte Ansprechüberdruck jedes einzelnen Berstversuches
 - (8) Angabe der Prüftemperatur
 - (9) die gemäss Ziff. 13 verlangten Angaben
 - (10) Name der Stelle, welche die Prüfungen durchführte
 - ~~(11) Name, Stempel und Unterschrift des Sachverständigen oder der Vertrau-
ensperson (siehe SVTI-Vorschrift 901)~~
 - ~~(12) Angaben zu der bei den Prüfungen verwendeten Einspannvorrichtung
(Nummer der Zusammenstellungszeichnung oder allfälliges Bauteilkennzeichen).~~
- Richtwerte für die Anzahl der Berstversuche Tabelle 12/1



<i>Anzahl der Berstelemente einer Herstellungsserie</i>	<i>Anzahl der Berstprüfungen</i>
bis 9	2
10 bis 15	3
16 bis 30	4
31 bis 100	6
101 bis 250	8
251 bis 1000	10
1001 bis 10 000	25

Tabelle 12/2

<i>Herstell-Stückzahl gemäss Ziff. 12.4</i>	<i>Reduktion der Prüfungen nach Tabelle 12/1 auf</i>	<i>Reduktionsklasse</i>
50 bis 249	75%	1
250 bis 999	50%	2
1000 bis 4999	30%	3
5000 bis 9999	20%	4
über 10 000	10%	5

Die errechnete Anzahl Prüflinge ist auf eine ganze Zahl aufzurunden.

13. Kennzeichnung und Versand

13.1 Einspannvorrichtungen

Jede Einspannvorrichtung ist, falls sie nicht aus Normteilen besteht, mit folgenden Kennzeichen zu versehen:

- (1) allfälliges Bauteilkennzeichen (obligatorisch bei erfolgter Bauteilprüfung)
- (2) Herstellerzeichen
- (3) Typenkennzeichen
- (4) Nenndruck (PN)
- (5) Nennweite (DN)
- (6) Werkstoff-Nr. nach DIN oder Kurzname
- (7) Ausflussziffer (nur wenn offiziell zuerkannt)
- (8) Strömungsrichtung (Abblaserichtung)

13.2 Berstelemente

13.2.1 Berstelemente müssen mit einer Nummer für die Herstellungsserie gekennzeichnet sein. Dabei dürfen nur Berstelemente

- von gleichem Typ (z.B. Normal-, Umkehr-Berstelemente)
- mit gleichen Abmessungen
- aus gleicher Werkstoff Charge

mit derselben Herstellungsserie-Nummer bezeichnet werden.

13.2.2 Jedes Berstelement ist mit einer Kennzeichnung zu versehen, welche folgende Angaben aufweisen muss:

- (1) Hersteller
- (2) Typenkennzeichen
- (3) Nummer für die Herstellungsserie
- (4) kleinster lichter Durchmesser (umgerechnet aus engstem freiem Strömungsquerschnitt)
- (5) Werkstoff-Nr. nach DIN oder Kurzname
- (6) maximaler Berstüberdruck bei Ansprechtemperatur*
- (7) minimaler Berstüberdruck bei Ansprechtemperatur*

* Darf ersetzt werden durch: Sollberstüberdruck und Angabe der Toleranzen BT bei Ansprechtemperatur.

(8) zugehörige Einspannvorrichtung, z.B. Typenkennzeichen

(9) Stempel des prüfenden Sachverständigen oder der Vertrauensperson.

Ist das Berstelement betriebsbedingt ausschliesslich für eine andere als Raumtemperatur bzw. witterungsbedingte Temperatur vorgesehen, so müssen diese Temperatur (als Ansprechtemperatur) und der dazugehörige maximale und minimale Berstüberdruck angegeben sein.

13.2.3 Die Kennzeichnung muss auch im eingebauten Zustand von aussen, z.B. auf einer sogenannten Fahne, erkennbar sein. Die Fahne muss mit dem Berstelement fest verbunden sein.

13.2.4 Falls die geometrische Grosse des Berstelementes nicht ausreicht, um die gesamte verlangte Kennzeichnung aufzubringen, kann die vorgeschriebene Kennzeichnung durch ein Codewort ersetzt werden. In diesem Fall muss zum Berstelement eine Bescheinigung mitgeliefert werden, in welcher die dem Codewort entsprechende vollständige Kennzeichnung gemäss Ziff. 13.2.2 enthalten ist.

13.2.5 Soweit erforderlich, muss auf jedem Berstelement die Druck- oder Abblaseseite eindeutig gekennzeichnet sein.

13.3 Versand

Der Hersteller hat Vorschriften für

- Transport
- Lagerung
- Einbau
- Betrieb
- Wartung

der Berstsicherung mitzuliefern.

14. Formelzeichen, Grossen, Einheiten

p	= absoluter Druck im Druckraum, Formelwert gemäss Ziff. 11.2.3	bar
p_a	= absoluter Gegendruck hinter dem engsten Strömungsquerschnitt A_o	bar
q_m	= abzuführender Massenstrom	kg/h
A_o	= erforderlicher engster Strömungsquerschnitt	mm ²
k	= Isentropenexponent (Werte z.B. Ziff. 11.5.3; Anhang B; VDI 2040, Blatt 4; VDI-Wasserdampf tabel)	----
Ψ	= Ausflussfunktion	
α	= Ausflussziffer gemäss Ziff. 11.3	
$R = 8314,33$	= molare (universelle) Gaskonstante	J/(kmol • K)
$R = r/m$	= spezifische Gaskonstante	J/(kg • K)
M	= molare Masse	kg/kmol
$T = 273,15+t$	= absolute Temperatur im Druckraum	K
t	= Celsius-Temperatur im Druckraum	°C
Z	= Realgasfaktor (Werte z.B. VDI 2040, Blatt 4) ¹	
v	= spezifisches Volumen des Mediums in der Gas- oder Dampfphase	m ³ /kg
ρ	= Dichte der Flüssigkeit	kg/m ³

Für die Bestimmungen der Formelwerte k , T , Z , v und ρ sind diejenigen Drücke (p oder P_{bma} oder p_{Bmi}) und/oder Temperaturen bei diesen Drücken massgebend, welche das grösstmögliche A_o ergeben.

Bei Abweichungen vom Normalzustand (1013 mbar und 273,15 K) können die Werte der Isentropenexponenten und Realgasfaktoren z.T. erheblich variieren. Sofern aus der Literatur bekannt, sind deshalb möglichst die genauen Werte beim Zustand p und T in die Gleichungen einzusetzen.

(Kopie der gleichnamigen SVTI-Vorschrift. Stellen, die seit 1.7.2007 nicht mehr zutreffen, wurden sichtbar gestrichen, der Rest unverändert beibehalten)

15. Stoffwerte technischer Gase

Name	GAS		molare Masse M $\frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$	Gas- konstante R $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	Isentropen- exponent k^1 bei 1013 mbar und 0 °C
	chem. Formel	Kurzbe- zeichnung			
Aceton	$\text{C}_3 \text{H}_6 \text{O}$		58.080	143.153	1.13
Acetylen	$\text{C}_2 \text{H}_2$		26.038	319.315	1.23 ³
Ammoniak	NH_3	R 717	17.0306	488.199	1.31 ^{2/3}
Argon	Ar		39.948	208.129	1.65 ³
Arsenwasserstoff	AsH_3		77.9455	106.669	
Benzol	$\text{C}_6 \text{H}_6$		78.115	106.437	1.12
Bromchlordifluormethan	C Br Cl F_2	R 12 B 1	165.370	50.277	1.08 ⁴
Bromtrifluormethan	C Br F_3	R 13 B 1	148.915	55.833	1.143 ⁴
Bromwasserstoff	H Br		80.917	102.713	
Butan – n	$\text{C}_4 \text{H}_{10}$	R 600	58.124	143.045	1.09 ³
Butan – i (Isobutan)	$\text{C}_4 \text{H}_{10}$	R 600a	58.124	143.045	1.09 ³
Butylen	$\text{C}_4 \text{H}_8$		56.108	148.184	1.20
Chlor	Cl_2		70.906	117.258	1.34 ³
Chlordifluormethan	CH Cl F_2	R 22	86.469	96.154	1.178 ⁴
Chloroform	CH Cl_3		119.378	69.647	
Chlortrifluormethan	$\text{CF}_3 \text{Cl}$	R 13	104.459	79.594	1.17
Chlorwasserstoff	HCl		36.461	228.034	1.39
Cyanwasserstoff	HCN		27.0258	307.644	
Dichlorethan (1,2)	$\text{C}_2 \text{H}_4 \text{Cl}_2$		98.960	84.017	
Dichlorethylen (1,2)	$\text{C}_2 \text{H}_2 \text{Cl}_2$	R 1130	96.944	85.764	
Dichlorfluormethan	CH F Cl_2	R 21	102.924	80.781	1.17
Dichlortetrafluorethan (1,2)	$\text{C}_2 \text{Cl}_2 \text{F}_4$	R 114	170.922	48.644	1.084 ⁴
Dicyan (Cyan)	$\text{C}_2 \text{N}_2$		52.0357	159.781	
Difluordichlormethan	$\text{CF}_2 \text{Cl}_2$	R 12	120.914	68.762	1.13
Diphenyl	$\text{C}_{12} \text{H}_{10}$		154.2135	53.914	
Diphenyloxid	$\text{C}_{12} \text{H}_{10} \text{O}$		170.213	48.847	
Diphyl			165.760	50.159	1.05
Ethan	$\text{C}_2 \text{H}_6$	R 170	30.070	276.499	1.20 ³
Ether (Diethylether)	$\text{C}_4 \text{H}_{10} \text{O}$	R 610	74.124	112.167	1.08
Ethylalkohol (Ethanol)	$\text{C}_2 \text{H}_6 \text{O}$		46.0695	180.474	1.13

(Kopie der gleichnamigen SVTI-Vorschrift. Stellen, die seit 1.7.2007 nicht mehr zutreffen, wurden sichtbar gestrichen, der Rest unverändert beibehalten)

Name	GAS		molare Masse M $\frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$	Gas- konstante R $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	Isentropen- exponent k^1 bei 1013 mbar und 0 °C
	chem. Formel	Kurzbe- zeichnung			
Ethylamin	C ₂ H ₇ N		45.0848	184.415	
Ethylchlorid (Chlorethan)	C ₂ H ₅ Cl	R 160	64.515	128.874	1.16
Ethylen	C ₂ H ₄	R 1150	28.054	296.369	1.25 ³
Ethylenoxid (Acetaldehyd)	C ₂ H ₄ O		44.0536	188.732	
Helium	He		4.0026	2077.232	1.63 ³
Hexan	C ₆ H ₁₄		86.178	96.478	1.06
Jodwasserstoff	HJ		127.912	65.000	
Kältemittel 22/115 (48.8/51.2%)	CH Cl F ₂ / C ₂ Cl F ₅	R 502	112.000	74.235	1.135 ⁴
Kohlendioxid	CO ₂		44.010	188.919	1.30 ^{2/3}
Kohlenoxid	CO		28.0106	296.828	1.40 ³
Kohlenoxidsulfid	COS		60.077	138.395	
Luft		R 729	28.964	287.057	1.40 ^{2/3}
Luftstickstoff			28.160	295.253	1.40
Methan	CH ₄		16.043	518.253	1.31 ^{2/3}
Methylalkohol (Methanol)	CH ₄ O		32.0424	259.479	1.20
Methylamin	CH ₅ N		31.0577	267.706	1.20
Methylbromid	CH ₃ Br		94.944	87.571	1.25
Methylchlorid (Chlormethan)	CH ₃ Cl	R 40	50.488	164.679	1.27
Methylenchlorid (Dichlormethan)	CH ₂ Cl ₂	R 30	84.933	97.893	1.15
Methylether (Dimethylether)	C ₂ H ₆ O		46.0695	180.474	
Methylfluorid	CH ₃ F		34.0335	244.298	
Neon	Ne		20.183	411.947	1.64
Pentan	C ₅ H ₁₂		72.151	115.234	1.08
Phosgen	CO Cl ₂		98.917	84.054	
Phosphorwasserstoff	PH ₃		33.9977	244.556	
Propan	C ₃ H ₈	R 290	44.097	188.546	1.13 ³
Propylen	C ₃ H ₆		42.081	197.579	1.14 ³
Sauerstoff	O ₂		31.9988	259.833	1.40 ^{2/3}
Schwefeldioxid	SO ₂		64.063	129.784	1.27

Berstsicherungen

KIS-TR 603

Rev. 05.99

(nicht aktualisiert)



(Kopie der gleichnamigen SVTI-Vorschrift. Stellen, die seit 1.7.2007 nicht mehr zutreffen, wurden sichtbar gestrichen, der Rest unverändert beibehalten)

Name	GAS		molare Masse M $\frac{kg}{kmol}$	Gas- konstante R $\frac{J}{kg \cdot K}$	Isentropen- exponent k^1 bei 1013 mbar und 0 °C
	chem. Formel	Kurzbe- zeichnung			
Schwefelhexafluorid	SF ₆		146.054	56.926	1.08 ⁴
Schwefelkohlenstoff	CS ₂		76.139	109.199	1.23
Schwefelwasserstoff	H ₂ S		34.082	243.951	1.32
Selenwasserstoff	H ₂ Se		80.9759	102.677	
Siliciumfluorid	SiF ₄		104.079	79.885	
Stickoxyd	NO		30.006	277.089	1.38
Stickoxydul	N ₂ O		44.016	188.893	1.27 ³
Stickstoff (rein)	N ₂		28.0134	296.798	1.40 ^{2/3}
Tetrachlorkohlenstoff	CCl ₄		153.823	54.051	1.12
Toluol	C ₇ H ₈		92.142	90.234	1.09
Trichlorfluormethan	CFCl ₃	R 11	137.369	60.526	1.13
Trichlorfluorethan (1,1,2)	C ₂ Cl ₃ F ₃	R 113	187.377	44.372	1.079 ⁵
Trifluormethan	CHF ₃	R 23	70.014	118.752	1.22 ⁶
Vinylchlorid	C ₂ H ₃ Cl		62.499	133.031	1.29
Wasserdampf	H ₂ O		18.0153	461.515	siehe VDI-Wasser- dampf-tafel
Wasserstoff	H ₂		2.01594	4124.294	1.41 ^{2/3}
Xenon	Xe		131.300	63.323	
Xylol	C ₈ H ₁₀		106.169	78.312	

$$R = \frac{8314,33}{M} \frac{J}{kg \cdot K}$$

- ¹ Die Isentropenexponenten können bei vom Normalzustand (1013 mbar und 0 °C) abweichenden Zuständen von den in der Tabelle angegebenen Werten abweichen.
- ² Für vom Normalzustand abweichende Werte von k siehe z.B. VDI 2040, Blatt 4
- ³ Genaue Werte des Realgasfaktors Z siehe VDI 2040, Blatt 4
- ⁴ bei 1013 mbar und 30 °C
- ⁵ bei 1013 mbar und 50 °C
- ⁶ bei 1013 mbar und -30 °C

16. Literaturverzeichnis

In dieser Vorschrift wurde nachstehende Literatur verwendet bzw. darauf hingewiesen:

Verordnung betreffend Aufstellung und Betrieb von Dampfkesseln und Dampfgefässen vom 9. April 1925^{1/7}

Verordnung betreffend Aufstellung und Betrieb von Druckbehältern vom 19. März 1938^{1/7}

Richtlinien des SVTI für Erstellung und Betrieb von Heisswasseranlagen vom 12. Februar 1936¹

SVTI-Band 1, Vorschriften über Werkstoff, Berechnung, Ausführung und Prüfung¹

SVTI Vorschrift 602, Armaturen und Ausrüstung, Sicherheitsventile¹ SVTI Vorschrift 803, Druckbehälter, Bewilligung und Betrieb

SVTI Vorschrift 901, Sonderzulassung, Plombierung von Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung¹

SVTI-Nuklearabteilung, Festlegungen NE (nur für den Bau von Kernanlagen erhältlich)²

DIN 3320^{3/4}

AD-Merkblatt A 1

VDI 3673⁵

VDI 2040, Blatt 4

VDI-Wärmeatlas

VDI-Wasserdampf tabel (Properties of Water and Steam in SI-Units)⁵

Diverse Hersteller-Unterlagen

Zu beziehen bei:

¹ SVTI, Kesselinspektorat, 8304 Wallisellen

² SVTI-Nuklearabteilung, 8304 Wallisellen

³ Schweizerische Normen-Vereinigung, Postfach, CH-8032 Zürich

⁴ Beuth-Verlag GmbH, Kamekessstrasse 2-8, D-5000 Köln 1

⁵ Fachbuch-Vertrieb

⁶ Carl Heymanns Verlag KG, Geronstr. 28-32, D-5000 Köln 1

⁷ Eidg. Drucksachen- und Materialverwaltung, Bundeshaus, CH-3003 Bern