

SVTI-Vorschrift

	Nr.	Seiten	Revision
Arbeitstechnische Grundsätze für Fügeverbindungen	401	5	6.99
Wärmebehandlung	402	10	6.99
Toleranzen	403	3	6.99
Schweisssverbindungen für Stutzen	404	9	6.99
Flansche und Blockflansche	405	5	6.99
Schweisssverbindungen bei Rohrplatten	406	8	6.99
Schweisssbeispiele für einige Spezialelemente	407	7	6.99
Öffnungen und Verschlüsse	408	13	6.99
Fabrikschild	409	4	6.99

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Geltungsbereich	1
2. Voraussetzungen	1
3. Grundsätze für Schweissverbindungen	2
4. Nahtausführung	3
5. Ungleiche Blechdicken	5
6. Stutzen, Öffnungen und Anschweissteile	5
7. Grundsätze für Löt-, Klebe- und andere Verbindungen	5

1. Geltungsbereich

- 1.1 Diese SVTI-Vorschrift 401 behandelt die arbeitstechnischen Grundsätze für das Fügen von drucktragenden Bauteilen von Druckbehältern oder Kesseln.
- 1.2 In der Regel kommen Verfahren wie das Schweißen, Löten, Kleben und andere Fügeverfahren zur Anwendung.

2. Voraussetzungen

- 2.1 Hersteller, die Fügeverfahren an prüfpflichtigen Druckobjekten ausführen, müssen die Bedingungen der SVTI 501 erfüllen.
- 2.2 Die Ausführung der Fügeverbindungen sind in Übereinstimmung mit den vorgeprüften Zeichnungen und den dazugehörigen Unterlagen sowie den Bedingungen der Verfahrensprüfungen gemäss SVTI 505 auszuführen.
- 2.3 Der Betreiber (Besteller) hat die über die SVTI-Vorschriften hinaus geltenden Forderungen, die sich aus den Betriebsbedingungen der Objekte ergeben (z.B. Korrosionszuschläge, zusätzliche Prüfungen und deren Umfang, eingengte Masstoleranzen und zusätzliche Wärmebehandlungen rechtzeitig bekanntzugeben, damit sie bei der Auslegung und der Fertigung beachtet werden können.
- 2.4 Werden Fertigungsarbeiten wie z.B. Formgebungsarbeiten, Fügeverbindungen oder Wärmebehandlungen anderen Stellen übertragen, müssen auch diese für die auszuführenden Arbeiten die geltenden Bedingungen der SVTI-Vorschriften erfüllen.

3. Grundsätze für Schweissverbindungen

- 3.1 Die Konstruktion der Objekte soll so gewählt werden, dass die Zugänglichkeit und die Platzverhältnisse zum Schweißen eine einwandfreie Nahtausführung und Nahtprüfung gestatten.
- 3.2 Der Hersteller ist für die Schweissarbeiten seiner Belegschaft verantwortlich. Es dürfen nur Schweißer, für welche ein gültiger Schweißer ausweis gemäss SVTI 504 vorliegt, eingesetzt werden.
- 3.3 Die Eignung der für die Schweissarbeiten verwendeten Zusatzwerkstoffe sind auf Verlangen der Prüfstelle nachzuweisen.
- 3.4 Die Schweissnähte sind in der Regel mit persönlichen Schweißerstempeln so zu markieren, dass der Schweißer für jede beliebige Nahtpartie identifiziert werden kann. Anstatt Nahtmarkierungen können auch entsprechende, aussagefähige Schweisspläne anerkannt werden.
- 3.5 Schalenschweissnähte (Längs-, Rund- und Spiralnähte) müssen über den ganzen Querschnitt durchgeschweisst sein; wo immer möglich, sind diese Nähte wurzelseitig auszuschleifen und nachzuschweissen.
- 3.6 Schweissnähte mit nicht entfernbaren Schweissunterlagen sind wie einseitig geschweisste Nähte zu bewerten. Der Prüfumfang von einseitig geschweissten Längsnähten hat mindestens gemäss SVTI 506 Prüfmethode P5 zu erfolgen.
- 3.7 Nahtflanken und Nahtfugen sowie auch die Werkstoffoberfläche im Gebiet der Schweissnähte müssen vor dem Schweißen von Rost, Zunder, Walzhaut, Fett usw. sorgfältig befreit werden. Zum Schweißen müssen die Nahtpartien absolut trocken sein.
- 3.8 Kreuzungen von Schalennähten sind möglichst zu vermeiden. Längsnähte von zylindrischen oder konischen Schüssen sowie auch Meridiannähte von Kugelsegmenten sind gegeneinander zu versetzen.
- 3.9 Einseitige Ecknähte sind als Verbindung von drucktragenden Schalenteilen nicht zugelassen.
- 3.10 Überlappte Kehlnähte sind nur in Ausnahmefällen und ausschliesslich bei beidseitig zum Schweißen zugänglichen Rundnähten bis zu einer Schalenblechdicke ≤ 8 mm zulässig.
- 3.11 Sickennähte sind bis zu einer Wanddicke von 8 mm zulässig.

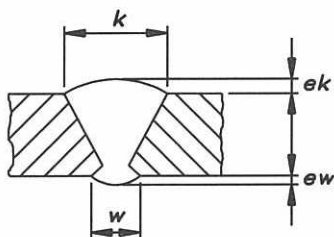
- 3.12 Der SVTI behält sich vor, bei Schalenstumpfnähten ein blechebenes Abarbeiten und bei Kehlnähten ein Überschleifen zu verlangen.

4. Nahtausführung

- 4.1 Stumpfnähte als Verbindungsnahte von drucktragenden Teilen sollen so ausgeführt werden, dass sie hinsichtlich ihres äusseren Befundes die Bewertungen der Fig. 401 a entsprechen.

Fig. 401 a Bewertung von Schweissnähten

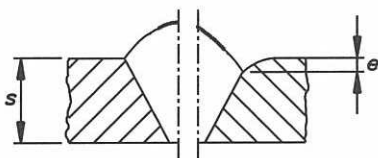
1) Nahtüberhöhung



$$ek = 0,1 \cdot k + 1 \text{ mm; max. 6 mm}$$

$$ew = 0,1 \cdot w + 1 \text{ mm; max. 3 mm}$$

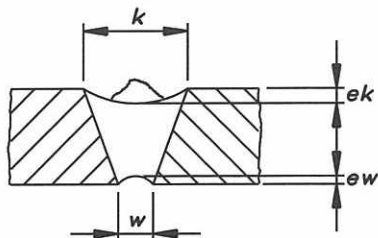
2) Einbrand- und Randkerben



a) $s \leq 4 \text{ mm}$; e unzulässig

b) $s > 4 \text{ mm}$; $e \leq 0,3 \text{ mm}$ Tiefe
zusammenhängende Länge
Gesamtlänge aller Kerben
< 5% der Nahtlänge

3) Nahtunterwölbung

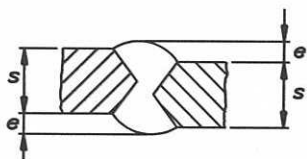


$$ek = 0,05 \cdot k + 0,1; \text{ max. 0,5 mm}$$

$$ew = 0,05 \cdot w + 0,1; \text{ max. 0,3 mm}$$

4) Kantenversatz

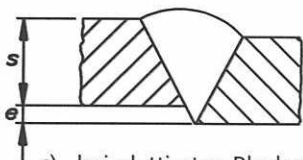
a) beidseitig geschweisste Nähte



a) $s \leq 4 \text{ mm}$, $e \leq 0,5 \text{ mm}$

b) $s > 4 \text{ mm}$; $e \leq 0,15 \cdot s$
jedoch max. 3 mm

b) einseitig geschweisste Nähte



a) $s \leq 4 \text{ mm}$, $e \leq 0,3 \text{ mm}$

b) $s > 4 \text{ mm}$; $e \leq 0,1 \cdot s$
jedoch max. 2 mm

c) bei plattierten Blechen gelten unabhängig von der Art und Dicke der Plattierung kleinere Toleranzen.

5) Offene Endkrater

= nicht zulässig



6) Sichtbare Poren/Schlackeneinschlüsse

= nicht zulässig

7) Angeschmolzene Schweisspritzer

a) $s \leq 4 \text{ mm}$; nicht zulässig

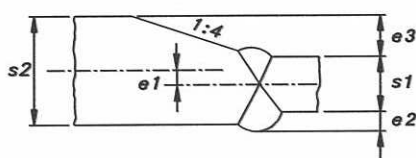
b) $s > 4 \text{ mm}$; einzelne kleine nur
auf der Schweissnaht zulässig

8) Zündstellen (ausserhalb des Schweissgefüges) = nicht zulässig

5. Ungleiche Blechdicken

Werden ungleich dicke Bleche zusammengeschweisst, kann der Mittellinien-Versatz $e1$ und der Kanten-Versatz $e2$ nicht grösser sein als gemäss Bild 401 b. Bei grösseren Überständen $e3$ ist das dicke Blech $s2$ auf eine Länge von $4 \times e3$ anzuschrägen.

Fig 401 b Schweissverbindungen an verschiedenen dicken Blechen



$$e1 = 0,1 \cdot s1; \text{ max. 3 mm}$$

$$e2 = 0,3 \cdot s1; \text{ max. 3 mm}$$

bzw. 2 mm für die einseitig
geschweisste Naht

$$e3 > 3 \text{ mm}$$

6. Stutzen, Öffnungen und Anschweissteile

- 6.1 Schalenschweisssnähte dürfen in der Regel nicht durch Stutzen oder Öffnungen unterbrochen werden. Zwischen den Verbindungsnahten von Stutzen, Verstärkungsblechen, Unterlagsblechen, Hilfseisen, Pratzen usw. und den Schalennahten muss ein Mindestabstand von $2 \times$ Schalenwanddicke, jedoch mindestens 20 mm, eingehalten werden.

Ist diese Regel aus konstruktiven Gründen nicht einhaltbar, so ist eine Ausführung zu wählen, bei der die betreffende Verbindungsnaht die Schalennaht möglichst senkrecht kreuzt.

- 6.2 Für Anschweissteile wie Hilfseisen, Unterlagsbleche, Pratzen usw. an drucktragenden Schalenteilen müssen Werkstoff, Zusatzwerkstoff und Schweissverfahren so gewählt werden, dass dadurch keine schädigenden Einflüsse ausgelöst werden können.

7. Grundsätze für Löt-, Klebe- und andere Verbindungen

- 7.1 Bis zu einer entsprechenden Erweiterung dieser Vorschrift sind die arbeitstechnischen Grundsätze für Löt-, Klebe- und andere Verbindungen zwischen Hersteller, Betreiber und Prüfstelle zu vereinbaren.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Geltungsbereich	1
2. Grundsätze	1
3. Wärmebehandlung bei besonderen Anforderungen	3
4. Ferritische Stähle	3
5. Austenitische Stähle	7
6. Aluminium und Aluminiumlegierungen	8
7. Nickel und Nickelbasislegierungen	9
8. Titan der Gütegruppen I bis IV	10
9. Bescheinigung	10

1. Geltungsbereich

- 1.1 Die SVTI-Vorschrift 402 regelt die Voraussetzungen und die Art der Wärmebehandlung nach dem:
- 1) Kalt- und Warmumformen
 - 2) Schweißen
um die erforderlichen Gebrauchseigenschaften der Druckbehälter und Kessel sicherzustellen.
- 1.2 Auf die Durchführung einer Wärmebehandlung kann verzichtet werden, wenn der Nachweis erbracht wird, dass die erforderlichen Werkstoffeigenschaften wie Dehnung, Kerbschlagzähigkeit und Streckgrenze durch andere geeignete Massnahmen im Hinblick auf die Verwendung sichergestellt sind. Diesbezügliche Festlegungen enthalten die nachstehenden Werkstoffabschnitte 4 bis 8.

2. Grundsätze

- 2.1 Die Hersteller müssen für die in Frage kommenden Wärmebehandlungen über geeignete Einrichtungen verfügen und das Bedienungspersonal muss fachkundig sein.
- Der Nachweis hierüber wird mit der Herstellerzulassung SVTI-Vorschrift 501 geregelt.

- 2.2 Werden für Wärmebehandlungsarbeiten Unterlieferanten oder andere Hersteller eingesetzt, so gelten auch für diese die Bedingungen der Herstellerzulassung in vollem Umfang.
- 2.3 Die Wärmebehandlungseinrichtungen müssen eine ausreichende Genauigkeit und Gleichmässigkeit der Temperaturführung im Werkstück für die Art der Wärmebehandlung ermöglichen.
- 2.4 Der Temperaturverlauf über die Zeit ist in der Regel mit selbstschreibenden Instrumenten festzuhalten, andernfalls sind die Messergebnisse zu protokollieren.
Die Anzahl der Messstellen ist der Grösse der Anlage und dem Werkstück anzupassen.
Über die jährliche Eichung und die periodische Überprüfung der Temperaturmessinstrumente ist Buch zu führen.
- 2.5 Die Objektteile sind in der Regel einer Wärmebehandlung im ganzen zu unterziehen.
- 2.6 Schweissnähte und örtliche umgeformte Bereiche können einer lokalen Wärmebehandlung unterzogen werden, wenn die Wärmeeinflusszone der Schweissnähte bzw. die Verformungszone durch die Wärmebehandlung voll erfasst wird.
- 2.7 Wärmebehandlungstemperatur und -dauer sind werkstoff- und bauteilbedingt. Die Angaben hierüber sind den jeweiligen Werkstoffnormen zu entnehmen.
- 2.8 Bei Verbindungen mit unterschiedlichen Werkstoffen kann sich die Notwendigkeit ergeben, von der jeweils erforderlichen Temperatur bzw. den Bedingungen abzuweichen.
Falls erforderlich, sind die zweckmässigen Bedingungen für die Wärmebehandlung im Rahmen der Verfahrensprüfung festzulegen.
- 2.9 Sollen Prüfstücke für Werkstoffprüfungen wärmebehandelt werden, so ist sicherzustellen, dass sie die gleiche Temperaturführung erhalten wie das zugehörige Objektteil.
- 2.10 Ist eine Wärmebehandlung erforderlich, ist diese auf der zur Vorprüfung einzureichenden Zeichnung anzugeben.
- 2.11 In Sonderfällen, z.B. bei gesickten Böden, Schüsse, ist die Mindestbruchdehnung in geeigneter Weise festzulegen und nachzuweisen.

3. Wärmebehandlung bei besonderen Anforderungen

- 3.1 Werden an kalt- und warmumformte Bauteile oder an nicht umgeformte Schweissverbindungen besondere Anforderungen betreffend:
- a) mechanischer Bearbeitung
 - b) Masshaltigkeit
 - c) Gefährdung durch Spannungsrisskorrosion
 - d) Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion
 - e) Plattierung
- gestellt, so können die in den entsprechenden Abschnitte 4 bis 8 über Werkstoffe genannten Regelungen nicht in allen Fällen ausreichend sein, um die Sicherheit des Bauteils zu gewährleisten.
- 3.2 Sind besondere Anforderungen zu beachten, ist eine geeignete Wärmebehandlung mit dem SVTI zu vereinbaren.

4. Ferritische Stähle

4.1 Wärmebehandlung nach dem Kaltumformen

- 4.1.1 Für Druckbehälter, die bei witterungsbedingten Temperaturen oder Temperaturen der Beschickungsmedien herab bis -10°C betrieben werden, ist für kaltumformte Bauteile mit Verformungsgraden $>5\%$ (bei Schüssen und Kugelsegmenten mit $s > 0,05 \text{ Dm}$) in der Regel eine Wärmebehandlung erforderlich.
- 4.1.2 Druckbehälter, die bei Temperaturen der Beschickungsmedien tiefer -10°C betrieben werden, sind in der Regel bei Verformungsgraden $>2\%$ der Bauteile eine Wärmebehandlung zu unterziehen.
- 4.1.3 Kaltumformte Böden, auch solche, deren Rondellen zusammengeschweisst sind, sind, soweit nicht der Nachweis nach Ziffer 1.2 erbracht wird, normalzuglügen oder zu vergüten:
- a) Böden aus Werkstoffen mit einer garantierten Streckgrenze $R_e \leq 265 \text{ N/mm}^2$ und einer Ausgangswanddicke $\leq 8 \text{ mm}$ benötigen keine Wärmebehandlung sofern deren Einsatztemperatur nicht tiefer als -10°C und nicht mehr als 120°C beträgt.
 - b) Bei Böden, die aus kaltumformten Teilen zusammengeschweisst werden, ist Ziffer 4.3 zu beachten.

- 4.1.4 Bei kaltgebogenen Rohren mit 3D-Bögen aus Werkstoffen mit einer garantierten Streckgrenze $R_e \leq 265 \text{ N/mm}^2$ und bei kaltzähren Stählen bis 2,6 mm Ausgangswanddicke ist in der Regel eine Wärmebehandlung nicht erforderlich.
- 4.1.5 Werden beim Umformen die zulässigen Verformungsgrade überschritten, ist die Wärmebehandlung in der Regel vor dem Schweißen durchzuführen.
- 4.1.6 Bei plattierten Teilen ist in der Regel die Wärmebehandlung entsprechend dem Grundwerkstoff vorzusehen, sofern mit Rücksicht auf die Plattierung keine besonderen Vereinbarungen getroffen werden müssen.

4.2 Wärmebehandlung nach dem Warmumformen

- 4.2.1 Nach dem Warmumformen ist eine dem Werkstoff entsprechende Wärmebehandlung durchzuführen.
- 4.2.2 Auf diese Wärmebehandlung kann verzichtet werden, wenn der Nachweis erbracht worden ist, dass das Umformen innerhalb der nach Werkstoffnorm angegebenen Temperaturbereiche begonnen und beendet worden ist und dass die garantierten mechanischen Eigenschaften erreicht werden.
- 4.2.3 Bei örtlicher Warmumformung von Bauteilen wie Aushalsungen mit $r_m \geq 2,5 \text{ s}$ bei Zylindern oder Böden aus Werkstoffen mit einer garantierten Streckgrenze bis 265 N/mm^2 ist eine Warmbehandlung in der Regel nicht erforderlich. Für andere sonstige Stähle gemäss den entsprechenden Angaben in den Werkstoffnormen.

4.3 Wärmebehandlung nach dem Schweißen

- 4.3.1 Die Notwendigkeit und die Art der Wärmebehandlung nach dem Schweißen ergeben sich in Abhängigkeit der Festigkeitseigenschaften der Werkstoffe und Zusatzwerkstoffe, der Wanddicke, den Schweißbedingungen und allfällig notwendiger zusätzlicher Bedingungen.
- 4.3.2 Auf eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen kann verzichtet werden, wenn die in Tabelle 402 A genannten Bedingungen erfüllt sind.
- 4.3.3 Ist eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen erforderlich, genügt hierfür in der Regel ein Spannungsarm oder Anlassglühen.

- 4.3.4 Normalglühen oder Vergüten des Werkstückes ist unter Beachtung der Festigkeitseigenschaften durchzuführen, wenn:
- 1) Die erforderlichen Eigenschaften nur durch Normalglühen oder Vergüten erreicht werden können.
 - 2) das Werkstück vor dem Schweißen ohne anschliessende Wärmebehandlung kaltumformt wurde und der Verformungsgrad grösser ist als die Werte gemäss Angaben in der Ziffer 4.1.
- 4.3.5 Bei plattierten Stählen richtet sich in der Regel die Wärmebehandlung nach dem Grundwerkstoff unter Berücksichtigung der Plattierung und der Betriebsverhältnisse.
- 4.3.6 Das Ein- und Anschweißen von Bauteilen wie Stutzen, Blockflansche usw. ist in der Regel vor der Wärmebehandlung durchzuführen.

Tabelle 402 A Bedingungen für den Verzicht auf Wärmebehandlung nach dem Schweißen

Werkstoffgruppe nach SVTI 505 Anhang 1	Wanddicke mm	Wenn die nachstehenden zusätzlichen Anforderungen erfüllt sind, kann auf die Wärmebehandlung verzichtet werden	
		Kerbschlagzähigkeit ISO-V Naht-, Mitte und Übergang J / cm ²	Bemerkungen
1.1 / 1.1 L	≤ 30	keine	*1
1.2 / 1.2 L	> 30 ≤ 38	39 J / cm ² bei 0 °C bez. (A 1)	*1
	> 38	35 J / cm ² bei -30 °C oder tiefer nach P7 gemäss SVTI 506 (A2)	*1 *2
2.1 / 2.1 L	≤ 20	keine *3	*1
2.2	> 20	nach *7	*1 *2
9	≤ 20	keine *3	*1 *4
	> 20	nach *7	*1 *2 *4
5 / 6	≤ 15	keine *3	*1
7	> 15	nach *7	*1 *2
11			*5 *6

*1 Bei Anwendungen Temp. tiefer -10 °C ist zusätzlich SVTI 215 zu beachten

*2 Sonstige zusätzliche Anforderungen, und zwar:

- a) Einfache Form (Kugel, Zylinder)
- b) Teile mit Stutzen, Anschweissteilen sind vorher wärmezubehandeln
- c) Beanspruchung bei Druckprüfung bei Raumtemp. > 85% der Streckgrenze

*3 Keine, soweit bei der Verfahrensprüfung nach SVTI 505 der Nachweis im Sinne von Ziffer 1 erbracht worden ist.

*4 Kaltzähe Ni-Stähle der Gruppe 9 mit austenitischen und nickelbasislegierten Zusätzen geschweisst

*5 Wärmefeste Stähle in der Regel sinngemäss der Gruppe 5/6 oder 7

*6 Kaltzähe Stähle und kaltzähe Ni-Stähle in der Regel sinngemäss der Gruppe 9

*7 Sinngemäss Festlegungen (A 1) oder (A 2)

5. Austenitische Stähle

5.1 Wärmebehandlung nach dem Kaltumformen

- 5.1.1 Auf eine Wärmebehandlung von abgeschreckten oder stabilgeglühten Werkstoffen kann verzichtet werden, wenn die in der Tabelle 402 B genannten Bedingungen erfüllt sind:

Tabelle 402 B Bedingungen für den Verzicht auf Wärmebehandlung nach Kaltumformen

Bauteil	Bedingungen für den Verzicht auf die Wärmebehandlung für austenitische Werkstoffe nach SVTI 505 Anhang 1, Werkstoffgruppe 8 und 10
Zylindrische Schüsse, Kugelsegmente, konische Schüsse ohne Krempen	1) Verformungsgrad $\leq 15\%$ a) Bruchdehnung $A_5 \leq 30\%$ am Ausgangswerkstoff gemäss Abnahmeprüfzeugnis oder b) im Einzelfall Nachweis einer Restbruchdehnung $A_5 \geq 15\%$ nach Kaltverformung 2) Verformungsgrad $> 15\%$ im Einzelfall Nachweis einer Restbruchdehnung $A_5 \geq$ nach Kaltverformung 3) Temperatur tiefer – 196 °C Verformungsgrad $\leq 10\%$
Gewölbte Böden, konische Schüsse mit Krempen	1) Ausgangswerkstoff mit Bruchdehnung A_5 im Abnahmeprüfzeugnis a) $\geq 40\%$ bei Wanddicken ≤ 15 mm und Temperatur bis – 196 °C b) $\geq 45\%$ bei Wanddicken > 15 mm und Temperatur bis – 196 °C c) $\geq 50\%$ bei Temperatur tiefer – 196 °C oder 2) Im Einzelfall Nachweis einer Restbruchdehnung $A_5 \geq 15\%$ nach Kaltverformung
Gebogene Rohre	Biegeradius $\geq 3D$ ($r_m \geq 1,3 \times d_a$)

- 5.1.2 Die Inanspruchnahme der durch die Kaltumformung erhöhten Festigkeitskennwerte ist in der Regel nicht zulässig. Abweichungen sind im Einzelfall mit dem SVTI abzusprechen.
- 5.1.3 Als Wärmebehandlung kommt ein Lösungsglühen mit anschliessendem Abschrecken gemäss der entsprechenden Werkstoffnorm in Betracht.

5.2 Wärmebehandlung nach dem Warmumformen

- 5.2.1 Nach dem Warmumformen ist eine dem Werkstoff entsprechende Wärmebehandlung durchzuführen.
- 5.2.2 Auf diese Wärmebehandlung kann verzichtet werden, wenn der Nachweis erbracht worden ist, dass das Umformen innerhalb des nach Werkstoffnorm angegebenen Temperaturbereiches begonnen und beendet worden ist und dass die garantierten mechanischen Eigenschaften erreicht werden.

5.3 Wärmebehandlung nach dem Schweißen

- 5.3.1 Eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen ist in der Regel nicht erforderlich.
- 5.3.2 Wird im Einzelfall eine Wärmebehandlung durchgeführt, gelten hierfür die bei der Verfahrensprüfung nach SVTI 505 festgelegten Temperaturen.

6. Aluminium und Aluminiumlegierungen

6.1 Wärmebehandlung nach dem Kaltumformen

- 6.1.1 Auf eine Wärmebehandlung kann verzichtet werden, wenn die in der Tabelle 402 C genannten Bedingungen erfüllt sind.
- 6.1.2 Die Inanspruchnahme der durch die Kaltumformung erhöhten Festigkeitskennwerte ist in der Regel nicht zulässig. Abweichungen sind im Einzelfall mit dem SVTI abzusprechen.
- 6.1.3 Für das Weichglühen gelten die in der entsprechenden Werkstoffnorm aufgeführten Temperaturgrenzen.

6.2 Wärmebehandlung nach dem Warmumformen

- 6.2.1 Auf eine Wärmebehandlung nach dem Warmumformen kann verzichtet werden, wenn anlässlich der Herstellerzulassung der Nachweis erbracht wird, dass:
 - a) die garantierten mechanischen Eigenschaften gemäss SVTI-Vorschrift 213 im Einzelfall nach Werkstoffnorm erreicht werden und
 - b) die Fertigungssicherheit gewährt ist.

6.3 Wärmebehandlung nach dem Schweißen

- 6.3.1 Nach dem Schweißen ist in der Regel eine Wärmebehandlung nicht erforderlich.

6.3.2 Wird im Einzelfall eine Wärmebehandlung durchgeführt, gelten hierfür die bei der Verfahrensprüfung nach SVTI 505 festgelegten Temperaturen.

Tabelle 402 C Bedingungen für den Verzicht auf Wärmebehandlung nach Kaltumformen

Werkstoffe der Gruppen 21–23 nach SVTI 505, Anhang 1	Zylindrische Schüsse, Kugelsegmente, konische Schüsse ohne Krepfen	Gewölbte Böden, konische Schüsse mit Krepfen	Gebogene Rohre
	Verformungsgrad	Restbruchdehnung	Biegeradius
Al 99/99,5 Al Mn Al Mn Cu	$\leq 15\%$ ($s > 0,15 \text{ Dm}$)	$\geq 15\%$	$\geq 3D$
Al Mg 1/1, 5/3 Al Mg 2,7 Mn	$\leq 15\%$ ($s > 0,05 \text{ Dm}$)	$\geq 12\%$	$\geq 4D$
Al Mg 4/4,5 Mn	$\leq 5\%$	$\geq 12\%$ *1	$\geq 4D$
Al Mg Si 0,5/1	$\leq 5\%$	$\geq 12\%$	$\geq 4D$

*1 Der Verzicht auf die Wärmebehandlung ist nachzuweisen.

7. Nickel und Nickelbasislegierungen

7.1 Wärmebehandlung nach dem Kaltumformen

Auf eine Wärmebehandlung von weich- oder lösungsgeglühtem Ausgangswerkstoff mit einer Bruchdehnung $A5 \geq 30\%$ kann nach dem Kaltumformen verzichtet werden:

- a) bei einem Verformungsgrad $\leq 15\%$
- b) Bei einem Verformungsgrad $> 15\%$ mit Nachweis der Restbruchdehnung $\geq 15\%$ (zum Beispiel gewölbte Böden, Rohrbogen)
- c) Wenn die Werkstoffnorm (bzw. die Verarbeitungsrichtlinien des Werkstoff-Herstellers) dies vorschreibt

7.2 Wärmebehandlung nach dem Warmumformen

In der Regel ist eine Wärmebehandlung nach dem Warmumformen erforderlich. Massgebend ist die jeweilige Werkstoffnorm (Verarbeitungsrichtlinie).

7.3 Wärmebehandlung nach dem Schweißen

- 7.3.1 Eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen ist in der Regel nicht erforderlich.
- 7.3.2 Wird im Einzelfall eine Wärmebehandlung durchgeführt, gelten hierfür die bei der Verfahrensprüfung nach SVTI 505 festgelegten Temperaturen.

8. Titan der Gütegruppen I bis IV

- 8.1 Es gelten sinngemäss die Festlegungen im VdTUV-Blatt 230/1, 230/2 und 230/3.

9. Bescheinigung

- 9.1 Für alle Behälterteile, die wärmebehandelt werden, ist vom Werk, das die Wärmebehandlung durchführt, eine Werkbescheinigung mit mindestens folgenden Angaben auszustellen:
- a) Bezeichnung des Stückes
 - b) Temperaturführung
 - c) Art der Abkühlung
- In dieser Werkbescheinigung ist zu bestätigen, dass eine entsprechende Zulassung nach Ziffer 2 vorliegt.
- 9.2 Für warmgeformte Behälterteile, die nach dem Warmumformen nicht wärmebehandelt werden, ist vom Hersteller dieser Teile eine Werkbescheinigung mit mindestens folgenden Angaben auszustellen:
- a) Bezeichnung des Stückes
 - b) Bestätigung, dass das Umformen innerhalb der gemäss Werkstoffnorm oder Herstellerspezifikation angegebenen Temperaturbereiche begonnen und beendet wurde
 - c) Wärmebehandlungszustand gemäss Lieferzustand
 - d) Art der Abkühlung.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Geltungsbereich	1
2. Grundsätze	1
3. Ausführungstoleranzen	1

1. Geltungsbereich

Diese SVTI-Vorschrift 403 behandelt die Anforderungen an die Toleranzen für Fertigung von Druckbehältern oder Kesseln bzw. Teilen davon.

2. Grundsätze

- 1) Sofern der Besteller keine einschränkenden Ausführungstoleranzen festlegt, gelten für prüfpflichtige Objekte die in der Ziffer 3 aufgeführten Toleranzen.
- 2) Sind vom Betreiber einschränkende Ausführungstoleranzen zu beachten, müssen diese in den zur Genehmigung vorgelegten Konstruktionszeichnungen (siehe SVTI 120 und 130) vermerkt werden.

3. Ausführungstoleranzen

3.1 Abweichung vom Sollumfang

Zwischen dem an beliebiger Stelle gemessenen Aussenumfang einer Schale und dem Sollumfang ist eine maximale Abweichung von +1,5% zulässig.

3.2 Unrundheiten

- 1) Die Unrundheit wird nach Formel 403.1 bestimmt.

$$u = \frac{2 \cdot (D_{i\max} - D_{i\min})}{D_{i\max} + D_{i\min}} \cdot 100 \quad (403.1)$$

u = Unrundheit in %

$D_{i\max}$ = maximaler Innendurchmesser im Messquerschnitt in mm

$D_{i\min}$ = minimaler Innendurchmesser im Messquerschnitt in mm

- 2) Für die durch Innendruck beanspruchten Zylinder und Konen ist die Unrundheitstoleranz in Abhängigkeit vom Wanddicken-Durchmesser-Verhältnis wie folgt festgelegt:
 $s \leq 0,01 D_i$: $u \leq 1,5\%$
 $s > 0,01 D_i$: $u \leq 1,0\%$
 s = Wanddicke nach Zeichnung in mm
 D_i = Innendurchmesser nach Zeichnung in mm
 u = Unrundheit in % (nach Formel 403.1 bestimmt)
- 3) Bei Aussendruckbeanspruchung sind für Zylinder und Konen die maximal zugelassenen Formabweichungen sowie deren Berücksichtigung bei der Berechnung in der SVTI 303 festgelegt.
- 4) Für kugelförmige Objekte gilt sowohl bei Aussendruck wie auch bei Innendruck: $u \leq 0,5\%$ (bestimmt nach Formel 403.1).

3.3 Lokale Abplattungen/Aufdachungen

- Bei lokalen ein- oder ausgebeulten Stellen sind die nachstehenden Kriterien 1 bis 3 massgebend, dabei müssen die Anforderungen allen Kriterien genügen.
- 1) Unrundheit gemäss Ziffer 3.2
- 2) Beulen müssen einen flachen Verlauf aufweisen.
- 3) Beultiefe $h_{\max}$ oder Aufdachungshöhe $h_{\max}$ in mm.
 - a) $h_{\max}$ 10 mm bei $D/s \geq 40$, bzw.
 - b) $h_{\max}$ 5 mm bei $D/s < 40$
 D = Bauteildurchmesser in mm
 s = ausgeführte Wanddicke in mm
sofern die nachfolgende Bedingung c) keinen geringeren Wert ergibt
 - c) $h \leq 1\%$ der Beullänge bzw. Beulbreite.

Die Sehnenlänge der Prüfschablone soll $\frac{1}{3} D$ betragen, jedoch in der Regel nicht länger als 500 mm sein.

3.4 Abplattung bei gewölbten Böden

In der Bodenwölbung können Abplattungen der Meridiankurve (ebene Partien durch Anlegen eines Lineals gemessen) auf eine Länge bis höchstens 15% des Kalottenradius toleriert werden.

3.5 Abweichungen von der Geraden

Bei Zylindern und Konen wird als Abweichung von der mantelerzeugenden im Maximum 0,5% der zylindrischen bzw. konischen Gesamtlänge zugelassen.

3.6 Schweisskantenversatz

Die zulässigen Toleranzen beim Schweisskantenversatz (Versatz der Mittellinie) ist gemäss SVTI 401 zu bestimmen.

3.7 Nahtprofiltoleranzen

Die zulässigen Nahtprofiltoleranzen sind gemäss SVTI 401 zu bestimmen.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Geltungsbereich	1
2. Grundsätze	1
3. Berechnung und Wanddicken	1
4. Bewertung für die Anwendung	2
5. Ausführungsbeispiele	2

1. Geltungsbereich

Die SVTI 404 behandelt die Anforderungen an Schweissverbindungen für Stutzen bei Druckbehältern oder Kesseln bzw. Teilen davon.

2. Grundsätze

- 1) Unter diese Ausführungsregel fallen die Schweissverbindungen von Stutzen, Muffen und Hochkantrahmen mit drucktragenden Schalentteilen, wobei im folgenden für diese An- und Einschweissteile der Ausdruck «Stutzen» als Sammelbegriff verwendet wird.
- 2) Falls nicht zwingende, betriebstechnische Gründe entgegenstehen, sind Stutzen stets radial zur Schale einzusetzen und sollen weder in Partien mit zusätzlichen Biegebeanspruchungen noch in oder unmittelbar neben Schweissnähten angeordnet werden.
- 3) Stutzen müssen, wenn zugänglich, beidseitig mit dem Schalenblech verschweisst werden. Bei bloss einseitiger Zugänglichkeit muss die exakte und vollständige Durchschweissung der Verbindungsnaht gewährleistet sein.
- 4) Kehlnahtgeschweisste Ausführungen sind für ausgeprägte wechselbeanspruchte Objekte nicht geeignet.

3. Berechnung und Wanddicken

- 1) Für die Dimensionierung von Stutzen sowie für die Bestimmung der damit zusammenhängenden Verstärkungen der betreffenden Schalenausschnitte sind die SVTI-Vorschriften der Reihe 300 massgebend.
- 2) Die erforderlichen Nahtabgrenzungen sind im Einzelfall rechnerisch zu überprüfen.

- 3) Massgebend für die Schweissnahtdimensionierung ist in jedem Fall die rechnerische Wanddicke der Bauteile.

4. Bewertung für die Anwendung

Jedem Ausführungsbeispiel nach Ziffer 5 wird für die Anwendung eine Bewertungsskala zugeordnet mit nachfolgenden Festlegungen:

- 1) Die zulässige Objektauslegungskategorie 1, 2 oder 3 gemäss SVTI 109
2) Die Grenzen der Anwendbarkeit werden mit den nachfolgenden Symbolen festgehalten:

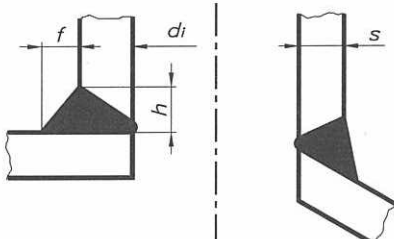
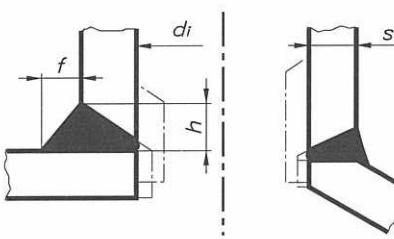
- A = unbegrenzt anwendbar
B = in der Regel nur anwendbar in den Grenzen:
a) $DN \leq 65$ bei $p \times DN > 1000$
b) $DN > 65$ bei $p \times DN \leq 3500$ und $DN \leq 150$
c) $d_i \leq 0,3$ Da zu Bauteil $\emptyset$
C = abweichend zu B
a) $DN \leq 100$ bei $p \times DN > 3500$
b) $DN > 100$ bei $p \times DN \leq 5000$ und $DN \leq 350$ mm*
(* für Mauerloch bis $\emptyset 500$ mm und PN ≤ 25)
D = abweichend zu B
a) $DN \leq 150$ bei $p \times DN > 5000$ und $p \leq 40$
b) $DN > 150$ bei $p \times DN \leq 10\,000$ und $DN \leq 350$ mm*
(* für Mauerloch bis $\emptyset 600$ mm und PN ≤ 25)
E = in der Regel nicht anwendbar für Bauteile:
a) mit Berechnung für Lastwechsel
b) wenn Spalt- bzw. Spannungsriss-Korrosion zu erwarten ist.
F = in der Regel nicht anwendbar für Bauteile:
a) mit Berechnung über die Zeitstandfestigkeit
b) im Temperaturbereich, wo ein Kriechen der Werkstoffe nicht ausgeschlossen werden kann.

5. Ausführungsbeispiele

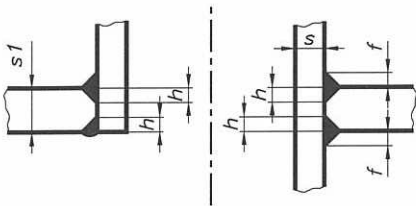
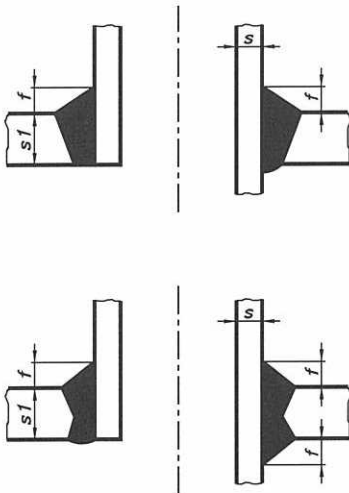
5.1 Allgemeines

- 1) Die Beispiele gelten für alle schweiszbaren ferritischen und austenitischen Stähle, wobei die Werkstoffe der zu verbindenden Teile aufeinander abzustimmen sind.

- 2) Die Beispiele sind in der Regel nicht wanddickenabhängig; eventuelle einschränkende Begrenzungen sind in den einzelnen Beispielen angegeben.

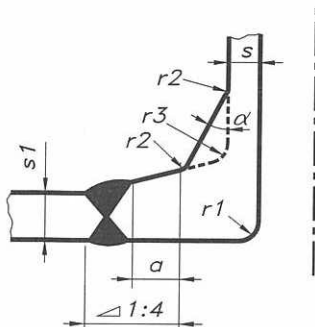
5.2 Stutzen ohne Verstärkungen 5.2.1 Aufgeschweisste Stutzen 1) Fig. 404 a  $f \geq 0,4s$ <i>mindestens aber 3mm</i> $h \geq 0,7s$	Bewertung nach Ziffer 4 1/2/3 C für 1 D für 2/3 Temp. $\leq$ Grenztemp. Werkstoff
2) Fig. 404 b  $f \geq 0,4s$ <i>mindestens aber 3mm</i> $h \geq 0,7s$ <i>nach dem schweissen ausbohren</i> <i>Ausführung in der Regel. nur angewendet für $d_i \leq 65\text{mm}$</i>	1/2/3 B für 1 C für 2/3 Temp. $\leq$ Grenztemp. Werkstoff

3) Fig. 404 c	als Kehlnaht bzw. teilweise durchgeschweisste Verbindung $h \geq 0,4s$ $a \geq 0,7s$ mindestens aber 3mm	Bewertung nach Ziffer 4 1/2/3 B für 1 C für 2/3 E/F Temp. $\leq 300^\circ\text{C}$ $p \leq 32$ bar
5.2.2 Kehlnahtverbindung 1) Fig. 404 d	$a \geq 0,7s$ bzw. $s1$ * $h \geq s + 2\text{mm}$ * Massgebend ist die dünnere Wand	1/2/3 B für 1 C für 2/3 F Temp. $\leq 300^\circ\text{C}$ $p \leq 32$ bar
2) Fig. 404 e	$a \geq 0,7s$ bzw. $s1$ * $h \geq 0,7s$ $f \geq 0,4s$ mindestens aber 3mm * Massgebend ist die dünnere Wand	1/2/3 C für 1 D für 2/3 F Temp. $\leq 400^\circ\text{C}$ $p \leq 32$ bar

5.2.3 Teilweise durchgeschweisste Verbindung 1) Fig. 404 f  $h \geq 0,7s$ bzw. $s1 *$ $f \geq 0,4s$ mindestens aber 3mm <i>* Massgebend ist die dünnere Wand</i>	Bewertung nach Ziffer 4 1/2/3 C für 1 D für 2/3 F T ≤ Grenztemp. p ≤ 63 bar
5.2.4 Vollständig durchgeschweisste Verbindung 1) Fig. 404 g  $f \geq 0,4s$ bzw. $s1 *$ mindestens aber 3mm <i>* Massgebend ist die dünnere Wand</i>	1/2/3 A

5.2.5 Geschweisste Stutzen

1) Fig. 404 h



$\alpha' \geq 30$ bis 40°C
 $r1 = r3 \geq 0.3s1$
 mindestens
 aber 12mm
 $r2 \geq 10\text{mm}$
 $a \geq 20\text{mm}$

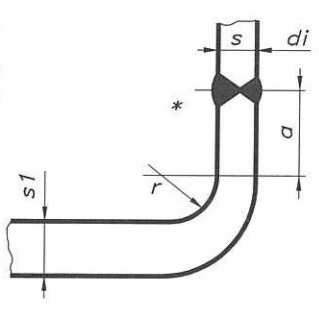
Bewertung nach Ziffer 4

1/2/3

A

5.2.6 Stutzen ausgehalzt

1) Fig. 404 i



$r \geq 0.5s1$
 mindestens
 aber 10mm
 $a \geq 0.5s1$
 mindestens
 aber 3mm
 * Variante

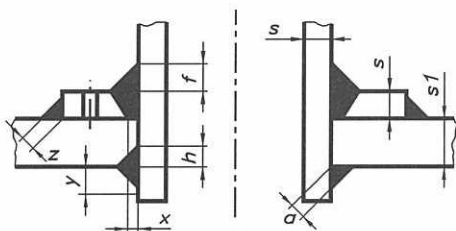
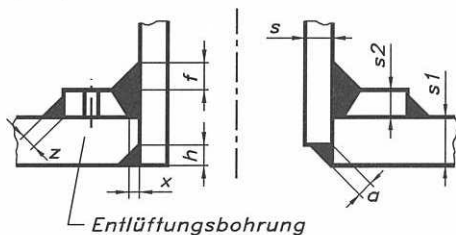
1/2/3

A

mit V- statt X-Naht, je nach di

5.2.7 Stutzen mit Verstärkung
teilweise durchgeschweisst

1) Fig. 404 k



* Massgebend ist die dünnere Wand

Bewertung nach Ziffer 4

1/2/3

D/F

Temp. $\leq 300^\circ\text{C}$

$p \leq 32$ bar

$a \geq 0,7$ s bzw. $s1^*$

$h \geq 0,7$ s min. 3 mm

$f \geq 0,4$ s min. 3 mm

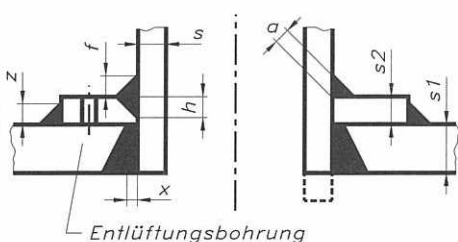
$x \geq 0,5$ s2 max. 6 mm

$y \geq 0,4$ s min. 3 mm

$z \geq 0,7$ s2

5.2.8 Stutzen mit Verstärkung
mit durchgeschweisster Verbindung

1) Fig. 404 l



1/2/3

D/F

Temp. $\leq 400^\circ\text{C}$

$a \geq 0,7$ s2

$h \geq 0,4$ s2 min. 3 mm

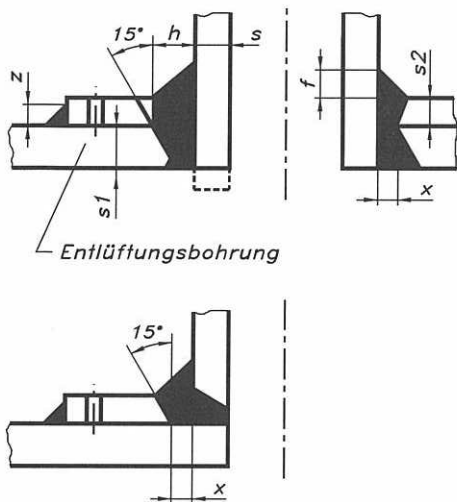
$f \geq 0,4$ s min. 3 mm

$x \geq 0,5$ s2 max. 6 mm

$z \geq 0,7$ s2

5.2.8 (Fortsetzung)

2) Fig. 404m



Bewertung nach Ziffer 4

1/2/3

A

$f \geq 0,4 s$ min. 3 mm

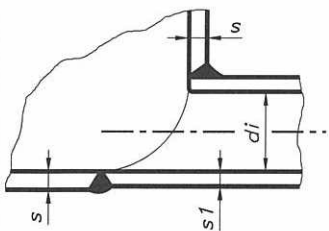
$h \geq 0,7 s1$ max. 8 mm

$x \geq 0,5 s1$ max. 6 mm

$z \geq 0,7 s2$

5.2.9 Tangentialstutzen

1) Fig. 404n



$$s1 \leq s$$

* Im Einzelfall
in Absprache
mit der Prüfstelle

1/2/3

B für 1*

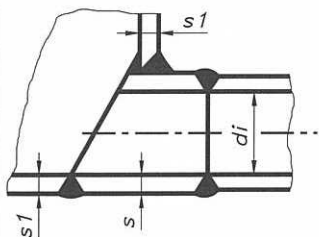
C für 2/3

Temp. $\leq 300^\circ\text{C}$

$p \leq 32$ bar

5.2.9 (Fortsetzung)

2) Fig. 404o



$$s \geq s1$$

** Im Einzelfall
in Absprache
mit der Prüfstelle*

Bewertung nach Ziffer 4

1/2/3

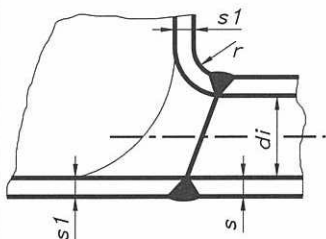
B für 1*

C für 2/3

$T \leq \text{Grenztemp.}$

$p \leq 63 \text{ bar}$

3) Fig. 404p



$$r \geq 0,5s1$$

*mindestens aber
10mm*

1/2/3

B für 1

C für 2/3

$T \leq \text{Grenztemp.}$

$p \leq 63 \text{ bar}$

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Geltungsbereich	1
2. Grundsätze	1
3. Berechnung und Wanddicken	1
4. Bewertung für die Anwendung	2
5. Ausführungsbeispiele	2

1. Geltungsbereich

Die SVTI405 behandelt die Anforderungen an Flanschverbindungen und Blockflansche bei Druckbehältern oder Kesseln bzw. Teilen davon.

2. Grundsätze

- 1) Falls nicht zwingende, betriebstechnische Gründe entgegenstehen, sind Blockflansche stets radial zur Schale einzusetzen und sollen weder in Partien mit zusätzlichen Biegebeanspruchungen noch in oder unmittelbar neben Schweissnähten angeordnet werden.
- 2) Verstärkungsringe als Flansche und aufgeschweisste Blockflansche sind in der Regel so anzuordnen, dass dadurch keine Schalennähte überdeckt oder tangiert werden. Abstand zu Schalennaht gemäss SVTI 401.
- 3) Aufgeschweisste Verstärkungsringe und Blockflansche müssen auf dem Schalenblech satt anliegen.
- 4) Kehlnahtgeschweisste Ausführungen sind für ausgeprägte wechselbeanspruchte Objekte nicht geeignet.

3. Berechnung und Wanddicken

- 1) Für die Dimensionierung von Flanschen und Blockflanschen sowie für die Bestimmung der damit zusammenhängenden Verstärkungen der betreffenden Schalenausschnitte sind die SVTI-Vorschriften der Reihe 300 massgebend.
- 2) Die erforderlichen Nahtabmessungen sind im Einzelfall rechnerisch zu überprüfen.

- 3) Massgebend für die Schweissnahtdimensionierung ist in jedem Fall die rechnerische Wanddicke der Bauteile.

4. Bewertung für die Anwendung

Jedem Ausführungsbeispiel nach Ziffer 5 wird für die Anwendung eine Bewertungsskala zugeordnet mit nachfolgenden Festlegungen:

- 1) Die zulässige Objektauslegungskategorie 1, 2 oder 3 gemäss SVTI 109
- 2) Die Grenzen der Anwendbarkeit werden mit den nachfolgenden Symbolen festgehalten:

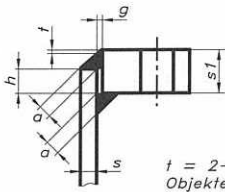
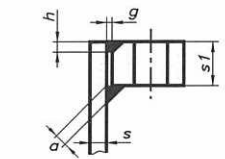
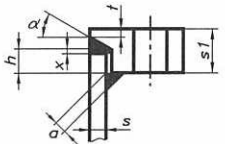
- A = unbegrenzt anwendbar
- B = in der Regel nur anwendbar in den Grenzen:
 - a) $DN \leq 1200 \text{ mm}$
 - b) $p \leq 25 \text{ bar}$
 - c) $p \times DN \leq 12\,000 \text{ bar} \times \text{mm}$
- C = abweichend zu B
 - a) $DN \leq 2000 \text{ mm}$
 - b) $p \leq 32 \text{ bar}$
 - c) $p \times DN \leq 20\,000 \text{ bar} \times \text{mm}$
- D = abweichend zu B
 - a) $DN \leq 2000 \text{ mm}$
 - b) $p \leq 40 \text{ bar}$
 - c) $p \times DN \leq 50\,000 \text{ bar} \times \text{mm}$
- E = in der Regel nicht anwendbar für Bauteile:
 - a) mit Berechnung für Lastwechsel
 - b) wenn Spalt- bzw. Spannungsriss-Korrosion zu erwarten ist.
- F = in der Regel nicht anwendbar für Bauteile:
 - a) mit Berechnung über die Zeitstandfestigkeit
 - b) im Temperaturbereich, wo ein Kriechen der Werkstoffe nicht ausgeschlossen werden kann.

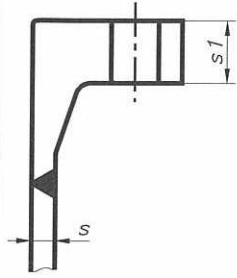
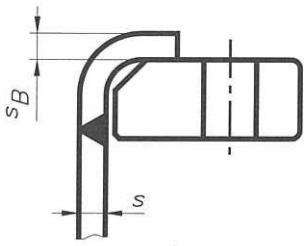
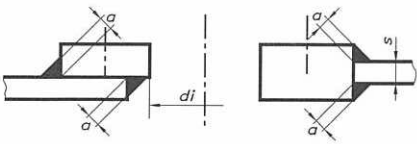
5. Ausführungsbeispiele

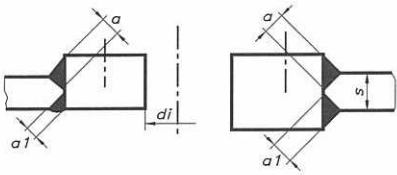
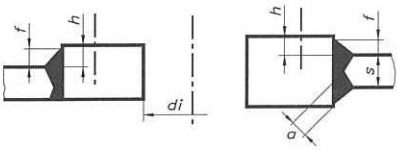
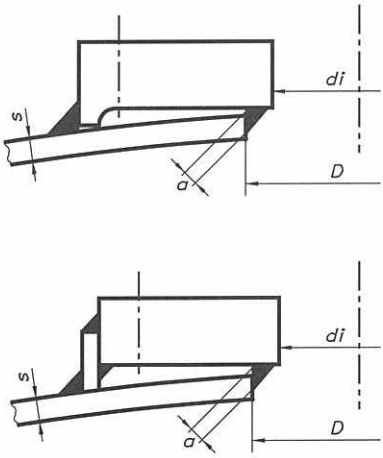
5.1 Allgemeines

- 1) Die Beispiele gelten für alle schweiszbaren ferritischen und austenitischen Stähle, wobei die Werkstoffe der zu verbindenden Teile aufeinander abzustimmen sind.

- 2) Die Beispiele sind in der Regel nicht wanddickenabhängig; eventuelle einschränkende Begrenzungen sind in den einzelnen Beispielen angegeben.

5.2 Flansche und Bundringe 1) Fig. 405 a mit Kehlverbindung  $s \leq 20\text{mm}$ $a \geq 0,7s$ $g \leq 3\text{mm}$ $h \geq 0,5s1$ mindestens aber 5mm $t = 2-3\text{mm}$; bei ausgekleideten Objekten entfällt dieser Abstand.	Bewertung nach Ziffer 4 1/2/3 B für 1 C für 2/3 Temp. $\leq 300^\circ\text{C}$ E/F
2) Fig. 405 b teilweise durchgeschweisste Verbindung  $a \geq 0,7s$ $h \geq s$ nach der Fertigbearbeitung $g \leq 3\text{mm}$  $a \geq 0,7s$ $h \geq 0,4s1$ * $x = 3-6\text{mm}$ $\alpha' = 30-45^\circ$ $t \geq 0,7s$ * * mindestens aber 5mm	1/2/3 C für 1 D für 2/3 Temp. $\leq 400^\circ\text{C}$ E/F

3) Fig. 405 c Vorschweisflansch 	Bewertung nach Ziffer 4 1/2/3 A
4) Fig. 405 d Bördelflansch  $s_B \geq s$	2/3 PN ≤ 16 bar DN ≤ 500 mm T ≤ 120 °C E/F
5.3 Blockflansche 1) Fig. 405 e Kehlverbindung  $a \geq 0,7s$	2/3 E/F $d_i \leq 0,3$ Da zum Bauteil Ø PN ≤ 16 bar Temp. ≤ 300 °C

2) Fig. 405 f teilweise durchgeschweisst  $a+a1 \geq 1,5s$	Bewertung nach Ziffer 4 1/2/3 E/F $d_i \leq 0,5 Da$ zum Bauteil $\varnothing$ $PN \leq 32 \text{ bar}$ Temp. $\leq 400^\circ \text{C}$
3) Fig. 405 g vollständig durchgeschweisst 	1/2/3 A $d_i \leq 0,6 Da$ zum Bauteil $\varnothing$ $f \geq 0,4 h$ mindestens 5 mm $a \geq 0,4 s$
4) Fig. 405 h Rührwerkflansch 	2/3 E/F $d_i \leq 0,3 Da$ zum Bauteil $\varnothing$ $PN \leq 16 \text{ bar}$ Temp. $\leq 300^\circ \text{C}$ $D \geq d_i + 3a$ $a \geq 0,5 s$

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Geltungsbereich	1
2. Grundsätze	1
3. Berechnung und Wanddicken	1
4. Bewertung für die Anwendung	2
5. Ausführungsbeispiele	2

1. Geltungsbereich

Die SVTI 406 behandelt die Anforderungen an Schweissverbindungen bei Rohrplatten, Stehbolzen und Ankern bei Druckbehältern und Kesseln bzw. Teilen davon.

2. Grundsätze

- 1) Die Nahtdicken von Rohranschlussnähten sollen, wenn konstruktiv möglich, mindestens der Rohrwanddicke entsprechen.
- 2) Die Schalen- und Plattenpartien mit Rohrfeldern sollen keine Blechdoppelungen enthalten.
- 3) Bei Spaltkorrosionsgefahr sind möglichst mediumseitig spaltlose Ausführungen anzustreben.

3. Berechnung und Wanddicken

- 1) Für die Dimensionierung sowie für die Bestimmung der damit zusammenhängenden Verstärkungen der betreffenden Schalenausschnitte sind die SVTI-Vorschriften der Reihe 300 massgebend.
- 2) Die erforderlichen Nahtabmessungen sind im Einzelfall rechnerisch zu überprüfen.
- 3) Massgebend für die Schweissnahtdimensionierung ist in jedem Fall die rechnerische Wanddicke der Bauteile.

4. Bewertung für die Anwendung

Jedem Ausführungsbeispiel nach Ziffer 5 wird für die Anwendung eine Bewertungsskala zugeordnet mit nachfolgenden Festlegungen:

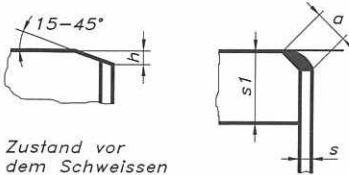
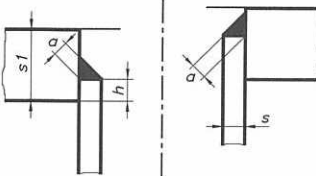
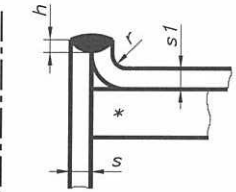
- 1) Die zulässige Objektauslegungskategorie 1, 2 oder 3 gemäss SVTI 109
- 2) Die Grenzen der Anwendbarkeit werden mit den nachfolgenden Symbolen festgehalten:
 - A = unbegrenzt anwendbar
 - B = anwendbar in den Grenzen gemäss Festlegung zu der entsprechenden Figur
 - C = in der Regel nicht anwendbar für Bauteile:
 - a) wenn Spalt- bzw. Spannungsriss-Korrosion zu erwarten ist;
 - b) mit Berechnung für Lastwechsel.

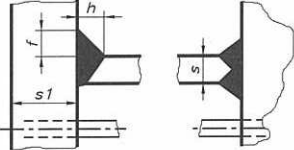
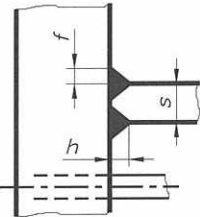
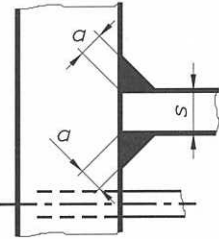
5. Ausführungsbeispiele

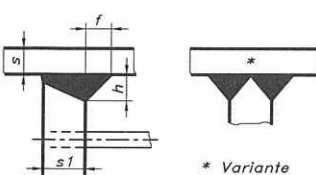
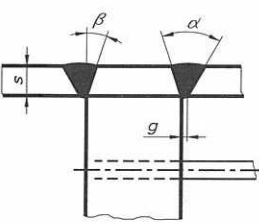
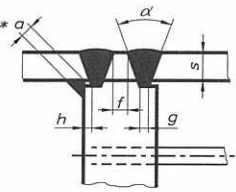
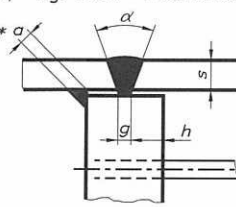
5.1 Allgemeines

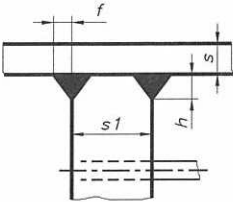
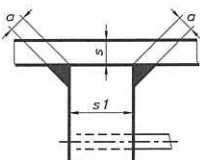
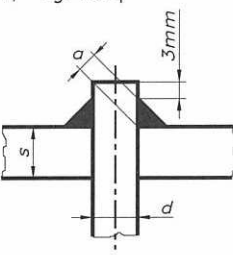
- 1) Die Beispiele gelten für alle schweiszbaren ferritischen und austenitischen Stähle, wobei die Werkstoffe der zu verbindenden Teile aufeinander abzustimmen sind.
- 2) Die Beispiele sind in der Regel nicht wanddickenabhängig; eventuelle einschränkende Begrenzungen sind in den einzelnen Beispielen angegeben.

5.2 Eingeschweisste Rohre in Rohrböden 1) Fig. 406 a $h \geq s$ $a \geq 0,7s$ <i>Bei Rauchrohren ist das vorstehende Rohrende nach dem Schweißen abzuarbeiten.</i>	Bewertung nach Ziffer 4 1/2/3 B/C Temp. $\leq 300^{\circ}\text{C}$
2) Fig. 406 b $h \geq 0,7s$ $a \geq 0,7s$ $\alpha \geq 45^{\circ}$	1/2/3 B/C Temp. $\leq 400^{\circ}\text{C}$
3) Fig. 406 c $h \geq 0,7s$ * $e \geq s$ $t \geq 1,5s$ <i>* Nachweis durch Makro nach SVTI 505</i> <i>Zustand vor dem Schweißen.</i>	1/2/3 A/C $T \leq \text{Grenztemp.}$

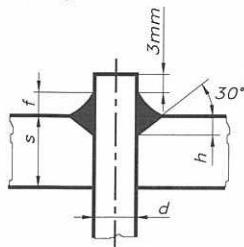
4) Fig. 406 d  $a \geq 1,5s$ $h \approx s$ Zustand vor dem Schweißen	Bewertung nach Ziffer 4 1/2/3 B/C $T \leq \text{Grenztemp.}$
5) Fig. 406 e  $a \geq s$ $h \geq s+2\text{mm}$ jedoch mindestens $0,4s1$	1/2/3 B/C in der Regel nur für Reparaturen $T \leq \text{Grenztemp.}$
6) Fig. 406 f  $s1 \geq s$ $s1 \leq 4\text{mm} *$ $r \geq s2$ $h \geq 0,7s \#$ * Variante mit Plattierung # Nachweis durch Makro nach SVTI 505	2/3 B/C Temp. $\leq 300^\circ\text{C}$ $p \times v \leq 20\,000 \text{ bar} \times \text{l}$ bei Anwendung ohne Plattierung

5.3 Verbindung Rohrboden mit Mantel 1) Fig. 406 g  $h \geq 0,7s$ $f \geq 0,4s$ <i>mindestens aber 3mm</i> <i>Variante</i>	Bewertung nach Ziffer 4 1/2/3 A
2) Fig. 406 i  $h \geq 0,7s$ $f \geq 0,4s$ <i>mindestens aber 3mm</i>	1/2/3 B Temp. $\leq 300\text{ }^{\circ}\text{C}$ $p \times v \leq 50\,000\text{ bar} \times \text{l}$
3) Fig. 406 j  $a \geq 0,7s$	1/2/3 B/C Temp. $\leq 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ $p \times v \leq 20\,000\text{ bar} \times \text{l}$

4) Fig. 406 k Mantel fortlaufend  $h \geq 0,7s1$ $f \geq 0,4s1$ mindestens aber 3mm * Variante	Bewertung nach Ziffer 4 1/2/3 A
5) Fig. 406 l Mantel fortlaufend  $\alpha \leq 60^\circ$ $\beta \geq 15^\circ$ $g \leq 2-3mm$	1/2/3 B Temp. $\leq 300^\circ C$ $p \times v \leq 50\,000\text{ bar} \times l$
6) Fig. 406 m Mantel fortlaufend  $\alpha \leq 60^\circ$ $f \geq s$ $a \geq 0,7s$ $h \approx 2-3mm$ $g \geq 3mm$ * Variante ohne Gegennaht innen	1/2/3 B/C* Temp. $\leq 400^\circ C$ Bei Anwendung ohne Gegennaht $p \times v \leq 50\,000\text{ bar} \times l$
7) Fig. 406 n Mantel fortlaufend  $\alpha \leq 60^\circ$ $g \geq 6mm$ $h \geq 2mm$ $a \geq 0,7s$ * Variante ohne Gegennaht innen	2/3 B/C* Temp. $\leq 300^\circ C$ $p \times v \leq 50\,000$ Bei Anwendung ohne Gegennaht $p \times v \leq 20\,000\text{ bar} \times l$

8) Fig. 406 o Mantel fortlaufend  $h \geq 0,3s1$ $f \geq 0,4s$ <i>mindestens aber 3mm</i>	Bewertung nach Ziffer 4 1/2/3 B Temp. $\leq 300\text{ }^{\circ}\text{C}$ $p \times v \leq 50\,000\text{ bar} \times l$
9) Fig. 406 p Mantel fortlaufend  $a \geq 0,7s$ <i>bzw. s1 *</i> <i>* Massgebend ist die dünnere Wand</i>	1/2/3 B/C Temp. $\leq 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ $p \times v \leq 20\,000\text{ bar} \times l$
5.4 Stahlbolzen und Anker 1) Fig. 406 q  $s > 15\text{mm}$ <i>und</i> $d \leq 20\text{mm}$ $a \geq 0,7s$ <i>mindestens aber 0,3d</i>	1/2/3 C Temp. $\leq 120\text{ }^{\circ}$ $p \times v \leq 20\,000\text{ bar} \times l$

2) Fig. 406 r



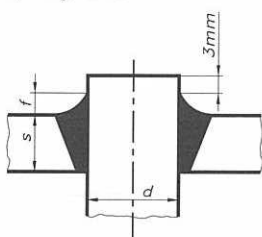
$s > 15\text{mm}$
und
 $d \leq 20\text{mm}$
 $f \geq 0,4s$
mindestens
aber 3mm
 $h \geq 0,4d$

Bewertung nach Ziffer 4

1/2/3

C

3) Fig. 406 s

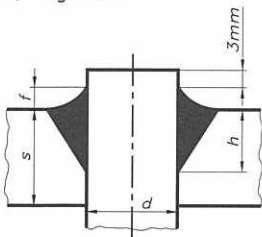


$s \leq 18\text{mm}$
und
 $d \leq 30\text{mm}$
 $f \geq 0,4s$
mindestens
aber 3mm

1/2/3

A

4) Fig. 406 t



$s > 18\text{mm}$
und
 $d > 30\text{mm}$
 $f \geq 0,4s$
mindestens
aber 3mm
 $h \geq 0,6s$

1/2/3

A/C

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Geltungsbereich	1
2. Grundsätze	1
3. Berechnung und Wanddicken	1
4. Bewertung für die Anwendung	2
5. Ausführungsbeispiele	3

1. Geltungsbereich

Diese SVTI-Vorschrift 407 behandelt die Anforderungen an Schweissverbindungen bei Doppelmantel, Halbprohrrschlangen und flachen Böden bei Druckbehältern und Kesseln bzw. Teilen davon.

2. Grundsätze

- 1) Die Nahtdicken von Mantel-/bzw. Halbprohrranschlussnähten sollen, wenn konstruktiv möglich, mindestens der Wanddicke der Anschweissteile entsprechen.
- 2) Bei Spaltkorrosionsgefahr sind möglichst mediumseitig spaltlose Ausführungen anzustreben.

3. Berechnung und Wanddicken

- 1) Für die Dimensionierung sowie für die Bestimmung der damit zusammenhängenden Verstärkungen der betreffenden Schalenausschnitte sind die SVTI-Vorschriften der Reihe 300 massgebend.
- 2) Die erforderlichen Nahtabmessungen sind im Einzelfall rechnerisch zu überprüfen.
- 3) Massgebend für die Schweissnahtdimensionierung ist in jedem Fall die rechnerische Wanddicke der Bauteile.

4. Bewertung für die Anwendung

Jedem Ausführungsbeispiel nach Ziffer 5 wird für die Anwendung eine Bewertungsskala zugeordnet mit folgenden Festlegungen:

- 1) Die zulässige Objektauslegungskategorie 1, 2 oder 3 gemäss SVTI 109
- 2) Die Grenzen der Anwendbarkeit werden mit den nachfolgenden Symbolen festgehalten:

A = unbegrenzt anwendbar

B = anwendbar in den Grenzen gemäss Festlegung zu der entsprechenden Figur

C = in der Regel nicht anwendbar für Bauteile:

- a) wenn Spalt- bzw. Spannungsrisskorrosion zu erwarten ist;
- b) mit Berechnung für Lastwechsel

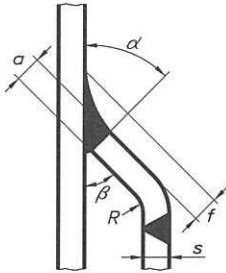
5. Ausführungsbeispiele

5.1 Allgemeines

- 1) Die Beispiele gelten für alle schweisbaren ferritischen und austenitischen Stähle, wobei die Werkstoffe der zu verbindenden Teile aufeinander abzustimmen sind.
- 2) Die Beispiele sind in der Regel nicht wanddickenabhängig; eventuelle einschränkende Begrenzungen sind in den einzelnen Beispielen angegeben.

5.2 Doppelwandige Objekte

1) Fig. 407 a



$$a \geq s$$

$$f \geq 0,4s$$

mindestens
aber 3mm

$$R \geq 2s$$

α , so bestimmen, dass
volle Durchschweißung
gesichert ist. *

$$\beta \quad 20 - 60^\circ$$

* Nachweis durch WPAR nach SVTI 505

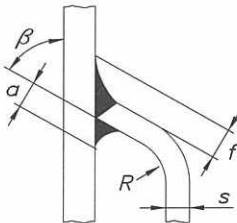
Bewertung nach Ziffer 4

2/3

B

Temp. $\leq 400^\circ\text{C}$

2) Fig. 407 b



$$a \geq 0,7s$$

$$f \geq 0,4s$$

mindestens
aber 3mm

$$R \geq 2s$$

$$\beta > 60 - 90^\circ$$

2/3

B

Temp. $\leq 400^\circ\text{C}$

Ausführung

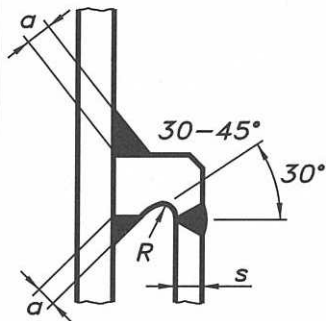
Schweisbeispiele für einige Spezialelemente

Vorschrift 407

Rev. 6.99

Seite 4

3) Fig. 407 c



$$a \geq 0,7s$$

$$R \geq 0,7s$$

*mindestens
aber 5mm*

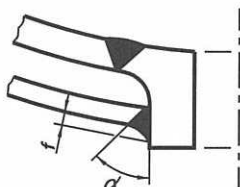
Bewertung nach Ziffer 4

2/3

B

Temp. $\leq 300^{\circ}\text{C}$

4) Fig. 407 d



$$f \geq 0,7s$$

*mindestens
aber 3mm*

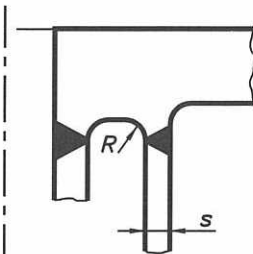
*α , so bestimmen, dass
volle Durchschweissung
gesichert ist*

2/3

B

Temp. $\leq 400^{\circ}\text{C}$

5) Fig. 407 e



$$R \geq 0,7s$$

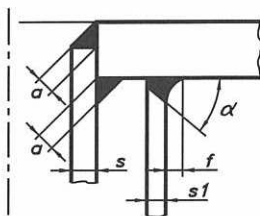
*mindestens
aber 5mm*

2/3

B

Temp. $\leq 400^{\circ}\text{C}$

6) Fig. 407 f



$a \geq 0,7s$
 $f \geq 0,4s1$
mindestens
aber 3mm
 α , so bestimmen, dass
volle Durchschweißung
gesichert ist

Bewertung nach Ziffer 4

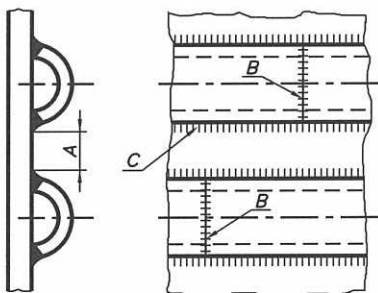
2/3

B

Temp. $\leq 120^\circ\text{C}$

5.3 Halbrohrschlangen

1) Grundsätze

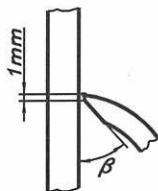


a) Abstand A muss
Durchschweißung
erlauben

b) Nachweis durch
WPAR nach
SVTI 505

c) Stumpfnähte B sind
immer vor der
Längsnaht C
auszuführen

2) Fig. 407 g



$s \geq 2,6\text{mm}$

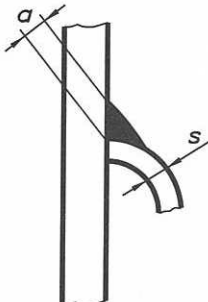
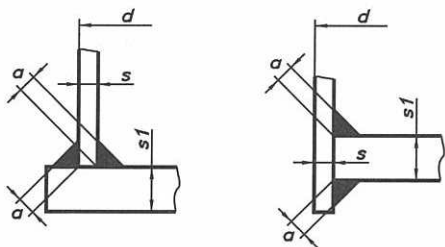
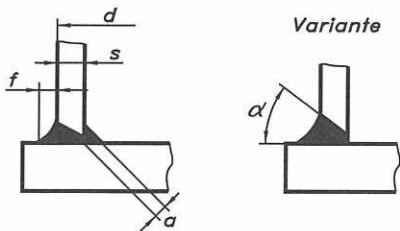
$\alpha = 30-75^\circ$ $\beta = 45-60^\circ$

Winkel α und β so bestimmen, dass
volle Durchschweißung gesichert ist

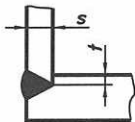
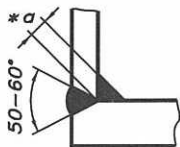
2/3

B

Temp. $\leq 400^\circ\text{C}$

3) Fig. 407 h  $s \geq 2,6mm$ $a \geq 0,7s$	Bewertung nach Ziffer 4 2/3 B/C Temp. $\leq 300^{\circ}C$
5.4 Flache Böden 1) Fig. 407 i  $a \geq 0,7s$ <i>bzw s1 *</i> <i>* Massgebend ist die dünnere Wand</i>	2/3 B/C Temp. $\leq 300^{\circ}C$ $p \times d \leq 3500 \text{ bar} \times \text{mm}$
2) Fig. 407 k  $f \geq 0,4s$ $a \geq 0,7s$	1/2/3 B Temp. $\leq 400^{\circ}C$ $p \times d \leq 10\,000 \text{ bar} \times \text{mm}$

3) Fig. 407 l



$$a \geq 0,7s$$

$$t \approx 2mm$$

bis 3mm

* Variante ohne Gegennaht innen

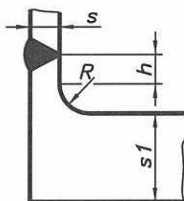
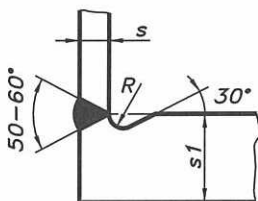
Bewertung nach Ziffer 4

1/2/3

B/C*

Temp. $\leq 400^{\circ}C$

4) Fig. 407 m



1/2/3

A

$$R \geq 0,2 s1$$

mindestens aber 5 mm

$h \geq$

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Geltungsbereich	6
2. Öffnungen	6
3. Lage der Öffnungen und Ausnahmen	4
4. Verschlüsse und besondere Verschlüsselemente	6
5. Anzahl und Art der Öffnungen	9

1. Geltungsbereich

Diese SVTI-Vorschrift behandelt die Anforderungen an die Art, die Abmessungen, die Anzahl und die Lage der Öffnungen zur Durchführung von Prüfungen/Inspektionen sowie Anforderungen an die Verschlüsse und besonderen Verschlüsselemente.

2. Öffnungen

2.1 Grundsätze

- 1) Durch die Anordnung von Besichtigungs- und Reinigungs-Öffnungen muss gewährleistet werden, dass die Innenwandungen und Nahtverbindungen der Objekte ausreichend überblickt und gereinigt werden können.
- 2) Anzahl und Grösse der Öffnungen sind abhängig vom Innendurchmesser, von Mantellänge und dem Verwendungszweck des Objektes.
- 3) Die nachstehend genannten Masse von Öffnungen sind Mindestmasse lichter Weite. Nur bei Mannlöchern (ausgenommen die Befahröffnung klein, Kurzzeichen H, gemäss Tab. 408 A) dürfen diese Masse durch Beläge oder Auskleidungen um höchstens 20 mm verringert werden.
- 4) Die Stutzen- bzw. Ringhöhe der Öffnungen umfasst die grösste zu durchfahrende bzw. sich behindernde Höhe. Müssen aus konstruktiven Gründen die zulässigen Höchstmasse für die Stutzen- oder Ringhöhe überschritten werden, so sind die Öffnungen so zu vergrössern, dass der Sichtbereich erhalten bleibt.

2.2 Besichtigungsöffnungen

2.2.1 Schaulöcher und Öffnungen an Flaschen

- 1) Schaulöcher und Öffnungen an Flaschen sind Öffnungen, durch die unter Verwendung besonderer Beleuchtungseinrichtungen das Innere des Objektes besichtigt werden kann.
- 2) Kleinere Öffnungen sind nur dann zulässig, wenn dies die Objektabmessungen konstruktiv bedingen und wenn für die Durchführung der Prüfungen/Inspektionen zusätzliche Massnahmen vorgesehen sind.
- 3) Bei Flaschenöffnungen sind in der Regel besondere Hilfsmittel einzusetzen.
- 4) Werden Flaschenöffnungen bei anderen Arten von Behältern verwendet, so ist der dadurch bedingte grössere Zeitaufwand für die wiederkehrenden Prüfungen wie folgt festzuhalten:
 - a) Hinweis in der Konstruktions-Zeichnung:
 - wiederkehrende Prüfungen mit grösserem Zeitaufwand
 - b) Hinweis im Gutachten für die Betriebsbewilligung:
 - zusätzlicher Zeitaufwand mit Mehrkosten für die wiederkehrende Innereprüfung (IP) nach SVTI 804 wegen kleinen Besichtigungsöffnungen

2.2.2 Handlöcher

Handlöcher sind Öffnungen, durch die eine Handlampe und eine Hand gleichzeitig eingeführt werden können.

2.2.3 Kopflöcher

Kopflöcher sind Öffnungen, durch die der Kopf, ein Arm und eine Lichtquelle gleichzeitig in das Objekt eingeführt werden können.

2.3 Mannlöcher

2.3.1 Befahröffnungen

Befahröffnungen lassen in der Regel den Einstieg unter Verwendung von Hilfsgeschützen oder persönlicher Schutzausrüstung beim Durchgehen durch den Öffnungskragen nicht zu.

2.3.2 Einstiegöffnungen

Einstiegöffnungen erlauben es, in die Objekte unter Verwendung von Hilfsgeräten und persönlicher Schutzausrüstung einzusteigen.

2.4 Art und Abmessungen der Öffnungen

Tabelle 408 A Art und Abmessung der Öffnungen

Kurzzeichen	Art Benennung	Abmessungen			
		Mind. Lichtweiten mm		Stutzenhöhe mm	
		rund	oval	bei zylindrischen Öffnungen	bei konischen Öffnungen
Besichtigungsöffnungen					
A *2	Flaschenöffnung (als Ausnahme)	Ø 19/R ¾" Ø 24/R 1"			
B	Schauloch	Ø 50/R 2"		50	50
C *3	Schauloch klein	Ø 30/R 1¼"		30	50
D	Handloch	Ø 120	100 × 150	65	100
E *3	Handloch klein	Ø 100	80 × 100	65	100
F	Kopfloch	Ø 320	220 × 320	120	120
Mannlöcher					
G	Befahröffnung	Ø 420	320 × 420	150	175
H *3	Befahröffnung klein	Ø 400	300 × 400	150	175
I	Einstiegöffnung	Ø 600			
K *3	Einstiegöffnung klein	Ø 500		250	

Anmerkungen:

- *1 Stutzenhöhe: Die Stutzenhöhen sind grundsätzlich möglichst niedrig zu halten. Die angegebenen Werte sind Richtwerte und sollen nur überschritten werden, wenn konstruktiv oder betriebsbedingte Gründe dies erfordern. Bei konischen Öffnungen: halber Konuswinkel $\geq 10^\circ$
- *2 Anwendungsgrenzen unter Beachtung Ziffer 2.2.1
 - a) Ø 19/R ¾" bei Innen-Ø ≤ 350 mm
 - b) Ø 24/R 1" bei Innen-Ø ≤ 450 mm
- *3 Diese Öffnungen sind nur ausnahmsweise zulässig, wenn die normalen Grössen aus konstruktiven oder betriebsbedingten Gründen nicht eingehalten werden können.

3. Lage der Öffnungen und Ausnahmen

3.1 Allgemeines

- 1) Die Lage der Öffnungen am Objekt muss so plaziert sein, dass eine Besichtigung und / oder Reinigung möglich ist.
- 2) Ausser- und innerhalb der Objekte muss für das Einsteigen oder Besichtigen der notwendige Raum vorhanden sein.
- 3) Einbauten müssen so gestaltet sein, dass sie die Besichtigung der Objektwandungen und Schweissnähte möglichst nicht behindern.
- 4) Bei Mannlöchern müssen, wo notwendig, innen und aussen feste Ein- und Ausstieghilfen vorgesehen werden. Ovale Öffnungen in vertikalen Objektwandungen sind so anzuordnen, dass deren längere Achse horizontal ausgerichtet ist.
- 5) Kopflöcher sind so anzuordnen, dass deren längere Achse vertikal ausgerichtet ist.
- 6) Bei liegenden Objekten bis $\varnothing$ 1200 mm sind die Öffnungen möglichst zentral im Boden anzuordnen.
- 7) Bei stehenden Objekten sind die Öffnungen in zylindrischen Mänteln oft zweckmässiger als zentrale Öffnungen im Boden.

3.2 Objekte mit Mannlöchern

- 1) Objekte mit Mannlöchern müssen für die gefahrlose Besichtigung und / oder Prüfung der Wandungen und der Schweissnähte anlässlich der wiederkehrenden Prüfungen mit entsprechenden Einrichtungen gemäss Ziffer 3.2.1 und 3.2.2 ausgerüstet sein.
- 2) Erfordert das Einsteigen oder Besichtigen besondere Hilfsmittel (z.B. Leitern, Bühnen), so sind diese entweder konstruktiv vorzusehen oder zum Zeitpunkt der Prüfung betreiberseitig bereitzustellen.
Sind die Mittel betreiberseitig zu stellen, ist dies in der Abnahmezeichnung zu vermerken.

3.2.1 Liegende Objekte

Liegende Objekte ab $\varnothing$ 2400 mm sind mit Montagelaschen für den Einbau von Podesten auszurüsten.

3.2.2 Stehende Objekte

Stehende Objekte sind wie folgt auszurüsten:

- 1) Eine Steigleiter ab einer zylindrischen Höhe von 2400 mm.
- 2) Die Steigleitern sind so anzuordnen, dass die Längsnähte prüfbar sind.
- 3) Steigleitern von mehr als 3000 mm Höhe müssen einen Rückenschutz aufweisen.
- 4) Durchgehende Leitern sind nur bis 9000 mm Höhe zugelassen.
- 5) Bei zylindrischen Höhen über 5000 mm sind feste Zwischenpodeste mit Geländern einzubauen. Der Abstand resp. die Anzahl der Zwischenpodeste richtet sich nach den Mantelrundnähten, welche von den Podesten aus möglichst auf Brusthöhe prüfbar sein sollen.
Bei Objekten mit Einbauten im Oberteil (z.B. Speicher mit Kaskaden) und/oder mit obenliegendem Mannloch ist das oberste Podest als durchgehendes Vollpodest auszubilden.
- 6) Hebebühnen sowie drehbare Leitern können Podeste, Konsolen sowie Steigleitern ersetzen.

3.3 Ausnahmen

- 1) Ausnahmen können in begründeten Fällen (z.B. ausgekleidete Objekte, Chemieapparate, Druckbehälter als Bestandteile elektrischer Stromanlagen usw.) gestattet werden, sofern durch andere Vorkehrungen eine gefahrlose Besichtigung und/oder Prüfung der Wandungen möglich ist.
- 2) Entsprechende Anträge bzw. Hinweise sind den Objektprüfunterlagen gemäss SVTI 120 beizulegen oder auf der Abnahmezeichnung zu vermerken.
- 3) Sind Hilfseinrichtungen betreiberseitig zu stellen, oder werden Betriebsstützen als Prüföffnung vorgesehen, ist dies gut sichtbar in der Abnahmezeichnung zu vermerken.

4. Verschlüsse und besondere Verschlusselemente

4.1 Grundsätze

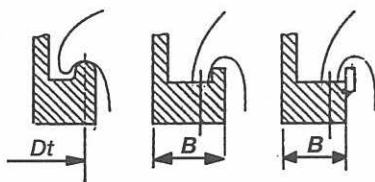
- 1) Als Verschlüsse im Sinne dieser Vorschrift gelten lösbare oder zur Abtrennung konstruktiv vorgesehene Teile (z.B. Schweisskappen) an Öffnungen.
- 2) Konstruktion und Ausführung müssen so gewählt sein, dass die Dichtheit auch beim Prüfdruck gewährleistet ist und ein unbeabsichtigtes Öffnen unter Druck verhindert wird.
- 3) Bei ätzendem, besonders giftigem oder brennbarem Inhalt ist der Dichtheit der Verschlüsse durch konstruktive Massnahmen besondere Beachtung zu schenken.
- 4) Für Verschlussdeckel und Bügel dürfen keine spröden Werkstoffe verwendet werden. Bei Kesseln müssen die Verschlussdeckel so ausgeführt sein, dass die Dichtungen nicht herausgedrückt werden können.
- 5) Für Dichtungen sollten nur geschlossene Ringe verwendet oder mehrgängige Verlegung der Packung angewendet werden.
- 6) Bei von innen eingesetzten Deckeln, die mittels Bügel und Zentralverschraubung befestigt werden, darf das Spiel gegenüber dem Lochrund nachfolgende Werte nicht überschreiten:
 - a) 3 mm für Drücke ≤ 32 bar
 - b) 2 mm für Drücke > 32 bar

4.2 Werkstoff, Berechnung und Herstellung

- 1) Die Anforderungen an Werkstoff, Berechnung und Herstellung von Verschlussdeckeln, Flanschen, Schrauben und sonstige drucktragende Verschlusssteile sind bei der Anwendung der entsprechenden SVTI-Vorschriften erfüllt.
- 2) Die Schwächung der Verschlusssteile durch Verschleiss oder Korrosion ist durch ausreichende Zuschläge zu den berechneten Abmessungen zu berücksichtigen.
- 3) Bei Verschlüssen mit mehreren Schliessern sind die Verschlusssteile so zu bemessen und zu bearbeiten, dass die einzelnen Teile im Betrieb gleichmässig belastet werden.
- 4) Bei Verschlüssen mit mehr als drei Schliessern muss bei der Berechnung die sich aus den vorliegenden Verhältnissen theoretisch ergebende Belastung eines Schliesserteiles um mindestens 20% erhöht werden.

4.3 Klammerschrauben

- 1) Klammerschrauben werden bauteilgeprüft.
- 2) Sie müssen gegen Abgleiten gesichert sein und so am Behälter befestigt werden, dass sie beim Abklappen nicht abfallen können.
- 3) Die Zahl, die Grösse und die Güte der Klammerschrauben sind für jeden Verschluss auf dem Objektfabricschild zu vermerken.

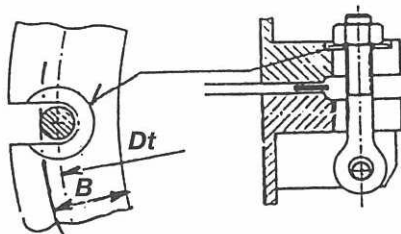


Masse Dt und B gemäss SVTI 314



4.4 Klappschrauben

- 1) In Schlitz einzulegende klappbare Schrauben (z.B. Augenschrauben) müssen gegen unbeabsichtigtes Abgleiten gesichert sein.
- 2) Muttern und Unterlagsscheiben müssen ausserhalb des Schlitzes voll aufliegen.

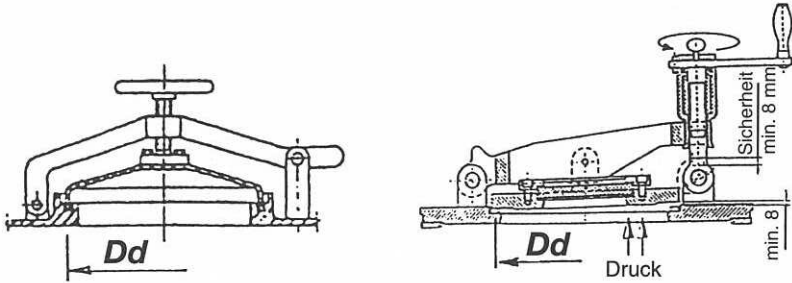


Masse B und Dt gemäss SVTI 314

4.5 Bügelverschlüsse

- 1) Bei Bügelverschlüssen wird ein von aussen aufliegender Deckel, der am Objekt einseitig mit Klapp- oder Schwenkscharnieren befestigt ist, auf der Gegenseite mit einem oder mehreren Verschlusselementen (z.B. Spannschrauben) geschlossen gehalten.
- 2) Bügelverschlüsse sind nur zulässig bis zu einem mittleren $\varnothing$ der Dichtung Dd von:
 - a) 500 mm für Drücke $\leq 3,2$ bar
 - b) 350 mm für Drücke $> 3,2$ bar

- 3) Bügelverschlüsse müssen so beschaffen sein, dass der Deckel angelüftet werden muss, bevor die Verschlusselemente den Deckel freigeben können, und die besonderen Anforderungen der SVTI 701 müssen erfüllt sein.



4.6 Schnellverschlüsse

- 1) Als Schnellverschlüsse gelten alle Verschlussarten inkl. Bügelverschlüsse, die gegenüber Verschlüssen mit einzeln zu betätigenden Verschlusselementen verkürzte Öffnungs- und Schliesszeiten haben.
- 2) Schnellverschlüsse müssen den besonderen Anforderungen der SVTI 701 genügen.

5. Anzahl und Art der Öffnungen

5.1 Regelfall

Bei Objektarten von einfacher und übersichtlicher Bauart sind in der Regel mindestens Öffnungen gemäss der Tabelle 408 B bei zylindrischen Objekten bzw. Tabelle 408 C bei Kugelbehältern erforderlich.

Tabelle 408 B Zylindrische Objekte, Anzahl und Art der Öffnungen

<i>Innen-Ø des Objektes</i>	<i>Mantellänge in mm</i>	<i>Öffnungen () = Ausnahmefälle Anzahl und Art (Tab. 408 A)</i>
≤ 300	≤ 1000	2 × B (2 × C bzw. 1 × A)
	> 1000	mindestens 2 × B, zusätzlich D bei Öffnungsabstand über 1500 mm
> 300 ≤ 450	≤ 1500	1 × D oder 2 × E
	> 1500	mindestens 2 × D, zusätzlich D bei Öffnungsabstand über 2000 mm
> 450 ≤ 840	≤ 1500	1 × D oder 2 × E
	> 1500 ≤ 3000	1 × F im mittleren Drittel der Mantellänge oder 2 × D, dabei Abstand ≤ 2000 mm
	> 3000	mindestens 1 × F, zusätzlich F bei Öffnungsabstand über 3000 mm oder mindestens 2 × D, zusätzlich F bei Öffnungsabstand über 2000 mm
> 840 ≤ 1200	≤ 2000	1 × F im mittleren Drittel der Mantellänge oder 2 × D, dabei Abstand < 2000 mm
	> 2000	1 × I (G; H oder K) oder wie bei Ø ≤ 800 mm und Länge > 3000 mm
> 1200	alle	1 × I (G; H oder K)

Tabelle 408 C Kugelbehälter, Anzahl und Art der Öffnungen

Innen-Ø des Objektes in mm	Öffnungen () = Ausnahmefälle Anzahl und Art (Tab. 408 A)
≤ 450	2 × B (1 × D oder 2 × C bzw. 1 × A)
> 450 ≤ 840	1 × D
> 840 ≤ 1200	1 × F oder 2 × D
> 1200	1 × I (G; H oder K)

5.2 Kälteanlagen

Tabelle 408 D Öffnungen von Objekten für Kälteanlagen *1

Innen-Ø des Objektes in mm	Mantellänge in mm	Öffnungen Anzahl und Art *2, *3
≤ 1200	alle	mindestens 1× Blockflansch DN 100 oder Stutzen DN 150 bzw. Betriebsstutzen DN 150, wobei Einblick in den Behälter gewährt sein muss
> 1200	alle	mindestens 1× Blockflansch DN 200 oder Stutzen DN 250 bzw. Betriebsstutzen DN 250, wobei Einblick in den Behälter gewährt sein muss

*1 Tabelle 408 D gilt nur für Werkstoffe mit $Re \leq 315 \text{ N/mm}^2$ und zulässige Spannung $f \leq 85\%$ bzw. bei $Re > 315 \text{ N/mm}^2$ und $f \leq 50\%$, sonst gemäss Tab. 408 B

*2 Kann für den Betrieb zugeschweisst werden, nach erfolgter Zwischenkontrolle bei der Bauprüfung gemäss SVTI 512

*3 Werden Betriebsstutzen als Besichtigungsöffnungen bezeichnet, ist die Ziffer 3.3 zu beachten.

5.2.1 Keine Öffnungen bei Objekten, wo Einblick bei Rohrwechsel möglich ist. Ein entsprechender Hinweis ist auf der Abnahmezeichnung zu vermerken.

5.2.2 Für Kältemittel-Druckbehälter, die nicht in einem Kreislauf eingebaut sind oder bei korrosiven Medien gilt die Tabelle 408 B.

5.3 Chemieapparate und Raffinerieobjekte

Soweit es die Betriebsbedingungen und Platzverhältnisse gestatten, sind die Festlegungen in der Tabelle 408 B massgebend bzw. Festlegungen in spezifischen Apparatennormen.

5.4 Druckbehälter für besonders giftige, ätzende, korrosive und/oder erstickende Medien

Die Bemessung der Öffnung ist von Fall zu Fall mit dem SVTI abzusprechen.

5.5 Flüssiggasbehälter (Propan/Butan)

Bei Flüssiggasbehältern sind die Art und Anzahl der Öffnungen in der spezifischen SVTI 705 geregelt.

5.6 Hochdruckspeicher (Flaschen)

5.6.1 Hochdruckbehälter nahtlos mit gekümpeltem Kopf- und Fussteil

- 1) Mindestens eine Stirnseite muss mit einer Öffnung von mindestens der Grösse A (Flaschenöffnung) versehen sein.
- 2) Bei Behältern länger als 4000 mm sind beide Stirnseiten mit Öffnungen zu versehen.
- 3) Besichtigungsöffnungen im Mantel sind nicht zulässig.

5.6.2 Hochdruckbehälter mit nahtlosem Mantel und angeschweisstem Kopf- und Fussteil: wie bei Ziffer 5.6.1

5.7 Vakuumisierte Druckbehälter für verflüssigte Gase und Gaszerlegungsanlagen

Art, Anzahl und Grösse der Montage- und Besichtigungsöffnungen sind von Fall zu Fall mit dem SVTI zu vereinbaren.

5.8 Wärmetauscher

- 1) Bei Wärmetauschern muss der Einblick auf die Rohrplatte mindestens durch die Betriebsstutzen jedes Vorkopfes gewährleistet sein.
- 2) Bei Wärmetauschern, mit nicht ausziehbaren Rohrbündeln oder fest eingeschweissten Rohrplatten, muss der Einblick mantelseitig mindestens durch ausreichend grosse (in der Regel ≥ 100 mm) Betriebsstutzen gewährleistet sein.

- 3) Ist aus betrieblichen Gründen der Einblick im Sinne von Abs. 1) oder 2) nicht gewährleistet, sind entsprechende Besichtigungsöffnungen mindestens der Grösse D im Einzelfall der Grösse B gemäss Tab. 408 A erforderlich.
- 4) Bei Wärmetauschern mit ausziehbaren Rohrbündeln wird das Anbringen von Besichtigungsöffnungen sinngemäss Tab. 408 B bzw. das Bezeichnen dafür von Betriebsstutzen empfohlen.
- 5) Werden Betriebsstutzen als Besichtigungsöffnung bezeichnet, ist die Ziffer 3.3 zu beachten.

5.9 Rotierende Trockenzylinder

- 1) Bis zu einem $\varnothing$ von 840 mm pro Stirnseite $1 \times B$ gemäss Tab. 408 A.
- 2) Bei $\varnothing$ über 840 bis 1400 mm pro Stirnseite je $1 \times D$ gemäss Tab. 408 A.
- 3) Bei $\varnothing$ über 1400 mm pro Stirnseite je $1 \times F$ oder $1 \times G$ pro Zylinder gemäss Tab. 408 B.

5.10 Dampf- und Heisswassererzeuger

Tabelle 408 E Öffnungen für Dampf- und Heisswasser-Erzeuger

Innen- $\varnothing$ des Objektes in mm	Mantellänge in mm	Öffnungen Anzahl und Art (Tab. 408 A)
≤ 1200	≤ 2000	Sinngemäss nach Tabelle 408 B; jedoch Öffnungen nicht kleiner als Grösse D und gegebenenfalls Öffnungen bis Grösse G oder H für Unterhalt und Untersuchungen.
$> 840 \leq 1200$	> 2000	$1 \times G$ oder H und zusätzlich Öffnungen, nicht kleiner als D, gegebenenfalls Mannlöcher G oder H für Unterhalt und Untersuchungen.
> 1200	alle	

- 1) Bei Objekten mit unübersichtlichen Innenräumen sind Grösse, Anzahl und Anordnung der Öffnungen mit dem SVTI zu vereinbaren.
- 2) Bei Feuerbüchskesseln sind in Höhe des niedrigsten Wasserstandes mindestens 2 Öffnungen nicht kleiner als E gegenüberliegend vorzusehen, sowie weitere Öffnungen bis Grösse G oder H für Unterhalt und Untersuchungen.
- 3) Für Kollektoren von Rohrkesseln gilt nachstehende Tab. 408 F.

Tabelle 408 F Öffnungen für Kollektoren

<i>Lichte Weite des Kollektors in mm</i>	<i>Öffnungen</i>	
	<i>Art (Tab. 408 A)</i>	<i>Anzahl</i>
≤ 150	Schauloch B oder geeignete und entsprechend ausgebildete Betriebsstutzen oder stirnseitige Flanschverbindungen mit Abschlussdeckeln	Bei Kollektorlänge ≤ 4000 mm eine Öffnung; bei grösseren Längen mindestens zwei Öffnungen
> 150 ≤ 450	Handloch E	
> 450	Handloch D	

5.11 Andere Bauarten

Für andere Bauarten, bei denen die Festlegungen gemäss Tab. 408 B aus Betriebsgründen, Platzgründen oder wegen der Bauart nicht anwendbar sind, müssen Anordnung, Anzahl und Grösse der Besichtigungsöffnungen mit dem SVTI vereinbart werden.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Geltungsbereich	1
2. Grundsätze	1
3. Fabrikschilddaten	2
4. Beispiele für Fabrikschilder	3

1. Geltungsbereich

- 1) Diese Vorschrift 409 behandelt die Objektauslegungsdaten, die auf dem Fabrikschild anzugeben sind und die Ausführungsanforderungen an die Schilder.
- 2) Die Anforderungen der SVTI 409 gelten für Kessel und Druckbehälter, die gemäss den geltenden bundesrätlichen Verordnungen unter Beachtung des Regelwerkes SVTI herzustellen sind.

2. Grundsätze

- 1) An allen Objekten müssen gegen Umgebungseinflüsse widerstandsfähige und haltbar beschriftete Fabrikschilder an geeigneter, gut sichtbarer Stelle unlösbar angebracht werden.
- 2) Falls Fabrikschilder durch die Isolation verdeckt werden, so ist ein zweites, identisches Schild aussen am Objekt solid zu befestigen.
- 3) Ist das Anbringen eines Fabrikschildes nicht möglich, so müssen die Daten am Objekt selbst an geeigneter Stelle dauerhaft eingeprägt sein.
- 4) Austauschbare Objektteile sind mindestens mit der Fabrikationsnummer und dem Zeichen des Herstellers bzw. der Prüfstelle zu kennzeichnen.
- 5) Wird das Fabrikschild des Lieferers angebracht, der nicht zugleich Hersteller ist, so ist zusätzlich ein Hinweis auf die werkstattausführende Firma erforderlich (Name und Ort).

3. Fabrikschilddaten

1. Die Fabrikschilder von prüfpflichtigen Objekten gemäss SVTI 802 müssen nachstehende Angaben enthalten:
 - 1) Prüfstempel der Prüfstelle
 - 2) Herstellerfirma mit Ortsangabe *1
 - 3) Baujahr
 - 4) Fabrikationsnummer der Herstellerfirma
 - 5) Zulässiger Betriebsüberdruck in bar *2 *3
 - 6) Inhalt in m³ oder Liter *3
 - 7) zulässige Betriebstemperatur in °C *3 *4
 - 8) Bei Verwendung von Klammerschrauben deren Anzahl, Grösse, Typ und Werkstoffsorte
 - *1 Wird das Schild des Lieferers angebracht, ist zusätzlich Ziffer 2.5 zu beachten.
 - *2 Sind Objekte für Unterdruck ausgelegt, so ist dieser zusätzlich anzugeben (bar: -x/+y).
 - *3 Bei mehrteiligen Objekten sind die Daten für jeden Raum getrennt auszuführen.
 - *4 Bei Auslegungstemperaturen unter -10 °C ist auch die Minimaltemperatur anzugeben (°C: -x/+y).
2. Weitere Daten können vom Objekthersteller zusätzlich auf dem Schild oder auf einem Zusatzschild vermerkt werden, wie z.B.:
Kommissionsnummer, Typenbezeichnung, Werkstoff, maximal zulässiger Arbeitsdruck, Medium, Heizleistung, Objektgewicht u.a.m.
Dagegen soll der Prüfdruck auf dem Fabrikschild nicht angegeben werden.
3. Werden Objekte mit 2 Betriebszuständen oder Lastfällen gemäss SVTI 215 ausgelegt, ist dies auf dem Fabrikschild zu vermerken.

4. Beispiele für Fabrikschilder

4.1 Fabrikschild für einen Dampfkessel

Hersteller und Ort		
Baujahr		
Fabriknummer		
Zulässiger Betriebsüberdruck	bar	
Inhalt	L.....	
Zulässige Betriebstemperatur	°C	
Dampfleistung	t/h	

4.2 Fabrikschild für einen Wärmetauscher (Umformen)

Hersteller und Ort			
Fabriknummer	Baujahr		
Raum	um die Rohre	in den Rohren	
Zulässiger Betriebsüberdruck	bar		
Inhalt	L		
Zulässige Betriebstemperatur	°C		
Medium	Dampf	Heisswasser	
Heizleistung	kW		



Stempel der Prüfstelle gemäss SVTI-Vorschrift 513

4.3 Fabrikschild für einen Druckluftbehälter

Hersteller und Ort		
Fabriknummer	Baujahr	
Zulässiger Betriebsüberdruck	bar	Inhalt L
Zulässige Betriebstemperatur	°C	

4.4 Fabrikschild für einen Chemieapparat

Hersteller und Ort		
Fabriknummer	Baujahr	
Raum	Behälter	Doppelmantel
Zulässiger Betriebsüberdruck	bar	16
Inhalt	L	780
Zulässige Betriebstemperatur	°C	-25/210
Werkstoff	EH 21	H II
Emailqualität	XY 314	—
Klammerschrauben	Behälter:	28 M 24 L 8.8
	Mannloch:	8 M 24 K 8.8
Leergewicht des Objektes	3,6 t	

4.5 Fabrikschild für einen Propanbehälter

Hersteller und Ort		
Baujahr		
Typenbezeichnung		
Fabriknummer		
Zulässiger Betriebsüberdruck	bar	-0,3/15,5
Inhalt	L	25760
Zulässige Betriebstemperatur	°C	-20/40
Medium	Propan	



Stempel der Prüfstelle gemäss SVTI-Vorschrift 513