

# Inhaltsverzeichnis

<b>5.0</b>	<b>Inhaltsverzeichnis</b>
<b>5.1</b>	<b>Systembeschreibung</b>
5.101	BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr
5.102	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
5.103	Technische Projektbeschreibung Leckanzeigergerät
5.104	Technische Projektbeschreibung Materialspezifikation
<b>5.201</b>	<b>Systembeschreibung BRUGG-STAMANT-Baueinheiten</b>
<b>5.4</b>	<b>Lecküberwachung</b>
5.400	Lecküberwachung BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr
5.410	Lecküberwachung nach dem Unterdruckprinzip
5.450	Lecküberwachung nach dem Überdruckprinzip
<b>5.601</b>	<b>Bauteilauszug aus dem Standardprogramm</b>
<b>5.801</b>	<b>Angaben für den Tiefbau</b>

# Systembeschreibung

## BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Z-38.4-207

Das BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr ist ein in Baueinheiten vorgefertigtes Doppelrohr-System in den Dimensionen **DN 15/32 bis DN 800/900**, das sich besonders als Transportleitung für brennbare und nicht brennbare, wassergefährdende Stoffe eignet.

Die Montage und Verlegung der Baueinheiten erfolgt durch autorisierte Fachbetriebe nach §19 I WHG, TRbF 50 mit Nachweis der erforderlichen Verfahrens- und Schweißerprüfung.

Der Ringraum zwischen Innen- und Außenrohr dient als Überwachungsraum für den Anschluss eines Leckanzeigers, der die vollständige und permanente Dichtheitskontrolle übernimmt. Im Falle einer Leckage erfolgt eine optische und akustische Alarmgabe und, wenn gefordert, eine Unterbrechung des weiteren Förderstofftransportes.

Der Leckanzeiger regelt den Überwachungsdruck im Überwachungsraum des Sicherheitsrohres und registriert Druckveränderungen, auch bei Kleinstleckagen, am Innen- oder Außenrohr.

Zusätzliche Funktionen bei Alarmgabe, wie z.B. die Weiterleitung des Alarmsignals, das Ausschalten von Förderpumpen oder das Schließen von Magnetventilen, erhöhen zusätzlich die Betriebssicherheit.

Es gibt zwei Überwachungssysteme:

Lecküberwachung nach dem

1. Unterdruckprinzip
2. Überdruckprinzip

Der Einsatz eines Leckanzeigergerätes bietet neben einer hohen Betriebssicherheit beachtliche wirtschaftliche Vorteile:

1. Eine einfache Überprüfung des Gesamtsystemes ist jederzeit ohne Betriebsunterbrechung möglich.
2. Anforderungen wie z.B. Druck-/Volumenmessungen, Druckprüfungen oder Rohrleitungs-trassenbesichtigungen können entfallen.

Die werkseitig vorbereiteten Baueinheiten beinhalten alle notwendigen projektbezogenen Formteile (wie z. B. Bogen, T-Stück, Mauerdurchführung usw.), einschließlich dem kompletten äußeren Korrosionsschutz für erdverlegte Rohrleitung entsprechend den Anforderungen nach DIN 30672. Die werkstoffspezifische Auslegung des Außenrohres und des medienführenden Innenrohres obliegt den zu erwartenden mechanischen, thermischen und chemischen Beanspruchungen sowie den geltenden gesetzlichen Bauvorschriften. Die konventionelle Projektierung von doppelwandigen Rohrsystemen speziell für größere Rohrdimensionen für den Transport brennbarer, umweltgefährdender Medien stellt hohe Anforderungen an die fachmännische technische Auslegung sowie an Kenntnisse im Brand-, Explosions- und Gewässerschutz.

Durch jahrelange Erfahrung in der Planung und Ausführung von Stahlmantelrohrprojekten im Fernwärmebereich und von FLEXWELL-Sicherheitsrohranlagen in Industrie, Chemie und Tankanlagenbau werden wir diesen Anforderungen gerecht.



### Aufbau des BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohres

- 1 Innenrohr
- 2 Überwachungsraum
- 3 Außenrohr
- 4 Korrosionsschutz

# Systembeschreibung

## Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-38.4-207

Das BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr mit Lecküberwachung wird entsprechend der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung und der Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EG sowie den Bauvorschriften der TRbF 50 gefertigt und projektiert. Das System obliegt den Anforderungen der 11. GSGV, des § 19 g WHG, des § 7 BetrSichV. (Betriebssicherheitsverordnung) und den länderspezifischen Anforderungen der VAwS.

## Prüf- und Beurteilungsgrundlagen des Leckanzeigergerätes

(Definition des Überwachungsraumes, des Leckanzeigers mit Verbindungsleitung und des Leckanzeigemediums gem. TRbF 503)

- Betr.SichV
- Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten – TRbF
  - TRbF 50 (Teil 1) Rohrleitungen innerhalb des Werkgeländes
  - TRbF 502, EN 13160 Richtlinie / Bau- und Prüfgrundsätze für Leckanzeigergeräte für doppelwandige Rohrleitungen
- Wasserhaushaltsgesetz – WHG
- Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen – VAwS und deren zugehörigen Verordnung – VVAwS

## Prüfungen

entsprechend der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EG und der TRbF 50 und den Bau- und Prüfgrundsätzen nach TRbF 50.

## Vor-, Bau- und Druckprüfungen

Im Rahmen der Fertigung führen wir im Werk mit dem zuständigen Sachverständigen die notwendigen Vor-, Bau- und Druckprüfungen durch. Die auf der Baustelle abschließenden Prüfungen der Baustellenverbindungen erfolgt ebenfalls durch den Sachverständigen mit Unterstützung des betrieblichen Sachkundigen des Fachbetriebes.

## Abnahmeprüfung

Die Funktionsprüfung und Inbetriebnahme der Lecküberwachung erfolgt nach der Beschreibung der Zulassungsunterlagen des eingesetzten Leckanzeigers.

## Qualifikationsnachweise

Neben unserer Erfahrung garantieren folgende Qualifikationsnachweise für eine qualitäts- und fachgerechte Auftragsausführung:

- Fachbetrieb gem. § 19 WHG
- Fachbetrieb gem. TRbF 180 Nr. 1.7/50
- Fachbetrieb gem. TRbF 503
- Verfahrensprüfung entsprechend AD-Merkblatt HP 2/1
- Schweißerprüfung entsprechend AD-Merkblatt HP 3
- Fachbetrieb für die Herstellung und Errichtung von Rohrleitungen
- Überwachung der Abnahme entsprechend Druckgeräterichtlinie 97/23/EG

# Vordruck Technische Projektbeschreibung

Leckanzeigergerät: BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr – Technische Beschreibung

## Leckanzeigergerät

(Sicherheitsrohrleitung und Lecküberwachung)

zugelassen zum Transport von wassergefährdenden (brennbar und nichtbrennbar) Medien gem. VbF i.Vm. der 11. GSGV, WHG, VAWS

## Sicherheitsrohr

als doppelwandige Stahl-Rohrleitungsstruktur mit Überwachungsraum als Teil eines Leckanzeigergerätes.

Typ: BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr

## Lecküberwachung (gem. TRbF 502)

Überdruck-Leckanzeiger

Unterdruck-Leckanzeiger

## Hersteller

BRUGG Rohrsysteme GmbH

## Montage/Verlegung

erfolgt durch autorisierte Fachbetriebe nach § 19 I WHG und TRbF 50

## Verwendung

Unterirdische oder oberirdische Rohrleitung

## Förderstoff

wassergefährdende [brennbare und nichtbrennbare] Medien

## Abmessungen

Außenrohr DN 32 bis DN 900

Innenrohr DN 15 bis DN 800

## Betriebsbedingungen

Betriebsdruck im Innenrohr:

– bis max. 16 bar bei Überdruck-Lecküberwachung

– bis max. 25 bar bei Unterdruck-Lecküberwachung

Berechnungsdruck, Überwachungsdruck: entsprechend der Zulassungsbeschreibung

Prüfdruck TRbF 50

Innenrohr: 1,3-fache des Betriebsdruckes im Innenrohr

Überwachungsraum: 1,3-fache des Überwachungsdruckes oder nach Druckgeräterichtlinie (DGRL)

oder nach Druckgeräterichtlinie (DGRL)

Für jedes BRUGG-STAMANT-Rohrsystem wird gemäß der BAZ eine prüffähige Statische Festigkeitsberechnung erstellt.

# Vordruck Technische Projektbeschreibung

## Materialspezifikation

### Innenrohr

Abmessungen nahtlos und geschweißte Rohre nach EN 10220

Technische Lieferbedingungen: nach TRbF 50. oder EN 10216-1, 10216-2, 10217-1, 10217-2, 10208-2

Abnahmeprüfzeugnis nach DIN EN 10204 – „3.1.“

### Außenrohr

Abmessungen nahtlos und geschweißte Rohre nach EN 10220

Technische Lieferbedingungen: nach TRbF 50. oder EN 10216-1, 10216-2, 10217-1, 10217-2, 10208-2

Mit äußerer PE-Korrosionsschutzumhüllung nach DIN 30670 oder DIN 30671.

Abnahmeprüfzeugnis nach DIN EN 10204 – „3.1.“

### IR-Bogen

Rohrbogen DIN 2605

Werkzeugnis nach DIN EN 10204 – „3.1.“

Ausführung entsprechend der Zulassungsbeschreibung (siehe auch Arb.-Blatt SMR 5.03.01/02)

### AR-Bogen

Rohrbogen, Radius entsprechend dem Innenrohrbogen mit entsprechender Materialspezifikation Außenrohr  
DIN 2605 oder in Segmenten

PE-Korrosionsschutzumhüllung nach DIN 30672.

Ausführung entsprechend der Zulassungsbeschreibung (siehe auch Arb.-Blatt SMR 5.03.01)

### T-Abzweig

bestehend aus: Außenrohr- und Innenrohrabzweig, T-Abzweig nach DIN 2615, 2618 oder Weldolet

Ausführung entsprechend der Zulassungsbeschreibung (siehe auch Arb.-Blatt SMR 5.04.01 - 5.04.05)

### Endverschluss

als druck- und vakuumdichter Abschluss des Ringraumes zwischen Außen- und Innenrohr, kraftschlüssig verschweißt,  
bei gleichzeitiger Durchführung des Innenrohres, einschl. Anschluss für Leckanzeiger. Ausführung entsprechend der  
Zulassungsbeschreibung (siehe auch Arb.-Blatt SMR 5.14.01).

### Führungslager

Abstandshalter

Axiallager dienen der funktionsgerechten Führung des Innenrohres und gewährleisten die Durchgängigkeit des  
Überwachungsraumes. Ausführung entsprechend der Zulassungsbeschreibung (siehe auch Arb.-Blatt SMR 5.10.01/  
5.11.01/5.12.01)

### Lecküberwachung

Der zwischen Innen- und Außenrohr bestehende Ringspalt, Ringraumvolumen max. 10 m<sup>3</sup>, dient als Überwachungsraum.  
Die Überwachung der Rohrleitung erfolgt nach dem Überdruck- oder Unterdrucksystem, ausgelegt auf den tatsächlichen  
Betriebsdruck des Innenrohres, durch zugelassene Leckanzeiger.

Brennbare Flüssigkeiten der Gefahrenklasse AI, AII, AIII und B sowie WGK 1 bis 3

Brennbare Flüssigkeiten (AIII) und nicht brennbare Flüssigkeiten

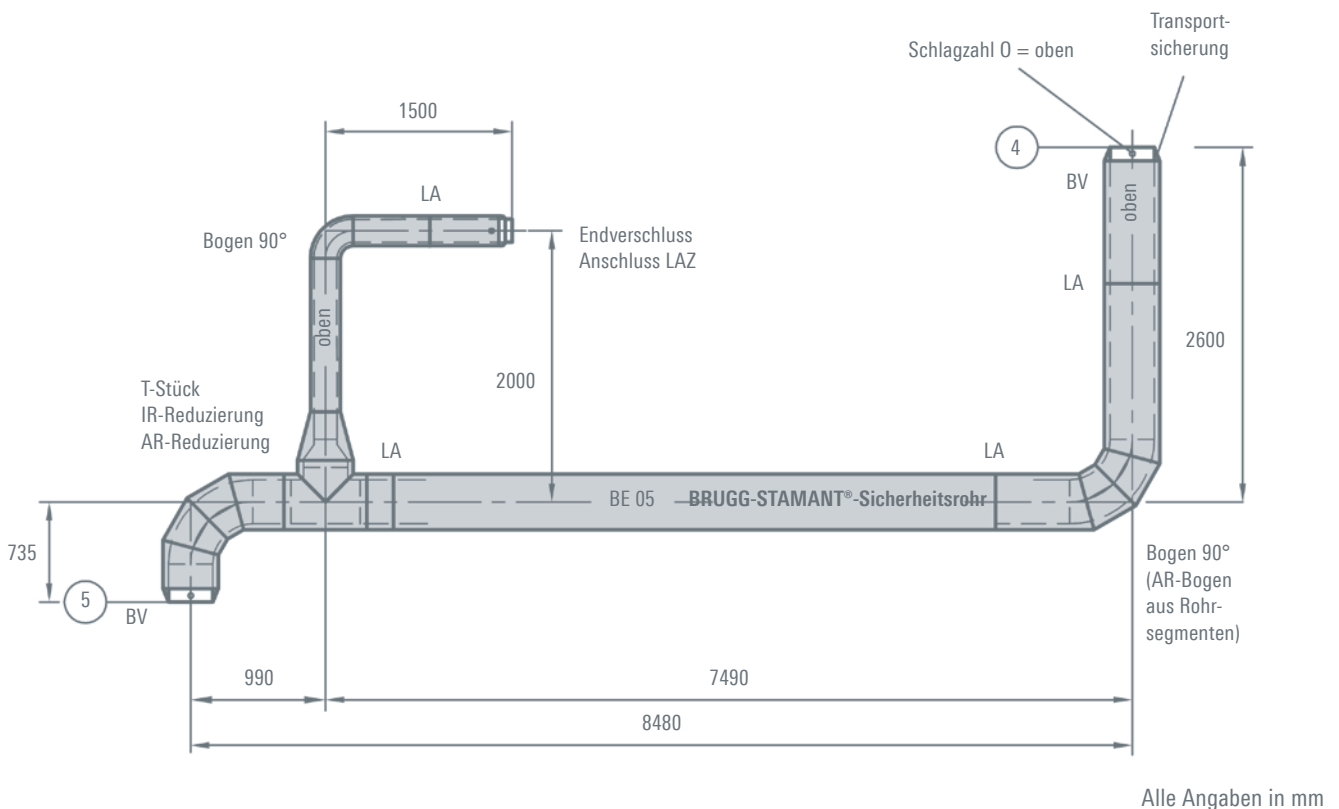
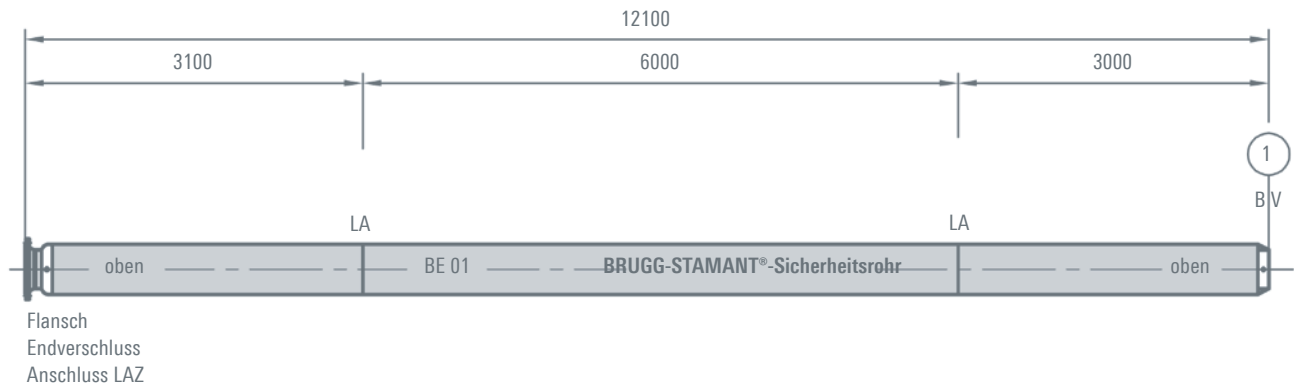
Ausführung entsprechend der Zulassungsbeschreibung.

# Systembeschreibung

## BRUGG-STAMANT-Baueinheiten

BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr-Baueinheiten beinhalten alle notwendigen Formstücke wie Bögen, T-Abzweige, Reduzierungen und Endverschlüsse. Die Standardlänge der Baueinheiten ist 12,0 m. Größere Längen sind nach Absprache möglich. Die maximale Länge der Baueinheiten wird nur durch Transportmöglichkeiten eingeschränkt.

### Baueinheiten einer ausgeführten Anlage



# Lecküberwachung

## BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr

### Die Lecküberwachung

Das BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr wird mit pneumatischen Leckanzeigeeinrichtungen/Leckanzeigern permanent überwacht. Diese regeln den Überwachungsdruck im Überwachungsraum und registriert auftretende Druckveränderungen.

Der Überwachungsraum dient der Aufnahme des Leckanzeigemediums (Inertgas) und verhindert bei Leckagen ein unkontrolliertes Austreten des Förderstoffes. Der Überwachungsraum muss konstruktiv so gestaltet sein, dass bei Anschluss einer Lecküberwachung unter allen Betriebsbedingungen die Funktions- und Betriebssicherheit des Leckanzeigesystems (Leckanzeigergerät) sichergestellt ist.

Im Schadensfall wird die Alarmmeldung durch ein akustisches und optisches Signal angezeigt.

### Definition Leckanzeigesystem/Leckanzeigergerät

„Leckanzeigesystem“/„Leckanzeigergerät“ ist gemäß den geltenden Vorschriften eine Einrichtung, die Undichtheiten der Wandungen von doppelwandigen Rohrleitungen, in denen wassergefährdende (brennbare und nichtbrennbare) Flüssigkeiten befördert werden, bei allen Betriebsbedingungen selbsttätig anzeigen. Unter dem Begriff Leckanzeigesystem/Leckanzeigergerät sind alle für die Leckerkennung erforderlichen Ausrüstungen zusammengefasst.

Hauptkomponenten sind:

Leckanzeiger (LAZ) / Leckanzeigeeinrichtung, Verbindungsleitung ÜR – LAZ,  
doppelwandige Rohrleitung,  
Überwachungsraum (ÜR),  
Leckanzeigemedium, ...

Der Einsatz dieses Systems entspricht dem höchsten europäischen Sicherheitsniveau (Klasse I). Systeme dieser Klasse zeigen ein Leck oberhalb und unterhalb des Flüssigkeitsspiegels in einem doppelwandigem Schutzsystem an. Sie sind sicherheitsgerichtet aufgebaut und sorgen dafür, daß kein Produkt in die Umwelt eindringen kann.

### Leckanzeiger (LAZ) Leckanzeigeeinrichtung

Man unterscheidet zwei Differenzdruck-Leckanzeigeeinrichtungen: Lecküberwachung zur Anzeige von Lecks an Überwachungsräumen von doppelwandigen Rohrleitungen nach dem Unterdruckprinzip und nach dem Überdruckprinzip (Inertgas).

BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr mit Unterdruck-Leckanzeiger

BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr mit Überdruck-Leckanzeiger

### Zulassung/Eignung

Alle zum Einsatz kommenden Leckanzeigesysteme/Leckanzeigergeräte müssen festgelegten Bau- und Prüfgrundsätzen entsprechen. Insoweit sind daher alle Bedingungen zu beachten, die einen Einfluss auf die Funktions- und Betriebssicherheit des Systems haben können. Folgerichtig sind die Einsatzbedingungen von den zuständigen Prüfstellen geprüft und in erteilten Zulassungen eindeutig definiert und festgelegt.

BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr mit Lecküberwachung ist ein zugelassenes Leckanzeigesystem/Leckanzeigergerät.

### Systemvorteil

Der Einsatz des doppelwandigen BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohres mit Lecküberwachung bietet neben einer hohen Betriebssicherheit beachtliche wirtschaftliche Vorteile:

- Eine einfache Überprüfung des Gesamtsystems ist jederzeit ohne Betriebsunterbrechung möglich.
- Anforderungen wie z.B. Druck-/Volumenmessungen, Druckprüfungen oder Trassenbesichtigungen können entfallen.

# Lecküberwachung nach dem Unterdruckprinzip

BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr

## Unterdruck-Lecküberwachung BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr

Die Unterdruck-Leckanzeiger eignen sich gemäß Zulassung zur Überwachung von BRUGG-STAMANT-Rohrleitungen, durch die:

- wassergefährdende, brennbare Stoffe  $\leq 55^{\circ}\text{C}$  nur in Ex-Ausführung
  - wassergefährdende, nichtbrennbare Stoffe
- transportiert werden.

### Funktionsprinzip

Die im Leckanzeiger installierte Unterdruckpumpe stellt im Überwachungsraum einen Unterdruck her. Durch Überwachung dieses Unterdruckes werden Undichtheiten der Rohrleitungswandungen selbsttätig festgestellt.

Bei Unterdruckabfall (Druckanstieg) infolge eines Lecks unter den unteren Wert des Überwachungsunterdruckes wird optisch und akustisch Alarm ausgelöst.

Geringfügige, nicht zu vermeidende Undichtheiten (keine Lecks) werden vom Leckanzeiger selbsttätig ohne Alarmgabe innerhalb des oberen und unteren Wertes des Überwachungsunterdruckes geregelt. Nachevakuierung durch Unterdruckpumpe im Leckanzeiger.

In jedem Alarmfall wird die Unterdruckpumpe automatisch abgeschaltet. Sie kann nur durch Betätigen des außen am Leckanzeiger dafür angeordneten Kippschalters wieder in Betrieb genommen werden.

### Technische Grundsätze

Der Anwendungsbereich des Leckanzeigesystems muß aus physikalischen Gründen auf festgelegte maximale Rohrleitungslängen beschränkt werden, die abhängig sind von der Dimension des BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohres und von der Verlegeart.

### Zulassung/Eignung

Alle zum Einsatz kommenden Leckanzeigesysteme/Leckanzeigergeräte müssen festgelegten Bau- und Prüfgrundsätzen entsprechen. Insoweit sind daher alle Bedingungen zu beachten, die einen Einfluss auf die Funktions- und Betriebssicherheit des Systems haben können.

Folgerichtig sind die Einsatzbedingungen von den zuständigen Prüfstellen geprüft und in erteilten Zulassungen eindeutig definiert und festgelegt.

BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr mit Lecküberwachung ist ein zugelassenes Leckanzeigesystem / Leckanzeigergerät.



# Lecküberwachung nach dem Überdruckprinzip

BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr

## Lecküberwachung BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr

Die Überdruck-Leckanzeiger eignen sich gemäß Zulassung zur Überwachung von BRUGG-STAMANT-Rohrleitungen, durch die:

- wassergefährdende, brennbare Stoffe der
- wassergefährdende, nichtbrennbare Stoffe transportiert werden.

### Funktionsprinzip

Der erforderliche Überdruck im Überwachungsraum der BRUGG-STAMANT-Rohrleitung richtet sich nach dem tatsächlichen Betriebsdruck in der Betriebsrohrleitung (Innenrohr) und wird

- durch druckgesteuertes Nachfüllen aus einem ständig an den Überwachungsraum angeschlossenen Stickstoff-Druckspeicher hergestellt.

#### Betriebsart stationär

- durch nur bei Inbetriebnahme oder Funktionsprüfung anzuschließenden mobilen Druckspeicher hergestellt.

#### Betriebsart mobil

Die Betriebsarten S und M sind durch einen außen am Leckanzeiger angebrachten Betriebsartenschalter vorzuwählen.

Der Überwachungsraum wird durch die Verbindungsleitungen mit dem Leckanzeiger verbunden. Der aufgebaute Überdruck wird durch den Druckaufnehmer gemessen. Bei Druckabfall infolge einer Undichtheit auf den fest eingestellten Wert ALARM-EIN wird die Alarmgabe optisch und akustisch ausgelöst.

Bei der Betriebsart S erfolgt nach Inbetriebnahme die Regelung des Überwachungsdruckes durch druckgesteuertes Nachspeisen aus dem ständig mit dem Überwachungsraum verbundenen Stickstoff-Druckspeichers mit nachgeschaltetem Druckminderer.

Bei Betriebsart M wird der Überwachungsdruck (SOLL-DRUCK) bei Inbetriebnahme im Überwachungsraum einmalig durch einen nicht ständig angeschlossenen Druckspeicher aufgebracht. Im weiteren Betrieb erfolgt keine druckgesteuerte Nachspeisung. Eintretender Druckabfall bis zum ALARM-Schaltpunkt ist daher im Alarmfall über den dann anzuschließenden Druckspeicher bis zum eingestellten Wert des SOLL-Druckes auszugleichen.

### Zulassung/Eignung

Alle zum Einsatz kommenden Leckanzeigesysteme/Leckanzeigergeräte müssen festgelegten Bau- und Prüfgrundsätzen entsprechen. Insoweit sind daher alle Bedingungen zu beachten, die einen Einfluss auf die Funktions- und Betriebssicherheit des Systems haben können.

Folgerichtig sind die Einsatzbedingungen von den zuständigen Prüfstellen geprüft und in erteilten Zulassungen eindeutig definiert und festgelegt.

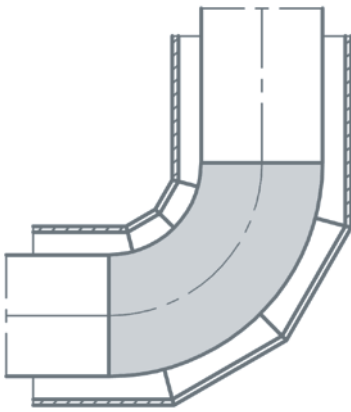
BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr mit Lecküberwachung ist ein zugelassenes Leckanzeigesystem / Leckanzeigergerät.

# Bauteilauszug aus dem Standardprogramm

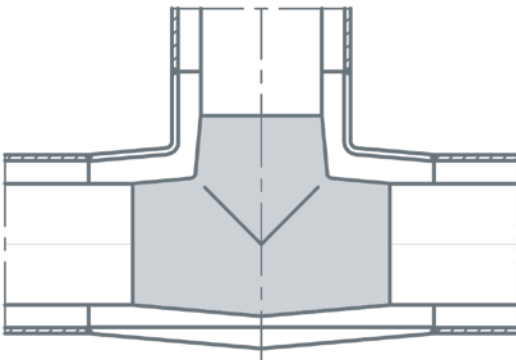
In eine Baueinheit montiert



Gem. Arb.-Blatt SMR 4.610 ...



Gem. Arb.-Blatt SMR 4.603 ...



Gem. Arb.-Blatt SMR 4.604 ...



Gem. Arb.-Blatt SMR 4.602 ...

## Abstandshalter

Axiallager

gem. Arb.-Blatt SMR 5.10.01 ...

Zwangsführung

gem. Arb.-Blatt SMR 5.11.01 ...

Lagerplatte

gem. Arb.-Blatt SMR 5.12.01 ...

## Doppelwandiger Bogen

Bogen in Bogen

gem. Arb.-Blatt SMR 5.03.01 ...

Außenrohrbogen aus Rohrsegmenten

gem. Arb.-Blatt SMR 5.03.01 ...

## Doppelwandiges T-Stück

T-Stück nach DIN 2615

gem. Arb.-Blatt SMR 5.04.01 ...

T-Stück mit Sattelstützen

gem. Arb.-Blatt SMR 5.04.01 ...

T-Stück mit Weldolet

gem. Arb.-Blatt SMR 5.04.01 ...

## Endverschluss

Endverschluss

gem. Arb.-Blatt SMR 5.14.01 ...

Axialkompensatorverschluss

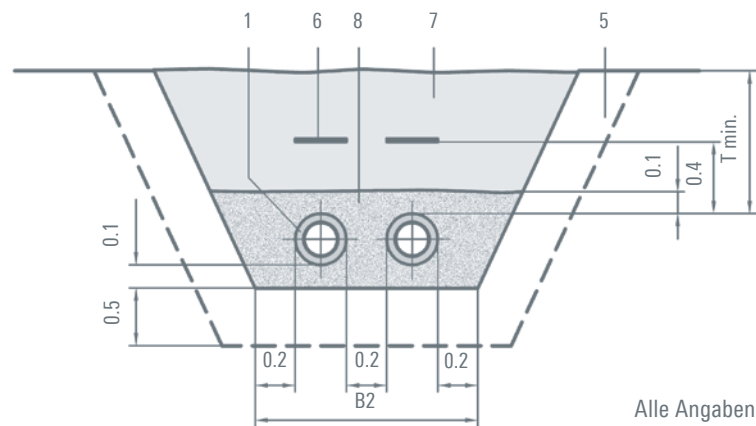
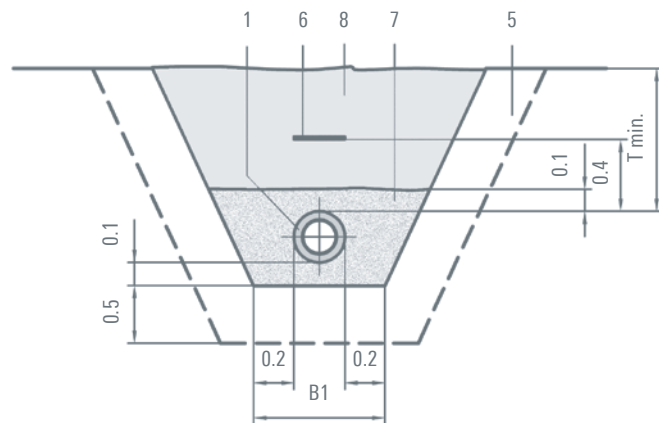
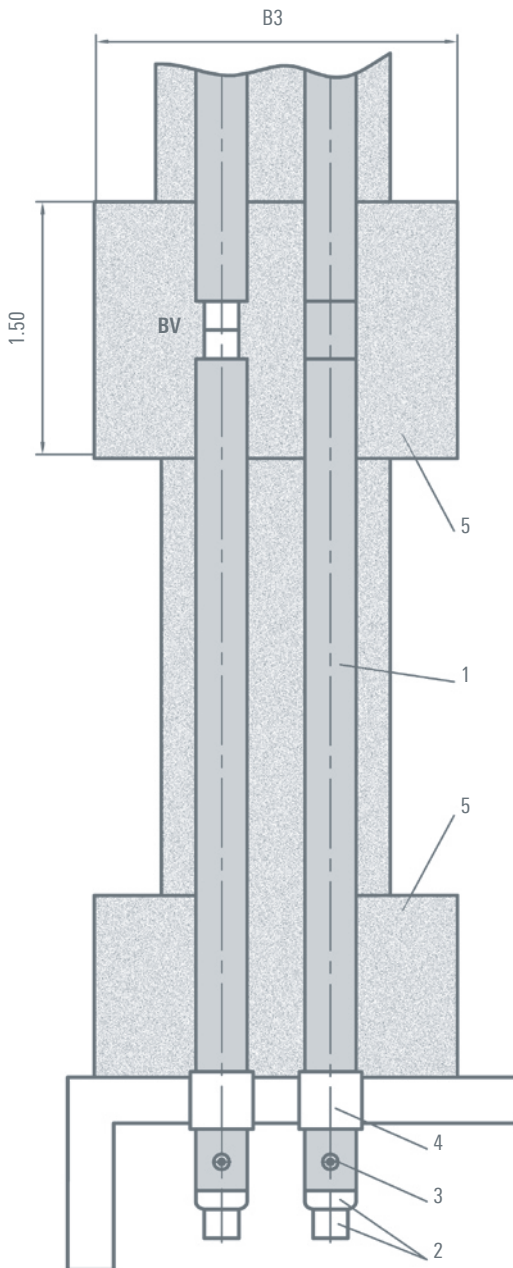
gem. Arb.-Blatt SMR 5.14.01 ...

Linsenkompensatorverschluss

gem. Arb.-Blatt SMR 5.14.01 ...

# Angaben für den Tiefbau

## Grabenquerschnitt



Alle Angaben in m

- 1 BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr
- 2 Rohranschluss mit Endverschluss
- 3 Anschluss an LAZ
- 4 Mauerdurchführung/Abdichtung
- 5 Arbeitsraum vor Gebäuden, Schächten und im Bereich der Bauverbindungen BV
- 6 Trassenwarnband  
(Lieferung durch BRUGG Rohrsysteme, Verlegung bauseits)
- 7 Sandfüllung ( $K \leq 2$  mm)
- 8 Verfüllmaterial

Die Grabenbreite „B“ sind empfohlene Werte.

Bitte allgemein gültige technische Regeln, Richtlinien und Unfallverhütungsvorschriften beachten.

BRUGG-STAMANT®-Sicherheitsrohr (Außenrohr)	DN 65	DN 80	DN 100	DN 150	DN 200	DN 300	DN 400	DN 500	DN 600	
min. Außendurchmesser	d (mm)	77.9	90.7	116.3	170.3	221.1	326.1	408.6	510.5	612.1
min. Überdeckungshöhe t bei SLW 60	(m)	min. 0.90								
min. Überdeckungshöhe t bei SLW 30	(m)	min. 0.75								
Grabenbreite	B1 (m)	0.48	0.49	0.52	0.57	0.62	0.73	0.81	0.91	1.02
Grabenbreite	B2 (m)	0.76	0.78	0.84	0.94	1.04	1.25	1.42	1.62	1.83
Kopflochbreite	B3 (m)	1.56	1.58	1.64	1.74	1.84	2.05	2.22	2.42	2.63