

Kunststoffdoppelrohrsysteme mit Leckageortungssystemen zum sicheren Transport von wassergefährdenden Medien

Plastic double pipe systems with leak location systems for the safe transport of water-endangering media

Stefan Kaul, FRANK GmbH, Mörfelden-Walldorf, Germany

Zusammenfassung

Der Einsatz von Doppelrohrsystemen dient dem sicheren Transport von Medien, für die ein erhöhtes Sicherheitsniveau notwendig ist. Die DVS-Richtlinie 2210-2 „Industrierohrleitungen aus thermoplastischen Kunststoffen – Projektierung, Konstruktion, Errichtung Doppelrohrsysteme“ (Entwurf Januar 2007) wurde von der DVS AG W 4.3 a „Konstruktive Gestaltung: Rohrleitungsbau“ mit dem Ziel erarbeitet, von der Projektierung bis zum Betrieb von Kunststoffdoppelrohrleitungen den Beteiligten Hinweise für die Planung bis zum Betrieb zu geben.

1. Einsatzgebiete von Doppelrohrsystemen

Doppelrohrsysteme wurden entwickelt, um den komplexen Anforderungen an Rohrleitungssysteme in vielen industriellen bzw. kommunalen Anwendungsgebieten gerecht zu werden. Infolge verschiedener Fragen wie Sicherheit, Behördenauflagen, Versicherungsrisiko, Umweltschutz sowie ethischer und moralischer Vorbehalte nehmen die Bedenken bezüglich Auftreten von Leckstellen beim Transport von gefährlichen Chemikalien ständig zu. Doppelrohrsysteme bieten ein hohes Maß an Sicherheit mit zusätzlichen Vorteilen wie:

- Einsatz hochkorrosionsbeständiger thermoplastischer Formmassen wie z. B. PE, PP, PVDF und ECTFE.
- Verschiedene Kombinationsmöglichkeiten von Medienrohr und Schutzrohr.
- Die Lokalisierung der Leckstelle ist durch ein elektronisches Meldesystem möglich; dadurch ergeben sich geringe Reparatur- und Wartungskosten sowie minimale Folgeschäden.
- Das System kann in mehrere Schutz-zonen unterteilt werden, wodurch sich die Betriebsflexibilität erhöht.

Die Verlegung ist leicht zu bewerkstelligen. Das System kann ohne Weiteres komplett auf der Baustelle aus den einzelnen



Stefan Kaul
Autorenprofil: Author profile:
www.fuegen-von-kunststoffen.de/?id=201911
www.joining-plastics.info/?id=201911
s.kaul@frank-gmbh.de

Bestandteilen zusammengesetzt werden. Isometrien können vorgefertigt werden. Heute sind Doppelrohrleitungen nicht nur in der chemischen Industrie erforderlich, sondern aufgrund der steigenden Anforderungen hinsichtlich des Umweltschutzes auch in vielen anderen Bereichen.

Abstract:

The utilisation of double pipe systems serves to safely transport media for which an increased safety level is necessary. The DVS 2210 2 technical code, "Industrial pipelines made of thermoplastics - planning, design and erection of double pipe systems" (January 2007 draft), was elaborated by DVS AG W 4.3 a, "Structural design: pipeline construction", with the objective of giving the people involved instructions from the planning to the operation of plastic double pipelines.

1. Utilisation fields of double pipe systems

Double pipe systems were developed in order to satisfy the complex demands on pipeline systems in many industrial and municipal areas of application. As a result of various

questions such as safety, official requirements, insurance risk, environmental protection as well as ethical and moral reservations, there are ever more doubts with regard to the occurrence of leaks during the transport of hazardous chemicals. Double pipe systems offer a high degree of safety with additional advantages such as:

- Utilisation of highly corrosion-resistant thermoplastic moulding compounds, e.g. PE, PP, PVDF and ECTFE.
- Various combination possibilities of the media pipe and the protective pipe.
- The leak can be localised by an electronic reporting system; this results in low repair and maintenance costs as well as in minimal consequential damage.
- The system can be divided into several protective zones - thus higher operational flexibility.

The laying is easy to carry out. The system can readily be put together from the individual constituents completely on the building site. Isometric components can be prefabricated. Today, double pipelines are necessary not only in the chemical industry but also in many other fields because of the ever more stringent requirements with regard to environmental protection.



Bild 1: Doppelrohrsysteme aus PE und PP

Fig. 1: Double pipe systems made of PE and PP

2. Vorschriften und Anwendungshinweise

Die DVS-Richtlinie 2210-2 „Industrierohrleitungen aus thermoplastischen Kunststoffen – Projektierung, Konstruktion, Errichtung Doppelrohrsysteme“ (Entwurf Januar 2007) bietet erstmals sowohl dem Planer als auch dem Errichter Hinweise, was bei der Projektierung, Auslegung, Errichtung und Inbetriebnahme von Kunststoffdoppelrohrsystemen zu beachten gilt.

Für Abwasserleitungen, die durch Trinkwasserschutzgebiete führen, werden im DWA-Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 142 „Abwasserkanäle und -leitungen in Wassergewinnungsgebieten“ doppelwandige Rohrleitungen für bestimmte Bereiche gefordert. Zum Teil werden auch Vorgaben hinsichtlich der Auslegung und Verlegung definiert. Da die DWA-Richtlinie jedoch generell für alle in der kommunalen Entsorgung eingesetzten Werkstoffe gilt, kann diese Richtlinie nur einen groben Rahmen für die Planung von Kunststoffdoppelrohrleitungen darstellen.

Für den Transport wassergefährdender Medien gilt nach dem Wasserhaushaltsgesetz grundsätzlich das Zwei-Barrieren-Prinzip. Hierbei müssen die zwei Barrieren nicht grundsätzlich miteinander konstruktiv verbunden sein oder aus einem System bestehen. Vielmehr gilt der Grundsatz, dass Leckagen sicher aufgefangen und erkannt werden können. Im Falle von Rohrleitungen kann dies z. B. dadurch erfolgen, dass die Rohrleitungen in speziellen Rinnen oder Kanälen geführt werden, die sowohl gegenüber den zu fördernden Medien beständig und entweder einsehbar oder mit einer Leckageortung ausgerüstet sind. Da diese Bauweise recht aufwendig ist, bietet sich häufig der Einsatz von doppelwandigen Kunststoffrohrsystemen an.

3. Design von Doppelrohrsystemen

Das Design von Kunststoffdoppelrohrsystemen sollte grundsätzlich nach der DVS-Richtlinie 2210-2 erfolgen. Hierin findet der Planer wichtige Hinweise für die Auslegung des Systems. Ein wichtiger Faktor, der bei der Auslegung von Doppelrohrleitungssystemen zu berücksichtigen ist, ist die sowohl für das Innen- als auch für das Außenrohr erforderliche Wanddicke. Dabei hängt die Wanddicke nicht nur

von den Betriebsbedingungen wie Temperatur, Betriebsüberdruck (sofern vorhanden) und fortzuleitendes Medium, sondern auch von den Verlegebedingungen (gilt besonders für erdverlegte Leitungen) ab.

Bei Anwendungen für den Transport von unter Druck befindlichen Medien ist das Innenrohr wie auch das Außenrohr so auszulegen, dass die möglichen Betriebsdrücke aufgenommen werden können. Das Außenrohr muss hierbei für den Lastfall Betriebsdruck nur für eine reduzierte Dauer bemessen sein. Diese Reduzierung richtet sich hauptsächlich danach, in welcher Zeit eine mögliche Leckage erkannt und behoben werden kann. Die DVS-Richtlinie 2210-2 unterscheidet Systeme, bei denen im Havariefall der Ringraum mit dem Medium und dem Betriebsdruck über eine Zeit von < 72 h oder > 72 h, aber < 3 Monate belastet wird. Für diese Dauer muss das Außenrohr gegenüber dem Medium chemisch wie thermisch widerstandsfähig sein. Dadurch kann gewährleistet werden, dass das System weiter in Betrieb bleiben kann, auch wenn am Innenrohr ein Leck entstehen sollte, wodurch letztlich mehrere Tage Stillstand mit kostspieligem Produktionsverlust eingespart werden können. Die zusätzlichen Materialkosten sind dadurch gerechtfertigt. Die DVS Richtlinie 2210-2 kann für folgende Rohrwerkstoffe angewendet werden:

- ABS
- PB
- PE
- PP-H, PP-B, PP-R
- PVC
- PVDF
- ECTFE.

Der zur Überwachung des Doppelrohrsystems erforderliche Ringspalt (Überwachungsraum) ist so zu bemessen, dass ein ausreichender Durchgang für die fortzuleitende Flüssigkeit und – sofern vorgesehen – für das Leckanzeigemedium gewährleistet ist. In der Praxis bedeutet dies, dass der Ringspalt nicht kleiner als 15 mm ausgeführt wird. Konstruktive Besonderheiten, wie unterschiedliche Bogenradien von Innen- und Außenrohr, erfordern häufig eine entsprechend großzügige Dimensionierung des Außenrohres bei vorgegebenem Innenrohr. Dabei sind Längenänderungen infolge Temperatur-, Druck- und Medienbeanspruchung zu berücksichtigen.

2. Regulations and application instructions

For the first time, the DVS 2210 2 technical code, "Industrial pipelines made of thermoplastics - planning, design and erection of double pipe systems" (January 2007 draft), offers both the planner and the erector instructions which must be taken into account during the planning, design, erection and commissioning of plastic double pipe systems.

For waste water pipes running through drinking water protection areas, double-walled pipelines are demanded for certain fields in the DWA work sheet ATV DVWK A 142, "Sewers and drains in water catchment areas". In part, stipulations are also defined with regard to the design and laying. However, since the DWA technical code generally applies to all the materials utilised in municipal waste disposal, this technical code can only represent a rough framework for the planning of plastic double pipelines.

According to the Water Management Act, the two-barrier principle basically applies to the transport of water-endangering media. In this respect, the two barriers do not always have to be structurally connected with each other or to consist of one system. Instead, the applicable fundamental principle is that leaks can be collected and recognised reliably. In the case of pipelines, this can be achieved, for example, by routing the pipelines in special ducts or channels which are not only resistant to the media to be conveyed but are also either visible or equipped with a leak location system. Since this construction is extremely complicated, it is frequently appropriate to utilise double-walled plastic pipe systems.

3. Design of double pipe systems

Plastic double pipe systems should basically be designed according to the DVS 2210 2 technical code in which the planner finds important instructions for designing the system. One important factor which must be taken into consideration when designing double pipeline systems is the wall thickness necessary for the internal pipe as well as for the external pipe. In this respect, the wall thickness depends not only on the operating conditions such as the temperature,

the operating excess pressure (in so far as this exists) and the medium to be conveyed away but also on the laying conditions (applies to buried pipes in particular).

In the case of applications for the transport of media subject to pressure, both the internal pipe and the external pipe must be designed in such a way that the possible operating pressures can be accommodated. In this respect, the external pipe must be dimensioned for the operating pressure load type only for a reduced duration. This reduction is mainly oriented to the time in which a possible leak can be recognised and rectified. The DVS 2210 2 technical code distinguishes between systems in which, in the event of a failure, the annular space is loaded with the medium and the operating pressure over a time of < 72 h or > 72 h but < 3 months. For this duration, the external pipe must be both chemically and thermally resistant to the medium. It can thus be guaranteed that the system can remain in operation even if a leak should occur in the internal pipe. Finally, it is therefore possible to save several days of standstill with an expensive loss of production. The additional material costs are justified by this.

The DVS 2210 2 technical code can be applied to the following pipe materials:

- ABS
- PB
- PE
- PP H, PP B and PP R
- PVC
- PVDF
- ECTFE

The annular gap necessary for the monitoring of the double pipe system (monitoring space) must be dimensioned in such a way that an adequate passage is guaranteed for the liquid to be conveyed away and, in so far as planned, for the leak indicator medium. In practice, this means that the annular gap is executed no smaller than 15 mm. Structural peculiarities, such as different bend radii of the internal and external pipes, frequently require correspondingly generous dimensioning of the external pipe with a stipulated internal pipe. In this respect, it is necessary to take account of length changes due to temperature, pressure and media stresses.

7. Fragebogen zur Berechnung von Doppelrohrleitungen

Bitte den Fragebogen bei Bedarf ausgefüllt an die angegebene Anschrift zurücksenden.

Projektangaben
 Firma: _____ Telefon: _____
 Sachbearbeiter: _____ Telefax: _____
 Bauort: _____
 Bauvorhaben: _____

Betriebsbedingungen
 Durchflußmedium: _____
 Betriebstemp. Innenrohr max: _____ °C min. _____ °C
 Betriebstemp. Außenrohr max: _____ °C min. _____ °C
 Veriegtemperatur: _____ °C Mediumdichte: _____ kg / m³
 max. Betriebsüberdruck: _____ bar erforderliche Standzeit: _____ Jahre

Gewünschte Materialkombination (gemäß Seite 2)
 Außenrohr PP PEHD PVDF ECTFE Innenrohr PP PEHD PVDF ECTFE

Gewünschte Wanddickenkombination und Dimension (gemäß Seite 3) Außen-/Innenrohr

Werkstoff Dimension	PP-PP, PEHD-PEHD oder PEHD-PP SDR 17,6 / SDR 11 (PN 9 / PN 10)	PEHD-PEHD oder PEHD-PP SDR 33 / SDR 17,6 (PN 3,2 / PN 6)	PEHD-PVDF oder PP-PVDF SDR 17,6 / SDR 33 (PN 9 / PN 10)
90/32	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
110/63	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
125/63	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
160/90	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
200/110	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
280/160	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
315/200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> andere			
Außenrohr: SDR _____ (PN _____) d _____ mm	Innenrohr: SDR _____ (PN _____) d _____ mm		

Leckortung
 punktuell mittels Flüssigkeitswächter
 kontinuierliche Ortung mittels Leckwarnkabel
 optische Kontrolle
 sonstige Leckortung

Veriegung
 oberirdisches System, Gebäude
 oberirdisches System, Freiluft im Schatten
 mit direkter Sonneneinstrahlung
 erdverlegtes System²⁾

WICHTIG: Rohrleitungsisometrie bitte als Anlage mitsenden (inkl. Pumpen und Armaturen; bei Pumpen: Angabe über den Förderdruck und Leistung!)

Rücksendeadresse
 FRANK GmbH
 Starckenburgstraße 1
 64546 Mörfelden
 Telefon: 06105/926-0
 Telefax: 06105/926-49
 E-Mail: frank-technik@t-online.de
 Internet: http://www.frank-gmbh.de

Bild 2: Fragebogen

Fig. 2: Questionnaire

4. Dimensionierung von Doppelrohrsystemen

Bei der Auslegung von Doppelrohrsystemen sind die Werkstoffeigenschaften bei Einwirkung betriebsbedingter und anderer Einflüsse zu beachten. Diese Einflüsse können mechanische, thermische und chemische Beanspruchungen zur Folge haben. Zur Auslegung der Doppelrohrleitung müssen Beanspruchungen durch Systemprüfung, Montage, Betriebs- und Leckagezustand berücksichtigt werden. Erdverlegte Doppelrohrsysteme sind zusätzlichen äußeren Belastungen (Überdeckung, Verkehrslast) ausgesetzt, deren Wirkung auf das Außenrohr (und je nach verwendeten Distanzelementen zwischen Innen- und Außenrohr auch auf das Medienrohr) in der Auslegung zu berücksichtigen ist.

Da diese Berechnungen sehr umfangreich sind und in der Regel mit Computerprogrammen gelöst werden, bieten die Hersteller Fragebögen an, in denen die Betriebsbedingungen abgefragt werden, Bild 2.

Wichtigste Bestandteile bei der Auslegung sind die Dehnungen von Innen-

4. Dimensioning of double pipe systems

When designing double pipe systems, it is necessary to pay attention to the material properties when they are subjected to operationally induced and other influences. These influences may lead to mechanical, thermal and chemical stresses. Stresses caused by the system testing, the assembly and the operating and leak conditions must be taken into consideration in order to design the double pipeline. Buried double pipe systems are exposed to additional external loads (covering and traffic load) whose effect on the external pipe (and, depending on the spacer elements used between the internal and external pipes, also on the media pipe) must be taken into account in the design.

Since these calculations are very extensive and are solved with computer programs as a rule, the manufacturers offer questionnaires inquiring about the operating conditions, Fig. 2.

The most important constituents during the design are the expansion of the internal and external pipes and the



Kunststoffbau
 Lüftungen
 Rohrleitungen
 Umwelttechnik
 Ventilatoren
 Behälter

werke in kunststoff weltweit



www.colasit.ch



www.colasit.nl



www.colasit.de



www.colasit.se



www.colasit.com.sg

COLASIT AG
 Kunststoffbau
 CH-3700 Spiez



www.colasit.ch

und Außenrohr bzw. die aus der verhin-
derten Dehnung resultierenden Span-
nungen. Je nach Verlegemethode las-
sen sich drei verschiedene Systeme
unterscheiden:

- flexible Systeme,
- starre Systeme ohne Ausdehnungs-
möglichkeit,
- Systeme mit eingeschränkter Ausdeh-
nungsmöglichkeit.

Je nach Umgebungsbedingungen (vor-
handener Platz, Befestigungsmöglich-
keiten etc.) und vorhandener Belastung
kommen häufig auch Kombinationen
dieser Verlegemethoden zum Einsatz.
Nachfolgend sind die einzelnen Systeme
kurz beschrieben.

4.1 Flexible Systeme

Zur Kompensation von auftretenden
Dehnungen können verschiedene Deh-
nungsaufnehmer eingesetzt werden. Die
Dehnungselemente benötigen einen ent-
sprechenden Bauraum, können aber bei
richtiger Auslegung eine erhebliche
Reduzierung der Belastung zur Folge
haben. Kompensatoren sind über die
Betriebsdauer nicht wartungs- bzw. stö-
rungsfrei und sollten nur in Sonderfäl-
len eingesetzt werden. Für räumliche
Dehnungselemente (Dehnungsschlei-
fen, Dehnungsbogen) ist unbedingt ein
Verformungsnachweis zu führen, Bild 3.

4.2 Starre Systeme ohne Ausdehnungsmöglichkeit

Ein anderer Weg zur Lösung des Pro-
blems Ausdehnung durch Temperatur-
unterschiede, Innendruck und Quellung
besteht darin, mittels Festpunkten die
Dehnung zwischen Innen- und Außen-
rohr und des Gesamtsystems zu verhin-
dern, Bild 4. Zwischen den Festpunkten
werden im Ringspalt in geringen
Abständen Führungselemente ange-
ordnet, die ein Ausbeulen des Innen-
rohrs verhindern. Sofern eine Dehnung
der gesamten Doppelrohrleitung zu
erwarten ist, muss durch die Befesti-
gung der Außenrohrleitung ebenfalls
ein Ausbeulen verhindert werden. Die
Festpunkte können zusätzlich zur Unter-
teilung des Doppelrohrsystems in
Sicherheitsabschnitte verwendet wer-
den.

Bei dieser Art der Verlegemethode ist
unbedingt ein Stabilitäts- und Span-
nungsnachweis zu führen, der neben
der Überlagerung aller Lastfälle für
die Rohrkomponenten auch eine

Berechnung der Festpunktkräfte bein-
halten muss. Im Vergleich zu flexiblen
Systemen ergeben sich durch starre
Verlegung meist geringere Kosten und
ein reduzierter Platzbedarf. Besonders
bei hohen Temperaturdifferenzen ist
diese Methode jedoch mit ausführli-
chen rechnerischen Nachweisen zu
belegen.

4.3 Systeme mit eingeschränkter Ausdehnungsmöglichkeit

Häufig sind durch die räumlichen Gege-
benheiten speziell für die flexible Ver-
legung Einschränkungen gegeben (kein
Platz für Dehnungsschleifen) und eine
durchgängige Verlegung mit Festpunk-
ten ist infolge ungenügender Befesti-
gungsmöglichkeiten nicht realisierbar.
In diesen Fällen besteht die Möglich-
keit, Innen- und Außenrohr fest mitein-
ander zu verbinden und für das
Gesamtsystem geringe Verformungen
zuzulassen.

Bei derartigen Systemen kommt es prin-
zipbedingt zu starken Wechselwirkun-
gen zwischen Innen- und Außenrohr (z.
B. bei freiverlegten Rohrleitungen mit
erhöhten Medientemperaturen und je
nach Jahreszeit niedrigen Außentempe-
raturen). Deswegen bietet sich diese
Verlegemethode nur bei geringen
Längenänderungen (z. B. konstante
Betriebs- und Umgebungstemperatu-
ren) an. Neben dem erforderlichen Span-
nungsnachweis ist für dieses System
auch ein Verformungsnachweis erfor-
derlich.

5. Fügeverfahren

Bei der Verlegung von Doppelrohrsys-
temen können nach der DVS 2210-2 alle
gängigen Verbindungsmethoden wie
Schweißen, Kleben oder mechanische
Verbindungen zum Einsatz kommen.
Bei den Schweißverfahren werden über-
wiegend das Heizelementstumpfschwei-
ßen, Heizwendelschweißen oder Heize-
lementmuffenschweißen eingesetzt.
Grundsätzlich werden die Fügeverfah-
ren in Kaskadenverbindungen (zeitver-
setzt) und Simultanverbindungen (zeit-
gleich) unterschieden. Generell gelten
für die Schweißung die DVS-Richtlinien
2207 und 2210-2.

Für die Ausführung der Schweißarbei-
ten sind nur Personen heranzuziehen,
die eine Ausbildung und Prüfung für die
jeweiligen Fügeverfahren nachweisen
können. Ebenso ist unbedingt dafür Sor-

stresses resulting from the prevented
expansion. Depending on the laying
method, it is possible to distinguish
between three different systems:

- flexible systems
- rigid systems without an expansion
possibility
- systems with a restricted expansion
possibility

Depending on the ambient conditions
(available space, fastening possibilities
etc.) and the existing loads, combina-
tions of these laying methods are also
utilised frequently. The individual sys-
tems are described briefly below.

4.1 Flexible systems

Various expansion compensators can
be used in order to compensate for any
resulting expansion. The expansion ele-
ments need a corresponding construc-
tion space but, subject to their correct
design, may lead to a considerable
reduction in the loads. Compensators
are not maintenance-free or distur-
bance-free over the operating duration
and should only be utilised in special
cases. For three-dimensional expansion

elements (expansion loops and expan-
sion bends), it is imperative to provide
a deformation analysis, Fig. 3.

4.2 Rigid systems without an expansion possibility

Another way of solving the problem of
the expansion caused by temperature
differences, internal pressure and
swelling consists of preventing the
expansion between the internal and
external pipes and of the overall system
using fixed points, Fig. 4. Between the
fixed points, guide elements which pre-
vent the buckling of the internal pipe
are arranged closely together in the
annular gap. In so far as the entire dou-
ble pipeline is expected to expand, buck-
ling must also be prevented by fasten-
ing the external pipeline. The fixed
points can be used in addition to the
division of the double pipe system into
safety sections.

With regard to this kind of laying
method, it is imperative to provide a sta-
bility and stress analysis which must
include not only the superimposition of
all the load types for the pipe compo-

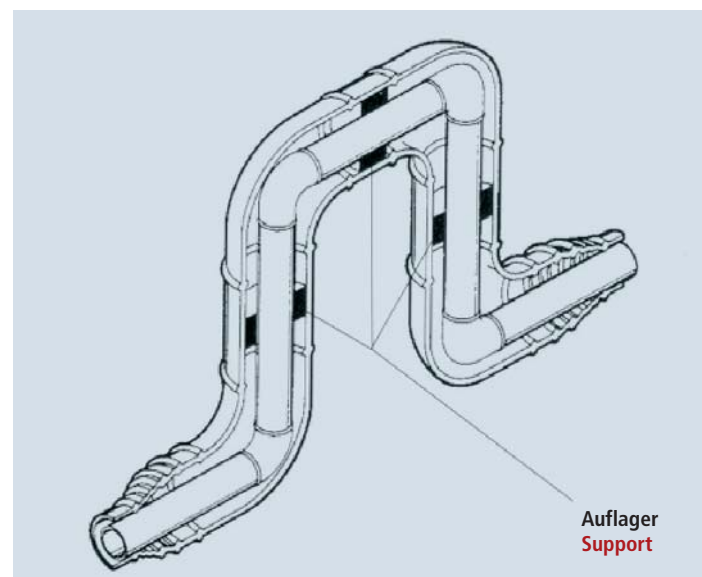


Bild 3: Dehnungsbogen

Fig. 3: Expansion bend

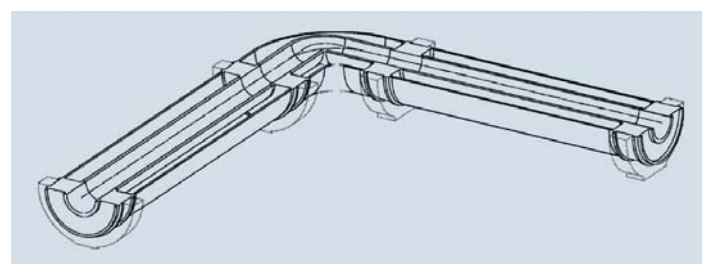


Bild 4: Starres System ohne
Ausdehnungsmöglichkeit

Fig. 4: Rigid system without an
expansion possibility

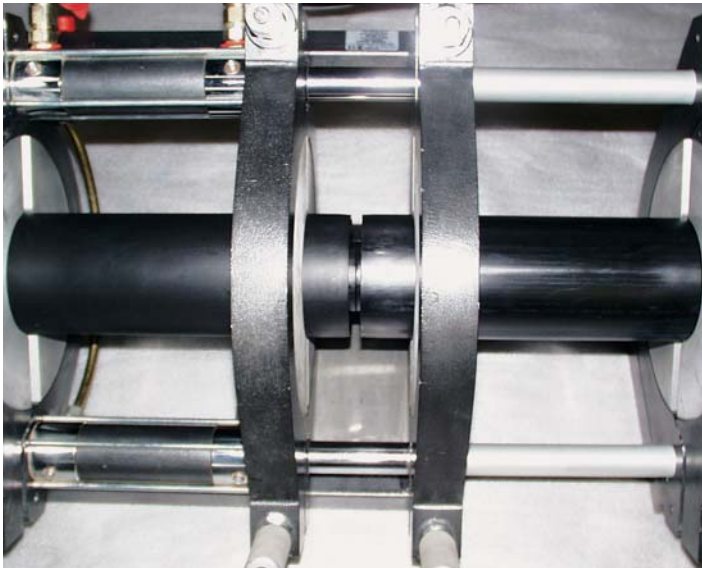


Bild 5: Innenrohrüberstand **Fig. 5: Internal pipe projection**

ge zu tragen, dass ausschließlich Maschinen zum Einsatz kommen, die den Anforderungen gemäß den jeweiligen DVS-Richtlinien entsprechen. Die Schweißarbeiten sind zu überwachen und die angewandten Schweißdaten getrennt für jeden Bauabschnitt und jeden Durchmesser in einem Protokoll zu erfassen.

Der Schweißbereich ist vor ungünstigen Witterungseinflüssen (z. B. Feuchtigkeit, Sonne, Wind etc.) zu schützen. Sollten Rohrflächen infolge starker Sonneneinstrahlung ungleichmäßig erwärmt werden, ist durch rechtzeitiges Abdecken im Bereich der Schweißstelle ein Temperaturengleich zu schaffen.

Die Verbindungsflächen der zu schweißenden Teile dürfen keine Beschädigungen aufweisen und müssen frei von Verunreinigungen sein. Die Reinigung der Verbindungsflächen hat immer unmittelbar vor dem Schweißvorgang zu erfolgen.

Bei allen Schweißverfahren ist der Schweißbereich von Biegespannungen freizuhalten (z. B. durch sorgfältige Lagerung oder Rollenböcke). Spannungen, die sich aus Temperaturdifferenzen zwischen Verlegung und Betriebszustand ergeben, sind möglichst zu vermeiden und ggf. in den statischen Festigkeitsnachweis mit einzubeziehen.

Gegebenenfalls ist durch Anfertigen von Probenähnten unter den vorhandenen Bedingungen ein zusätzlicher Nachweis der Schweißbeignung zu erbringen. Die Heizelementtemperatur ist vor der Schweißung zu kontrollieren.

5.1 Simultanschweißung

Die Simultanschweißung von Doppelrohren basiert auf der Heizelementstumpfschweißtechnik. Hierbei wird das Innen- und Außenrohr der Fügepartner zeitgleich in einem Vorgang simultan miteinander geschweißt.

Wesentliche Vorteile dieser Schweißmethode sind der im Vergleich zu anderen Verfahren geringe Zeitaufwand für eine Schweißverbindung, die einfache Installation des Systems und die Verwendung von normalen Heizelement-Stumpfschweißmaschinen. Der Hauptnachteil der simultanen Schweißmethode besteht darin, dass das Innen- und Außenrohr aus dem selben Werkstoff sein müssen.

Rohre und Formteile für die Simultanschweißung müssen speziell vorkonfektioniert werden. Das Innenrohr bzw. das Innenrohrformteil wird mit dem Außenrohr fest verbunden. Weiterhin werden die Wanddicken aufeinander abgestimmt. Das Verhältnis der Wanddicke des Innen- und Außenrohres sollte innerhalb des Bereichs von 0,85 bis 1,20 liegen.

Die wichtigsten Schweißparameter erhält der Verarbeiter von den System- oder Maschinenherstellern. Die Schweißparameter basieren auf der DVS-Richtlinie 2207 bzw. 2210-2 und sind durch eine große Reihe praktischer Messungen bestätigt worden.

Für die Kontrolle und den Ausgleich des Versatzes am Innenrohr werden die Doppelrohrkomponenten mit einem Überstand von 5 bis 10 mm des Innenrohres geliefert, Bild 5. Nach erfolgtem



Bild 6: Simultanschweißung **Fig. 6: Simultaneous welding**

nents but also a calculation of the fixed point forces. In comparison with flexible systems, rigid laying mostly results in lower costs and a reduced space requirement. However, particularly in the case of high temperature differences, this method must be proven with detailed computational analyses.

4.3 Systems with a restricted expansion possibility

The spatial conditions frequently lead to restrictions especially for the flexible laying (no space for expansion loops) and continuous laying with fixed points is not practicable due to insufficient fastening possibilities. In these cases, it is possible to join the internal and external pipes firmly with each other and to permit slight deformations for the overall system.

The principle of such systems results in extreme interactions between the internal and external pipes (e.g. in the case of exposed pipelines with increased media temperatures and, depending on the season, low outdoor temperatures). For this reason, this laying method is only suitable for slight length changes (e.g. constant operating and ambient temperatures). Not only the necessary stress analysis but also a deformation analysis are required for this system.

5. Joining processes

According to DVS 2210 2, all the common joining methods such as welding, bonding or mechanical joints can be used for the laying of double pipe systems.

The predominantly utilised welding processes are heated tool butt welding, heated coil welding or heated tool socket welding. As far as the joining processes are concerned, a basic distinction is made between cascade joints (at different times) and simultaneous joints (at the same time). In general, the DVS 2207 and DVS 2210 2 technical codes apply to the welding.

Only those people who can prove the training and examination for the joining processes concerned may be employed for the execution of the welding work. It is also imperative to ensure the utilisation exclusively of those machines which satisfy the requirements according to the respective DVS technical codes. The welding work must be monitored and the applied welding data collected in one log separately for each construction phase and each diameter.

The welding region must be protected from unfavourable weather influences (e.g. humidity, sun, wind etc.). Should pipe surfaces be heated non-uniformly due to extreme solar radiation, then the temperature must be equalised by covering the area of the welding point in good time.

The joining surfaces of the parts to be welded must not exhibit any damage and must be free from contaminations. The joining surfaces must always be cleaned immediately before the welding operation.

In all the welding processes, it is necessary to prevent any bending stresses

Versatzausgleich muss die Arretierung des Innenrohres am Außenrohr überprüft werden. Hierfür wird die Schweißmaschine mit dem Schweißdruck des Innenrohres zusammengefahren und es wird kontrolliert, ob die Fügekraft vom Außenrohr auf das Innenrohr übertragen wird.

Beim Hobelvorgang wird das Innen- und Außenrohr planparallel gehobelt. Der Hobelvorgang kann abgeschlossen werden, wenn zwei umlaufende Späne erkennbar sind.

Nach dem Planhobeln erfolgt die Versatzkontrolle am Außenrohr. Ein Ausgleich des Versatzes darf hierbei nicht mehr erfolgen, da ansonsten der Versatz des Innenrohres verändert werden würde. Ist der Versatz am Außenrohr zu groß, muss kontrolliert werden, welche Komponente exzentrisch ist und diese muss geändert oder entfernt werden. Der eigentliche Schweißvorgang beginnt mit dem Anwärmen der Fügepartner mittels dem Heizelement, Bild 6. Die Anwärmezeit richtet sich hierbei nach der Wanddicke des Innenrohres und kann der DVS 2207 entnommen werden.

Mit Beendigung der Anwärmezeit wird die Maschine aufgefahren, das Heizelement entfernt und die Maschine wieder zusammengefahren. Hierbei muss darauf geachtet werden, dass die maximal zulässige Umstellzeit nicht überschritten wird. Für die Berechnung des Fügedrucks wird die Wandfläche des Innen- und Außenrohres addiert und mit dem spezifischen Fügedruck gemäß DVS 2207 multipliziert.

Die Abkühlzeit richtet sich nach der größeren Wanddicke von Innen- und Außenrohr und kann ebenfalls der DVS 2207 entnommen werden.

5.2 Kaskadenschweißung

Bei der Kaskadenschweißung werden das Innen- und Außenrohr zeitlich versetzt geschweißt, Bild 7. Hierbei können die unterschiedlichen Fügeverfahren zum Einsatz kommen. Die Art des Fügeverfahrens richtet sich nach den verwendeten Rohrwerkstoffen, klebbar oder schweißbar, und nach den Dimensionen des Innen- und Außenrohres.

Die Verarbeitungsparameter sind analog der jeweiligen DVS-Richtlinie für die Verbindung von Einzelrohren.

Eine Besonderheit stellt das Stumpfschweißen des Außenrohres da, für das

ein geteiltes, ringförmiges Heizelement zum Einsatz kommt. Bei der Schweißung des Außenrohres ist besonders darauf zu achten, dass ein Mindeststringspalt zwischen Innenrohr und Heizelement von 5 mm gegeben ist. Für diese Schweißmethode sind Schweißgeräte mit genügend Bewegungshub zu verwenden. Eine Höhen- oder Seitenverstellung der Spannbacken ist vorteilhaft zum einfacheren Ausrichten des Rohrversatzes.

Der Hauptvorteil der Kaskadenschweißmethode besteht darin, dass unterschiedliche Werkstoffkombinationen eingesetzt werden können.

Nachteile der Kaskadenschweißmethode sind:

- höherer Zeitaufwand je Schweißstelle,
- aufwendige Verlegung des Doppelrohrsystems.

6. Prüfung der Schweißnähte und des fertigverlegten Systems

Zur Prüfung der Schweißnaht sind unterschiedliche Methoden anwendbar:

- visuelle Kontrolle der Schweißnaht,
- Druckprüfung nach DVS 2210-1 Beiblatt 2,
- Dichtigkeitsprüfung mit Luft (Druck oder Vakuum).

Durch die visuelle Kontrolle der Schweißnaht wird die einwandfreie Ausbildung des Schweißwulstes kontrolliert. Eine zuverlässigere Methode, die zugleich die Kontrolle mehrerer Schweißnähte – z. B. in einem Sicherheitsabschnitt – ermöglicht, ist die Druckprüfung mit Wasser.

6.1 Prüfung des Innenrohres

Bei Durchführung der Druckprüfung müssen alle Schweißverbindungen vollständig abgekühlt sein (ca. eine Stunde nach der letzten Schweißung). Das zu prüfende Rohr wird komplett entlüftet und mit einem Prüfmedium (Wasser) befüllt, wobei der Prüfdruck aus den Diagrammen der DVS 2210-1 Beiblatt 2 zu entnehmen ist. Dieser Druck muss während der Prüfdauer (je nach Prüfgrundlage unterschiedlich) konstant bleiben. In jedem Fall ist immer zuerst das Innenrohr zu prüfen (kein Druck im Zwischenraum).

6.2 Prüfung am Außenrohr

Nach erfolgter Druckprüfung des Innenrohres wird der Prüfdruck des Innenrohres auf den Prüfdruck des Außenrohres



Bild 7: Kaskadenschweißung

Fig. 7: Cascade welding

in the welding region (e.g. by means of careful storage or roller blocks). Stresses resulting from temperature differences between the laying and the operating condition must be avoided if at all possible and, if necessary, must also be included in the static strength analysis.

If necessary, additional proof of the fabrication weldability must be provided by manufacturing trial welds in the existing conditions. The heated tool temperature must be checked before the welding.

5.1 Simultaneous welding

The simultaneous welding of double pipes is based on the heated tool butt welding technique. In this respect, the internal and external pipes of the joining members are welded with each other simultaneously in one operation.

Essential advantages of this welding method are the short time required for one welded joint in comparison with other processes, the simple installation of the system and the use of normal heated tool butt welding machines. The main disadvantage of the simultaneous welding method is to be found in the fact that the internal and external pipes must be made of the same material. Pipes and mouldings for simultaneous welding must be specially prefabricated. The internal pipe or the internal pipe moulding is firmly joined with the external pipe. Furthermore, the wall thicknesses are adapted to each other. The ratio of the wall thicknesses of the internal and external pipes should be within the range from 0.85 to 1.20.

The processor receives the most important welding parameters from the system or machine manufacturers. The welding parameters are based on the DVS 2207 and DVS 2210 2 technical

codes and have been confirmed by a large number of practical measurements. In order to check and compensate for the misalignment at the internal pipe, the double pipe components are supplied with the internal pipe projecting by 5–10 mm, Fig. 5. Upon completion of the misalignment compensation, it is necessary to examine the locking of the internal pipe on the external pipe. For this purpose, the welding machine is closed at the welding pressure of the internal pipe and it is checked whether the joining force is transferred from the external pipe to the internal pipe.

During the planing operation, the internal and external pipes are planed with parallel faces. The planing operation can be concluded when two all-round chips are recognisable.

The misalignment at the external pipe is checked after the planing. In this respect, it is no longer allowed to compensate for the misalignment since the misalignment of the internal pipe would otherwise be changed. If the misalignment at the external pipe is too large, it must be checked which component is eccentric and this must be changed or removed. The actual welding operation begins with the heating-up of the joining members using the heated tool, Fig. 6. In this case, the heating-up time is oriented to the wall thickness of the internal pipe and can be taken from DVS 2207.

When the heating-up time has ended, the machine is opened, the heated tool removed and the machine closed once again. In this respect, it must be ensured that the maximum permissible changeover time is not exceeded. For the calculation of the joining pressure, the wall surfaces of the internal and external pipes are added and multiplied

Bild 8: Kennzeichnungsempfehlung aus DVS 2210-2
Fig. 8: Marking recommendation from DVS 2210 2

Kennzeichnung vorzunehmen vom: Marking to be carried out by:	DR- Teile (Hersteller) DP parts (manufacturer)	DR- System (Errichter) DP system (erector)
Herstellernamen oder Herstellerzeichen Manufacturer's name or manufacturer's symbol	☑	☑
Herstellungsdatum (Monat/Jahr) bzw. Code Manufacturing date (month/year) or code	☑	☑
Zulassungsnummer, Konformitätsbescheinigung Authorisation number, certificate of conformity		☑
Werkstoff des Innenrohres [DIN EN Kennzeichnung] Material of the internal pipe [DIN EN marking]	☑ ¹⁾	☑
Nennaußendurchmesser des Innenrohres [d _e] Nominal outside diameter of the internal pipe [d _e]	☑ ¹⁾	☑
Nennwanddicke des Innenrohres [e _i] (auch SDR-Klassifizierung) Nominal wall thickness of the internal pipe [e _i] (also SDP classification)	☑ ¹⁾	☑
Werkstoff des Außenrohres (DIN EN Kennzeichnung) Material of the external pipe [DIN EN marking]	☑	☑
Nennaußendurchmesser des Außenrohres [D _e] Nominal outside diameter of the external pipe [D _e]	☑	☑
Nennwanddicke des Außenrohres [e _a] (auch SDR-Klassifizierung) Nominal wall thickness of the external pipe [e _a] (also SDP classification)	☑	☑
Zulässige Betriebsbedingungen bzw. Belastungskategorie (z. B. Kennzeichnung gemäß Beispiel, Abschn. 4.4.2) Permissible operating conditions or load category (e.g. marking according to example in Section 4.4.2)	☑	☑ ²⁾

¹⁾ Kennzeichnung nur am Innenrohr
¹⁾ Marking only on the internal pipe
²⁾ Kennzeichnung durch den Errichter nur bei Eigenfertigung
²⁾ Marking by the erector only in the case of in-house fabrication

reduziert. Hierdurch wird ein Beulen des Innenrohres vermieden. Es kann entweder eine Druckprüfung des Außenrohres mit Wasser oder eine Dichtigkeitsprüfung mit Luft erfolgen. Die Druckprobe mit Wasser erfolgt nach der DVS 2210-1 Beiblatt 2. Die Dichtigkeitsprüfung mit Luft wird ähnlich durchgeführt wie die Druckprüfung mit Wasser (Prüfablauf), lediglich die Prüfdrücke (üblich sind 0,5 bar) sind dem Prüfmedium angepasst. Diese Prüfung findet vor allem bei drucklosen Freispiegelleitungen Anwendung. Sofern mit Vakuum im Ringspalt zwischen Innen- und Außenrohr geprüft wird, sind die zulässigen Beuldrücke des Außenrohres besonders zu beachten.

7. Leckwarnsystem

Um im Falle einer Undichtigkeit des Doppelrohres die Leckage feststellen zu können, muss ein Doppelrohrsystem mit einem Leckwarnsystem ausgerüstet sein. Hierfür stehen unterschiedliche Systeme zur Verfügung. Nachfolgend sind die wesentlichen Systeme beschrieben:
7.1 Visuelle Kontrolleinrichtungen
 Hierbei wird durch den Einsatz von Schaugläsern oder transparenten Außenrohrleitungsstücken das ausgetretene Medium sichtbar. Die Schaugläser müssen an allen Tiefpunkten des Rohrleitungssystems angebracht werden. Bei einer Leckage des Innenrohres fließt die ausgetretene Flüssigkeit an

by the specific joining pressure according to DVS 2207. The cooling time is geared to the higher wall thickness of the internal and external pipes and can also be taken from DVS 2207.

5.2 Cascade welding

In the case of cascade welding, the internal and external pipes are welded at different times, Fig. 7. The different joining processes are utilised in this respect. The type of joining process is oriented to the pipe materials used, bondable or weldable, and to the dimensions of the internal and external pipes. The processing parameters are analogous to the relevant DVS technical code

for the joining of individual pipes. The butt welding of the external pipe for which a split, annular heated tool is utilised constitutes one peculiarity. During the welding of the external pipe, it must be ensured in particular that there is a minimum annular gap of 5 mm between the internal pipe and the heated tool. For this welding method, it is necessary to use welding devices with an adequate movement stroke. Height or lateral adjustment of the clamping jaws is advantageous for the easier straightening of the pipe misalignment. The main advantage of the cascade welding method is to be found in the fact that different material combinations can be utilised. Disadvantages of the cascade welding method are:

- more time required per welding point
- complicated laying of the double pipe system

6. Testing of the welds and of the finally laid system

Different methods can be applied in order to test the weld:

- visual inspection of the weld
- pressure test according to DVS 2210 1, Annex 2
- leak test with air (pressure or vacuum)

The flawless formation of the weld bead is checked by the visual inspection of the weld. The pressure test with water is a more reliable method which allows several welds, e.g. in one safety section, to be checked at the same time.

6.1 Testing of the internal pipe

When the pressure test is being performed, all the welded joints must have been cooled totally (approx. one hour after the last welding). The pipe to be tested is vented completely and filled with a test medium (water). In this respect, the test pressure can be taken from the diagrams in DVS 2210 1, Annex 2. This pressure must remain constant throughout the test duration (differs depending on the test basis). In any case, the internal pipe must always be tested first of all (no pressure in the intermediate space).

6.2 Testing on the external pipe

Upon completion of the pressure testing of the internal pipe, the test pressure of the internal pipe is reduced to the test pressure of the external pipe. This serves to avoid any buckling of the

die Tiefpunkte des jeweiligen Rohrleitungsabschnittes und wird dann sichtbar. Die Schaugläser sollten mit einer Entleerungsmöglichkeit versehen sein, um im Falle einer Leckage die Analyse der Flüssigkeit im Ringspalt (Medium oder z. B. Grundwasser) zu ermöglichen. Eine permanente Überwachung des Doppelrohrsystems ist bei diesem Verfahren nicht möglich. Die Kontrollzyklen müssen gemäß den Anforderungen und Betriebsbedingungen (in der Regel durch den Betreiber) festgelegt werden.

7.2 Flüssigkeitssensoren

Ähnlich wie bei der visuellen Überwachung werden die Flüssigkeitssensoren an den Tiefpunkten des Rohrleitungssystems angebracht. Bei einer Leckage fließt das ausgetretene Medium an die Tiefpunkte des Rohrleitungsabschnittes und wird dann durch die Messsensoren erkannt. Die Untersuchungsarten beruhen auf Leitfähigkeit (Widerstandsmessung), pH-Wert oder einer Kombination davon. Die dazugehörigen Sensorkabel verlaufen hierbei außerhalb des Rohrleitungssystems.

7.3 Leckanzeige mit Leckortungskabel

Bei der Überwachung mittels Leckortungskabel wird das Kabel im Ringraum installiert. Hierdurch ist es möglich, die Leckagestelle relativ genau zu orten. Nachteil dieser Art der Lecküberwachung ist die sehr aufwendige Installation sowie die Gefahr von Fehlalarmen, die durch Kondensat, das sich im Ringraum bildet, ausgelöst werden. Weiterhin ist bei dieser Art der Lecküberwachung die Simultanschweißung nicht möglich.

7.4 Unter- oder Überdrucküberwachung

Hierbei wird der Ringraum mit einem

Über- oder Unterdruck beaufschlagt und kontinuierlich mittels einem Überwachungsgerät kontrolliert. Im Falle einer Leckage fällt der Druck bzw. Unterdruck im Ringraum. Diese Druckveränderung wird vom Überwachungsgerät festgestellt und Alarm wird ausgelöst. Der Vorteil dieser Methode ist, dass hiermit sicher neben der Überwachung des Innenrohres auch eine Undichtigkeit des Außenrohres festgestellt werden kann. Aufgrund der relativ geringen zulässigen Beulbelastungen von Kunststoffrohren (Überdruck im Ringraum führt zu einer Beulbeanspruchung am Innenrohr) kommt überwiegend nur die Unterdrucküberwachung zum Einsatz. Zu beachten ist, dass die durch diese Art der Lecküberwachung entstehende Beanspruchung am Innen- und Außenrohr in der Auslegung des Doppelrohrsystems berücksichtigt werden.

8. Kennzeichnung von Doppelrohrsystemen

Fertig installierte Doppelrohrleitungen wie auch Komponenten sollten grundsätzlich gekennzeichnet werden. Die DVS 2210-2 gibt hierzu eine Empfehlung über Art und Umfang der Kennzeichnung, Bild 8.

9. Fazit

Mit Kunststoffdoppelrohrsystemen gibt es die Möglichkeit, kritische Medien sicher zu transportieren. Mit der DVS-Richtlinie 2210-2 steht erstmals eine Richtlinie dem Planer, Errichter und Endkunden zur Verfügung, mit der die Auslegung und Verlegung von Kunststoffdoppelrohrleitungen klar beschrieben ist. Einem Größtmaß an Sicherheit im Sinne des Schutzes vor austretenden Medien und damit verbundenen hohen Gefahren an Gesundheit und Umwelt ist somit Rechnung getragen.

internal pipe. It is possible to perform either pressure testing of the external pipe with water or a leak test with air. The pressure test with water is carried out according to DVS 2210 1, Annex 2. The leak test with air is conducted using a method similar to the pressure test with water (test sequence). Merely the test pressures (0.5 bar is customary) are adapted to the test medium. This test is applied, above all, to pressureless open channels. In so far as testing is performed with a vacuum in the annular gap between the internal and external pipes, particular attention must be paid to the permissible buckling pressures of the external pipe.

7. Leak warning system

In order to be able to detect any possible leaks in the double pipe, a double pipe system must be equipped with a leak warning system. Different systems are available for this purpose. The essential systems are described below:

7.1 Visual inspection devices

In this respect, the escaping medium is made visible by utilising viewing glasses or transparent external pipeline pieces. The viewing glasses must be fitted at all the low points of the pipeline system. In the event of a leak in the internal pipe, the escaping liquid flows to the low points of the pipeline section concerned and then becomes visible. The viewing glasses should be provided with an emptying possibility in order to permit the analysis of the liquid in the annular gap (medium or, for example, ground water) in the event of a leak. Permanent monitoring of the double pipe system is not possible with this process. The checking cycles must be stipulated according to the requirements and the operating conditions (as a rule, by the operator).

7.2 Liquid sensors

Similar to the case of the visual monitoring, the liquid sensors are fitted at the low points of the pipeline system. In the event of a leak, the escaping medium flows to the low points of the pipeline section and is then recognised by the measuring sensors. The investigation types are based on the conductivity (resistance measurement), the pH value or a combination of these. In this respect, the relevant sensor cables run outside the pipeline system.

7.3 Leak indicator with a leak location cable

In the case of the monitoring using a leak location cable, the cable is installed in the annular space. This makes it possible to locate the leak position with relative precision. Disadvantages of this kind of leak monitoring are the very complicated installation as well as the danger of false alarms triggered by condensate forming in the annular space. Furthermore, simultaneous welding is not possible with this type of leak monitoring.

7.4 Partial vacuum or excess pressure monitoring

In this respect, the annular space is subjected to an excess pressure or a partial vacuum and is checked continuously using a monitoring device. The pressure or the partial vacuum in the annular space drops in the event of a leak. This pressure change is detected by the monitoring device and an alarm is triggered. The advantage of this method is that a leak in the external pipe can also be established reliably in addition to the monitoring of the internal pipe. Only the partial vacuum monitoring is utilised predominantly because of the relatively low permissible buckling loads of plastic pipes (excess pressure in the annular space leads to buckling stresses on the internal pipe).

It must be ensured that the stresses on the internal and external pipes resulting from this type of leak monitoring are taken into consideration in the design of the double pipe system.

8. Marking of double pipe systems

Not only finally installed double pipelines but also components should be marked in principle. On this subject, DVS 2210 2 gives a recommendation about the type and scope of the marking, Fig. 8.

9. Conclusion

With plastic double pipe systems, there is the possibility of safely transporting critical media. With the DVS 2210 2 technical code, a technical code with which the design and laying of plastic double pipelines is described clearly is available to planners, erectors and end customers for the first time. Consideration is thus given to the greatest possible degree of safety in the terms of the protection from escaping media and from the connected major health and environmental hazards.

Literatur References

- [1] DVS-Richtlinie 2210-2 "Industrierohrleitungen aus thermoplastischen Kunststoffen - Projektierung, Konstruktion, Errichtung Doppelrohrsysteme" (Entwurf Januar 2007) Düsseldorf: Verlag für Schweißen und verwandte Verfahren DVS-Verlag GmbH.
- [2] DWA-Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 142 "Abwasserkanäle und -leitungen in Wassergewinnungsgebieten" (November 2002) Hennef: DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
- [3] DVS-Richtlinie 2207 "Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen" Düsseldorf: Verlag für Schweißen und verwandte Verfahren DVS-Verlag GmbH.