

## Druckluftverteilung

### Kommentar zu den Kriterien der Auswahl von Kunststoff-Druckluftrohren auf der Basis der **Technischen Regeln im Rohrleitungsbau 2009**

#### 1. Einsatzbereich:

Die **Eignung** für das Medium Druckluft **ist eine Frage** der Basis der Zulassungsangaben bzw. **der Prüfbedingungen**.

Im Gegensatz zu „Wasserrohren“ gilt als Basis nicht „Wasser bzw. ungefährliche Durchflussstoffe“ (bei 20° C) etc.

**Druckluft und ungefährliche Gase stellen ungleich höhere Anforderungen** als die Zulassungsvoraussetzungen für Wasser oder ähnliche flüssige Medien.

Die **Technischen Regeln im Rohrleitungsbau 1/2007** gelten hinsichtlich der Ausführungen über **ungefährliche Gase auch für das Medium Druckluft**.

#### 1.1 Bruchcharakteristik:

Eine zähe Bruchcharakteristik (Duktilität) muss Splitterbrüche aufgrund von Beschädigungen verhindern.

#### 1.2 Chemische Beständigkeit:

**Druckluft kann sehr aggressiv** sein durch Bestandteile der Ansaugluft, durch Konzentration der Schadstoffe bei Verdichtung; es kann aggressive Einflüsse durch die Vercrackung der Kompressorenöle geben; **Kompressorenöle auf Eignung prüfen**.

#### 1.3 Mechanische Festigkeit:

Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich, gibt es bei Druckluft ein **hohes Gefährdungspotenzial (BetrSichV!)** gegenüber Wasser **durch den kompressiblen Zustand**.

#### Druckprüfungen

können mit Druckluft unter sicherheitstechnischen Gesichtspunkten bei ungeeigneten Rohrsystemen bedenklich sein.

Der folgende Vergleich soll den Unterschied zwischen Wasser und Luft/Gas als Prüfmedium aufzeigen:

- Wasser ist ein nicht-kompressibles Medium, d. h. wird z. B. ein 1 m langes Kunststoffrohr  $\varnothing$  160 mm einem Prüfdruck von 3 bar ausgesetzt, so entspricht das einer Energie von 1 Joule

Prüfdruck Wasserrohr von 3 bar = ca. 1 Joule (bei Versagen fliegt das Rohr 0,02 m weit)

- Luft/Gas sind dagegen kompressible Medien; das gleiche Rohr hat bei 3 bar Prüfdruck bereits 5000 Joule Energie gespeichert.

Prüfdruck Druckluft von 3 bar = ca. 5.000 Joule (bei Versagen fliegt das Rohr 110 m weit)

#### Exkurs zum Verständnis von Sicherheitsabschlägen:

- Stahlrohre DIN 2440/2441  
Nenndruck 25 bar für Flüssigkeiten  
Nenndruck 10 bar für Luft und ungefährliche Gase
- PE-Leitungen  
Mindestsicherheitsfaktor 1,2 (ungefährliche flüssige Medien) nach ISO 12162: bei „**Gasverteilung**“ Sicherheitsfaktor 2 (max. 10 bar gemäß G 472 DVGW-Regelwerk). Die Rohrreihe sollte darüber hinaus nach spezifischen Druckanforderungen gewählt werden, d. h. **größere Wandstärke** (= kleiner Innendurchmesser), z. B. SDR 7,4.

#### 1.4 Systemanforderung:

Nur bei **Premium-Rohrsystemen** ist ohne einzelne Prüfung sichergestellt, dass die technischen Werte im Detail für Rohre, Formteile und Armaturen hinsichtlich aller Kriterien (Medium, Anwendung, Lebensdauer, Sicherheit etc.), insbesondere im Hinblick auf die **Druck-/Temperaturfunktion in Relation zur Standzeit** (z. B. 50 Jahre) gleich und vom Hersteller dokumentiert sind.

Die nicht **systemgerechte Materialkombination** von Rohrwerkstoffen unterschiedlicher Qualität ist nicht erlaubt bzw. muss in einer **Gefährdungsanalyse** dokumentiert werden.

#### 1.5 Innen-/Außeneinsatz:

**Zu empfehlen** sind Rohrsysteme, die für **Innen- und Außeneinsatz** geeignet sind, da sonst 2 unterschiedliche Systeme zum Einsatz kämen!

In Mitteleuropa gilt ein **Temperaturbereich an der Rohrwand** von minus 10 °C (Druckbehälter!) bis plus ca. 40 - 50 °C, in Abhängigkeit von der Temperatur des Mediums (Aufbereitung) und der Umgebung.

Für **Außeneinsatz** ist die UV-Beständigkeit erforderlich, wobei die Verlegung im Freien kritisch sein kann wegen der Vereisung bei „stehender“ Druckluft. Dabei ist es aber günstig, dass Kunststoffrohre eine geringere Wärmeleitfähigkeit haben als metallische Rohre und die fließende Druckluft normalerweise immer eine Plus-Temperatur hat.

Bei **Inneneinsatz** könnte unter Umständen auf UV-Schutz verzichtet werden; tiefe Umgebungstemperaturen sind aber auch hier möglich, z. B. bei Verlegung im Außenbereich mit einer Temperatur von -10 °C kann eine normal isolierte Hallenwand trotz einer Hallentemperatur von 20 °C auf der Innenseite auf -10 °C abkühlen. Es gelten dann aber die Ausführungen wie bei Außeneinsatz.

Wir sehen, dass untere Einsatztemperaturgrenzen von 0 °C, z. B. für typische Heißwasserrohre aus Kunststoff dafür nicht ausreichen.

Dokumentierte Nachweise aller Details (benötigt jeder Rohrverleger für das CE-Zeichen) sollten sicherheits- halber **nur vom Hersteller** vorliegen.

**Wichtig: Druckgeräterichtlinie 97/23/EG! Der zulässige Betriebsdruck richtet sich nach dem schwächsten Bauteil (Rohr, Formteil, Armatur), egal ob bei 10 °C oder +50 °C, bei gleichlanger Lebensdauer und gleichem Sicherheitskoeffizienten.**

Das Risiko steigt jeweils bei materialverschiedenen Zusammenstellungen und Produkten verschiedener Hersteller (z. B. PE und PP), selbst wenn die Werkstoffe augenscheinlich ähnlich sein sollten.

## 2. Druck/Temperatur:

Druckluftwerkzeuge benötigen in der Regel 6 bar, so dass für die Auswahl der Rohre auch bei größeren Druckabfällen z. B. hier maximal 8 bar als Betriebsdruck (50° C) reichen.

Denken Sie bei höheren Verdichtungen daran, dass jedes nicht benötigte „Bar“ 10 % an zusätzlicher Energie kostet. Unnötig hoher Druck führt bei gleichbleibender Leistung der Werkzeuge zu einem mengenmäßig größeren Verbrauch zu höheren Leckagen ohne Leistungssteigerung der Verbraucher, unter Umständen aber zu einem höheren Verschleiß.

Die Belastbarkeit von Rohren, wenn **temperatursensibel**, z. B. Kunststoffrohre, sollten den nötigen Betriebsdruck im Bereich von **-10 °C bis +40 °C an der Rohrwand** aushalten.

Ein Fachmann wird aus der üblichen Mediumtemperatur und der Umgebungstemperatur diese Temperatur an der Rohrwand errechnen können.

Für Rohre, Formteile und Armaturen sollte nachweislich der gleiche Druck-, Temperatur- und Lebensdauerlauf dokumentiert sein.

## 3. Durchmesser:

In der Industrie sollte aus wirtschaftlichen Gründen die kleinste Nennweite 25 – 32 mm betragen und in Betracht einer Ringanordnung oder Doppelleitung ist eine maximale Nennweite bis 100 mm als Standard in 90 % aller Bedarfsfälle ausreichend.

Bei größeren Nennweiten als 4“ könnten sich bei speziellen Rohrwerkstoffen Beschaffungsschwierigkeiten ergeben.

Ein Materialmix sollte dann innerhalb von Baugruppen vermieden werden, allerdings kann z. B. die Hauptleitung aus Metall (Edelstahl) gewählt werden und die Verteilungs- und Anschlussleitungen aus Kunststoff.

## 4. Abmessungen:

Rohre, Formteile und Armaturen sollten nennweitenmäßig und in der Art der Verbindung zueinander passen (DIN 2401/2402).

- Die für die **Rohrführung** im Planungszustand ermittelte Dimensionierung sollte **Wachstum und Vermaschung erlauben**.
5. **Brandschutz:** Bei metallhaltigen Rohren kein Problem; bei **Kunststoffrohren**: möglichst schwer oder nicht entflammbar; Zertifizierung nach **EUROCLASS B – s1 – d0 / Directive 98/106/CEE** ist zu empfehlen.
6. **Lebensdauer:** Kompressoren stehen heute  $\geq 20$  Jahre, Rohrleitungen sind in der industriellen Praxis länger im Einsatz, ein Standard von 50 Jahren dient der Ressourcenschonung. Voraussetzung ist neben der Materialauswahl eine intelligente Rohrführung mit Erweiterungsmöglichkeiten.
7. **Sicherheitsfaktor:** Der hohe Sicherheitsfaktor muss bei kompressiblen Medien grundsätzlich höher als bei ungefährlichen Durchflusstoffen (z. B. Wasser, siehe Ziffer 1) sein.
8. **Werkstoff:** Rohre, Fittings und Armaturen möglichst aus **einem Material** (keine unterschiedlichen Werkstoffe, möglichst ein Hersteller), sonst leicht Gefahr unterschiedlicher Wertigkeit; der Schwachpunkt bestimmt die Einstufung der kompletten Druckluftanlage (vom Kompressor bis zum Verbraucher) für CE-Zeichen bzw. Gefährdungsanalyse (**BetrSichV**), die der Rohrverleger dokumentieren muss.
9. **Ausdehnungskoeffizient:** so klein wie möglich, bedeutet auch große Befestigungsabstände und geringen Kompensationsaufwand und somit geringe Montagekosten.
- Große Ausdehnungskoeffizienten** bedingen dagegen **kleine Halterungsabstände, großen Aufwand** an Dehnungsbögen / Kompensatoren und Halbschalen. Als Folge steigen der Fließwiderstand und der Druckabfall und machen unter Umständen einen nächst größeren Nennweite erforderlich.
10. **Rohrverbindung:** bei Druckluft **möglichst spaltlos** und **O-Ring-frei** (Löten, Schweißen, Kleben) zur Vermeidung späterer Leckagen bei kilometerlangen Netzen, die nicht wirtschaftlich gewartet werden können. Risiken besser gleich ausschließen. **Lösbare, spalthaltige Verbindungen neigen auf Dauer zu Leckagen!**
11. **Spezialwerkzeug für Rohrverbindung:** Gewindeverbindungen sind wegen des Montageaufwandes und der Gefahr von Leckagen möglichst nicht zu empfehlen.
- Sonstige Verbindungen, bei denen nicht die Garantie der **Dichtigkeit über die gesamte Standzeit** gegeben werden kann, sind faktisch nur mit dem Risiko von Undichtigkeiten einsetzbar.
- Für **spalthaltige Verbindungen** gibt es über die lange Lebenszeit **praktisch keine Garantie für Dichtigkeit (z. B. 50 Jahre)**.
12. **Stützweiten:** so groß wie möglich. **Kunststoffrohrsysteme** bedingen wegen des geringen Gewichtes der Rohre und des Mediums **einfache** und **billige Haltekonstruktionen**.

13. [Korrosion / Oxydation:](#)

Bedeutet negative Beeinflussung der Luftqualität und aufwändige dezentrale Aufbereitung, z. B. bei **Rost** oder **Zinkgeriesel**; Ansprüche an Luftqualität steigen immer mehr zur Schonung der Werkzeuge/Verbraucher und unter Umweltschutzgesichtspunkten bezüglich des gefährlichen Feinstaubes;

**Oxydations- und korrosionsfeste Rohrsysteme kosten nicht mehr als konventionelle Systeme.**

14. [Abbindezeit / Erkaltungszeit:](#)

Beim Löten, Heiß- und Kaltverschweißen sind heute die Zeiten ziemlich kurz und eigentlich nur bei Reparaturen relevant.

15. [Fachkenntnisse zur Montage:](#)

Moderne Rohrsysteme sollten heute meistens ohne Spezialwerkzeug montierbar sein, benötigen aber fachkundige Planung und mit Anleitung, bezogen auf die speziellen Anforderungen des Mediums (wenig Formteile, 180°-Bögen, Absperrventile, Verlegung mit Neigung, Kondensatabläufe etc.).

16. [Zertifizierung:](#)

Zu empfehlen sind **Premium-Rohrsysteme**, alles aus einer Hand, sonst hat die **Montagefirma** aufwändig alle Einzelnachweise zusammenzustellen und zu prüfen, um eine CE-Bestätigung auszustellen auf der Basis des schwächsten Gliedes.

Es besteht die Gefahr der Haftung bei Stilllegung aufgrund ungeeigneter Rohrwerkstoffe oder der Druckreduzierung auf unter 6 bar bei Verwendung von Bauteilen mit ungeeigneten Druckstufen bzw. fehlender Kompatibilität.

18. [Referenzen:](#)

Neben allen „amtlichen“ Zertifikaten, z. B. nach der Druckgeräterichtlinie, ist es auch sinnvoll, ruhig mit Referenzanwendern Kontakt aufzunehmen.

Sicherheit gibt es auch durch Hinweise, bei welchen spektakulären Einsätzen sich ein Rohrsystem bewährt hat, z. B. in der Raumfahrt.

20. [Kosten:](#)

Die Investitionskosten für optimale, vergleichbare Rohrsysteme liegen ganz eng beieinander.

**Nicht die Investitionskosten sind entscheidend als vielmehr die Folgekosten durch fehlendes Know-how (zusätzliche Aufbereitung, falsche Dimensionierung und Leckagen durch nicht garantiert dichte Rohrverbindungen etc.) im Rahmen der Life-cycle-cost.**

**Die Konzentration nur auf niedrige Investitionskosten verhindert wirtschaftlichere Systeme, bei denen die Folgekosten geringer wären!**

**You will get what you pay for – manches ist geschenkt zu teuer!**