



Viega Planungswissen Industrietechnik
Kapitel Druckluft.

viega

Der im Viega Planungswissen verwendete Begriff „Viega“ bezieht sich je nach Kontext auf eine Gesellschaft der Viega Gruppe oder auf die Marke Viega. Die einzelnen Gesellschaften der Viega Gruppe sind rechtlich getrennte und eigenständige Einheiten und agieren als solche selbstständig. Der Begriff „Viega“ ist daher nicht notwendigerweise als Verweis auf eine bestimmte Gesellschaft zu verstehen.

Im Viega Planungswissen wird auf Internetseiten Dritter verwiesen oder verlinkt. Viega übernimmt keine Verantwortung für deren Inhalte.

Im Viega Planungswissen wird auf deutsche oder europäische Normen und Regelwerke (z. B. DIN / DVGW / EN) verwiesen. Diese sind nicht bindend für andere Länder und gelten dort als Empfehlungen. Nationale Gesetze, Normen und Regelwerke haben Vorrang.

Alle Rechte – auch jede Vervielfältigung – vorbehalten.

VORWORT

Sehr geehrte Fachfrau, sehr geehrter Fachmann,

Sie stellen bei der Planung, der Instandhaltung oder beim Betreiben einer industriellen Anlage hohe Anforderungen an die Verfügbarkeit, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit Ihrer Produktion. Dabei kommt der Rohrleitungstechnik eine entscheidende und zwar verbindende Rolle zu, weil sie das reibungslose Zusammenspiel aller Anlagenkomponenten gewährleistet.

In Verbindung mit den zu fördernden Medien erwarten Sie eine konstante Güte unter vorgegebenen Betriebsparametern sowie die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben und die Berücksichtigung technischer Regelwerke. Dabei geht es nicht nur um die Trinkwasserqualität. Auch die Reinheit von Druckluft und technischen Gasen sowie die Spezifikation von Prozesswässern sind für die Produktion oftmals qualitätsentscheidend. Sind die Qualitätsstandards erreicht, streben Sie eine wirtschaftliche Produktion mit hoher Anlagenverfügbarkeit an.

Hier kommt die „kalte“ Pressverbindertechnik zum Einsatz, denn sie leistet bei diesen Aufgabenstellungen hervorragende Dienste. Als marktführender Systemanbieter hat Viega bereits Mitte der 1990er Jahre so die Installations-technik revolutioniert. Mittlerweile ist die Pressverbindertechnik in der technischen Gebäudeausrüstung der anerkannte Standard. Ihre Vorteile werden aber auch bereits heute in zahlreichen industriellen Prozessen genutzt.

Im Rohrleitungsbau sind sowohl bei der Installation neuer Anlagen als auch in der Instandhaltung, wo es um kurze Anlagenstillstände geht, eine schnelle, sichere und langlebige Ausführung ohne großen Fachkräftebedarf wünschenswert. Erfahren Sie in diesem Handbuch, wie Sie für genau diese Aufgaben die Vorteile der „kalten“ Pressverbindertechnik nutzen können und welche Einsatzmöglichkeiten sich mit der Werkstoffvielfalt der Pressverbindertechnik realisieren lassen.

Für Ihre Arbeit, ob am Schreibtisch oder auf der Baustelle, wünschen wir Ihnen in diesem Sinne viel Erfolg!

Attendorn, Juli 2021
Ihr Viega Team

PLANERISCHE GRUNDLAGEN

Allgemeine Grundlagen

bar	mbar	Pa	kPa	hPa	MPa
1	1 000	100 000	100	1 000	0,1
0,001	1	100	0,1	1	0,0001
0,01	10	1 000	1	10	0,001
0,1	100	10 000	10	100	0,01

Tab. 1: Umrechnung Bar/Pascal

Druckluft

Druckluft findet in der Industrie vielfältige Verwendung. Sie wird als Teil eines Prozesses (aktive Luft), zur Übertragung von Energie (Energieluft) und zur Erzeugung von Vakuum genutzt.

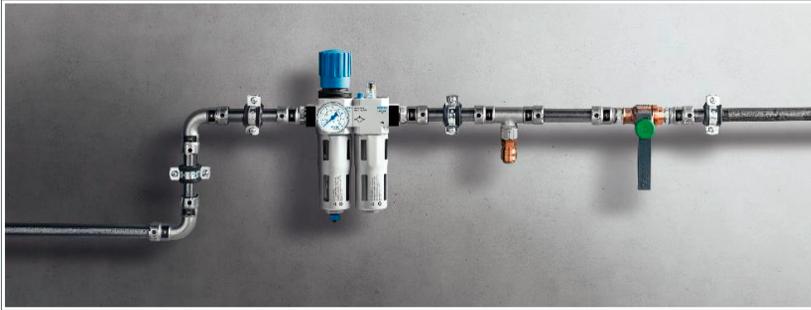


Abb. 118: Druckluft-Installation mit Viega Megapress

Aktive Luft

Druckluft, die Bestandteil eines Prozesses ist, nennt sich aktive Luft. Hier ist die Druckluftqualität von besonderer Bedeutung, da die Luft mit dem Produkt in Kontakt kommt.

Typische Anwendungen für aktive Luft sind:

- Schüttguttransport
- Sandstrahlen
- Belüftungs- und Trocknungsprozesse
- Spritzgießen



Abb. 119: Aktive Luft beim Sandstrahlen

Energieluft

Energieluft wird zur Speicherung und Übertragung von Energie eingesetzt, um mechanische Arbeit zu erledigen. Das Hauptanwendungsgebiet sind pneumatische Produktionsanlagen. Druckluftzylinder oder -Ventile lassen sich schnell, flexibel und präzise mit Druckluft ansteuern, gerade bei voranschreitender Miniaturisierung. Energieluft wird in stationären und mobilen Tanks für die spätere Verwendung gespeichert.

Typische Anwendungen für Energieluft sind:

- Antrieb von Maschinen
- Instrumentenluft
- Pneumatische Türöffner



Abb. 120: Druckluft-Membranpumpe

Vakuum

Die Verwendung von Druckluft zur Vakuumerzeugung ermöglicht den Verzicht auf dezentrale Ausrüstung am jeweiligen Einsatzort.

Typische Anwendungen sind:

- Verpacken
- Trocknen
- Anheben
- Positionieren
- Saugen



Abb. 121: „Pick and Place“-Anwendung mit Druckluft

Grundlagen

Definition für Druckluft

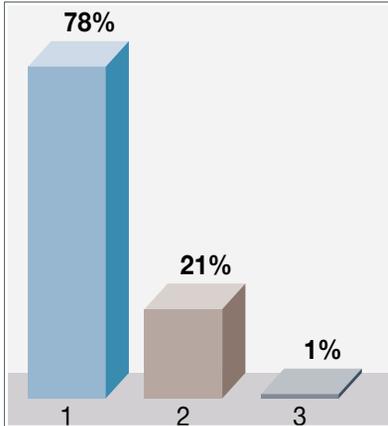


Abb. 122: Zusammensetzung der Luft

Druckluft ist verdichtete atmosphärische Luft. Sie besteht zu 78 % aus Stickstoff, zu 21 % aus Sauerstoff und zu 1 % aus weiteren Gasen. Der Verdichtungsprozess macht Druckluft zu einem Energiespeicher. Die bei der Entspannung frei werdende Energie kann für verschiedene technische Zwecke als Arbeitsluft genutzt werden.

- 1 Stickstoff
- 2 Sauerstoff
- 3 weitere Gase

Die thermischen Größen Temperatur, Volumen und Druck bestimmen den Zustand der Druckluft. Dabei ist das Gasvolumen mit dem Druck umgekehrt proportional (ideales Gasgesetz):

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{constant}$$

Physikalische Grundlagen

Mit dem Gesetz von Boyle-Mariotte lassen sich folgende Verdichtungsprozesse definieren.

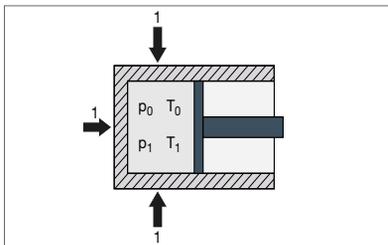


Abb. 123: Isochore Verdichtung

Isochore Verdichtung
bei konstantem Volumen

- 1 Wärme

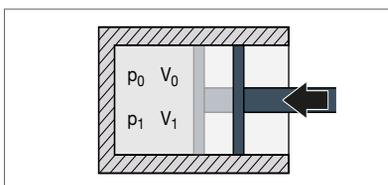


Abb. 124: Isotherme Verdichtung

Isotherme Verdichtung
bei konstanter Temperatur

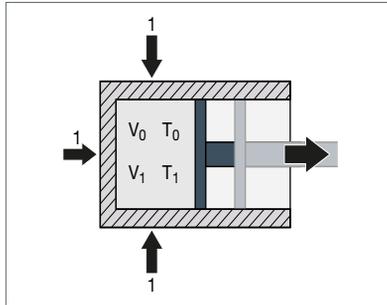


Abb. 125: Isobare Verdichtung

Isobare Verdichtung
bei konstantem Druck

1 Wärme

Bewegte Druckluft

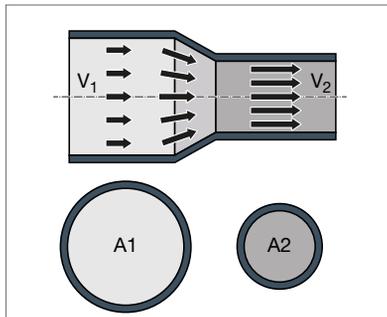


Abb. 126: Strömungsverhalten bei Querschnittsänderung

Bei der Dimensionierung von Druckluft-Installationen sind die Gesetzmäßigkeiten bewegter Druckluft zu berücksichtigen. Der Volumenstrom berechnet sich aus der Querschnittsfläche der Leitung und der Strömungsgeschwindigkeit:

$$\dot{V} = A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

Die Strömungsgeschwindigkeit ist umgekehrt proportional zum Rohrlängendurchmesser. Sie beträgt in Druckluft-Installationen 2 bis 3 m/s und sollte nie höher sein als 20 m/s. Bei höheren Geschwindigkeit geht die laminare Strömung in eine turbulente Strömung über. Die Folgen sind Strömungsgeräusche, ein hoher Druckabfall und Wärmeverluste.

Druckluftqualität

Unbehandelte Druckluft

Ein Kubikmeter unbehandelter Luft enthält durchschnittlich

- 180 Millionen Schmutzpartikel mit einer Größe von 0,01–100 µm,
- 5–40 g Wasser,
- 0,01–0,03 mg Öl in Form von Aerosolen und nicht verbrannter Kohlenwasserstoffe und
- Spuren von Schwermetallen.

Durch die Verdichtung von Umgebungsluft bei 0,1 MPa zu Druckluft von 1 MPa wird die Konzentration der Bestandteile um den Faktor 11 erhöht. Eine hohe Druckluftqualität ist deshalb eine entscheidende Voraussetzung für die Wirtschaftlichkeit und Produktionssicherheit einer Anlage.

Vorteile einer richtigen Druckluftaufbereitung

Die in der Umgebungsluft enthaltenen Verunreinigungen können die Druckluft-Installation und die Verbraucher beeinträchtigen. Die Qualität von Produkten kann dadurch gemindert werden.

Eine richtige Druckluftaufbereitung hat folgende Vorteile:

- Die Lebensdauer der nachgeschalteten Druckluftverbraucher wird erhöht.
- Die Qualität der Erzeugnisse wird besser und konstanter
- Die Druckluftleitungen bleiben kondensat- und korrosionsfrei
- Die Betriebsstörungen reduzieren sich
- Die Kondensatsammler entfallen
- Der Wartungsaufwand ist geringer
- Die Druckverluste durch Undichtigkeit und Strömungswiderstände verringern sich
- Der Energieverbrauch sinkt durch geringere Druckverluste

Druckluftqualitäten nach ISO 8573-1

Zur Gewährleistung eines reibungslosen Produktionsablaufs muss ständig genügend Druckluft in gleich bleibender Qualität und ausreichendem Druck zur Verfügung stehen. Eine auf die Betriebsanforderungen abgestimmte Wartung ist für den störungsfreien Betrieb einer Druckluftanlage notwendig. In der ISO 8573-1 werden Druckluftqualitäten in verschiedenen Klassen definiert:

Klasse	Maximale Partikelanzahl pro m ³ / Massenkonzentration C _p [mg/m ³]			Druck- taupunkt [°C]/ Rest- feuchtig- keitsgehalt C _w [g/m ³]	Ölgehalt [mg/m ³]
	0,1–0,5 µm	0,5–1 µm	1–5 µm		
0	Vom Nutzer oder Lieferanten des Geräts angegeben, strenger als Klasse 1				
1	≤ 20.000	≤ 400	≤ 10	≤ -70 °C	≤ 0,01mg/m ³
2	≤ 400.000	≤ 6.000	≤ 100	≤ -40 °C	≤ 0,1 mg/m ³
3	nicht spezifiziert	≤ 90.000	≤ 1.000	≤ -20 °C	≤ 1 mg/m ³
4		nicht spezifiziert	≤ 10.000	≤ 3 °C	≤ 5 mg/m ³
5		nicht spezifiziert	≤ 100.000	≤ 7 °C	
6	≤ 5 mg/m ³			≤ 10 °C	
7	5–10 mg/m ³			≤ 0,5 g/m ³	
8				0,5–5 g/m ³	
9				5–10 g/m ³	
x	> 10 mg/m ³			> 10 g/m ³	> 5 mg/m ³

* Wenn Partikel größer als 5 µm gemessen wurden, können die Klassen 0-5 nicht angewendet werden.

Tab. 49: Druckluftreinheitsklassen nach ISO 8573-1

Typische Druckluftreinheiten für verschiedene Anwendungsbereiche

Die nachstehend genannten typischen Reinheitsklassen entstammen den VDMA Einheitsblättern 15390-1, 15390-2 sowie 15390-3 und stellen unverbindliche Branchen-Erfahrungswerte dar. Sie sind insbesondere ein Anhaltspunkt für den Druckluftanwender, wenn die Maschinen-/Gerätehersteller keine Angaben zur erforderlichen Druckluftreinheit gemacht haben.

Anwendung	Reinheitsklassen			
	Partikel	Feuchtigkeit (dampfförmig)		Gesamtölgehalt
		Umgebungstemperatur		
		> + 10 °C	≤ + 10 °C	
A	B ₁	B ₂	C	
Bergbau				
Steuerluft (Arbeitsgeräte und Schachtanlagen)	7	4	2-3	4
Petrochemie				
Steuerluft Raffinerien	5	4	2-3	2
Steuerluft Bohrstellen (Gas/ÖL)	7	4	2-3	4
Nahrungsmittelindustrie				
Steuerluft im Produktionsbereich Indirekter Kontakt mit dem Verpackungsmaterial bzw. Produkt	2	4*	2-3	1
Prozessluft Direkter Kontakt mit dem Material einer nicht-sterilen Verpackung	2	4*	2-3	1
Tabakverarbeitung				
Steuerluft	3	4	2-3	2
Prozessluft (Förderluft)	3	4	2-3	1
Textilgewerbe				
Steuerluft	3	4	2-3	2
Prozessluft (Förderluft)	3	4	2-3	2
Papiergewerbe				
Steuerluft	3	4	2-3	2
Prozessluft (Förderluft)	3	4	2-3	2
Verlags- und Druckgewerbe				
Steuerluft	3	4	2-3	2
Prozessluft (Förderluft)	3	4	2-3	1
Chemische Industrie				
Steuerluft	3	4	2-3	2
Prozessluft (Förderluft)	3	4	2-3	1
Pharmazeutische Industrie				
Steuerluft im Produktionsbereich (Indirekter Kontakt mit dem Verpackungsmaterial bzw. Produkt)	2	4*	2-3	1
Prozessluft (Direkter Kontakt mit dem Material einer nicht-sterilen Verpackung)	2	4*	2-3	1
Gummi- und Kunststoffindustrie				
Steuerluft	3	4	2-3	2
Prozessluft (Förderluft)	2-3	4	-	1
Blasluft	2-3	4	-	2
Glasgewerbe, Keramik				
Steuerluft	3	4	2-3	2
Prozessluft (Förderluft)	3	4	2-3	2-3

Anwendung	Reinheitsklassen			
	Partikel	Feuchtigkeit (dampfförmig)		Gesamtölgehalt
		Umgebungstemperatur		
		> + 10 °C	≤ + 10 °C	
A	B ₁	B ₂	C	
Metallerzeugung und -verarbeitung				
Steuerluft	3-4	4	2-3	3
Prozessluft (Ausblasen von Formen)	4	4	2-3	3
Gießerei				
Steuerluft	3-4	4	2-3	3
Prozessluft (Kernschießen)	4	4	2-3	2-3
Oberflächenveredlung				
Steuerluft allgemein	2	4	2-3	2
Prozessluft (Pulverbeschichtung)	1	4	-	1
Steuerluft	2	4	2-3	2
Steuerluft ohne direkten Kontakt zum Lack, zum Lösemittel oder zu lackierenden Untergründen	2	4	2-3	1
Blas- bzw. Förderluft (Spritzluft) mit direktem Kontakt zum Lack (Lackierpistolen/-düsen)	1	2-4	2-3	1
Maschinen- und Anlagenbau				
Steuerluft (Antriebsluft)	3	4	2-3	3
Blasluft	3-4	4	2-3	3
Elektrotechnik, Elektronik				
Steuerluft	2	4	2-3	2
Kabelherstellung	3	4	-	3
Energieversorgung				
Steuerluft	3	4	2-3	3
Prozessluft (Kohlenstaubbeförderung dezentral)	-	4	2-3	-
Mess- und Prüfsysteme				
3-D Messtechnik	2	3-4	-	1
Mess- und Prüfluft	2	3-4	3-4	1

* Abhängig vom Druckluftsystem (siehe VDMA 15390-2, 4.1 bis 4.5) bzw. den Anwendungen sowie insbesondere der Gefahrenbewertung von kritischen Lenkungspunkten nach dem HACCP-Konzept sind ggfs. höhere Druckluftreinheiten erforderlich

Tab. 50: Typische Reinheitsklassen und deren Anwendungen (Auswahl aus VDMA Einheitsblättern 15390-1, 15390-2 und 15390-3)

Die jeweils aufgelisteten Punkte, Tabellen oder Listen stellen nur einzelne Beispiele dar, es gibt noch weitere Methoden und Darstellungen. Die Tabelle erhebt weder Anspruch auf Vollständigkeit noch auf die exakte Auslegung der bestehenden Rechtsvorschriften. Die Besonderheiten der jeweiligen Produkte sowie deren unterschiedliche Verwendungsmöglichkeit müssen berücksichtigt werden.

Druckluftanlagen

Vorteile der Druckluft

Druckluft bietet in der Industrie zahlreiche Vorteile:

- **Zentrale Bereitstellung und Verteilung**
Die von zentral installierten Kompressoren erzeugte Druckluft kann über ein Rohrleitungsnetz verteilt werden.
- **Speichermöglichkeit in Tanks**
Druckluft kann in Tanks aller Größen – mobil und stationär – auch an exponierte Orte geliefert werden.
- **Geringes Gewicht von Antrieben**
Mit Druckluft betriebene Antriebe sind leichter als elektrische Antriebe. Dies ist besonders bei Handwerkzeugen von Vorteil.
- **Sauberkeit**
Rückstandsfreie Verwendung mit Vorteilen in der Lebensmittel-, Textil-, Papier- und Verpackungsindustrie.
- **Betriebssicherheit**
Druckluftgeräte arbeiten funkenfrei und können deshalb auch in brand- und explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden.
- **Schnelle Arbeitstakte**
Hohe Strömungsgeschwindigkeiten von > 20 m/s ermöglichen kurze Schaltzeiten von Ventilen und hohe Arbeitsgeschwindigkeiten der Maschinen. Die Ventil-Schaltzeit bei 0,6 MPa liegt bei ca. 50 ms. Kolbengeschwindigkeit in Pneumatikzylindern ca. 15 m/s.
- **Regulierbarkeit**
Kräfte, Drehmomente und Geschwindigkeiten der Antriebs- und Regелеlemente können mit Druck- und Durchflussmengenbegrenzern leicht den Forderungen angepasst werden.

Druckluftaufbereitung

Zur zentralen Versorgung industrieller Druckluft-Installationen mit hohem Druckluftbedarf haben sich mehrstufige Kompressoren nach dem Kolbenverdichterprinzip bewährt, hierbei liegen die verwendeten Betriebsdrücke meist unter 1,0 MPa liegen.

Kompressoren saugen Luft aus der Umgebung an und verdichten sie auf den benötigten Betriebsdruck. Je nach Aufstellort sind in der angesaugten Luft Verunreinigungen enthalten, wie Ruß, Staub, Emissionen von Maschinen und Luftfeuchtigkeit, die vor der Einspeisung in die Druckluft-Installation entfernt werden müssen.

Beim Verdichten reichern sich Verunreinigungen proportional zur Verdichtung an. Beim Produzieren von Druckluft mit 1,0 MPa Überdruck steigt die Konzentration der Verunreinigungen demnach um das 11-fache.

Ziel jeder Druckluftaufbereitung ist neben der Öl- und Schmutzabscheidung das Reduzieren der Luftfeuchtigkeit. Meist wird aus wirtschaftlichen Gründen die energiesparende Kältetrocknung eingesetzt.

Die Aufbereitung richtet sich nach den gestellten Anforderungen. Nach ISO 8573-1 ist die Druckluft in Reinheitsklassen mit entsprechenden Anforderungen eingeteilt. Dabei können die geforderten Reinheitsklassen für Partikel, Wassergehalt und Ölgehalt durchaus unterschiedlich sein.

So kann z. B. die Partikelgröße und Partikelanzahl nach Klasse 2, der Restwassergehalt der Klasse 3 und der Restölgehalt der Klasse 1 als Anforderung des Betreibers gestellt werden. Dementsprechend muss die Aufbereitung individuell geplant und ausgeführt werden. Eine derartige Druckluft nach ISO 8573-1 mit der Angabe „ISO 8573-1 [2:3:1]“ gekennzeichnet werden.

Druckluft-Installationen in frostgefährdeten Bereichen werden anstelle eines Kältetrockners mit einem Absorptionstrockner ausgerüstet. Absorptionstrockner erzielen einen niedrigeren Restfeuchtegehalt (Drucktaupunkt), der ein Vereisen der Anlage bei niedrigen Umgebungstemperaturen ein Vereisen der Anlage verhindert.

Luftverschmutzungen – Kondensat

Die Qualität von Außenluft, die zur Druckluftherzeugung verwendet wird, ist besonders im industriellen Bereich vom Standort abhängig. Partikel und aggressive Bestandteile müssen ausgefiltert werden – entweder bereits bevor sie vom Kompressor angesaugt werden oder spätestens bei der Druckluftaufbereitung vor dem Einspeisen in die Anlage. Gelingt das nicht oder nur unzureichend, sind negative Auswirkungen auf die Druckluft-Installation und auf die Funktion der angeschlossenen Armaturen, Maschinen und Geräte die Folge. Außerdem kann austretende kontaminierte Druckluft gesundheitsschädigend wirken und die Qualität der Produktion beeinträchtigen. Daher empfiehlt es sich, gegebenenfalls Vorfilter für die Ansaugluft vorzusehen und den Aufwand für die Druckluftaufbereitung den individuellen Gegebenheiten anzupassen.

Wirkung unsauberer Druckluft auf Anlagenteile und Personen:

- **Kondensatbildung aus Festkörperpartikeln und Ölen**
Frühzeitiger Maschinenverschleiß durch Abrasion und Korrosion
- **Transport von Keimen/aggressiven Chemikalien**
Gesundheitsschäden durch Einatmen austretender Druckluft
- **Ölablagerungen**
Querschnittsverengung durch Verharzen bewirkt Leistungs- und Energieverluste, welche die Anlageneffizienz reduzieren
- **Wasseransammlungen**
Begünstigen von Undichtigkeit durch elektrochemische Korrosion; Beeinträchtigen der Schmiersysteme in angeschlossenen Geräten und Maschinen; Frostschäden

Gemische aus Wasser, Ölen, Fetten und vorher aufgezählten festen Verunreinigungen, die beim Verdichten von Luft anfallen, bezeichnet man als Kondensate.

Beim Vermischen unterschiedlichster Stoffe ist Druckluftkondensat äußerst umweltschädlich und belastend. In Deutschland beispielsweise wird die fachgerechte Kondensatentsorgung im Wasserhaushaltsgesetz WHG geregelt. Es schreibt in § 7a vor, dass schadstoffhaltiges Wasser entsprechend den „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ aufbereitet werden muss. Überall dort, wo Kondensat anfällt (Druckbehälter, Filter, Trockner), muss es automatisch abgeleitet und gesammelt werden, um erneutes Einleiten in den Druckluftstrom zu vermeiden.

Anlagenkomponenten

Anforderungen an Druckluftanlagen

Druckluftanlagen gliedern sich in drei Anlagenteile:

- Die Druckluftherzeugung – Kompressor mit Wärmerückgewinnung
- Die Druckluftaufbereitung – Speicherung, Reinigung
- Das Rohrleitungssystem – Verteilung

Die Anforderungen an die Anlage bestimmen die Auswahl der Anlagenkomponenten. Sie betreffen:

- die Art der Druckluftherzeugung – Kompressoentyp
- die Bereitstellung – zentral oder dezentral
- die Art der Wärmenutzung bzw. -rückgewinnung
- die Art der Speicherung – Speichertyp
- die Art der Druckluftaufbereitung – Systemtyp
- das Rohrleitungssystem – Material und Ausführung

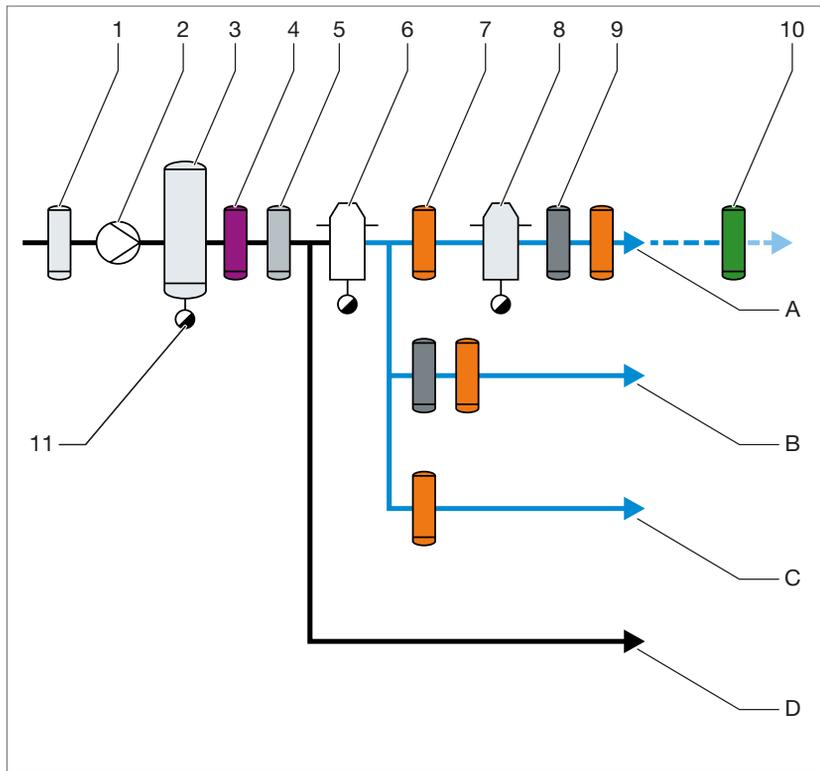


Abb. 127: Prinzip einer Druckluftanlage

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1 Ansaugfilter | 9 Mikrofilter (Aktivkohle) |
| 2 Kompressor mit Wärmerückgewinnung | 10 Microfilter (Sterilfilter) |
| 3 Speicher | 11 Kondensatabscheider |
| 4 Zyklonabscheider | |
| 5 Vorfilter (Sieb) | A höchste Qualität |
| 6 Kältetrockner | B höhere Qualität |
| 7 Microfilter (Volumenfiltration) | C normale Qualität |
| 8 Absorptionstrockner | D niedrige Qualität |

Druckluftherzeugung

Zur Auslegung des Kompressortyps werden benötigt:

- die Summe der benötigten Druckluftmengen
- die erforderlichen Reserveluftmengen
- der erforderliche Betriebsdruck
- die Angaben zu geplantem zukünftigem Bedarf

Abhängig von den benötigten Druckluftmengen und deren Druckstufen, werden für die Produktion von Druckluft Maschinen unterschiedlicher Bauart verwendet.

■ Ventilator

Für große Luftmengen mit geringem Druck.

Rotierende Propellerflügel erzeugen eine Luftströmung, meist unmittelbar in den Arbeitsbereich.

Einsatz: Kühlungen

■ Radialverdichter

Für geringe Luftmengen mit Mitteldruck.

Luft wird dem Zentrum eines rotierenden Laufrads zugeführt und durch die Fliehkraft gegen die Peripherie geschleudert. Der Druckanstieg wird bewirkt, indem die beschleunigte Luft vor Erreichen des nächsten Laufrades durch einen Diffusor geleitet wird. Die kinetische Energie (Bewegungsenergie) wandelt sich dabei in statischen Druck um.

Einsatz: Turbolader im Auto

■ Axialverdichter

Für große Luftmengen mit Mitteldruck

Luft strömt in axialer Richtung abwechselnd durch eine Reihe rotierender und stationärer Schaufeln. Die Luft wird zunächst beschleunigt und dann verdichtet. Die Schaufelkanäle bilden diffusorartig erweiterte Kanäle, in denen die durch den Umlauf erzeugte kinetische Energie der Luft verzögert und in Druckenergie umgesetzt wird.

Einsatz: Flugzeugturbine

■ Kompressor

Für mittlere und große Luftmengen mit hohen Drücken.

Komprimieren angesaugter Luft mit Hilfe von Kolben, oft in mehreren Stufen bei Zwischenspeicherung, bis auf den benötigten Betriebsdruck – Bauarten als Tauchkolben- oder Schraubenkompressor.

Einsatz: Bevorratung großer Luftmengen in kleinen Speichern (z. B. Tauchflaschen) oder zentrale Druckluftbereitstellung mit großen Transportwegen

Industriebaurichtlinie – IndBauRL

- Der Betriebsraum für Kompressoren mit Motorleistungen über 40 kW muss besonders brandgeschützt sein.
- Kompressoren mit Motorleistungen über 100 kW müssen in einem separaten, brandgeschützten Raum aufgestellt werden.

Anforderungen an brandgeschützte Betriebsräume

- Wände, Decken, Bodenaufbauten und Türen müssen mindestens in Feuererschutzklasse F30 ausgeführt sein.
- Es dürfen keine brennbaren Flüssigkeiten gelagert werden.
- Der Bodenaufbau um den Kompressor herum muss aus nichtbrennbarem Material bestehen.
- Auslaufendes Öl darf keine Möglichkeit haben, sich auf dem Boden auszubreiten.
- Im Umkreis von mindestens drei Metern um den Kompressor dürfen sich keine brennbaren Materialien befinden.
- Über dem Kompressor dürfen sich keine brennbaren Anlagenteile befinden (Kabeltrassen, Kunststoffrohre etc.).

Druckluftspeicherung

Druckbehälter sind fester Bestandteil jeder Druckluftanlage. Die benötigte Behältergröße ist abhängig vom Druckluftbedarf und der Bauart des Kompressors.

Aufgaben der Druckbehälter sind:

- Puffer für Verbrauchsspitzen
- Pulsationsdämpfer bei Einsatz von Kolbenkompressoren
- Kondensatabscheidung

Druckluftverteilung

Rohrleitungssysteme

Druckluftbetriebene Werkzeuge, Geräte, Maschinen und Anlagen werden über ein Rohrleitungssystem mit Druckluft versorgt. Basis für einen effizienten, wirtschaftlichen Betrieb sind die differenzierte Dimensionierung der Rohrlungsdurchmesser bei der Planung sowie die fachgerechte Ausführung der Installation. An die Leistungsfähigkeit von Druckluftanlagen werden hohe Anforderungen gestellt:

- Jedem Verbraucher muss jederzeit Druckluft in ausreichender Menge, mit gleichbleibender Qualität und konstantem Druck zur Verfügung stehen.
- Das Rohrleitungssystem muss leckagefrei sein.
- Das Rohrleitungssystem muss in absperrbare Abschnitte unterteilt sein. Erweiterungen, Wartungen und Reparaturen dürfen nicht zum Ausfall des gesamten Systems führen.
- Die Ausführung muss den geltenden Sicherheitsvorschriften entsprechen.

Ein Rohrleitungssystem gliedert sich in die Abschnitte

- Versorgungs-/Hauptleitung
- Verteilleitung
- Anschlussleitung

Es ist wichtig, die Druckverluste der einzelnen Rohrleitungsabschnitte zu berechnen, wobei die Gesamtröhlänge, auch als „strömungstechnische Röhlänge“ bezeichnet, die äquivalenten Röhlängen für Formstücke und Armaturen einschließt. Bei der äquivalenten Längenmethode wird der Druckverlust durch Bögen, Armaturen und andere Rohrleitungskomponenten mittels Tabellenwerken als Druckverlust auf der Länge eines geraden Rohrs beschrieben.

Wenn die Rohrleitungsführung bei der Planung noch nicht bekannt ist, dann kann die strömungstechnische Röhlänge annäherungsweise ermittelt werden, indem man die gerade Röhlänge mit 1,6 multipliziert.

Die Nennweiten der einzelnen Rohrleitungsabschnitte werden mithilfe eines Auslegungsdiagramms bestimmt, unter Berücksichtigung der dem Rohrleitungsabschnitt zugeordneten Luftmenge, dem einzuhaltenden Druckverlust sowie dem Betriebsdruck der Anlage.

Versorgungs-/Hauptleitung

Die Kompressorstation mit der Druckluftaufbereitung und der Druckluftbehälter werden über die Hauptleitung verbunden. Der Druckabfall Δp in der Hauptleitung sollte gemäß „VDMA 15391-1“ 30 hPa nicht überschreiten. Von der Hauptleitung wird die Druckluft über eine Verteilerleitung geführt. In der Verteilerleitung (Ring- oder Stichelung) sollte der Druckabfall Δp 30 hPa nicht überschreiten.

Ringleitung als Verteilung

Eine Ringleitung stellt einen geschlossenen Verteilerring dar. Zu Wartungszwecken lassen sich einzelne Bereiche der Leitung absperrn. Dadurch ist die Versorgung der meisten anderen Verbraucher immer sichergestellt. Kurze Wege, geringe Druckverluste und kleine Rohrleitungsnennweiten sind charakteristisch für eine Ringleitung.

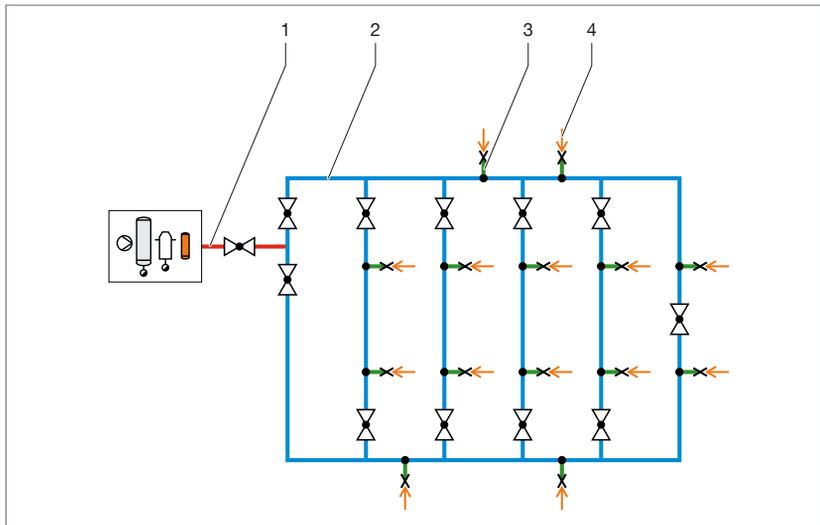


Abb. 128: Druckluftversorgung mit Ringleitung

- 1 Versorgungs-/Hauptleitung
- 2 Ringleitung
- 3 Anschlussleitung
- 4 Anschlusspunkt

Vorteile:

- Abschnitte möglich
- Abschnittsweise Wartung
- Kurze Wege zu den Anschlusspunkten
- Geringe Druckverluste
- Kleinere Rohrleitungsnennweiten

Nachteile:

- Höherer Materialbedarf als bei einer Ringleitung-Installation

Stichleitung als Verteilung

Eine Stichleitung zweigt als einzelner Verteilerstrang von der Hauptleitung ab und führt zu den Anschlussleitungen, die zum Verbraucher führen. Der Materialbedarf ist geringer, jedoch müssen Stichleitungen zur Vermeidung höherer Druckverluste größer bemessen werden. Stichleitungen sollten zu Wartungszwecken mit einem Absperrventil ausgerüstet werden.

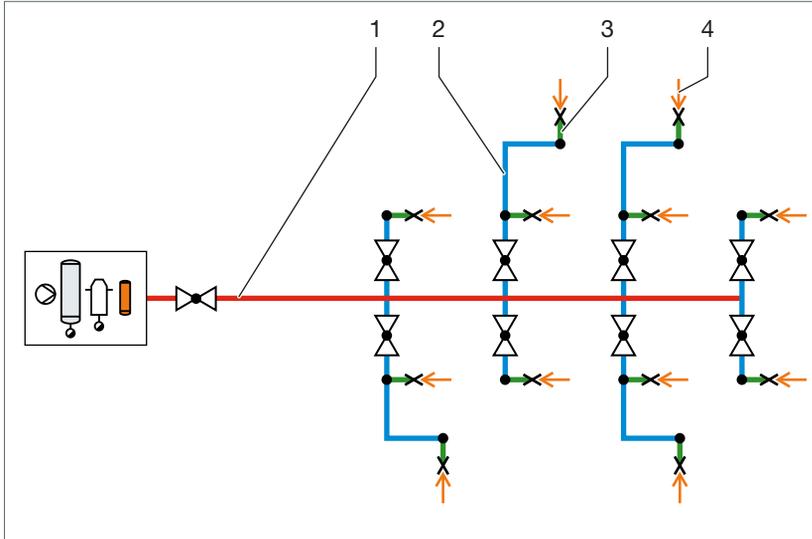


Abb. 129: Druckluftversorgung mit Stichleitung

- 1 Versorgungs-/Hauptleitung
- 2 Stichleitung
- 3 Anschlussleitung
- 4 Anschlusspunkt

Vorteile

- Geringerer Materialbedarf als bei einer Ringleitung

Nachteile

- Häufig hohe Druckverluste
- Große Rohrleitungsnennweiten

Anschlussleitung

Über die Anschlussleitung werden die Verbraucher mit Druckluft versorgt. Wenn die Verbraucher mit unterschiedlichen Drücken betrieben werden, dann muss vor dem Verbraucher eine Wartungseinheit mit Druckregelventil installiert werden, mit dem der Versorgungsdruck auf den Arbeitsdruck des Verbrauchers reduziert wird. Wartungseinheiten, bestehend aus Filter, Abscheider, Regler und Öler, können bei aufbereiteter Druckluft entfallen. Der Druckabfall Δp in den Anschlussleitungen sollte 40 hPa nicht überschreiten. Bis zu einem Druckluftbedarf von 1800 l/min und einer Leitungslänge von 10 m werden in der Industrie Anschlussleitungen mit der Nennweite DN25 empfohlen.

Gesamtdruckverlust der Druckluftanlage

Der gesamte Druckverlust einer Druckluftanlage sollte aus ökonomischen und ökologischen Gründen 0,1 MPa nicht übersteigen.

Bei einem Druckverlust von 0,1 MPa (1000 hPa) lassen sich den Anlagenteilen anteilmäßig etwa folgende Druckverluste zuordnen:

- 100 hPa Rohrleitungsnetz mit Haupt-, Verteil- und Anschlussleitung
- 700 hPa Bereitstellung mit Trocknung, Reinigung, Speicherung, Hauptleistungsanschluss
- 200 hPa Reserven, Werkzeug- oder Maschinenanschluss

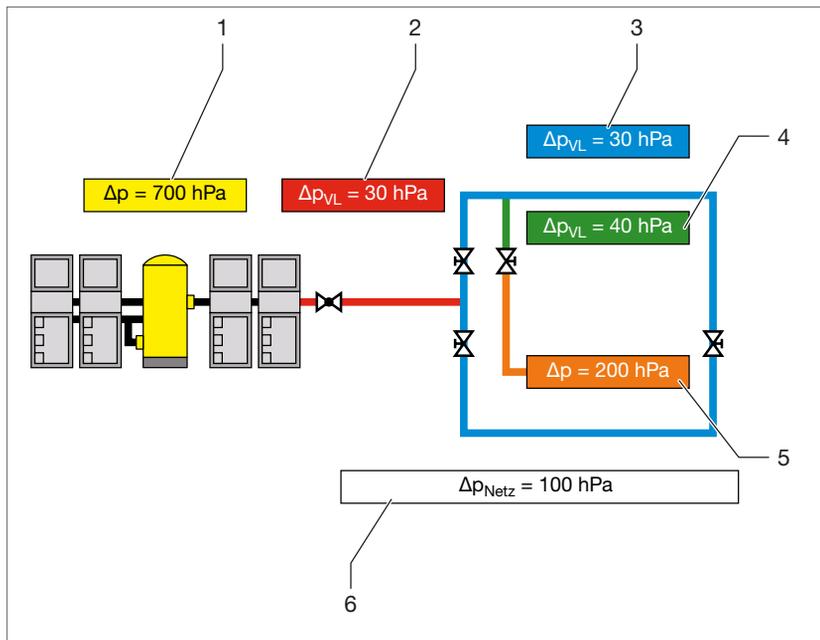


Abb. 130: Druckverluste einer Druckluftanlage

- 1 Bereitstellung
- 2 Versorgungs-/ Hauptleitung
- 3 Verteilung
- 4 Anschlussleitung
- 5 Werkzeug- oder Maschinenanschluss
- 6 Druckverlust im Rohrleitungsnetz (2 + 3 + 4)

Rohrleitungen brechnen

Das Einhalten der wirtschaftlich empfohlenen Druckverluste erfordert eine fehlerfreie Dimensionierung des Rohrleitungssystems. Die Rohrfestigkeit wird vom maximalen Druck bestimmt. Die Dimensionierung des Rohrdurchmessers orientiert sich am maximalen Volumenstrom bei geringstmöglichem Druckverlust. Hierbei ist einheitlicher Fließdruck an jeder Entnahmestelle einzuhalten. Die Strömungsgeschwindigkeit der Druckluft in Rohrleitungen ist üblicherweise 2 bis 3 m/s und sollte 20 m/s nicht überschreiten, da sonst

Strömungsgeräusche und turbulente Strömung auftreten. Bei kondensathaltiger Druckluft sollte die Fließgeschwindigkeit nicht über 3–4 m/s liegen, damit das Kondensat nicht mitgerissen wird. Prozessbedingt können auch höhere Strömungsgeschwindigkeiten gefordert sein, z. B. bei Maschinen mit schnellen Arbeitstakten. Der Druckverlust des gesamten Rohrleitungssystems sollte 0,01 MPa nicht übersteigen.

Zur genauen Druckverlustberechnung unterstützt z. B. der VDI-Wärmeatlas. Praxistauglich ist die Berechnung der lichten Rohrennweite unter Verwendung des Nomogramms aus VDMA 15391-1.

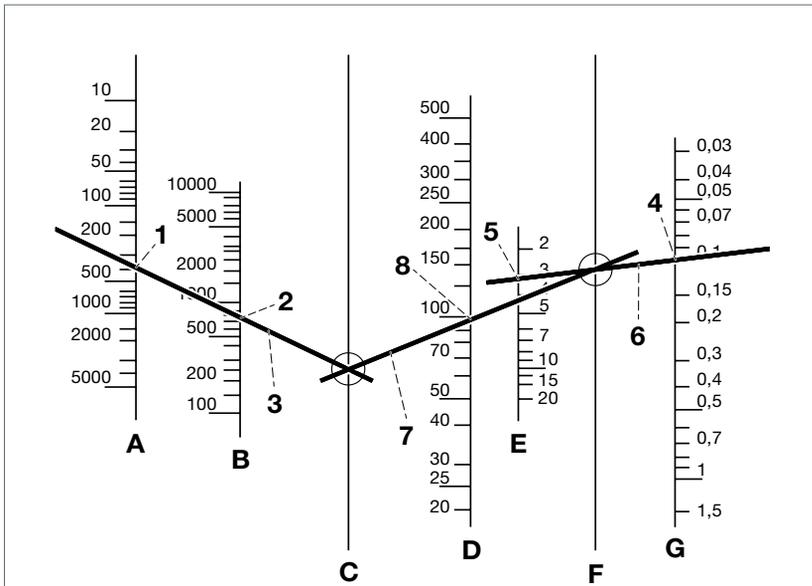


Abb. 131: Nomogramm zur Berechnung der lichten Rohrweite

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| A Rohrlänge [m] | E Systemdruck [bar] |
| B Ansaugmenge [m ³ /h] | F Hilfsachse 2 |
| C Hilfsachse 1 | G Druckverluste [bar _{abs}] |
| D lichte Rohrwerte [mm] | |

Die Rohrennweite folgendermaßen ermitteln:

1. Achse A: äquivalente Rohrlänge markieren.
2. Achse B: Ansaugmenge markieren.
3. Punkt 1 und 2 mit einer Geraden verbinden und Achse C schneiden.
4. Achse G: Druckverlust markieren.
5. Achse E: Systemdruck markieren.
6. Punkt 4 und 5 mit einer Geraden verbinden und Achse F schneiden.
7. Schnittpunkte Achse C und F mit einer Geraden verbinden.
8. Achse D: lichte Rohrennweite ablesen.

Weitere Planungshinweise

- Druckluftleitungen bei getrockneter Druckluft geradlinig verlegen
- Richtungsänderungen mit Bögen und Hosenstücken durchführen
- Bei getrockneter Druckluft keine T- und Knie-Stücke verwenden
- Abrupte Querschnittsänderungen vermeiden

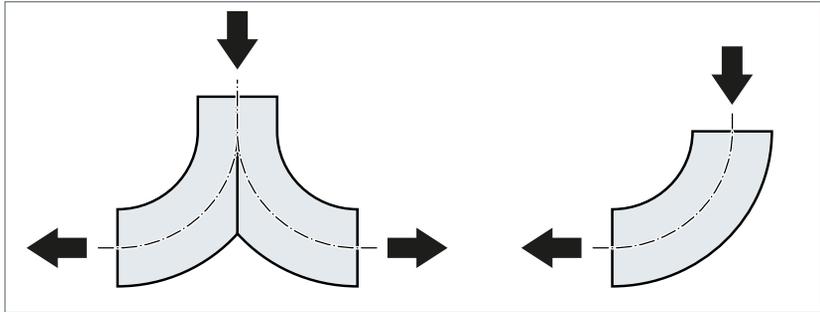


Abb. 132: Hosenstück und Bogen

Rohrleitungsnetze ohne Drucklufttrocknung

Wenn bei einer Druckluftaufbereitung auf das Trocknen verzichtet wird, dann kann im gesamten Rohrleitungsnetz Kondensat anfallen. Zum Vermeiden von Schäden an Druckluftverbrauchern folgende Maßnahmen einhalten:

- Die Druckluft im Verlauf nicht abkühlen lassen
- Rohrleitungen mit Gefälle verlegen (1,5–2 ‰)
- Die Hauptleitung nach dem Kompressor senkrecht verlegen
- Kondensatableiter an den tiefsten Punkten der Druckluft-Installation installieren
- Anschlussleitung in Strömungsrichtung nach oben abzweigen
- Wartungseinheiten mit Filter, Wasserabscheider und Druckminderer installieren

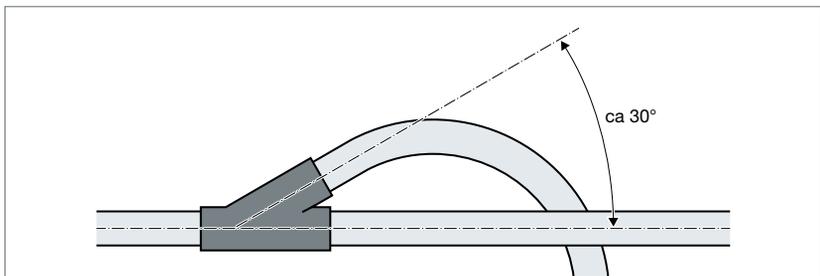


Abb. 133: Anschlussleitung verlegen

Rohrleitungsnetze mit Drucklufttrocknung

In Rohrleitungsnetzen mit Drucklufttrocknung können viele Maßnahmen entfallen:

- Rohrleitungen können waagrecht verlegt werden
- Kondensatableiter sind nur an Filtern, Behältern und Trocknern vorhanden
- Anschlussleitungen können nach unten verlegt werden
- Druckminderer können ohne Wasserabscheider vorgesehen werden

Materialauswahl und Verbindungstechnik für Rohrleitungssysteme

Druckluft-Installationen sollten möglichst wartungsfrei und bedarfsgerecht bemessen sein. Im Rahmen der Planung und der Materialauswahl für die Rohrleitungs-Installation ist es wichtig, individuelle, mechanische und chemische Einflüsse zu berücksichtigen.

Um für den Drucklufteinsatz den geeigneten Werkstoff zu ermitteln, müssen die Vor- und Nachteile der üblicherweise verwendeten Werkstoffe im Einzelfall abgewägt werden:

- Vergleich der mechanischen und chemischen Eigenschaften der Rohrwerkstoffe
- Einflüsse der Rohrwerkstoffe auf die Druckluftqualität
- Montage- und Befestigungsaufwand für Rohrleitungen
- Synergie-Effekte durch das Verwenden bestimmter Rohrwerkstoffe – z. B. geringerer Energieverbrauch durch geringe Rohrreibungsdruckverluste; Verwenden der Pressverbindersysteme auch in anderen Bereichen (Trinkwasser, technische Gase etc.)

Beim Auswählen einer geeigneten Rohrverbindungstechnik spielen die gleichen Kriterien eine Rolle wie bei der Materialauswahl. Noch höher bewertet wird der Ressourcenaufwand für die Montage.

Wichtige Kriterien für die Rohrverbidungstechnik:

- Bauteile – überschaubare Anzahl, einfach zu handhaben
- Eigenschaften – zug- und drucksicher
- Personalqualifikation – keine besonderen erforderlich
- Montage – schnell, mit wenig Werkzeug und Personal

Abnahme von Druckluftsystemen

Ein Druckluftsystem ist eine überwachungsbedürftige Anlage. Sie ist nach aktueller Druckgeräterichtlinie (DGRL) und Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) abnahmepflichtig. Druckanlagen unterliegen daher einer Prüfung vor der erstmaligen Inbetriebnahme und nach prüfpflichtigen Änderungen sowie den wiederkehrenden Prüfungen. Die Verpflichtung zur Prüfung von Druckluftsystemen ist als Anforderung in der EU-Richtlinie 2014/68/EU (Amtsblatt der Europäischen Union) festgelegt. Das Merkblatt T 039/BGI 619 April 2012 der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und Industrie beschreibt die Durchführung der Prüfung. In der EU obliegen diese Prüfungen nur zugelassenen Überwachungsstellen, in Deutschland z. B. die DEKRA oder der TÜV.

Viega Lösungen



Bei der Auswahl von Werkstoffen für Armaturen, Rohre und Dichtelemente müssen im Einzelfall immer die speziellen Betriebs- und Einbaubedingungen sowie weitere Anforderungen der Anlage berücksichtigt werden.

Richten Sie detaillierte Anfragen mit dem Formular „Anfrage Werkstoffbeständigkeit“ an das Viega Service Center. Das Formular dafür finden Sie auf der Viega Website viega.de mit dem Suchwort „Werkstoffbeständigkeit“.

Die Druckluftqualität kann von verschiedenen Faktoren beeinflusst werden. Wichtige Einflussfaktoren sind u. a. der Druckluftkompressor, das eingesetzte Rohrleitungssystem sowie Transport, Lagerung und Installation der eingesetzten Komponenten.

Während des Betriebs der Druckluftanlage spielen zudem der mögliche Partikelabrieb und das Kondensieren der Luftfeuchtigkeit eine wichtige Rolle. Damit sich keine Luftfeuchtigkeit in den Rohrleitungen niederschlagen kann, muss bei der Planung darauf geachtet werden, dass der Taupunkt nicht unterschritten werden kann.

Tab. 51 gibt einen Überblick über die Viega Rohrleitungssysteme und deren Verwendungsmöglichkeiten gemäß ISO 8573-1. Zur Einhaltung der Reinheitsklassen muss das Verunreinigen der Bauteile durch geeignete Maßnahmen während des Transports, der Lagerung, der Installation und der Inbetriebnahme vermieden werden.

Durch die Verwendung von FKM- oder HNBR-Dichtelementen eignen sich die Viega Rohrleitungssysteme auch für ölhaltige Druckluft.

Um Produkte von Viega für den Bereich „Druckluft“ anwenden zu können, sind die Reinheitsklassen der Druckluft gemäß DIN ISO 8573-1 mitentscheidend.

Viega Rohrleitungssysteme sind unter Berücksichtigung der Anforderungen aus der DIN ISO 8573-1 eine gute Wahl für Druckluft.

Folgende Systeme können eingesetzt werden:

- Profipress, Profipress S, Profipress G
- Sanpress
- Sanpress Inox, Sanpress Inox G
- Sanpress Inox LF
- Prestabo
- Prestabo LF
- Megapress, Megapress S, Megapress G
- Seapress

Systemname	Rohrwerkstoff	Dicht- element ¹⁾	P _{max} [MPa]	T _{max} [°C]	Feststoffpartikel ²⁾										Restfeuchtegehalt										Ölgehalt					
					Klasse		Klasse		Klasse		Klasse		Klasse		Klasse		Klasse		Klasse		Klasse		Klasse							
					0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
Profipress	Kupferrohr nach DIN EN 1057	EPDM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
		FKM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
		HNBR			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
Sanpress	1.4401 Modell 2203/2203XL	EPDM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
		FKM ³⁾			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
		EPDM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
Sanpress	1.4521 Modell 2205/2205XL	EPDM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
		FKM ³⁾			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
		EPDM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
Sanpress	1.4520 Modell 2204/2204XL	EPDM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
		FKM ³⁾			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
		EPDM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
Sanpress Inox	1.4401 Modell 2203/2203XL	EPDM	1,6	60	0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
		FKM ³⁾			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
		EPDM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
Sanpress Inox	1.4521 Modell 2205/2205XL	EPDM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
		FKM ³⁾			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
		EPDM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
Sanpress Inox G	1.4520 Modell 2204/2204XL	EPDM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
		FKM ³⁾			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
		HNBR			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
Sanpress Inox LF	1.4401 Modell 2203/2203XL	EPDM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
		EPDM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
		EPDM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
Sanpress Inox LF	1.4521 Modell 2205/2205XL	EPDM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
		EPDM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
		EPDM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
Sanpress Inox LF	1.4520 Modell 2204/2204XL	EPDM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
		EPDM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X
		EPDM			0	1	2	3	4	5	6	7	X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	0	1	2	3	4	X

✓ = einsetzbar

✗ = nicht einsetzbar

○ = bedingt einsetzbar. Rücksprache mit dem Service Center erforderlich

¹⁾ EPDM-Dichtelement für Ölkonzentrationen < 25 mg/m³
²⁾ Empfehlung Klassen 1 bis 3: Vor Inbetriebnahme Leitung spülen

³⁾ Austausch der werkseitig eingelegten EPDM Dichtelemente gegen FKM Dichtelemente baueitig möglich

Tab. 51: Einsatzbereich der Viega Rohrleitungssysteme nach Reinheitsklassen gemäß ISO 8573-1, Teil 1 von 2



Viega GmbH & Co. KG

Viega Platz 1
57439 Attendorn
Deutschland

Technische Beratung

Telefon +49 (0) 2722 61-1100

Telefax +49 (0) 2722 61-1101

service-technik@viega.de

Planungssoftware

Telefon +49 (0) 2722 61-1700

Telefax +49 (0) 2722 61-1701

service-software@viega.de

viega.de

