VCI-Leitfaden zum Thema

DRUCKLUFTMEMBRANPUMPEN

Mindestanforderungen an die Herstellerdokumentation und Empfehlungen für den sicheren Betrieb

Rechtliche Hinweise:
Dieser Leitfaden entbindet in keinem Fall von der Verpflichtung zur Beachtung der gesetzlichen Vorschriften. Der Leitfaden wurde mit großer Sorgfalt erstellt. Dennoch übernehmen die Verfasser und der Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI) keine Haftung für die Richtigkeit der Angaben, Hinweise, Ratschläge sowie für eventuelle Druckfehler. Aus etwaigen Folgen können deswegen keine Ansprüche weder gegen die Verfasser noch gegen den Verband der Chemischen Industrie e.V. geltend gemacht werden.
Das Urheberrecht dieses Leitfadens liegt beim VCI. Die vollständige und auszugsweise Verbreitung des Textes ist nur gestattet, wenn Titel und Urheber genannt werden.

Responsible Care – ein Beitrag zur Nachhaltigkeitsinitiative Chemie3

CHEMIE3 DIE NACHHALTIGKEITSINITIATIVE DER DEUTSCHEN CHEMIE

Getragen von: Wirtschaftsverband VCI, Gewerkschaft IG BCE und Arbeitgeberverband BAVC

Vorwort

Druckluftmembranpumpen werden in zahlreichen industriellen Anwendungen genutzt. Dabei sind die Druckbedingungen, unter denen die Pumpen betrieben werden, insbesondere Vor- und Gegendruck, im zulässigen Bereich zu halten.

Ein Ereignis mit Produktaustritt im April 2023 war der Auslöser für weitere Untersuchungen. Während des Filtrationsprozesses einer Produktlösung trat ein erhebliches Leck in der verwendeten Druckluftmembranpumpe auf. Der auf der Druckseite installierte Hubbegrenzer der Pumpe hatte sich gelöst, wodurch eine erhebliche Menge der Produktlösung ausgetreten ist.

Ursache hierfür war eine unerwartete Druckerhöhung, wodurch die Auslegungsgrenzen der Pumpe deutlich überschritten wurden. Grundsätzlich sind Flüssigkeiten auf der Saugseite einer Druckluftmembranpumpe drucklos zuzuführen. Die tatsächlichen Auswirkungen der Abweichung von dieser Vorgabe waren bislang weitgehend unerforscht. (Bisherige Annahme: maximaler Förderdruck = Antriebsdruck)

Nachdem nun die Untersuchungsergebnisse (von VCI-Betreibern gemeinsam mit dem Hersteller) vorliegen, hat die VCI-Taskforce Pumpen dies zum Anlass genommen, Mindestanforderungen an die Herstellerdokumentation sowie Empfehlungen für den sicheren Betrieb zu formulieren.

Mindestanforderungen an die Herstellerdokumentation

Um als Betreiber für die Planung, Beschaffung und den sicheren Betrieb von Druckluftmembranpumpen über eine ausreichende Informationsdichte zu verfügen, werden die Hersteller aufgefordert, die folgenden Mindestanforderungen in ihre Herstellerdokumentation aufzunehmen:

1. Technische Auslegung* (Einsatzgrenzen): Zulässige minimal / maximal Werte

(*kann Teil des auftragsbezogenen Pumpendatenblatts oder der Betriebsanleitung sein)

- Mechanische Auslegung (Druck-Temperatur-Diagramm) [bar / °C]
- Stutzenkräfte [N]
- Max. Vordruck, saugseitig [bar]
- Antriebsdruck [bar]
- Verbrauch Antriebsgas (Qmin / Qdesign / Qmax) [Nm^3/h]
- Förderdruck [bar]
- Fördermenge [m^3/h]
- NPSHr [m]
- Umgebungstemperatur [°C]
- Schallleistungspegel, A-bewertet [dB(A)]

- Lebensdauer (Betriebsjahre / Einlagerung) [p.a.]

- **Medium Eigenschaften**
  - Temperatur [°C]
  - Dichte [kg/m³]
  - Viskosität [mPas]
  - Dampfdruck [bar abs.]
  - Feststoff-Gewichtsanteil [%]
  - Feststoff-Korngrößen [µm]
  - Feststoff-Dichte [kg/m³]
  - Feststoff-Beschaffenheit [Mohs-Härte 1-10]

2. Pumpendatenblatt (Auftragsbezogen Daten mit Seriennummer der Maschine)
- Verfahrensdaten
- Auslegungsdaten
- Werkstoffangaben
- Stutzenausführung (beispielsweise nach DIN EN 1092-1, Form B1)
- Zulässiger Einsatz in einer Ex-Atmosphäre / Ex-Kennzeichnung (falls erforderlich); inklusive der doppelten Kennzeichnung der Gerätekategorie (Innen / Außen) und Protection-Level

3. Betriebsanleitung (BA) gemäß Maschinenrichtlinie (Maschinenverordnung ab 20.01.2027)
- inkl. Warnhinweis „Betrieb mit unzulässigem Vordruck“
- inkl. Warnhinweis „unzulässige Druckaddition“ ($P_{Förderdruck} = P_{Antrieb} + P_{Vordruck} + P_{Booster}$)
- inkl. Warnhinweis „Membranbruch durch einfrieren des Luftfilters“ (hohe Luftfeuchtigkeit)
- inkl. Warnhinweis „Produktfreisetzung bei Membranbruch“
- inkl. Warnhinweis „Drucklufteintrag ins System bei Membranbruch“
- inkl. Empfehlung zur Aufstellung und Verrohrung
- inkl. Empfehlung zur Ableitfähigkeit / Erdung der Pumpe (insbesondere Kunststoffpumpen)

4. Pumpenkennlinie inkl. Luftverbrauch (N/m³)

5. Maßzeichnung (Auftragsbezogen mit Pumpenseriennummer & gewählte Stutzenausführung)

6. Schnittzeichnung mit Teilenummer (Auftragsbezogen)

7. Stückliste (DIN-24420) mit Teilenummer und Explosionszeichnung (Auftragsbezogen)

8. Konformitätserklärung 2006/42/EG (Auftragsbezogen mit Seriennummer der Maschine)

9. Konformitätserklärung 2014/34/EU (Auftragsbezogen mit Seriennummer der Maschine)

10. Zubehörteile mit Betriebsanleitung und Angabe von Hersteller und Typenbezeichnung

Empfehlungen für den sicheren Betrieb von Druckluftmembranpumpen

Um für eine konkrete Förderaufgabe die geeignete Pumpe auswählen zu können, bedarf es nicht nur technischer Informationen eines Herstellers, sondern insbesondere auch Informationen über die eigentliche Förderaufgabe, das Medium, die Betriebsweise und den Aufstellungsort. Im Folgenden unterscheiden wir den sicheren Betrieb für Neuanlagen und Bestandsanlagen.

1. Neuanlagen

1.1 Auswahlkriterien der für die Förderaufgabe geeigneten Druckluftmembranpumpe

- Prüfung der Eignung der Bauart für die Förderaufgabe?
  - Bei kritischen Fördermedien ist die Sicherheit gegenüber einer möglichen Produktfreisetzung durch Membranbruch zu prüfen (**L**oss **o**f **P**rimary **C**ontainment). Potenzielle Schutzmaßnahme (Safety-Layer): Doppelmembrane mit Überwachung
  - Antriebsgaseintrag ins System bei Membranbruch
- Prüfung der Werkstoffeignung (chemische- und thermische Beständigkeit)
- Prüfung der Eignung für den Betrieb in Ex-Zonen (Innen / Außen)
- Prüfung der Vordruck-Eignung (Falls die Pumpe mit Zulauf / Vordruck betrieben werden soll)
- Prüfung der Lärmbelästigung (ggf. Lärmarbeitsplätze, Probleme beim Lärmkataster etc.)
- Witterungsbedingte Gefahren am Aufstellungsort:
  - Frost / hohe Temperaturen durch Sonneneinstrahlung / UV-Alterung (Kunststoffpumpen)
- Pumpen mit einer niedrigen Hubfrequenz haben eine längere (Membran-) Lebensdauer

1.2 Bestimmungsgemäßer Betrieb unter Einhaltung der Einsatzgrenzen

- Mindestanforderungen an die Antriebsgas Beschaffenheit / Qualität gemäß ISO 8573-1 Kl. 5
- Anfahren: Kein Direktstart (geregelte Gaszufuhr über Filterregler bzw. Langsamanfahrventil)
- Erdung anschließen im Ex-Bereich (!)
- Einhaltung der zulässigen Stutzenkräfte und Drehmomente
- Bedingter Betrieb der Pumpe mit Zulauf bzw. Vordruck
  - ⇨ $P_{Förderdruck} = P_{Antrieb} + P_{Vordruck}$

- Verschlissene (undichte) Ventile auf der Druckseite können einen Booster-Effekt auslösen
  - ⇨ $P_{Förderdruck} = P_{Antrieb} + P_{Vordruck} + P_{Booster}$

  <u>Achtung wichtiger Hinweis:</u>
  Ein Booster-Effekt kann auftreten, wenn eine in Betrieb befindliche Pumpe mit unzulässig hohem Vordruck und verschlissenen Druckventilen (Druckausgleich zwischen beiden Kammern innerhalb der Pumpe) gegen eine sich schließende Armatur auf der Druckseite fördert.
  Hierbei ist die Höhe des Boosters in Abhängigkeit des Systems näherungsweise: $P_{Booster} = P_{Antrieb} + P_{Vordruck}$. Entsprechend kann sich auch der Förderdruck der Pumpe verdoppeln: $P_{Förderdruck} = 2x\ (P_{Antrieb} + P_{Vordruck})$

- Abfahren: Restentleerung der Pumpe nur bedingt möglich!
- Stillstand: Pumpe nicht für einen längeren Zeitraum druckbeaufschlagt stehen lassen

1.3 Wartung und Instandhaltung (Auszug, Details siehe Betriebsanleitung)

- Antriebsgas-Filtereinheit
- Nachziehen der Zugstange / Zuganker
- Membrane (& Ventile) wechseln (Intervalle gemäß Herstellerangaben / Betriebserfahrung)
- Optische Prüfung (Leckage)

2. Bestandsanlagen - Schutzmaßnahmen für Druckluftmembranpumpen, bei dem der Booster-Effekt auftreten kann

(Die Hinweise unter 1.2 „Neuanlagen“ gelten auch hier)

2.1 Organisatorisch- / mechanische Maßnahmen

- Betrieb der Pumpe ausschließlich bei druckseitig geöffneter Armatur (offen verriegelt) (ACHTUNG: Nicht wirksam bei Verstopfungsgefahr!)
- Begrenzung des Vordrucks aus dem Vorlagebehälter gemäß den Herstellervorgaben

2.2 PLT-Maßnahmen (Mögliche überwachende Maßnahmen)

- Begrenzung des Vordrucks aus dem Vorlagebehälter
  - ⇨ Druck „Hoch“-Abschaltung am Behälter schaltet die Pumpe ab

- Begrenzung des Antriebsdrucks
  - ⇨ $P_{Förderdruck} < P_{mech.\ Auslegung}$

- Überwachung, dass die druckseitige Armatur geöffnet ist
  - ⇨ Druck „Hoch“-Abschaltung auf der Druckseite der Pumpe
  - ⇨ Durchflussüberwachung auf der Druckseite der Pumpe
  - ⇨ Stellungsmelder an der druckseitigen Armatur

Ansprechperson:
Dipl.-Ing. Thilo Höchst

Abteilungsleiter Umweltschutz, Anlagensicherheit, Verkehr
Bereich Wissenschaft, Technik und Umwelt
T +49 (69) 2556-1507 | **E** hoechst@vci.de

Verband der Chemischen Industrie e.V. – VCI
Mainzer Landstraße 551507
60329 Frankfurt

www.vci.de | www.ihre-chemie.de | www.chemiehoch3.de
LinkedIn | YouTube | Instagram
Datenschutzhinweis | Compliance-Leitfaden | Transparenz

- Registernummer des EU-Transparenzregister s: 15423437054-40
- Der VCI ist unter der Registernummer R000476 im Lobbyregister, für die Interessenvertretung gegenüber dem Deutschen Bundestag und gegenüber der Bundesregierung, registriert.

Der VCI ist Europas größter Verband für Chemie und Pharma. Mit seinen 22 Fach- und 7 Landesverbänden repräsentiert er die Interessen von rund 2.000 Unternehmen – vom Global Player bis zum hoch spezialisierten Mittelständler. Mit 240 Milliarden Euro Umsatz im Jahr 2024 und mehr als 560.000 Beschäftigten in Deutschland zählt die Branche zu den stärksten Treibern für Innovation, Wohlstand und Zukunft. Für eine starke chemisch-pharmazeutische Industrie von heute und morgen ist der VCI in Deutschland, in Europa und weltweit aktiv.