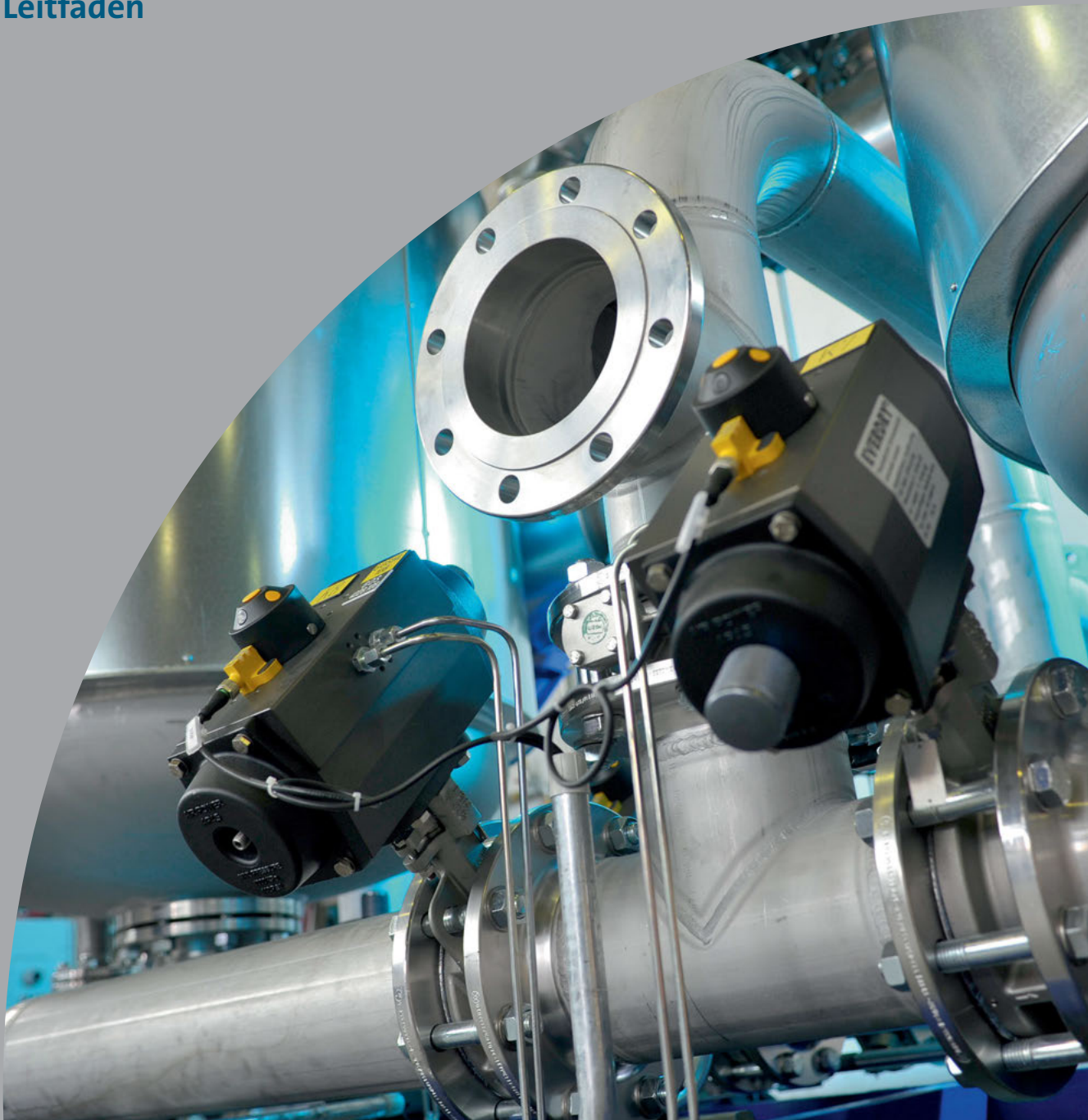


Druckluftanlagen – sicher und wirtschaftlich betreiben

Leitfaden



Druckluftanlagen – sicher und wirtschaftlich betreiben

Leitfaden

Four thick, light blue curved lines originate from the left edge of the page and curve upwards and to the right, creating a sense of movement and flow.

1 Vorwort

Der Leitfaden wurde von Herstellern von Industrie-Druckluft-Kompressoren und -Aufbereitung erstellt, die im VDMA-Fachverband Kompressoren, Druckluft- und Vakuumtechnik organisiert sind. Er dient nur als Anhaltspunkt und bietet einen Meinungsüberblick zu der Frage, wie Druckluftanlagen (Komponenten in der zentralen Druckluftstation wie Druckluftkompressoren, Speicherung, Verrohrung und Aufbereitung) im stationären Betrieb sicher betrieben werden können. Ausdrücklich sei darauf hingewiesen, dass die jeweils aufgelisteten Punkte z. B. bei der Wartung oder im Anhang 1 nur einzelne Beispiele darstellen können und es insoweit auch andere Methoden und Arbeitsschritte gibt.¹

Mit Einführung der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) im Jahr 2002 wurde die Trennung der rechtlichen Aspekte der Herstellung (EU-Richtlinien und CE-Kennzeichnung, Umsetzung durch Produktsicherheitsgesetz) und des Betriebs (nationale Regelungen wie die BetrSichV) abgeschlossen. In der Folge wurden und werden das nationale technische (TRBS etc.) und das berufsgenossenschaftliche Regelwerk (VBG, BGR) überarbeitet. In 2015 wurde die BetrSichV einer Revision unterworfen, in der Änderungen in u. a. der europäischen Druckgeräte-/einfachen Druckbehälter-Richtlinie übernommen wurden.

Insbesondere die BetrSichV formalisiert die Verantwortung des Arbeitgebers für den sicheren Betrieb von Maschinen und Anlagen. Sie verpflichtet ihn u. a. für die Betriebsmittel sichere Betriebsbedingungen zu gewährleisten, entsprechende Prüfungen vorzusehen und die Mitarbeiter zu qualifizieren.

Druckluftkompressoren sind heute grundsätzlich unproblematische Arbeitsmittel, die bei richtiger Handhabung lange Lebenszeiten erreichen.

Der dauerhaft sichere Betrieb ist aber davon abhängig, dass der Betreiber die Informationen und Mittel nutzt, die die Hersteller zur Verfügung stellen. Grundsätzlich kann der Betreiber von dem Hersteller eines Investitionsgutes und seiner Service-Organisation erwarten, dass dieser ihn bei der Wahrnehmung seiner Verantwortung unterstützt.

Beispiele für mögliche Instrumente dieser Unterstützung:

- Vollständige Dokumentation, bestehend aus Betriebsanleitung und EG-Konformitätserklärung, ev. auch Behälterzeichnungen.
 - Die Betriebsanleitung enthält dabei z. B. Angaben zur bestimmungsgemäßen Verwendung, Hinweise zur Festlegung von Prüf Fristen als auch Informationen zu Restrisiken, die für die Erstellung der Gefährdungsbeurteilung gemäß BetrSichV (§ 3) wichtig sind.

¹ Der Leitfaden erhebt weder einen Anspruch auf Vollständigkeit noch auf die exakte Auslegung der bestehenden Rechtsvorschriften. Der Leitfaden darf nicht das Studium der relevanten Richtlinien, Gesetze und Verordnungen ersetzen. Weiter sind die Besonderheiten der jeweiligen Produkte, sowie deren unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten zu berücksichtigen.

- Vollständiges Angebot an Original- /herstellerspezifischen Betriebsstoffen, Ersatz- und Verschleißteilen
- Qualifizierte Service-Angebote
 - Installation und Inbetriebnahme
 - Prüfungen durch eine befähigte Person (z.B. Servicefachkraft „für Druckluftsysteme“)
 - Wartung und Instandsetzung bis hin zum Full-Service
 - Condition Monitoring/Predictive Maintenance
 - Analyse, Optimierung und Modernisierung
 - Fachgerechte Entsorgung

Der Leitfaden zeigt Möglichkeiten über alle Lebenszyklen auf, wie eine wirtschaftliche und sicherheitstechnische Unterstützung erfolgen kann. Auch andere Methoden sind denkbar.

2 Geltungsbereich

Dieser Leitfaden schildert die möglichen Erfordernisse an den sicheren Betrieb von Druckluftanlagen mit serienmäßig hergestellten Druckluftkompressoren im stationären Betrieb und serienmäßig hergestellter Druckluftaufbereitung.

3 Rechtliche Grundlagen

Die wesentlichen Regelungen für den Betrieb von Arbeitsmitteln werden seit 2002 in der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) geregelt. Deren Anforderungen werden u. a. in den folgenden Technischen Regeln zur Betriebssicherheit (TRBS) konkretisiert:

- TRBS 1111 „Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung“;
- TRBS 1201 „Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftige Anlagen“, und
- TRBS 1201-2 „Prüfungen bei Gefährdungen durch Dampf und Druck“;
- TRBS 1203 „Befähigte Personen“;
- TRBS 2141 „Gefährdungen durch Dampf und Druck – Allgemeine Anforderungen“;
- TRBS 2141-1 „Versagen der drucktragenden Wandung durch Abweichen von zulässigen Betriebsparametern“ und
- TRBS 2141-2 „Gefährdungen durch Dampf und Druck – Schädigung der drucktragenden Wandung“.
- Als weitere Erkenntnisquelle dient die Berufsgenossenschaftliche Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (DGUV Regel 100-500 / BGR 500).
- Weitere wichtige Infos sind zu finden in Europäischen Richtlinien:
 - 2006/42/EG Maschinenrichtlinie
 - 2014/68/EU Druckgeräte richtlinie
 - 2014/29/EU Richtlinie über einfache Druckbehälter

4 Lebensphasen

4.1 Beschaffung

Bereits bei der Beschaffung wird die Basis für den sicheren und wirtschaftlichen Betrieb einer Druckluftanlage gelegt.

Hinsichtlich des sicherheitstechnischen Aspekts hat der Arbeitgeber nach BetrSichV, § 3, vor der Verwendung von Arbeitsmitteln die auftretenden Gefährdungen zu beurteilen (Gefährdungsbeurteilung) und daraus notwendige und geeignete Schutzmaßnahmen abzuleiten. Die Gefährdungsbeurteilung soll bereits vor der Auswahl und der Beschaffung der Arbeitsmittel begonnen werden. Dabei sind insbesondere die Eignung des Arbeitsmittels für die geplante Verwendung, die Arbeitsabläufe und die Arbeitsorganisation zu berücksichtigen. Die Gefährdungsbeurteilung darf nur von einer fachkundigen Person durchgeführt werden.

Die Basis für einen wirtschaftlichen Betrieb eines Kompressors oder einer Druckluftanlage liegt in der richtigen Auswahl der Komponenten. Daher sollte die Beschaffung eines Kompressors oder einer Druckluftanlage immer auf einer Bedarfsanalyse basieren und mit der Überprüfung des Systems gekoppelt sein, da hier erhebliche Effizienzpotentiale genutzt werden können. Diese sind gemeinsam mit einem in dieser Phase festzulegendem Servicekonzept z. B. ausschlaggebend für die Lebenszykluskosten eines Kompressors im Druckluftsystem.

Hersteller bieten mit dem Wissen über ihre Produkte in der Regel auch Servicekonzepte an, die Ausfallzeiten minimieren und schleichende Effizienz-Verschlechterungen vermeiden helfen können.

4.2 In Verkehr bringen

Komponenten einer Druckluftanlage müssen den für sie geltenden grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen entsprechen. Hier sind insbesondere die Europäischen Richtlinien 2006/42/EG (Maschinenrichtlinie), 2014/68/EU (Druckgeräterichtlinie) und 2014/29/EU (Richtlinie über einfache Druckbehälter) zu nennen. Konkretisiert werden diese Anforderungen z. B. für Kompressoren in der harmonisierten Norm DIN EN 1012-1 „Kompressoren und Vakuumpumpen, Sicherheitsanforderungen – Teil 1: Kompressoren“². Dort werden Mindeststandards, die für einen sicheren Kompressor, aber auch für eine richtlinienkonforme Dokumentation erforderlich sind, beschrieben.

Die Konformität zu den entsprechenden Europäischen Richtlinien wird, wenn der Fall für die entsprechende Komponente, durch den Hersteller durch Anbringen des CE-Zeichens sowie durch die unterschriebene Konformitätserklärung bestätigt.

4.3 Inbetriebnahme

Überwachungsbedürftige Anlagen sind nach § 15, BetrSichV einer Prüfung vor Inbetriebnahme zu unterziehen (durch eine zugelassene Überwachungsstelle oder durch eine befähigte Person – abhängig von Prüfgruppengrenzen bzw. Prüfgruppe). Diese beinhaltet auch die Prüfung der Druckanlage (Anlagenprüfung). Für verwendungsfertige Druckanlagen und Druckgeräte in verwendungsfertigen Maschinen gemäß Abschnitt 4, 6.30.1 darf die Prüfung vor Inbetriebnahme bzgl. den Aufstellungsbedingungen durch eine befähigte Person durchgeführt werden.

² Erweiterte Neuauflage als DIN EN ISO 18623-1 kurz vor Veröffentlichung (Mai 2019).

4.4 Betrieb

Wie die meisten Investitionsgüter lassen sich Druckluftanlagen bei qualifizierter Wartung, Instandhaltung und regelmäßiger Prüfung lange sicher betreiben.

Professionelle Servicekonzepte können die Lebenszykluskosten reduzieren:

- Dauerhaft niedriger Energieverbrauch
- Maximierte Verfügbarkeit
- Planbare Servicezeiten und -kosten

Der sichere und wirtschaftliche Betrieb einer Druckluftanlage ist durch zwei folgende Schwerpunkte Wartung / Instandsetzung und Prüfungen gekennzeichnet.

4.4.1 Wartung / Instandsetzung

Die gestiegene Arbeitgeberverantwortung sollte sich auch in der Auswahl des Service-Partners für eine Druckluftanlage äußern. Zur Absicherung dieser Verantwortung sollte der Arbeitgeber spätestens bei der Inbetriebnahme seine Wartungs- und Einkaufsstrategie festlegen.

Insbesondere die Verwendung von qualitativ nicht den Herstellerspezifikationen entsprechenden Teilen kann für den Arbeitgeber Risiken bergen und evtl. eine Haftung des Herstellers ausschließen. Ebenso kann die Überarbeitung der Gefährdungsbeurteilung erforderlich werden, da nach TRBS 1111 bei Änderungen an Arbeitsmitteln, Arbeitsstoffen, der Arbeitsumgebung zu prüfen ist, ob sich diese auf die Ergebnisse der bestehenden Gefährdungsbeurteilung auswirken und ob in deren Folge zusätzliche oder ergänzende Maßnahmen erforderlich werden.

Eine Übersicht über potentielle Auswirkungen hinsichtlich des Einsatzes von nicht den Herstellerspezifikationen entsprechenden Teilen oder unsachgemäßen Service wird im Anhang 1 gegeben.

Um zu gewährleisten, dass die Festlegungen in der bereits erwähnten Gefährdungsbeurteilung nicht verändert werden müssen oder / und keine potentiellen zusätzlichen Gefahren entstehen, muss die Druckluftanlage über die Laufzeit sicherheitstechnisch auf einem gleichbleibend hohen Niveau betrieben werden.

Hierfür können z. B. folgende Punkte ausschlaggebend sein:

- Betrieb innerhalb der vom Hersteller definierten Parameter,
- Entsprechende Schulung / Einweisung des Personals,
- Service durch für den jeweiligen Maschinentyp qualifiziertes Personal,
- Service in den vom Hersteller definierten Zyklen und Umfängen,
- Verwendung von Betriebsstoffen, Verschleiß- und Ersatzteilen, die den Spezifikationen des Herstellers entsprechen,
- Durchführung der erforderlichen Prüfungen,
- Erhalt der Baumuster-Zulassung durch Verwendung herstellerspezifischer Bauteile. Andernfalls könnte eine Einzelabnahme erforderlich werden, um eine rechtliche Verfügbarkeit zu erhalten.

4. 4. 2 Prüfungen

Grundsätzlich hat der Arbeitgeber laut BetrSichV Art (Prüfung vor Inbetriebnahme, Anlagenprüfung, wiederkehrende Prüfungen) und Umfang (z. B. elektrische Prüfungen) der Prüfungen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festzulegen. Dazu gehört auch die Festlegung der Fristen für die wiederkehrenden Prüfungen nach § 16, BetrSichV. Hierbei sind die in der BetrSichV festgelegten Höchstfristen zu beachten.

Diese Prüfungen werden je nach Prüfgruppen-grenzen bzw. Prüfgruppe von zugelassenen Überwachungsstellen (DEKRA, TÜV, ...) oder von befähigten Personen durchgeführt. Die Anforderungen an die befähigte Person werden in der BetrSichV aufgeführt und durch die TRBS 1203 konkretisiert.

Wesentlich ist aber, dass die letzte Entscheidung über die Frage, wen der Arbeitgeber sein Arbeitsmittel prüfen lässt, verantwortlich beim Arbeitgeber liegt. Der Arbeitgeber muss die Prüfung beauftragen. Darüber hinaus hat der Arbeitgeber dafür zu sorgen, dass die Ergebnisse der Prüfungen aufgezeichnet und über die gesamte Verwendungsdauer der überwachungsbedürftigen Anlage verfügbar sind.

Neben den vorgenannten Prüfungen hat der Arbeitgeber auch dafür zu sorgen, dass die Berufsgenossenschaftlichen Regeln beachtet werden (z. B. DGUV R 100-500 / BGR 500, DGUV V3 ...). So ist nach DGUV R 100-500 / BGR 500 eine Funktionsprüfung der Sicherheitseinrichtungen an Kompressoren bei Bedarf, jedoch mindestens 1 x jährlich erforderlich; nach DGUV V3 sind Prüfungen der elektrischen Anlagen und Betriebsmittel notwendig. Auch diese Prüfungen sind entsprechend zu dokumentieren.

In dem Leitfaden „Servicefachkraft als befähigte Person für Druckluftsysteme“³ wird dargestellt, wie Servicetechniker qualifiziert werden, dass der Arbeitgeber zuverlässig die notwendige Kompetenz vorfindet, um die verschiedenen Prüfungsaufgaben sicher zu delegieren.

Prüfungen durch Personal, das die Charakteristika und sicherheitstechnischen Lösungen der Druckluftanlage nicht qualifiziert beurteilen kann, stellen eine latente Gefahr für den sicheren Betrieb dar.

Die Durchführung erforderlicher wiederkehrender Prüfungen in Kombination mit einer turnusgemäßen Wartung bietet Kostenvorteile (z. B. Reduzierung von Reisekosten, Stillstandszeiten der Produktion oder Druckluftanlage, etc.).

³ Leitfaden liegt unter kdvdma.org bereit bzw. kann vom Ansprechpartner bezogen werden.

5 Verantwortung erfordert umfassende Qualität

Die Druckluftanlage ist ein wichtiger Baustein zur Aufrechterhaltung der Produktion bzw. des Betriebes. Wirtschaftliche Vernunft und Verantwortung für Mitarbeiter zeigen die Notwendigkeit für eine qualifizierte Betreuung aller zu einer Druckluftanlage zugehörigen Komponenten.

Bedarfsgerechte Servicepakete, die auch sicherheitstechnische Prüfungen beinhalten können, sorgen für wirtschaftlichen Betrieb bei höchster Verfügbarkeit.

Die Hersteller stehen dem Arbeitgeber mit ihrem gesamten Know-how zur Verfügung, um einen langfristig sicheren und wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen.

Anhang

In folgenden Tabellen werden mögliche Auswirkungen des Einsatzes von nicht den Herstellerspezifikationen entsprechenden Teilen oder unsachgemäßen Service dargestellt. Die Tabellen sind nicht abschließend. Es werden typische aus der Erfahrung heraus festgestellte Folgen dargestellt.

Es sind durchaus weitere/andere Auswirkungen und Folgen eines unsachgemäßen Service denkbar.

Tabelle 1: Mögliche Auswirkung des Einsatzes von nicht den Herstellerspezifikationen entsprechenden Teilen oder unsachgemäßen Service bei der Drucklufterzeugung

Komponente/ Bauteil	Aufgetretener Effekt	Folgen	A: Beeinträchtigung der Betriebssicherheit	B: Erhöhung der Betriebskosten	C: Beeinträchtigung der Produktion	D: Gefährdung von Mensch und Maschine
1. Keilriemen						
	Stark verringerte Standzeit	Ausfallzeiten, Verkürzung von Wartungsintervallen	X	X		
2. Abscheidepatrone						
2.1	Zu geringe Abscheiderate	Erhöhter Schmiermittelverbrauch / Mehrbelastung nachfolgender Aufbereitung	X	X		
2.2	Stark verringerte Standzeit	Ausfallzeiten	X	X		
2.3	Zu hoher Differenzdruck	Hohe Energie-Mehrkosten		X		
2.4	Nicht passgenau	Nachbearbeitung erforderlich		X		
2.5	Öldurchbruch wg. nicht ausreichender Qualität	Vom Reinigen des Druckluftsystems bis hin zum Verlust von Produktionschargen	X	X	X	X
3. Luftfilter						
	Nicht passgenau, daher undicht oder zu geringe Abscheiderate	Erhöhter Verschleiß im Kompressorenblock / verringerte Schmiermittel-Standzeit	X	X	X	

Komponente/ Bauteil	Aufgetretener Effekt	Folgen	A: Beein- trächtigung der Betriebs- sicherheit	B: Erhöhung der Betriebs- kosten	C: Beein- trächtigung der Produk- tion	D: Gefähr- dung von Mensch und Maschine
4. Filtermatte						
	Ungenügender Filtereffekt, dadurch unzureichende Kühlung durch verschmutzte Kühlflächen	Erhöhter Verschleiß (Keilriemen, Riemen- scheiben) und Energiebedarf	X	X		
5. Kühl- und Schmiermittel-Filter						
5.1	Erhöhter Druckabfall durch unangemessenes Filtermaterial	Lagerschäden durch unzu- reichende Schmierung / Erhöhter Verschleiß und Energieverbrauch durch steigende Verdichtungs- endtemperaturen / Abschaltung durch Erreichen der zulässigen Betriebs- temperatur	X	X		
5.2	Zu geringe Abscheiderate	Schäden an Kompressor- block und Lager / Verkürzung der Schmiermittel-Standzeit	X	X		
5.3	Zu geringer Berstdruck	Produktionsausfall	X	X	X	X
6. Kolbenkompressorventile						
6.1	Stark verringerte Standzeit	Ausfallzeiten	X	X		
6.2	Brechen	Kolbenfresser	X	X		X
7. Schmier- und Betriebsmittel						
7.1	Unzureichende Eigenschaften hinsichtlich Viskosität, Flammpunkt, Zündtemperatur, Alterungsverhalten, Demulgiervermögen, Schmutzabscheidevermögen, Schaumverhalten, Korrosionsschutzverhalten, Verträglichkeit gegenüber Standard-Elastomeren, Dichte	Lagerschäden / Kolbenfresser, Rückströmverluste / Kompressorenbrand / Explosion / Verpuffung	X	X	X	X
7.2	Kühlmittel-Wasser- Trennfähigkeit	Überschreiten der Einleitgrenzwerte / Hohe Entsorgungskosten		X		X
8. Kompressorenblock, unsachgemäße Neulagerung						
	Rückströmverluste, erhöhte Temperaturen, erhöhter Verschleiß	Kompressorenbrand, hoher Verschleiß	X	X	X	X

Tabelle 2: Mögliche Auswirkung des Einsatzes von nicht den Herstellerspezifikationen entsprechenden Teilen oder unsachgemäßen Service bei der Druckluftaufbereitung

Komponente/ Bauteil	Aufgetretener Effekt	Folgen	A: Beein- trächtigung der Betriebssi- cherheit	B: Erhö- hung der Betriebs- kosten	C: Beein- trächtigung der Produk- tion	D: Gefähr- dung von Mensch und Maschine
1. Filter						
1.1 Aktivkohlefilter/ -adsorber mit 1.1.1 Aktivkohleschüttung	erhöhter Abrieb, unzureichende ÖladSORption, verkürzte Lebensdauer, hoher Druckverlust	Ausfallzeiten, Produktionsausfall, höhere Betriebskosten	X	X	X	X
1.2 Aktivkohlefilter/ -adsorber mit Aktiv- kohle-Filterelement	unzureichende ÖladSORption, verkürzte Lebensdauer	Ausfallzeiten, Produktionsausfall	X	X	X	X
1.2 Partikel- und Koaleszenz-Filter – Filterelement	1.2.1 stark verringerte Standzeit	Ausfallzeiten	X	X	X	
	1.2.2 zu geringe Abscheiderate	Produktionsausfall	X	X	X	
	1.2.3 zu hoher Differenzdruck	Erhöhte Energie- und Arbeitskosten (z. B. geringeres Drehmoment an Druckluftschrauben, langsames Füllen von Stellzylindern)	X	X	X	
	1.2.4 nicht passgenau	erhöhte Verunreinigungen auf der Reinseite	X	X	X	
2. Katalysator						
2. Katalysator zur Entölung – Katalysatormaterial	erhöhter Abrieb, unzureichende Öloxidation, falsche Exothermie, verkürzte Lebensdauer, hoher Druckverlust	Ausfallzeiten, Produktionsausfall, höhere Betriebskosten	X	X	X	X
3. Kältetrockner						
3.1 Wärmetauscher	unzureichende Kühlung durch verschmutzte Kühlflächen	Wassereintrag ins Druckluftnetz, Korrosion ab 65 % rel.Feuchte möglich, Bakterienwachstum, kurze Standzeit Aktivkohlefilter /-adsorber	X	X	X	X
3.2 Kältemittel- kreislauf	3.2.1 unzureichende Kältemittelmenge	Wassereintrag ins Druckluftnetz, Korrosion ab 65 % rel.Feuchte möglich, Bakterienwachstum, kurze Standzeit Aktivkohlefilter / -adsorber	X	X	X	X
	3.2.2 bei Kältemittelgemischen (wie z. B. R 134 a) partielle Befüllung nach Undichtigkeit	Wassereintrag ins Druckluftnetz, Korrosion ab 65 % rel.Feuchte möglich, Bakterienwachstum, kurze Standzeit Aktivkohlefilter /-adsorber	X	X	X	X

Komponente/ Bauteil	Aufgetretener Effekt	Folgen	A: Beeinträchtigung der Betriebssicherheit	B: Erhöhung der Betriebskosten	C: Beeinträchtigung der Produktion	D: Gefährdung von Mensch und Maschine
3.3 Kältemittelkompressor	3.3.1 unzureichender Kältemittelstrom	Drucktaupunkt (DTP) steigt bei Volllast, da zu wenig Wärme aus dem System transportiert werden kann -> Wassereintrag		X	X	
	3.3.2 läuft nicht an	Kältetrockner startet nicht -> Wassereintrag		X	X	
3.4 Filtertrockner	unzureichender Kältemittelstrom durch verstopften Filtertrockner	Niederdruckstörung auf Grund von Druckabfall im Kältemittelkreislauf		X	X	
3.5 Druckschalter	Druckschalter lösen zu früh oder zu spät aus.	Kältemittelverdichter könnte überfahren werden. Kondensat könnte im Wärmetauscher / Kondensatableiter gefrieren und diese Komponenten beschädigen	X	X	X	X
3.6 Kurbelgehäuseheizung	Verdichter erhält nicht benötigte Heizleistung	Verdichterschaden, da ohne Kurbelgehäuseheizung das Verdichteröl ausgespült werden kann		X	X	X
3.7 Heißgas-Bypassventil	schaltet verzögert	Gefahr, dass sich der DTP nur langsam einpendelt. Gefahr, dass im Teillastbetrieb Kondensat gefriert.		X	X	
3.8 Inverter	tatsächliche Betriebsbedingungen werden nicht richtig registriert	DTP pendelt sich nicht bei +3 °C ein		X	X	
4. Adsorptionstrockner						
4.1 Trockenmittel	4.1 stark verringerte Standzeit	Ausfallzeiten	X	X		
	4.2 zu hoher Differenzdruck	hohe Energie-Mehrkosten, frühzeitiger Wechsel des Nachfilterelementes	X	X	X	
	4.3 unzureichende Trocknung durch Kanalbildung	Ausfallzeiten, Produktionsausfall	X	X	X	

Tabelle 3: Mögliche Auswirkung des Einsatzes von nicht den Herstellerspezifikationen entsprechenden Teilen oder unsachgemäßen Service bei der Kondensattechnik

Komponente/ Bauteil	Aufgetretener Effekt	Folgen	A: Beein- trächtigung der Betriebs- sicherheit	B: Erhö- hung der Betriebs- kosten	C: Beein- trächtigung der Produk- tion	D: Gefähr- dung von Mensch und Maschine
1. Kondensatableiter						
1.1 Ventil	permanentes Abblasen	erhöhte Betriebskosten, Kompressor erreicht Betriebsdruck nicht mehr	X	X	X	
	keine Entwässerung	Kondensateintrag ins Druckluftnetz	X	X	X	
2. Kondensataufbereitung - Schwerkrafttrennanlagen						
2.1 Adsorptionsfilter	Nicht adäquates Adsorptionsmaterial	Umweltbelastung bis zu ca. 5mal größer (CO ₂ -Emission bei der Herstellung)	X	X		
	Ölgehalt über dem Grenzwert zur Einleitung in die Kanalisation	Umweltbelastung; recht- liche Konsequenzen	X	X		
	Die Funktion ist nicht nachgewiesen	Verlust der Zulassung und Betriebserlaubnis; Erlöschen der Garantie	X	X		
3. Kondensataufbereitung - Emulsionsspaltanlagen						
3.1 Filtersack; Spaltmittel	Die Funktion ist nicht nachgewiesen	Verlust der Zulassung und Betriebserlaubnis; Erlöschen der Garantie	X	X		
	Ölgehalt über dem Grenzwert zur Einleitung in die Kanalisation	Verlust der Zulassung und Betriebserlaubnis; Erlöschen der Garantie; Umweltbelastung; rechtliche Konsequenzen	X	X		

Tabelle 4: Mögliche Auswirkung des Einsatzes von nicht den Herstellerspezifikationen entsprechenden Teilen oder unsachgemäßen Service bei der Messung der Druckluftqualität

Komponente/ Bauteil	Aufgetretener Effekt	Folgen	A: Beein- trächtigung der Betriebssi- cherheit	B: Erhö- hung der Betriebskos- ten	C: Beein- trächtigung der Produk- tion	D: Gefähr- dung von Mensch und Maschine
1. Partikelmessgerät – Sensorik	Messwertabweichung aufgrund ausgebliebener Kalibrierung und Justierung	Produktionsausfall, verminderte Produkt- qualität, Imageschaden	X	X	X	X
2. Ölmessgerät – Sensorik	Messwertabweichung aufgrund ausgebliebener Kalibrierung und Justierung	Produktionsausfall, verminderte Produkt- qualität, Imageschaden	X	X	X	X
3. Taupunktmess- gerät – Sensorik	Messwertabweichung aufgrund ausgebliebener Kalibrierung und Justierung	Produktionsausfall, verminderte Produkt- qualität, Imageschaden	X	X	X	X

Impressum

Herausgeber

VDMA
Kompressoren, Druckluft- und
Vakuumtechnik

Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt am Main

Telefon +49 69 6603-1283
Fax +49 69 6603-2283
E-Mail andreas.brand@vdma.org
Internet kdv.vdma.org

Gestaltung

VDMA DesignStudio, Frankfurt am Main

Herstellung

h. reuffurth gmbh, digital media & print
Mühlheim am Main
www.reuffurth.net

Bildquelle

Titel: BEKO TECHNOLOGIES

© Stand August 2019

VDMA

Kompressoren, Druckluft-
und Vakuumtechnik

Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt am Main

Telefon +49 69 6603-1282

E-Mail kdv@vdma.org

Internet kdv.vdma.org