

Beschaffungs- und Wartungsvorgaben Druckluft

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Autoren: Mag. DI Konstantin Kulterer (Österreichische Energieagentur), Ing. Franz Kriz (Atlas Copco), Ing. Heinz Farthofer (KAESER Kompressoren GmbH) und Ing. Christian Gerl (chriger solutions)

Wien, Stand: 22. März 2022

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des BMK und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an eebetriebe@energyagency.at.

Inhalt

Beschaffungskriterien Druckluftsystemkomponenten.....	5
Messung und Abschätzung.....	7
Abschätzung oder Messung des Druckluftbedarfs	7
Effizienztipps	7
Messung und Abschätzung des Bedarfsprofils.....	7
Effizienztipps	8
Kriterien zur Auswahl des Kompressors.....	9
Dimensionierung	9
Spezifischer Leistungsbedarf	9
Bauart	9
Einsatzbereiche von Schraubenverdichtern	10
Einsatzbereiche von Kolbenverdichtern	10
Unterscheidung ölfrei verdichtende und fluidgekühlte Kompressoren	10
Steuerung	11
Übergeordnete Steuerung für Mehrkompressoren-Systeme.....	11
Kühlung.....	12
Druckluftaufbereitung.....	12
Wärmerückgewinnung vorsehen	13
Geeigneten Standort wählen	13
Tipps für flexible Anlagen	14
Tipps für die Ausschreibung	15
Interne Angaben für die Ausschreibung	15
Vom Hersteller einfordern	15
Empfehlungen zur Wartung des Druckluftsystems	17
Wartungsmaßnahmen an den verschiedenen Komponenten des Druckluftsystems.....	17
Gesamtsystem.....	17
Trockner	18
Filter	18
Kühlsystem	18
Öl-Abscheidepatrone	18
Kondensatableiter	19
Öl-Wassertrenner.....	19
Verteilsystem.....	19
Über klimaaktiv	20

Kontakt	20
Literaturverzeichnis	21
Abkürzungen.....	22

Beschaffungskriterien

Druckluftsystemkomponenten

Mit Lebensdauern von über zehn Jahren und jährlichen Laufzeiten von über 4.000 Stunden spielt die Energieeffizienz von Industrieanlagen zum Zeitpunkt der Investition eine sehr große Rolle.

Beschaffungsvorgaben zielen einerseits auf die Effizienz der technischen Komponenten oder des Gesamtsystems ab. Andererseits müssen gesetzliche Mindeststandards und bestehende Labels berücksichtigt werden. Außerdem beinhalten Beschaffungsvorgaben weitere technische Vorgaben in Abhängigkeit des Einsatzzwecks. Dies sind beispielsweise die Möglichkeit zur Regelung oder Dimensionierung und teilweise auch organisatorische Abläufe wie Informationen zur Installation, Abnahme und Erstinbetriebnahme.

Während der Lebensdauer sind der Energieverbrauch und die Energie- und die Wartungskosten von effizienten Anlagen in Abhängigkeit der Technologieentwicklung deutlich geringer als von durchschnittlichen Anlagen. Diese Kosten machen im Schnitt über 75 % – für Einzelkomponenten bis zu 90 % – der Gesamtkosten aus. Daher ist es ratsam, bei der Beschaffung und der Erstellung von Angeboten die Lebenszykluskosten einer Anlage zu berücksichtigen.

Der vorliegende Leitfaden bietet Ihnen konkrete Vorgaben, Tipps sowie Effizienzmaßnahmen für die Beschaffung, den Betrieb und die Wartung von Druckluftanlagen. Die folgenden Maßnahmen sind wertvolle Anhaltspunkte um die Beschaffungs-, Energie- und Wartungskosten so weit wie möglich zu minimieren:

- Kompressor(en) gemäß tatsächlichem Druckluftbedarf beschaffen. Die Kenntnis des exakten Bedarfsprofils stellt eine wesentliche Voraussetzung zur energieeffizienten Auslegung dar. Auch bei Ersatzinvestitionen sind Messungen notwendig.
- Kompressor(en) mit geringstem spezifischen Leistungsbedarf [$\text{kW}/\text{m}^3/\text{min}$] nach ISO 1217:2009, Anhang C beziehungsweise Kompressor(en) mit den geringsten Lebenszykluskosten beschaffen. Dabei sind Anschaffungskosten, Wartungs- und Energiekosten über den wirtschaftlichen Betrachtungszeitraum zu berücksichtigen.

Außerdem sollten ebenso mögliche Einsparungen durch Wärmerückgewinnung berücksichtigt werden.

- Für Mehrkompressorenanlagen mit variablem Druckluftverbrauch ist eine übergeordnete Steuerung vorzusehen.
- Effiziente Druckluftaufbereitungskomponenten (z. B. Trockner, Filter, Adsorber, Katalysatoren) einsetzen. Je höher die erforderliche Druckluftqualität desto höher die Investitions- Energie und Wartungskosten. Energiekosten der Aufbereitungskomponenten in die Effizienzberechnung und Gesamtkostendarstellung einbeziehen.
- Druckluftkältetrockner mit Energiesparregelung (Kältespeicher, Latentwärmespeicher, Drehzahlregelung) an Stelle von Kältetrockner mit Heißgas-Bypass-Regelung beschaffen.
- Maschinen und Werkzeuge mit niedrigem Druckniveau beschaffen und keine Anlagen installieren, die ein höheres Druckniveau erfordern als derzeit vorhanden ist. Als Richtwert sollten Druckluftverbraucher einen Druckbedarf von maximal sechs bar Überdruck nicht übersteigen.
- Falls möglich, Ersatz von Druckluft (Druckluftsubstitution)
- Leitungskomponenten mit niedrigstem Druckverlust beschaffen (Ventile, Kugelhähne, Kupplungen, Filter, Trockner).
- Verlustarme PU-Schläuche einsetzen (Schlauchabroller statt Spiralschläuche anwenden).
- Verbindungen sollen nicht geschraubt oder mit Hanf abgedichtet sein, sondern geschweißt oder mit radial geklebten O-Ringen verschraubt sein.
- Bei kritischen Anwendungen in der Lebensmittel-, Pharma-, Lackier- und Elektronikindustrie entsprechende Rohrleitungs und Dichtungsmaterialien verwenden.
- Leitungsrohre mit ausreichendem Durchmesser vorsehen. Als Richtwert sollte ein maximaler Druckabfall von 0,1 bar von der Druckluftzentrale bis zum Verbraucher nicht überschritten werden.
- Stichleitungen vermeiden und Ringleitungen installieren.

Messung und Abschätzung

Abschätzung oder Messung des Druckluftbedarfs

Der erste Schritt bei einer durchdachten Neuplanung ist die Auflistung der Maschinen und Werkzeuge, die mit Druckluft betrieben werden, unter Angabe folgender Punkte:

- Betriebszeiten
- Einschaltdauer der Druckluftverbraucher
- Angabe des erforderlichen Druckniveaus laut Datenblatt der Maschinen [bar]
- Benötigte Druckluftmenge in [m³/min]
- Benötigte Druckluftqualität nach ISO 8573-1:2010 oder VDMA 15390
- Abschätzung der Gleichzeitigkeiten (falls nicht möglich, flexible Druckluftlösung)

Effizienztipps

- Es muss nicht immer die gesamte Druckluftmenge auf den höchsten Reinheitsgrad gefiltert werden (lokale Filter verringern den Energieverbrauch).
- Es müssen nicht alle Maschinen mit höchstem Druckniveau versorgt werden.
- Verbraucher mit höheren Druckbedarfen können eventuell dezentral oder mit entsprechenden Druckerhöhungsanlagen versorgt werden.
- Hinterfragen Sie die einzelnen Druckluftverbraucher, bei vielen Anwendungen gibt es schon sinnvolle Alternativen (z. B. Trocknen, Reinigen, Vakuumerzeugung).

Messung und Abschätzung des Bedarfsprofils

Das Lastprofil bezeichnet die Darstellung des benötigten Volumenstromes und Druckniveaus über eine zeitliche Periode. Dazu ist die Angabe zu Betriebsstunden und Bedarfsprofil an einem normalen Arbeitstag, in der Nacht und am Wochenende erforderlich: Stunden pro Tag, maximaler, durchschnittlicher und minimaler Bedarf.

Als Basis für die weiteren Wirtschaftlichkeitsberechnungen und Auslegung Ihrer Druckluftsysteme empfiehlt sich die Messung (am besten kontinuierlich) folgender Kenngrößen ihrer Druckluftanlage:

- Elektrische Leistungsaufnahme aller relevanten Komponenten des Druckluftsystems
- Druckluftverbrauch mittels Volumenstrommesssystems
- Systemdruck

Je nach Größe und Art des Druckluftsystems kann es auch sinnvoll sein, folgende Daten aufzunehmen und in die Gesamtbetrachtung mit einzubeziehen:

- Drucktaupunkt
- Kühlwassermenge (bei wassergekühlten Anlagen)
- Druckluftqualitätskennzahlen gemäß ISO 8573-1
- Wärmemenge in kWh (bei Einsatz von Wärmerückgewinnung)
- Raumtemperatur im Kompressorraum

Effizienztipps

Besonders bei variablem Bedarf sparen ein drehzahl geregelter Kompressor oder eine gute übergeordnete Steuerung viel Geld! Weitere Informationen unter dem Kapitel Übergeordnete Steuerung für Mehrkompressoren-Systeme

In Randzeiten, wie in der Nacht, am Wochenende oder während des Betriebsurlaubs ist der Luftbedarf meist deutlich geringer. Folgende Maßnahmen stehen je nach Größe der Anlage zu Verfügung: Mehrkompressoren-Systeme, eine angemessene Steuerung, Zeitschaltuhren, manuelles Abschalten und Teilabsperren des Druckluftnetzes.

Behalten Sie Ihre Druckluftleckagen in Auge. Ermitteln Sie nach Möglichkeit Ihren tatsächlichen Leckageluftbedarf und reduzieren Sie diesen auf ein Minimum.

Kriterien zur Auswahl des Kompressors

Das Herzstück eines Druckluftsystems ist der Kompressor. Beachtet man die folgenden Kriterien bei der Dimensionierung, Auswahl und Steuerung des geeigneten Kompressors und begleitende Effizienzmaßnahmen, lässt sich ein großer Teil an Beschaffungs-, Energie- und Wartungskosten senken.

Dimensionierung

Die Druckluftherzeugung sollte dem erforderlichen Bedarf angepasst sein. Überdimensionierte Kompressoren haben höhere Betriebskosten (und damit spezifische Kosten), mehrere kleinere Kompressoren mit geeigneter Steuerung können flexibel an den Druckluftbedarf angepasst werden und erhöhen die Ausfallsicherheit.

Spezifischer Leistungsbedarf

Es ist jener Kompressor mit dem geringsten spezifischen Leistungsbedarf auszuwählen, bei drehzahlgeregelten Kompressoren über den gesamten Drehzahlbereich: [kW/m³/min] nach ISO 1217:2009, Anhang C, Anhang E bei drehzahlgeregelten Kompressoren. Die Leistungsaufnahme wird dabei bei effektivem Betriebsüberdruck an der Eingangsklemme des Gerätes (Verdichter, Hauptmotor, Lüftermotor, Nebenaggregate, Wirkungsgradverluste) gemessen. Es wird die effektive Liefermenge am Austritt der Kompaktanlage bei effektivem Betriebsüberdruck angegeben.

Bauart

Grundsätzlich unterscheidet man für die häufigsten Anwendungen Kolbenkompressoren, fluidgekühlte Schraubenkompressoren, ölfrei verdichtende Schraubenkompressoren, Rotationskompressoren, Scroll-Kompressoren und Dreh Zahnverdichter. Für Anwendungen

mit sehr hohen Druckluftbedarfen kommen auch sogenannte Turboverdichter zum Einsatz.

Einsatzbereiche von Schraubenverdichtern

Diese werden für circa 80 % bis 90 % der Anwendungen eingesetzt, insbesondere für Anwendungen mit hoher Einschaltdauer, kontinuierlichem Druckluftverbrauch ohne Lastspitzen, für Grundlastmaschinen, für große Liefermengen und pulsationsfreien Volumenstrom. Sie sind für ein Druckniveau zwischen 5 bar und 15 bar geeignet.

Einsatzbereiche von Kolbenverdichtern

Kolbenkompressoren werden bei geringerem sowie schwankendem Druckluftverbrauch eingesetzt, für Dauerlastanwendungen sind sie aufgrund höherer Wartungsintensität weniger geeignet. Sie sind insbesondere für Anwendungen mit kleinen Liefermengen (Einzelkompressoren bis 5,5 kW Antriebsleistung) oder hohen Drücken über 15 bar einsetzbar. Aktuell (2021) sind im Leistungsbereich von 45 kW bis 355 kW, 6 bar bis 15 bar Überdruck moderne ölfrei verdichtende, doppeltwirkende Kolbenkompressoren auch als Dauerläufer im Einsatz und können mit einer sehr niedrigen spezifischen Leistung punkten.

Unterscheidung ölfrei verdichtende und fluidgekühlte Kompressoren

Grundsätzlich sind ölfreie Kompressoren teurer in Anschaffung und Wartung. Bei ölfreien Kompressoren lassen sich jedoch erhebliche Energiekosten durch den Entfall von Ölfiltern und des damit einhergehenden Druckverlusts (1 bar Druckverlust entspricht 7 % Energiekosten) einsparen. Der regelmäßige Austausch der Filterelemente, eine Kondensataufbereitung, das Entsorgen der ölhaltigen Filterelemente sowie ein Großteil des Installationsaufwandes entfallen.

Achtung: Ölfreier Kompressor ist jedoch nicht gleich ölfreie Druckluft! In kritischen Anwendungen sind ebenso Filter erforderlich, um Kontaminationen im Druckluftsystem gänzlich ausschließen zu können!

Bei fluidgekühlten (ölgeschmierten) Kompressoren kann die Druckluftaufbereitung bei falscher Wartung zu ineffizienten Zuständen führen. Dies gilt aber auch für ölfreie Druckluftanlagen mit Druckluftaufbereitung.

Steuerung

Grundsätzlich bestehen folgende Regelungsarten:

- Aussetzregelung für Kolbenkompressoren. Diese Regelung empfiehlt sich bei großen Druckluftbehältern zur Zwischenspeicherung und weist eine günstigste Energiebilanz auf.
- Die Leerlaufregelung zur Verminderung der Motorschaltspiele reduziert den elektrischen Leistungsbedarf auf bis zu 30 % der Volllast, wenn keine Druckluft produziert wird.
- Regelung über Frequenzumrichter (für Fördermengen zwischen 25 % und 100 %). Ein Frequenzumrichter verringert darüber hinaus die Einschaltströme und bietet die Möglichkeit das Druckluftband auf +/- 0,1 bar konstant zu halten und damit den Netzdruck abzusenken und Energie zu sparen.

Bei Schraubenkompressoren sollen möglichst niedrige Leerlaufzeiten auftreten: Bei Spitzenlastkompressoren sollte der Anteil unter 15 % liegen, wird ein drehzahl geregelter Kompressor eingesetzt, kann der Leerlaufanteil auf 0 % reduziert werden.

Übergeordnete Steuerung für Mehrkompressoren-Systeme

Je nach Position des Druckluftkompressors in der Schaltreihenfolge (z. B. Grundlast oder Spitzenlast) ist eine entsprechende Steuerung vorzusehen. Für Mehrkompressorensysteme sind außerdem übergeordnete Steuerungen anzuwenden:

Moderne Steuerungssysteme sind in der Lage bis zu 16 oder sogar 32 Kompressoren in einem Druckband von mindestens 0,1 bar in mehreren Druckbändern zu betreiben. Weiters ist eine Programmierung schichtabhängiger Druckbänder möglich. Darüber hinaus werden auch Verluste, verursacht durch Starten und Stoppen der Kompressoren, sowie Verluste durch sich verändernden spezifischen Leistungsbedarf bei verschiedenen

Betriebspunkten (Kurve des spezifischen Leistungsbedarfs bei drehzahleregelten Kompressoren) berücksichtigt.

Für Grundlastkompressoren wird keine Frequenzumrichter-Regelung empfohlen. Frequenzumrichter-geregelte Kompressoren sollten als Spitzenlastmaschinen eingesetzt werden.

Kühlung

Hier wird zwischen wasser- und luftgekühlten Anlagen unterschieden:

Ein Großteil der Kompressoren bei industriellen Anlagen werden luftgekühlt ausgeführt. Da hier jedoch bis zu 90 % der elektrischen Leistung in Form von heißer Luft abgegeben wird, ist auf eine funktionierende Be- und Entlüftung der gesamten Kompressoranlage zu achten.

Wasserkühlung kommt in der Regel erst bei höheren Leistungen zum Einsatz beziehungsweise wenn keine Möglichkeit besteht, die Abluft aus dem Kompressorraum abzuführen oder wenn es bereits ein bestehendes Kühlwassersystem gibt.

Die Installations-, Betriebs- und Wartungskosten für die Kühlung sind jedenfalls bei der Beschaffung beziehungsweise bei alternativen Überlegungen zur Wärmerückgewinnung einzubeziehen (z. B. Stromverbrauch für Pumpen, Kompressionskälte und Rückkühlung, Ventilatoren. Installation von Kanälen und Leitungen). Bei wassergekühlten, ölfreien Schraubenkompressoren sind bis zu 100 % der elektrisch zugeführten Energie als Abwärme nutzbar.

Druckluftaufbereitung

Die von Druckluftverbrauchern benötigte Druckluftqualität sollte immer nach der Norm ISO 8573-1:2010 angegeben werden. Diese Norm definiert Klassen für den maximalen Partikel-, Wasser- und Restölgehalt. Die Druckluft sollte nur bis zu jener Klasse aufbereitet werden, welche für die jeweilige Druckluftanwendung unbedingt erforderlich ist.

- Kältetrockner sind die effizientesten Trockner für Anwendungen mit einem Drucktaupunkt über +3 °C (ISO 8573-1:2010): Restwasser Klasse 4, 5, 6);
- Adsorptionstrockner eignen sich für trockene Luft (ISO 8573-1:2010): Restwasser (Klassen 1, 2, 3): Regenerative Adsorptionstrockner sollten mit Kompressorabwärme, einer externen Heizung, oder Dampf betrieben werden, da sie effizienter als kalt regenerierende Adsorptionstrockner (mit Regeneration des Trockenmittels mittels trockener Druckluft) sind.
- Membrantrockner werden nur als Endstellentrockner verwendet.
- Bei ölfreien Schraubenkompressoren in Kombination mit einem Drehtrommeltrockner sind Drucktaupunkte von minus 40 °C, nahezu ohne Zufuhr von Fremdenergie, erreichbar.

Als Kondensatableiter sind elektronische, niveaugesteuerte Kondensatableiter vorzusehen, die nach dem tatsächlichen Kondensatanfall gesteuert werden, sodass beim Ableiten des Kondensats keine Druckluft verloren geht.

Wärmerückgewinnung vorsehen

80 % bis 90 % der elektrischen Leistung eines Druckluftkompressors steht als Wärmeleistung zu Verfügung, das bereitgestellte Temperaturniveau hängt von der Kompressorbauart ab. Normalerweise liegt dieses bei 60 °C bis 70 °C beziehungsweise bis zu 90 °C bei ölfreien Schraubenverdichtern. Einsatzgebiete für die anfallende Wärme sind:

- Heißluft zur Hallenheizung im Winter
- Brauchwassererwärmung
- Vorerwärmung von Verbrennungsluft oder Kesselspeisewasser
- Trocknungs- und Heizprozesse
- Drucklufttrocknung

Geeigneten Standort wählen

- Möglichst nahe bei Hauptverbrauchern
- Möglichkeit zur Aufstellung und Wartung der Anlage
- Möglichkeit zur Wärmerückgewinnung
- Kanalisationsanschluss für Kondensat

- Versiegelung des Bodens oder Ölauffangwanne, kein eingelassener Bodenablauf (zur Vermeidung von Ölaustritt)
- Kühle und saubere Zuluft beziehungsweise Filtration oder Kühlung
- Unterkühlung des Kompressorraums (unter circa + 5 °C) vermeiden
- Bei luftgekühlten Anlagen die Zuluftöffnungen möglichst an der Nordseite vorsehen
- Abluft möglichst weit von Zuluft entfernt installieren, Vermeidung von thermischem Kurzschluss

Tipps für flexible Anlagen

- Liefermenge eher knapp kalkulieren (Sicherheitszuschläge werden ohnehin berücksichtigt)
- Platzreserven im Kompressorraum
- Mehrere Kompressoren, mit mindestens einem Frequenzumrichter gesteuert (z. B. Drei-Kompressoren-Lösung mit einer drehzahlgeregelten Maschine)
- Bei Mehrkompressorsystemen mit Frequenzumrichter-Kompressor sollte der Liefermengen-Regelbereich des Frequenzumrichter-Kompressors immer größer sein als die Liefermenge der als Grundlastkompressoren zuschaltenden Kompressoren mit Fixdrehzahl, um einen optimalen Volllastanteil der Gesamtanlage zu erzielen.
- Übergeordnete Steuerung vorsehen

Tipps für die Ausschreibung

Das Ziel der Tipps für Ausschreibungen ist es, Angebote von effizienten und wartungsarmen Anlagenkomponenten zu erhalten. Im Folgenden finden Sie Tipps für interne Angaben und Vorgaben sowie einzufordernde Herstellerangaben. Mit diesen lassen sich die angebotenen Anlagenkomponenten hinsichtlich ihrer Effizienz und des Wartungsaufwands bewerten.

Interne Angaben für die Ausschreibung

- Anwendungen für Druckluft (kurze Prozessbeschreibung)
- Laufzeiten der Anlagen (Stunden pro Woche, Arbeitswochen pro Jahr)
- Druckluftbedarf (durchschnittlich, minimal und maximal) beziehungsweise Verbrauchsprofil)
- Erforderliches Druckniveau an Verbrauchern (innerhalb von 2 bar); sonst Angabe mehrerer Druckniveaus
- Druckluftqualität (ISO 8573-1:2010)
- Minimale und maximale Umgebungsbedingungen (Temperatur, Luftdruck und relative Luftfeuchtigkeit)
- Minimale und maximale Temperaturen der zur Verfügung stehenden Kühlmedien (Luft, Wasser), Kosten des Kühlwassers
- Seehöhe
- Strompreise (inklusive Tarifarten)
- Abschreibungszeit: z. B. sieben Jahre
- Gewünschte Wartungsart (Vollservice, Wartung ohne Ersatzteile, Inspektion)

Vom Hersteller einfordern

- Angabe des Normkubikmeterpreises bezogen auf 1 bar, 20 °C und 0 % relativer Feuchte (unter Angabe des Rechenweges)
- Effiziente Kompressoren unter Angabe des spezifischen Leistungsbedarfs [kW/m³/min] nach ISO 1217 Anhang C beziehungsweise E

- Steuerungsart (Druckniveau und Druckluftbedarf soll in Randzeiten abgesenkt werden)
- Leistungsbedarf gesamt
- Angabe des Stand-By-Leistungsbedarfs
- Angaben zum Kühlsystem
- Angaben zur Luftaufbereitung, inklusive geeigneten und effizienten Trocknertyp und effizienter Kondensatableitung
- Wartungskosten
- Vorsehen von Messstrecken
- Stationen mit mehreren Kompressoren sollen über eine übergeordnete Steuerung verfügen
- Verständliche Anlagendokumentation
- Einregulieren der Anlage (bei Inbetriebnahme ist der tatsächlich benötigte Druck einzustellen)

Empfehlungen zur Wartung des Druckluftsystems

Während die Kosten eines Druckluftsystems über die Gesamtlebensdauer mit 70 % bis 80 % eindeutig von den Energiekosten geprägt sind, machen die Wartungskosten, das heißt der Ersatz von Komponenten, Öl, Filter und Arbeitskosten unter 10 % aus. Der Rest sind Investitionskosten mit 15 % bis 20 %.

Allerdings darf man daraus nicht auf die Bedeutungslosigkeit der Wartung schließen. Im Gegenteil: eine ordnungsgemäß durchgeführte Wartung hat einen wesentlichen Einfluss auf den großen Kostenblock des Energieverbrauchs. Schlecht ausgelegte und gewartete Druckluftaufbereitungen führen zu ineffizienten Zuständen und bergen auch ein großes Risiko der Kontamination des gesamten Druckluftnetzes. Dies gilt insbesondere für Unternehmen des Gesundheits- und Lebensmittelsektors.

Wichtige Einflussgrößen auf die Wartungskosten sind die Qualität der angesaugten Luft, die Qualität der Luftaufbereitung, aber auch die Anzahl der Kompressorstandorte.

Wartungsmaßnahmen an den verschiedenen Komponenten des Druckluftsystems

Gesamtsystem

- Drücke und Temperaturen kontrollieren
- Sichtkontrolle (Lärm, Vibration, Leckagen, Ölaustritt, Stromanschluss)
- Steuerung kontrollieren
- Ölstand kontrollieren, Ölwechsel laut Herstellerangaben: richtiges Schmiermittel, nicht zu viel, nicht zu wenig
- Ölfilter und Ölabscheiderwechsel nach Herstellerangaben
- Betriebsstunden regelmäßig notieren (zwischen Last- und Leerlaufstunden unterscheiden); Alternativ: Auswertung der Aus- und Einschaltzeiten aus zentralem Leitsystem (Anstieg der Betriebsstunden weist auf gestiegene Verluste hin)

- Keine schmutzige und unnötig heiße Außenluft ansaugen, Zuluftkanal kontrollieren, inklusive Filter (falls vorhanden)
- Reinigung oder Austausch von schmutzigen Saugfiltern (Einsparpotential 15 % bis 40 %) Normale Austauschintervalle sind alle 500 h bei Kolbenkompressoren, 2.000 h bis 4.000 h bei Schraubenkompressoren oder 4.000 h bei Rotationskompressoren.
- Falls anzuwenden: Keil- und Riemenspannung regelmäßig überprüfen
- Bei Kolbenkompressoren: Ventile regelmäßig überprüfen, da sie stetig an Dichtigkeit einbüßen. Ventildfedern können erlahmen, brechen oder verrußen. Dadurch kann die Liefermenge um bis zu 50 % reduziert werden.
- Austausch der Lager von Verdichterelementen bei Schraubenkompressoren laut Herstellerangaben

Trockner

- Regelmäßige Reinigung des Wärmetauschers des Kältetrockners (monatlich), Druckverlust soll 0,3 bar nicht überschreiten
- Eingangstemperatur in Trockner so niedrig wie möglich halten, wenn möglich nicht über 35 °C, das verringert den Energiebedarf
- Überprüfung des Drucktaupunktes laut Serviceangaben beziehungsweise Spezifikation

Filter

- Regelmäßiger Austausch der Druckluftfilter (jährlich); optimaler Druckverlust 0,05 bar bis 0,1 bar im Neuzustand. Ab 0,4 bar bis 0,6 bar in Abhängigkeit von der Größe jedenfalls austauschen!
- Aktivkohleelemente bei einer Drucklufttemperatur von 20 °C alle 1.000 Betriebsstunden, bei höheren Temperaturen in kürzeren Intervallen, wechseln

Kühlsystem

- Regelmäßige Überprüfung der Kühler auf Verschmutzung und bei Bedarf Reinigung
- Ventilatoren und Pumpen (Wasserkühlung) prüfen (Funktion, Vibration, Lautstärke)

Öl-Abscheidepatrone

- Differenzdruck der Abscheidepatrone prüfen
- Abscheideelementwechsel laut Herstellerangaben

- Druckverlust nicht über 0,7 bar
- Wechselintervalle je nach Hersteller zwischen 2.000 h und 9.000 h

Kondensatableiter

- Kondensatableiter regelmäßig reinigen
- Defekte Dichtungen ersetzen

Öl-Wassertrenner

- Regelmäßige Kontrolle des gereinigten Kondensats auf Restölgehalt. Im Regelfall werden Prüfverfahren mittels Referenztrübung verwendet.
- Wechselintervalle zwischen 2.000 h und 6.000 h, je nach Auslegung

Verteilssystem

- Leckagen mindestens vierteljährlich prüfen, jährlich Leckagenverlust berechnen. Die Intervalle sollen aber nach Zielen und Erfahrungswerten im jeweiligen Unternehmen angepasst werden.
- Mittels Volumenstrommessungen und automatisiertem Leckagemanagement können die tatsächlichen Leckagemengen überwacht und visualisiert werden und somit rechtzeitig entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden. Bei Druckluftanlagen mit übergeordneter Steuerung und der entsprechenden Funktion können Leckageverluste durch Auswertung der Visualisierung ermittelt werden.
- Druckverlust vom Kompressor zu den Verbrauchern überprüfen

Über klimaaktiv

klima**aktiv** ist die Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Seit 2004 bietet sie in den Themenschwerpunkten „Bauen und Sanieren“, „Energiesparen“, „Erneuerbare Energie“ und „Mobilität“ ein umfassendes, ständig wachsendes Spektrum an Information, Beratung sowie Weiterbildung und setzt Standards, die international Vorbildcharakter haben.

klima**aktiv** zeigt, dass jede Tat zählt: Jede und jeder in Kommunen, Unternehmen, Vereinen und Haushalten kann einen aktiven Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten. Damit trägt die Initiative zur Umsetzung des nationalen Energie- und Klimaplanes (NEKP) für Österreich bei. Näheres unter klimaaktiv.at

Das klima**aktiv** Programm Energieeffiziente Betriebe setzt gezielt Impulse zur Erhöhung der Energieeffizienz in österreichischen Produktions- und Gewerbebetrieben und unterstützt diese auf Ihrem Weg in Richtung Klimaneutralität. Informationen, Angebote und Good Practice Beispiele von umgesetzten Maßnahmen finden Sie unter klimaaktiv.at/effizienz.

Kontakt

Strategische Gesamtsteuerung klima**aktiv**

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Sektion Klima und Energie

Stabsstelle Dialog zu Energiewende und Klimaschutz

Stubenbastei 5, 1010 Wien

Programmmanagement klima**aktiv** Energieeffiziente Betriebe

Österreichische Energieagentur

Petra Lackner

eebetriebe@energyagency.at

klimaaktiv.at/effizienz

Literaturverzeichnis

Blaustein, E., Radgen, P.: Compressed Air Systems in the European Union, Energy Savings Potential and Policy Actions, Stuttgart, 2001

Das Europäische Motor Challenge Programm, Modul Druckluftsysteme, Brüssel, 2003

EUREM European Energy Manager, Unterrichtsunterlagen, Wirtschaftskammer Österreich, 2004/2005

Good Practice Guide 241: Energy savings in the selection, control and maintenance of air compressors, Energy Efficiency Best Practice Programme, UK 1998

EnergieSchweiz: Effiziente Druckluft dank optimierter Druckluftanlagen, 28.12.2021

EnergieSchweiz: Erneuerung der Druckluftanlage, mit diesem Bestellpaket sichern Sie sich eine kosteneffiziente Anlage, Bundesamt für Energie BFE, Bern, 2006

RPS Engineering Services: Compressed Air Technical Guide, Sustainable Energy Ireland, Ireland, 2007

United States Department of Energy: Improving Compressed Air System Performance - a Sourcebook for Industry, US, 2004

Abkürzungen

bar/Ü	Bar Überdruck
°C	Grad Celsius
FU	Frequenzumformer
h	Stunden
ISO	International Standards Organization
kWh	Kilowattstunden
kWh/m ³ /min	Kilowattstunden pro Kubikmeter pro Minute
m ³ /min	Kubikmeter pro Minute
PU	Polyurethan
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V.

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und
Technologie**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)