



Best Practice	OPTIMIERUNG VON DRUCKLUFTVERBRAUCHERN	CAIR-01
Anwendung	Druckluftsysteme	
KMU Sektor	Industrie	
KMU Subsektor	Alle	
Technische Beschreibung	<p>Druckluft spielt in der modernen Industrie eine wesentliche Rolle und wird in fast jedem Produktionszweig verwendet. In einigen Sektoren kann Druckluft für bis zu 20 % der gesamten verbrauchten elektrischen Energie verantwortlich sein. (Glasindustrie sogar bis zu 40 %). Im Durchschnitt werden 7 % bis 11 % der elektrischen Energie eines Betriebes für Druckluft benötigt. Aufgrund des schlechten Wirkungsgrades ist Druckluft die teuerste Energieform in der Industrie.</p> <p>Typische Anwendungsgebiete sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Automatisierung: Zylinder, Motor, Ventile, Förderbänder, Webstuhl • Aktivluft: Transport (z. B. Schüttguttransport) • Prozessluft: Trocknen, Fermentieren, Belüftung von Absetzanlagen • Vakuum: Verpackungen, Trocknung, Saugen, Hebevorrichtungen <p>Die größten Vorteile von Druckluft sind: Verfügbarkeit, Präzision, Skalierung, Sicherheit und Geringes Gewicht der Werkzeuge.</p> <p>Anwendungsgebiete nach Druck:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ultrahochdruck (> 40 bar): Dichtheitstests, Kraftwerke, Sauerstoffflaschen • Hochdruck (17 bar – 40 bar): Rohrdrucktests, Blasformen von Kunststoffteilen • Mitteldruck (10 bar – 17 bar): Schwerfahrzeuge, Spezialanfertigungen • Niederdruck (< 10 bar): Die meisten industriellen Anwendungen liegen in diesem Bereich <p>Die spezifische Leistung eines Verdichters liegt in der Praxis bei etwa 45 % oberhalb der theoretisch idealen Verdichtung.</p>	
Empfehlung zur Optimierung	<p>Es ist möglich, die Effizienz des Produktionsprozesses zu erhöhen, indem der Druckluftverbrauch und die Druckluftverluste durch die Optimierung der Verteilungskanäle und der angeschlossenen Komponenten reduziert werden. In vielen Systemen ist der Arbeitsdruck viel höher als nötig.</p> <p>Mehrere Studien haben gezeigt, dass das Druckniveau um bis zu 1 bar gesenkt werden kann, ohne die Produktivität zu beeinträchtigen. Durch die Senkung des</p>	



für den ordnungsgemäßen Betrieb des Systems erforderlichen Drucks können kleinere Kompressoren eingesetzt und die Energieeffizienz des gesamten Systems erhöht werden.

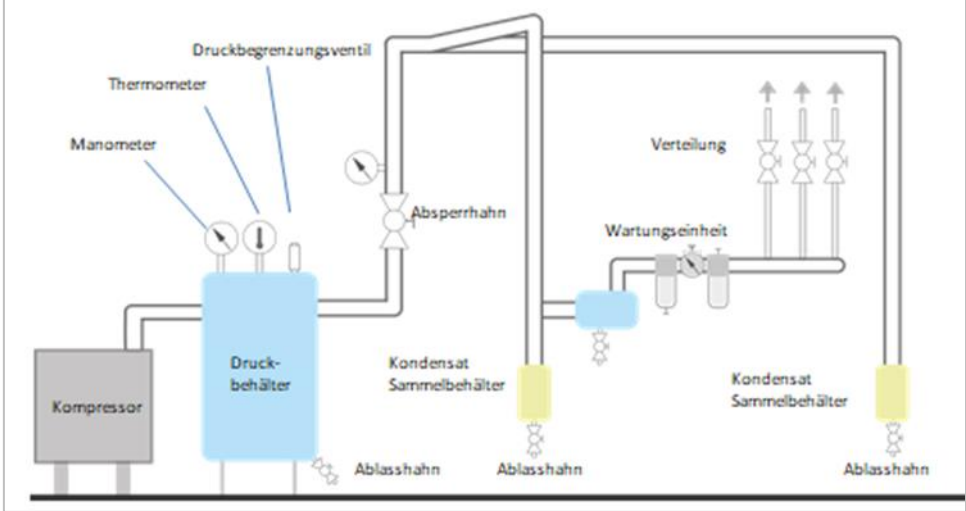
- **Auslegung von Antrieben:** Häufig werden pneumatische Antriebe überdimensioniert und die Antriebskraft ist meist um ein Vielfaches größer als es in der Anwendung tatsächlich notwendig wäre. Dadurch brauchen diese Geräte dann größere bzw. leistungsstärkere Kompressoren, um auf den Soll Volumenstrom zu kommen. Fast die Hälfte aller Antriebe kann, wie Erfahrungen zeigen, eine Baugröße kleiner ausgelegt werden.
- **Wartung:** Bei mangelnder Wartung kann es aufgrund des inneren Verschleißes und tendenziell abnehmender Dichtheit zu einem Druckluft-Mehrverbrauch kommen. Pneumatische Anlagen, deren Verschleißteile regelmäßig überprüft und gewartet bzw. ausgetauscht werden, verursachen keinen höheren Druckluftverbrauch.
- **Wechsel der Filterpatrone:** Da Druckluft nicht zu 100 % frei von jeglichen Partikeln gemacht werden kann, benötigen Druckluftanwendungen in der Regel ein Filterelement. Oft werden die Filter zu spät gewechselt, weshalb ab einer gewissen Betriebszeit der Differenzdruck dieser Elemente sehr schnell ansteigt. In der Regel sollte ein Filter unbedingt einmal pro Jahr, jedoch spätestens bei einem Druckverlust von 0,35 bar gewechselt werden.
- **Vermeidung offener Rohre für Blasanwendungen:** Wenn bei industriellen Prozessen etwas abzublasen ist, wird häufig ein ganz gewöhnliches Rohr installiert, dessen Umfang von 2 bis zu 32 mm variieren kann. Das offene Rohr wird hierzu geformt und zurechtgebogen, um den gewünschten Blaswinkel und das erforderliche Blasmuster zu erhalten. Meistens funktionieren solche Installationen zwar, bringen aber Nachteile wie starke Turbulenzen, einen extrem hohen Energieverbrauch sowie potenzielle Gesundheitsgefährdungen mit sich. Im Allgemeinen können für die meisten Industrieanwendungen Druckluftdüsen, Sicherheitsblaspistolen und Sicherheitslärmdämpfer eingesetzt werden. Es gibt unterschiedlich effiziente Düsen hinsichtlich Blaskraft und Luftverbrauch oder z. B. Düsen mit der Fähigkeit, die die Düse umgebende Luft blaskraftverstärkend mitzunutzen.
- **Geregelte Vakuum-Ejektoren:** Vakuumejektoren wandeln nach dem Venturi-Prinzip Druckluft in einen Unterdruck um. Sie sind damit das Basis-Bauteil für jede Vakuumanwendung. In vielen Betrieben werden noch ungeregelte Vakuum-Ejektoren verwendet, welche ständig in Betrieb sind. Die ungeregelten Ejektoren sollten durch geregelte ersetzt werden. Geregelte Vakuum-Ejektoren arbeiten mit einer Luftsparautomatik und zeichnen sich durch sehr geringen Luftverbrauch aus.



- **Einfach wirkende Zylinder:** In vielen Anwendungen ist nur eine Bewegungsrichtung (z. B. der Ausfahrhub) des Zylinders zeitkritisch bzw. produktiv, während der Hub in die andere Bewegungsrichtung auch länger dauern kann und mit wenig Antriebskraft ausgeführt werden könnte. Trotzdem haben viele Verbraucher Zylinder verbaut, welche in beide Richtungen wirken. Die Verwendung eines einfach wirkenden Zylinders mit Federrückstellung spart den Druckluftverbrauch, welchen der Zylinder in der nicht-zeitkritischen Phase benötigt.
- **Vermeidung von Totvolumen:** Insbesondere in größeren Anlagen liegen oft hohe Distanzen zwischen Verbrauchern und Schaltanlagen. Dabei müssen die Schläuche bei jedem Schaltvorgang befüllt bzw. entleert werden. Unnötig lange Leitungen und Leerschaltungen sollen weitgehend vermieden werden. Dazu können Leitungen verkürzt bzw. die Verschaltung optimiert werden.
- **Druckluftsubstituierung:** Oft ist es aufgrund der gegebenen Bedingungen nicht nötig, Druckluft zu verwenden. Meist kann sie, bei gleichbleibender Produktivität, durch andere Technologien ersetzt werden. Zum Beispiel benötigt ein 6,5 kW Druckluftmotor einen Kompressor mit 132 kW, während man evtl. gleich einen 6,5 kW Elektromotor verwenden könnte.
- **Weitere mögliche Substitutionen:**
 - Alternative elektrische Lösungen statt Druckluftkissen
 - Druckluftlose Farbsprühanlagen, welche den Materialdruck zur Zerstäubung verwenden anstatt Druckluft.
 - Elektrische Vakuumerzeugung anstatt Venturi Prinzip.
 - Moderne, elektrische Schleifer

Relevante technische Überlegungen

Elektrische Energie wird zu etwa 7 bis 20 % in Druckluftenergie (Volumenarbeit) umgewandelt. Die übrigen 80 bis 93 % werden in Wärme umgewandelt und landen entweder im Medium oder werden direkt an die Umgebung abgestrahlt. 50 bis 90 % dieser Wärme kann rückgewonnen werden, wovon 85 % in Wärmetauschern zurückgewonnen werden können.

<p>Grafiken und Diagramme</p>	 <p>Abbildung 1: Beispiel für ein Druckluft Verteilsystem</p>									
<p>Wirtschaftlichkeit</p>	<p>Die Investitionen hängen von der Art des Eingriffs ab, der an der Anlage vorgenommen wird.</p> <p>Für den Austausch eines Kompressors beginnen die Kosten bei 3.000 – 4.000 EUR.</p>									
<p>Energieeinsparungen</p>	<p><i>Tabelle 1: Einsparpotenziale in Druckluftsystemen, allgemein</i></p> <table border="1" data-bbox="395 1176 1524 1444"> <thead> <tr> <th>Sektor</th> <th>Anteil des gesamten Stromverbrauchs</th> <th>Einsparpotenzial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Handwerk, Handel, Dienstleistungen</td> <td>bis zu 20 %</td> <td>bis zu 50 %</td> </tr> <tr> <td>Industrie</td> <td>7 – 20 %</td> <td>bis zu 50 %</td> </tr> </tbody> </table> <p>Bei dieser EE-Maßnahme beträgt das Einsparpotenzial:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Minderwertige Technik austauschen: 15 % • Reduktion von Komponenten: bis 15 % 	Sektor	Anteil des gesamten Stromverbrauchs	Einsparpotenzial	Handwerk, Handel, Dienstleistungen	bis zu 20 %	bis zu 50 %	Industrie	7 – 20 %	bis zu 50 %
Sektor	Anteil des gesamten Stromverbrauchs	Einsparpotenzial								
Handwerk, Handel, Dienstleistungen	bis zu 20 %	bis zu 50 %								
Industrie	7 – 20 %	bis zu 50 %								
<p>Wirtschaftliche Einsparungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Auslegung von Antrieben: bis zu 40 % bezogen auf den Verbrauch des ursprünglichen Antriebs. • Wartung: Je nach Größe der Leckage (1 mm ca. 150 Euro/Jahr) • Wechsel der Filterpatrone: mehrere 1.000 Euro/Jahr • Vermeidung offener Rohre für Blasanwendungen: > 10.000 Euro/Jahr • Geregeltere Vakuumpumpen: mehrere 1.000 Euro/Jahr • Einfach wirkende Zylinder: mehrere 1.000 Euro/Jahr • Vermeidung von Totvolumen: 7 % Einsparung pro bar Druckabsenkung 									
<p>Durchschnittliche Amortisationszeit</p>	<p>3 – 6 Jahre</p>									



Emissionen	0,702 kg CO ₂ /kWh _{el} (CO ₂ -Ausstoß bei der Produktion von 1 NL/min Druckluft für eine Stunde)	
Vorteile für die Umwelt	Reduktion der CO ₂ -Emissionen durch geringeren Energiebedarf	
Nicht-Energievorteile (Mehrfachnutzen)	<input checked="" type="checkbox"/> Vorteile für die Umwelt <input checked="" type="checkbox"/> Höhere Produktivität <input checked="" type="checkbox"/> Arbeitsumfeld/ Gesundheit/Sicherheit <input type="checkbox"/> Mehr Wettbewerbsfähigkeit <input type="checkbox"/> Wartung	Viele Effizienzmaßnahmen im Bereich von Blasdüsen, Werkzeugen und Ventilen verringern das Lärmniveau am Arbeitsplatz und werden auch daher umgesetzt. In manchen Fällen (Entzunderung Rohstahl über Düsen) erhöht sich auch die Qualität des Produktes.
Replizierbarkeit	Hoch	
Ähnliche Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • CAIR-02: Optimierung des Systemdrucks • CAIR-03: Abschalten der Anlage und Verbraucher • CAIR-04: Übergeordnete Steuerung • CAIR-05: Auslegung und Bauweise der Kompressoren • CAIR-06: Netzwerkoptimierung • CAIR-07: Reduktion von Leckagen • CAIR-08: Wärmerückgewinnung 	
Praxisbeispiel	<p>Austausch von Komponenten (Österreich, 2011 – 2013)</p> <p>Ausgangssituation</p> <ul style="list-style-type: none"> • hohe Leckagen • großer Filterwechsel Intervalle • offene Rohre für Blasanwendung • keine Wärmerückgewinnung <p>Beschreibung der Optimierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optimierung der Regelungsparameter bzw. Intervalle der Filteranlagen • Leckagenbehebung • Energiespardüsen einbauen • konsequente Verbraucheroptimierung durchführen • Wärmerückgewinnung nutzen (aus Abluft, Kesselhaus, Pumpenstationen) <p>Kosten der Implementierung: 108.000 EUR</p> <p>Amortisation der Implementation: 3 Jahre</p>	



<p>Quelle</p>	<p>Kulterer, K., Huber J., Ruthner H., Oetiker H., Pucher C., Steinbrugger, C. (2015): Leitfaden für Energieaudits zur Optimierung von Druckluftsystemen, klimaaktiv energieeffiziente betriebe, Wien.</p> <p>Larrabee C.: Managing Multiple-Compressor Systems: Utilizing Controls to Improve Performance.</p> <p>3E Strategy, Department of Mechanical engineering, University of cape town: How to save energy and money in compressed air systems.</p>
---------------	--

Diese Best Practice wurde im Rahmen des Impawatt-Projekts (GA-Nr. 785041) entwickelt und für das GEAR@SME-Projekt (GA-Nr. 894356) angepasst.