



INITIATIVE  
**EnergieEffizienz+**  
Industrie & Gewerbe

## Infoblätter Druckluftsysteme: Gesamtsystemoptimierung.

---

Wie lassen sich bestehende Druckluftsysteme optimieren? + Erfassung des Ist-Zustandes + Optimierungsplanung und Umsetzung.

---

# Wie lassen sich bestehende Druckluftsysteme optimieren?

Diverse Studien und Energieaudits kommen immer wieder zu dem gleichen Ergebnis: Die Optimierungspotenziale in alten Druckluftsystemen sind erheblich. Dies hat vielschichtige Gründe. Zum einen hat sich der technische Standard der verfügbaren Ausrüstung in diesem Bereich über die Jahre stark verbessert, zum anderen sind die meisten Anlagen durch jahrelangen „Wildwuchs“ weit vom Auslegungsoptimum entfernt.

Das Kernproblem ist jedoch oft die mangelnde Kostentransparenz. Wenn die tatsächlichen Gesamtkosten der Druckluftnutzung weder den Endanwendern an den Arbeitsplätzen bekannt sind, noch im betrieblichen Controlling richtig abgebildet werden, ist der Anreiz für Optimierungsmaßnahmen gering. Daher sind organisatorische Maßnahmen, die dafür sorgen, dass ein Kostenbewusstsein geschaffen wird und ein kontinuierliches Druckluft-Management stattfindet, mindestens ebenso wichtig wie Maßnahmen an den Anlagen selbst. Ohne diese Voraussetzung hätte eine technische Optimierung einen deutlich geringeren und möglicherweise nur kurzzeitigen Effekt.

## **Druckluffeffizienz braucht Verantwortung.**

Um den Energieträger Druckluft dauerhaft effizient nutzen zu können, sollte die Verantwortung dafür zentral gebündelt werden, etwa in der Person eines zentralen Druckluftbeauftragten. Dieser sollte möglichst in einer techniknahen Abteilung angesiedelt sein und dem Unternehmens-Controlling berichten. Technische Änderungen an den Verteilernetzen und Abnahmestellen sollten nicht ohne Abstimmung mit dem Druckluftbeauftragten erfolgen. Gerade auch bei Unternehmen mit verschiedenen Standorten ist es sinnvoll, eine zentrale Instanz zu schaffen, die Wissen ansammelt und Vergleiche („Benchmarking“) durchführen kann.

Druckluftverbräuche sollten möglichst getrennt für jede Abteilung gemessen und diesen auch kostenmäßig zugerechnet werden.

## Erfassung des Ist-Zustandes.

Der erste Schritt bei der Erfassung des Anlagenzustandes ist die Aufnahme von Anlagen-, Raum- und Rohrschemata. Mit Hilfe der zur Verfügung stehenden Messtechnik können die relevanten Parameter wie Volumenstrom, Fließdruck und Druckluftqualität ermittelt werden. Zusätzlich können Werte für die Stromaufnahme der Verdichter (Last-/Leerlaufmessungen) protokolliert und daraus Lastprofile erstellt werden.

Leckgeräten lassen sich durch eine Auswertung der Druckverläufe ermitteln. Weitere Hinweise hierzu gibt es im Infoblatt „Messtechnik“.

Auch die Luftqualität sollte ermittelt werden. Dafür sind sowohl hinter der Aufbereitung als auch an verschiedenen Stellen in der Verteilerleitung Proben zu nehmen. So lassen sich nicht nur die Qualität der Aufbereitung sondern auch mögliche Verunreinigungsquellen in der Rohrleitung ermitteln.

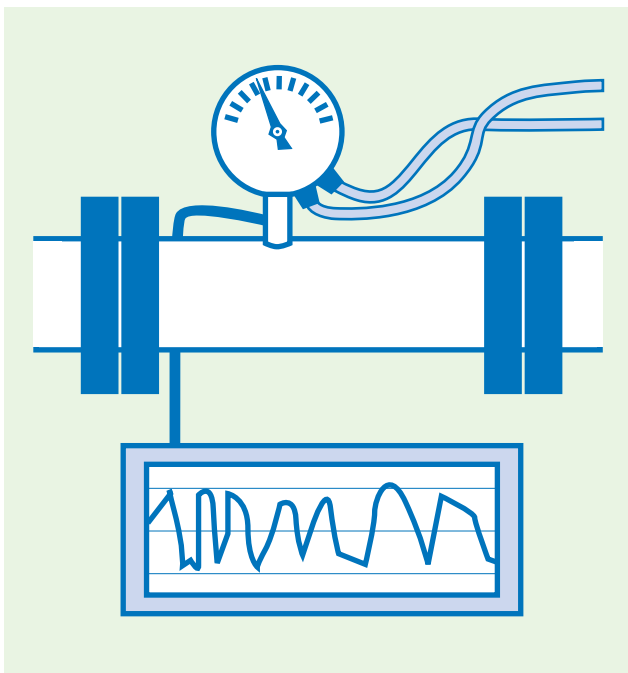




**Die Systemkosten sollten möglichst vollständig erfasst werden.**

Eine wesentliche Voraussetzung für die betriebswirtschaftliche Optimierung ist die Kenntnis der aktuellen Kosten als Vergleichsgrundlage für Investitionsalternativen. Die Ermittlung sollte entlang der Kostengruppen der Lebenszykluskosten-Analyse erfolgen. Dabei können je nach spezifischem Anwendungsfall auch Kostengruppen zusammengefasst oder anders aufgeteilt werden.

Abb. 1: Messtechnik



Ce

Die Energiekosten können anhand des Strombedarfs für Erzeugung und Aufbereitung ermittelt werden. Davon abzuziehen ist der Wert der Energieeinsparungen durch die Nutzung von Abwärme. Etwas schwieriger zu ermitteln sind die Folgekosten des Energieeintrags in die Produktionsumgebung, z.B. ein möglicherweise erhöhter Leistungsbedarf von Klimaanlage.

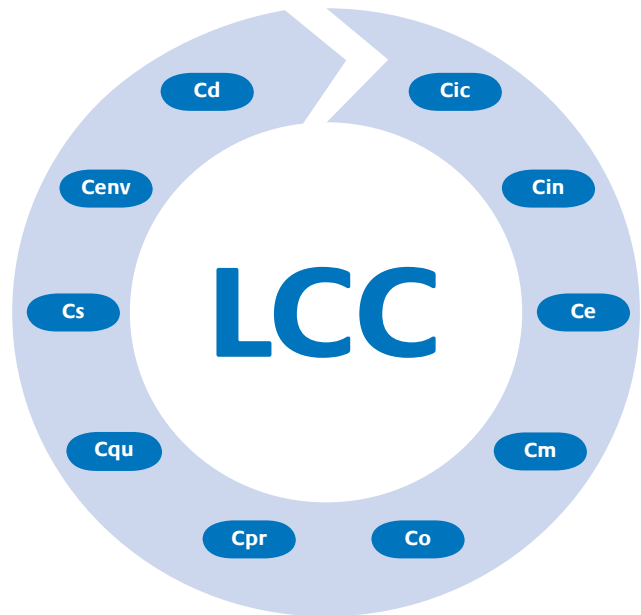
Cm

Die Instandhaltungskosten lassen sich am besten aus Werkstattberichten und Daten des Einkaufs ermitteln. Hierbei sollte möglichst realistisch abgeschätzt werden, wie hoch der nicht dokumentierte Anteil ist. Die Arbeitszeiten sollten mit einem realistischen Stundensatz verrechnet werden, der sich am externen Markt orientiert, falls keine internen Verrechnungssätze existieren.

Die Bedienungskosten müssen analog zu den Instandhaltungskosten abgeschätzt werden. Da in der Regel kein Personal ausschließlich für die Druckluftversorgung zuständig ist, wird hier der allergrößte Anteil nicht dokumentiert sein. Falls sich die Abgrenzung zu den Instandhaltungskosten schwierig gestaltet, können diese Kostengruppen auch zusammengefasst werden.

Co

Abb. 2: Lebenszykluskosten



Cs

Produktionsausfallkosten können ein weiterer wichtiger Faktor sein. Sie fallen zwar selten an, können aber ein sehr großes Volumen erreichen. Um einen guten Durchschnittswert für die Ausfallzeiten zu ermitteln, muss relativ weit in die Vergangenheit zurückgeblickt werden. Etwas kompliziert ist dabei möglicherweise die Umrechnung geänderter Schichtmodelle, etwa wenn früher Reparaturen nachts ohne Produktionsausfall vorgenommen werden konnten, heute aber ein Dreischichtbetrieb gefahren wird. Die so abgeschätzte Ausfallquote muss mit dem aktuellen oder dem prognostizierten Produktionswert multipliziert werden.

Cin

Installations- und Anschaffungskosten sind für den Status quo meistens nicht relevant. Lediglich die Kapitalkosten der Ersatzteilverhaltung oder mögliche Leasingkosten könnten hier eine Rolle spielen. Für verschiedene Vergleichsszenarien müssen später ggf. Restlebensdauern oder Restwerte ermittelt werden. Es macht aber keinen Sinn, hier schon viel Aufwand hinein zu stecken, bevor bekannt ist, welche Werte benötigt werden.

Cic

Cqu

Qualitäts- und Produktivitätskosten werden später nur als Differenzen zum Normalbetrieb im Ist-Zustand ermittelt. Für den Status Quo sollte nur aus den Aufzeichnungen ermittelt werden, wann es Probleme und Abweichungen gab.

Cpr

Cenv

Für die Umweltkosten müssen ggf. die Entsorgungskosten des Kondensats angerechnet werden. Die Ermittlung eines Absolutwertes für Gesundheitskosten wäre in den meisten Fällen zu aufwendig. Hier ist es nur wichtig zu wissen, dass auch dies ein Kostenfaktor ist und später für mögliche Verbesserungen die Kostendifferenzen zu untersuchen.

Cd

Stilllegungskosten sollten erst dann ermittelt werden, wenn konkrete Szenarien untersucht werden.

## Optimierungsplanung und Umsetzung.

Der Weg der Verbesserung geht über verschiedene Stufen. Eine mögliche Vorgehensweise ist:

- Schritt 1: Eine Definition von Zielen.
- Schritt 2: Die Abschätzung von Verbesserungspotenzialen.
- Schritt 3: Die Analyse konkreter Optionen.
- Schritt 4: Die Umsetzung.
- Schritt 5: Die Sicherung des Erfolgs.

Ein häufiges Ziel ist die unmittelbare Minimierung von Kosten. Dies muss aber nicht immer das wichtigste oder das einzige Ziel sein. Andere Ziele können sein: die Entlastung bestimmter Abteilungen, die Erweiterung oder Reduzierung von Kapazitäten oder eine Erhöhung der Verfügbarkeit, ohne dass sich dies unmittelbar in Kosten und Erlösen ausgedrückt.

### **Verbesserungspotenziale erschließen sich durch einen Blick über den Tellerrand.**

Um herauszufinden, wie man sich verbessern kann, muss man wissen, was prinzipiell möglich ist. Eine gute Methode hierfür ist der Vergleich („Benchmarking“). Unternehmen, die über mehrere Standorte verfügen, sollten die Chance zu einem internen Benchmarking nutzen. Nicht immer aber sind entsprechende Vergleichsmöglichkeiten vorhanden.

Eine gute Quelle für Informationen sind auch die Angaben von Anlagenbauern und Komponentenanbietern, wenn man diese ausreichend kritisch würdigt. Eine sehr zuverlässige Angabe bieten Angebote mit Leistungsgarantien, insbesondere Contracting-Angebote. Wenn die Möglichkeit solche Angebote einzuholen besteht, sollte sie unbedingt genutzt werden, selbst wenn das Unternehmen davon ausgeht, die Verbesserungen eher in Eigenregie durchzuführen. In diesem Fall gebietet es die professionelle Fairness natürlich, dem Anbieter bezüglich der Realisierungschancen keine falschen Angaben zu machen.

In manchen Fällen werden die oben beschriebenen Untersuchungen bereits zu der Entscheidung führen, die Anlage durch einen Fachbetrieb oder einen Contractor rundum erneuern zu lassen. In diesem Fall muss die Bestandsanlage nicht weiter in Eigenregie untersucht werden. Falls dies aber nicht der Fall ist, sollten die einzelnen Anlagenabschnitte systematisch nach Verbesserungspotenzialen untersucht werden. Der Stand der Technik lässt sich durch die Einholung von Angeboten ermitteln. Bei der Anfrage sollte betont werden, dass eine Minimierung der Lebenszykluskosten im Vordergrund steht.

Es sollten folgende Abschnitte getrennt untersucht werden:

- Erzeugung
- Aufbereitung
- Verteilung
- Arbeitsplätze und Verbraucher





Dabei bietet es sich an, in umgekehrter Richtung des Druckluftstromes vorzugehen und bei den Druckluftabnehmern zu beginnen. Dadurch wird eine Orientierung am tatsächlichen Bedarf erleichtert. Wenn z.B. bei den Verbrauchern festgestellt wird, dass diese auf dem falschen Druckniveau betrieben werden oder sich bei der Verteilung deutliche Einsparpotenziale ergeben, müssen bei der Untersuchung der Erzeugung und Aufbereitung andere Optionen und Leistungsparameter berücksichtigt werden. Hinweise zu üblichen Schwachstellen und möglichen Alternativen finden sich in den Infoblättern „Erzeugung von Druckluft“, „Wärmeanfall und Energierückgewinnung“, „Steuerungen“, „Aufbereitung“, „Druckluftverteilung“ sowie „Druckluftwerkzeuge und Anschlussstellen“.

**Bei der Umsetzungsplanung sollten immer auch Gesamtkonzepte miteinander verglichen werden.**

Auch wenn sich bereits durch viele Detailänderungen erhebliche Einsparungen oder Verbesserungen erzielen lassen, ergeben sich die richtig großen Chancen meist erst dann, wenn man den Blick vom Detail löst und das System als Ganzes hinterfragt und gestaltet.

In vielen Fällen wird Druckluft überall eingesetzt, wo es nur möglich ist, weil sie „eh schon einmal da ist“. Daher kann es durchaus eine Option sein, die Druckluft an einigen Stellen durch einen anderen Energieträger zu ersetzen. Wenn derselbe Vorgang unter Berücksichtigung aller Kostenaspekte mit einem elektrischen Antrieb günstiger ist, besteht kein Grund, für diese spezielle Anwendung an der Druckluft festzuhalten.

Auch eine Neupositionierung der Abnehmer im Verteilungsnetz kann sinnvoll sein. Abnehmer mit höherem Druckbedarf bzw. stärkeren Produktivitätseinbußen bei Nenndruckunterschreitungen sollten tendenziell näher an der Erzeugung positioniert sein, da am Ende des Netzes der Druck aufgrund der Leitungsverluste geringer ist. Es kann sehr teuer sein, ein komplettes System auf einem höheren Druck zu betreiben, nur um den letzten Abnehmer ausreichend zu versorgen. Anwendungen, deren Ausfall besonders nachteilige Auswirkungen hätte, sollten ebenfalls näher an die Erzeugung. So können Teile des Netzes für Wartungsarbeiten abgekoppelt werden, ohne dass kritische Anwendungen ausfallen.

Die Neupositionierung kann durch Verlagerung der Arbeitsplätze und/oder durch eine neue Netzführung erreicht werden. In vielen Fällen kann die Verfügbarkeit und die Leistung des Netzes dadurch erhöht werden, dass einzelne Zweige zu Ringen zusammengeschlossen werden.

Auch die Nutzung der Abwärme ist ein wichtiges Auslegungskriterium. Dafür muss die Produktionsumgebung daraufhin untersucht werden, wo Wärme genutzt wird. Je nach Temperaturniveau und Art des Wärmeeintrags in der Wärmesenke kann sich eine Präferenz für luft-, für wasser- oder für öleinspritzgekühlte Kompressoren ergeben. Möglicherweise muss die Leistungsaufteilung der einzelnen Kompressoren im Verbund mit diesen Vorgaben zusammen optimiert werden.

Die möglichen Gesamtkonzepte unterscheiden sich meistens in so vielen Parametern, dass eine sichere Bewertung nur mit systematischen Methoden getroffen werden kann. Eine geeignete Methode dafür ist die Lebenszykluskosten-Analyse, die an vielen Stellen in diesen Infoblättern beschrieben wird.

**Erfolg ist oft flüchtig.**

Selbst ein perfekt optimiertes System wird ineffizient, wenn es nicht den sich ändernden Anforderungen nachgeführt wird. Auch das Nutzerverhalten prägt stark die Effizienz des Systems. Daher stehen am Ende einer Optimierung genauso wie am Anfang wieder organisatorische Aufgaben. Umbaumaßnahmen müssen koordiniert und die Effizienz überwacht werden. Dafür sind Kontrollmechanismen nötig. Auch Prognosesysteme für den mittelfristigen Bedarf können Vorteile bringen. Das Nutzerverhalten sollte durch entsprechende Aufklärung und eine verbrauchsnahe Volumenstromerfassung gefördert werden.

**Fazit.**

Alte Druckluftsysteme sind eine Schatztruhe voller Einsparmöglichkeiten. Es lohnt sich, die Chancen zu nutzen. Den wirklichen Wert wird man aber nur erschließen, wenn man nicht nur Teile herauspicks, sondern sich des Gesamtsystems annimmt. Eine wichtige Orientierung bei der Suche nach dem Optimum geben die Analyse der Lebenszykluskosten und der Vergleich mit Musterbeispielen in anderen Unternehmen.



# Die Angebote der Initiative EnergieEffizienz.

Fast alle Branchen des produzierenden oder weiterverarbeitenden Gewerbes setzen Druckluft für die verschiedensten Anwendungen ein. Dabei bestehen in diesem Bereich erhebliche Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz: meist können in den Betrieben der Stromverbrauch – und damit die Kosten – um 5 bis 50 Prozent gesenkt werden. Die meisten Effizienzmaßnahmen sind mit Amortisationszeiten von weniger als zwei Jahren und hohen Kapitalrenditen von über 20 Prozent wirtschaftlich sehr attraktiv für die Unternehmen.

Die *Initiative EnergieEffizienz* will mit diesen Faktenblättern und vielen weiteren Angeboten einen Beitrag zur Erschließung dieser Potenziale leisten. Näheres zu diesen Angeboten finden Sie im Internetportal [www.druckluft-energieeffizienz.de](http://www.druckluft-energieeffizienz.de).

Neben der Druckluftnutzung bestehen auch in weiteren Bereichen oft große Effizienzpotenziale in Industrie- und Gewerbebetrieben aller Branchen.

Daher bietet die *Initiative EnergieEffizienz* über das Thema Druckluft hinaus auch in weiteren Bereichen umfassende Informationen und praxisnahe Unterstützung für Unternehmen, die Strom effizienter nutzen und Kosten einsparen möchten.

Die *Initiative EnergieEffizienz* steht für effiziente Stromnutzung in allen Verbrauchssektoren und ist eine in dieser Form einmalige Public-Private-Partnership: Mit zielgruppenspezifischen Kampagnen und Projekten werden Endverbraucher in privaten Haushalten, in Industrie und Gewerbe sowie im Dienstleistungssektor über die Möglichkeiten des effizienten Stromeinsatzes informiert und zum energieeffizienten Handeln motiviert. Näheres zu den Angeboten in diesen Sektoren finden Sie unter [www.initiative-energieeffizienz.de](http://www.initiative-energieeffizienz.de).

Die *Initiative EnergieEffizienz* wird getragen von der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena) sowie den Unternehmen der Energiewirtschaft – EnBW Energie Baden-Württemberg AG, E.ON AG, RWE AG und Vattenfall Europe AG und wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi).

Eine Initiative von



Gefördert durch das



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

**Impressum:**  
Informationsblätter  
Druckluftsysteme

**Herausgeber:**  
Deutsche Energie-Agentur  
GmbH (dena)  
Energieeffizienz im  
Elektrizitätsbereich  
Chausseestraße 128a, 10115 Berlin

**Kontakt:**  
Tel.: +49 (0) 30 - 72 61 65 - 600  
Tel.: +49 (0) 30 - 72 61 65 - 699  
E-Mail: [info@dena.de](mailto:info@dena.de)

**Internet:**  
[www.druckluft-energieeffizienz.de](http://www.druckluft-energieeffizienz.de)  
[www.dena.de](http://www.dena.de)