



CO₂-Minderung durch effiziente Druckluftnutzung

1. Allgemeines zur Druckluftnutzung

Druckluft ist ein Energieträger, der aufgrund seiner positiven Eigenschaften (sauber, leicht zu handhaben, flexibel einsetzbar, praktisch ungefährlich) in fast jedem Produktionsbetrieb eingesetzt wird und meist eine große Bedeutung für den Produktionsprozess hat. Andererseits ist die Nutzung von Druckluft mit einem hohen Energieeinsatz verbunden und daher relativ teuer. Etwa 7 % des industriellen Strombedarfs in Deutschland werden für die Bereitstellung von Druckluft aufgewandt. Da die zur Bereitstellung von Druckluft benötigte Energie weitgehend durch die Verbrennung kohlenstoffhaltiger Primärenergieträger „erzeugt“ wird, können die energieeffiziente Erzeugung und Anwendung von Druckluft einen nennenswerten Beitrag zur Verringerung von CO₂-Emissionen leisten.

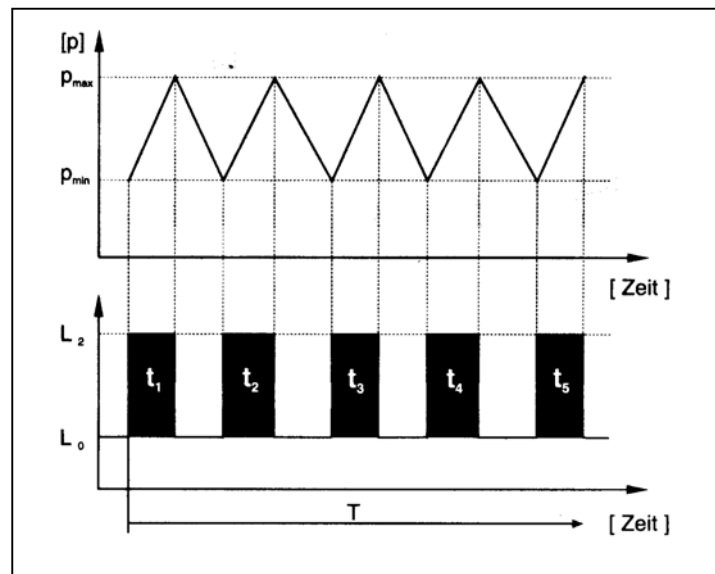
2. Einsparpotenzial und Maßnahmen

Eine im Jahr 2001 erschienene, im Auftrag der EU-Kommission durchgeführte Studie beziffert das Gesamtpotenzial der technisch und wirtschaftlich umsetzbaren Maßnahmen zur Energieeinsparung im Bereich der Druckluftnutzung auf über 30 %. Betriebe mit einem Einsparpotenzial von 50 % sind keine Seltenheit. Da in den wenigsten Betrieben eine eigene Kostenstelle „Druckluft“ existiert, sind der Energieaufwand für die Druckluftbereitstellung, aber auch die damit verbundenen Kosten meist nicht bekannt. Selbst große Einsparpotenziale bleiben so häufig unerkant. Die wichtigsten Einzelmaßnahmen zur effizienteren Druckluftnutzung sind:

- Regelmäßige Wartung der Anlagen, v.a. Verminderung von Leckagen und häufiger Filterwechsel
- Einsatz technisch optimierter Kompressoren
- Einsatz verbesserter Antriebe (Hocheffizienzmotoren/ drehzahlvariable Antriebe)
- Auslegung der Druckluftstation: Der Einsatz mehrerer Kompressoren mit unterschiedlichen Leistungen ermöglicht eine bessere Auslastung
- Bei mehreren Kompressoren: Einsatz einer übergeordneten Steuerung
- Geeigneter Aufstellungsort für die Druckluftanlage: Ansaugung ausreichender Mengen trockener, kalter, sauberer Luft; bei der Auswahl des Aufstellungsortes auch Möglichkeiten der Abwärmenutzung berücksichtigen
- Netzdruck möglichst gering halten, ggf. eigenes Netz oder dezentrale Druckerhöhung für einzelne Verbraucher, die ein höheres Druckniveau benötigen
- Gestaltung des Leitungsnetzes: Ausreichende Querschnitte, geringe Druckverluste (weite Bögen und Hosenstücke statt Knie- und T-Stücke usw.) und Einsatz eines ausreichend großen Druckluftspeichers
- Druckluftaufbereitung: Soviel wie nötig, so wenig wie möglich
- Nutzung der Kompressorenabwärme für Gebäudeheizung und Warmwasserbereitung
- Verwendung von Druckluft nur für die fertigungstechnisch notwendigen Zwecke und nicht für Trocknung, Reinigung usw.
- Schaffung einer eigenen Kostenstelle für die Druckluftherzeugung zur Verbesserung der Datenlage und Erhöhung des Bewusstseins für den Kostenfaktor „Druckluft“

3. Leckagebestimmung an Druckluftanlagen

Die einfachste Methode zur Bestimmung der Leckageverluste ist die Einschaltdauerermessung mit einem ausgewählten Kompressor des betroffenen Netzes. Diese Methode ist nur bei Kompressoren mit Aussetz- und Leerlaufbetrieb anwendbar. Die Bestimmung erfolgt zu einer betriebsfreien Zeit, in der die Verbraucher zwar ausgeschaltet, jedoch unter Druck sind. Durch die Leckagen im System wird Druckluft verbraucht und der Netzdruck sinkt. Der Testkompressor muss die Leckageverluste immer wieder ersetzen.



Über eine bestimmte Messzeit t_M hinweg (z.B. eine Stunde – die Messzeit sollte aber mindestens fünf Schaltzyklen umfassen) werden die Einzelaufzeiten des Kompressors (t_1, t_2, \dots) gemessen und addiert. Über die Nennleistung des Kompressors wird damit die für Leckagen aufgewendete Energie in dieser Stunde ermittelt. Über die jährlichen Betriebsstunden des Druckluftsystems kann auf den Energieverbrauch pro Jahr für Leckagen hochgerechnet werden. Dieser wird ins Verhältnis gesetzt zum gesamten gemessenen Stromverbrauch für die Druckluftkompressoren. Der Betrieb kann aus diesem Anteil der Leckageverluste am Energiebedarf der Druckluft-erzeugung die Dringlichkeit von Sanierungsmaßnahmen ermitteln.

Beispiel: Messzeit $t_M = 60 \text{ min} = 1 \text{ h}$

Gesamtlaufzeit des Testkompressors $t = t_1 + t_2 + \dots = 20 \text{ min} = 0,33 \text{ h}$

Nennleistung des Testkompressors: $P_N = 180 \text{ kW}$

Jahresbetriebszeit des Druckluftnetzes: $t_B = 5.000 \text{ h}$

Jährlicher Stromverbrauch aller Druckluftkompressoren des Netzes: $W = 1.000.000 \text{ kWh}$

$$\text{Leckagerate} = \frac{t * t_B * P_N}{t_M * W} = \frac{0,33h * 5.000h * 180kW}{1h * 1.000.000kWh} = 0,3 = 30 \%$$

Erfahrungsgemäß liegen die Leckageverluste in der Industrie häufig bei 30-50%. In der Regel amortisiert sich daher der Aufwand zur Beseitigung von Leckagen innerhalb weniger Monate.

Leckagen sind jedoch i.d.R. nicht vollständig zu vermeiden. Maßnahmen zur Beseitigung von geringen Undichtigkeiten sind oft teurer als die damit verbundenen Druckluftverluste. Leckageraten, die aus wirtschaftlichen Gründen toleriert werden sollten, sind:

Max. 5 % bei kleinen Netzen

Max. 7 % bei mittleren Netzen

Max. 10 % bei größeren Netzen

Max. 13-15 % bei sehr großen Netzen (z.B. Stahlwerke, Werften)

[Quelle: Druckluft-Kompodium, 2. Aufl. 1999]

4. Weiterführende Informationen

Zum Thema „Rationelle Druckluftnutzung“ gibt es in zahlreichen Veröffentlichungen, von Faltblättern zu Einzelaspekten und Internetseiten mit Tipps bis hin zu umfassenden Nachschlagewerken. Große Kompressorenhersteller, aber auch Verbände wie der VDMA (Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.) bieten regelmäßig Seminare zu diesem Thema an. Eine kurze Literaturliste ist folgende:

- Bayer. Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.): Effiziente Druckluftsysteme, Augsburg 2004
- Bayer. Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.): Druckluft im Handwerk, Augsburg 2004
- Erwin Ruppelt (Hrsg.): Druckluft-Handbuch; Essen, Vulkan-Verlag, 3. Aufl. 1996
- Ulrich Bierbaum; Günther Freitag: Druckluft-Kompendium; Rahden, Verlag Leidorf, 3. Aufl. 2000
- Peter Radgen, Edgar Blaustein (Hrsg.): Compressed Air Systems in the European Union: Energy, Emissions, Savings Potential and Policy Actions, Stuttgart, LOG_X Verlag, 2001

Online-Informationen und eine umfangreiche Link-Sammlung bieten die Internetseiten der vom LfU unterstützten Kampagne „Druckluft effizient“ unter www.druckluft-effizient.de

Wir unterstützen
Druckluft
effizient

Für den Inhalt: Abteilung 1, Luftreinhaltung
 Dr. G. Hensler, Regierungsdirektor
 Dipl.-Ing. Dr. J. Hochhuber, Regierungsrat

Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, 86179 Augsburg,
Tel.: 0821/ 9071-0, Internet: www.bayern.de/lfu