



Effiziente Druckluftversorgung

Vom Frosch zum König

Natürlich sollen in diesem Beitrag keine Märchen erzählt werden, aber ein wenig ist es der Druckluft in den letzten Jahren wie dem Froschkönig ergangen. Alle Welt sah in ihr den kleinen glitschigen und unwichtigen Frosch, den niemand beachtete. Niemand? Falsch, denn vor sechs Jahren stießen einige europäische Forschungsinstitute, darunter auch das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) aus Karlsruhe, auf diesen Frosch und fanden ihn so interessant, dass sie ihn zum Studienobjekt wählten.



Dr.-Ing. Peter Radgen, beschäftigt sich in der Abteilung Energiepolitik und Energiesysteme des Fraunhofer ISI, Karlsruhe, mit Aspekten der rationellen Energienutzung und Erzeugung in der Industrie: „Druckluft ist zu teuer, um sie einfach zu verschwenden. Wirtschaftliche Einsparpotenziale sind bei fast jeder Druckluftanlage zu finden.“

Die EU-Kommission gab ein wenig Geld, auf das einmal erforscht würde, welche Bedeutung dieser Frosch denn in der Europäischen Union habe [1]. So kam es, dass der Frosch *Druckluft* und sein Biotop *Industrie* genau studiert wurden. Dabei wurde schnell klar, dass die Druckluft mehr Einsparpotenzial bietet als alle ihr zunächst zgetraut hatten. So fanden die Forscher in

ihrer Studie heraus, dass in Europa (EU-15) rund 320 000 Druckluftanlagen in der Industrie installiert sind, die im Durchschnitt nach 13 bis 16 Jahren erneuert werden. Ferner zeigte sich, dass der Anlagenbestand in den Kernländern der EU fast konstant ist und lediglich in den südlichen EU-Ländern ein leichter Zubau festzustellen ist. Die wesentlichen Zubaupotenziale wurden ins-

besondere in Osteuropa, Asien und Amerika identifiziert. EU-weit verbrauchen industrielle Druckluftanlagen bereits 80 TWh Strom pro Jahr. Dies entspricht rund 10 % des industriellen Gesamtstromverbrauchs. Mit Berücksichtigung der spezifischen CO₂-Emissionen der Stromerzeugung von 801 g/kWh (1997) werden als Folge der Druckluftversorgung demnach rund 64 Mio. t CO₂ pro Jahr freigesetzt. Dieser Umweltaspekt allein hätte sicher für die Erfolgsgeschichte nicht ausgereicht, wenn nicht zusätzlich noch ökonomische Aspekte eine Rolle gespielt hätten. So müssen europäische Unternehmen bei

Energieeinsparmaßnahme	Anwendbarkeit ¹⁾	Effizienzgewinn ²⁾	Einsparpotenzial ³⁾
Neuanlagen oder Ersatzinvestitionen			
Hocheffiziente Motoren	25 %	2 %	0,5 %
Drehzahlvariable Antriebe	25 %	15 %	3,8 %
Technische Optimierung des Kompressors	30 %	7 %	2,1 %
Effiziente übergeordnete Steuerungen	20 %	12 %	2,4 %
Wärmerückgewinnung ⁴⁾	20 %	20 %	4,0 %
Verbesserte Druckluftaufbereitung ⁵⁾	10 %	5 %	0,5 %
Gesamtanlagenauslegung ⁶⁾	50 %	9 %	4,5 %
Druckverlustminderung im Verteilsystem	50 %	3 %	1,5 %
Optimierung von Druckluftgeräten	5 %	40 %	2,0 %
Anlagenbetrieb und Instandhaltung			
Verminderung der Leckageverluste	80 %	20 %	16,0 %
Häufigerer Filterwechsel	40 %	2 %	0,8 %
		Summe	32,9 %

¹⁾ Druckluftanlagen, bei denen diese Maßnahme anwendbar und rentabel ist; ²⁾ Energieeinsparung des jährlichen Energieverbrauchs; ³⁾ Einsparpotenzial = Anwendbarkeit · Effizienzgewinn; ⁴⁾ zur Nutzung in anderen Anwendungen; ⁵⁾ Kühlung, Trocknung, Filterung; ⁶⁾ inklusive Mehrdruckanlagen.

Energieeinsparpotenziale bei der Druckluftversorgung.

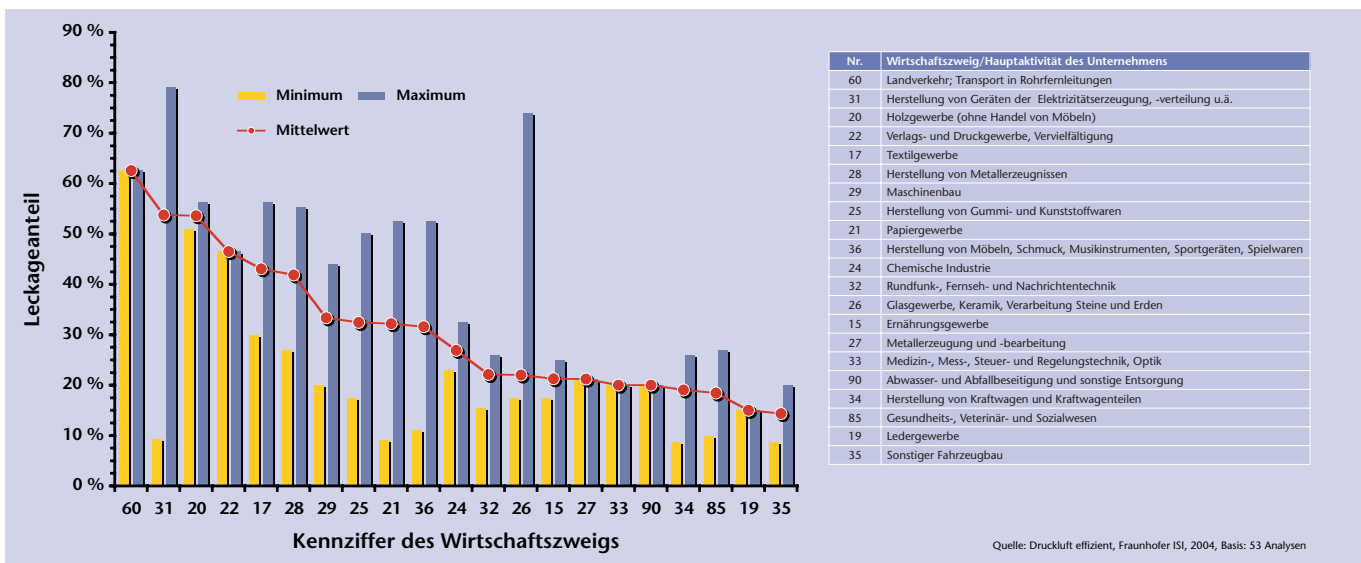


Bild 1
Druckluftleckagen nach Branchen.

einem Strompreis von 6 Ct/kWh rund 4,8 Mrd. € pro Jahr allein für ihre Druckluftversorgung ausgehen. Dieser Betrag dürfte sich durch die in den letzten Monaten gestiegenen Energiepreise noch deutlich erhöht haben.

Großes Einsparpotenzial

Durch die mangelnde Beachtung der Druckluft in Europas Unternehmen schlummert erhebliches Einsparpotenzial im Verborgenen. In der EU-Studie wird das Einsparpotenzial im Bereich Druckluft auf durchschnittlich 32,9 % des Energiebedarfs beziffert (**Tabelle**). Für die Maßnahmen wurde eine interne Verzinsung deutlich oberhalb von 25 % pro Jahr ermittelt. Dies entspricht einer Amortisationszeit von etwa zwei bis drei Jahren. Viele Einsparmaßnahmen lassen sich sofort und ohne größeren Aufwand realisieren. Das größte Einsparpotenzial ist bei Leckageverlusten zu verzeichnen. Typischerweise gehen 20 bis 50 % der unter hohem Energieeinsatz erzeugten Druckluft auf dem Weg zum Endeinsatz verloren. Diese Tatsache wurde im Zuge der Kampagne *Druckluft effizient* durch Messungen bestätigt. Die Kampagne wurde im Jahr 2001 unter Federführung des Fraunhofer ISI mit der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena), Berlin, und dem Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA), Frankfurt am Main, gestartet, um Fach- und Führungskräften in Industrieunternehmen bisher häufig nicht beachtete Potenziale im Bereich der Druckluftversorgung zu

verdeutlichen. Die Kampagne wurde von 17 Unternehmen der Druckluftbranche und durch das BMWA unterstützt. **Bild 1** fasst die in den unterschiedlichen Industrie- und Gewerbesektoren gemessenen Leckageanteile zusammen. Obwohl die Leckagerate durchaus branchenabhängig ist (in der Pharma-Industrie ist sie typischerweise deutlich geringer als im Schiffbau), fallen dennoch drastische Unterschiede zwischen einzelnen Unternehmen innerhalb einer Branche auf. Hohe Leckageraten sind somit nicht zwangsläufig, sondern spiegeln die Bedeutung der Druckluft in den einzelnen Unternehmen wider.

Das Identifizieren des verborgenen Einsparpotenzials erfordert häufig keine aufwändige Messtechnik. Viele Fehler lassen sich oft schon durch einen geschulten Blick erkennen. **Bild 2** zeigt eine Druckluftanlage mit einem Filter, der irrtümlicherweise vor dem Zyklonabscheider für Wassertröpfchen installiert wurde. Der Druckverlust im Filter nimmt durch die Wasseransammlung schnell zu, und der Filter muss in viel kürzeren Intervallen als eigentlich erforderlich gewechselt werden.

Druckluft-Benchmarking: Der Vergleich mit den Besten

Auf der Basis der bei der Kampagne *Druckluft effizient* gewonnenen Erkenntnisse wurde umfangreiches Informationsmaterial zusammengestellt, das von Unternehmen weiter kostenfrei genutzt werden kann. Auch auf Kernfragen, wie hoch die Kosten für einen Kubikmeter Druckluft denn eigentlich sind und wie gut ein Unternehmen seine eigene Druckluftversorgung im Griff hat, gibt

das kostenlose Druckluft-Benchmarking sachkundige Antworten [2].

Durch die Kampagne wurden zudem unterschiedliche Akteure im Bereich der Druckluftversorgung aktiv: Dienstleister, Planer, Seminarveranstalter, Universitäten und Fachhochschulen sowie Energieversorgungsunternehmen, bei denen das Druckluft-Contracting vielfach ein Baustein des Dienstleistungsangebotes ist. Dennoch ist Vorsicht geboten, denn wo Erfolge erkennbar sind, finden sich immer auch ein paar schwarze Schafe. Dank der Bemühungen der letzten Jahre hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass der Horizont der Betrachtung vom Kompressor auf das gesamte System zur Druckluftversorgung erweitert werden muss. Dazu gehören unter anderem die Steuerung und die Speicherbehälter, die Druckluftaufbereitung (d.h. Trockner, Filter und Kondensataufbereitung) und -verteilung sowie die Verbraucher.

Weitere Infos ...

... zum Thema Druckluftversorgung und zur Effizienz in Elektromotorsystemen finden Sie im Internet unter:

- www.druckluft-effizient.de
- www.druckluft-effizient.de/benchmarking
- www.druckluft-schweiz.ch
- www.motor-challenge.de
- www.motorchallenge.ch
- www.eemods.de

Wie geht es weiter?

Was auf europäischer Ebene mit einer Studie begann und in Deutschland in die Praxis umgesetzt wurde, stößt jetzt auch in anderen Ländern auf Interesse. So wurde zum Beispiel vor kurzem in der Initiative „Energie Schweiz“ ein Themenschwerpunkt Druckluft initiiert, der die Erfolge der Kampagne *Druckluft effizient* in der Schweiz wiederholen will und gleichzeitig einen Beitrag zur Erweiterung der Angebote leisten wird. So wird zum Beispiel das Druckluft-Benchmarking auf die Berechnung in Schweizer Franken anstelle von Euro umgestellt. Deutsche Unternehmen profitieren von der Fortsetzung in der Schweiz und die Unternehmen in der Schweiz von den Vorarbeiten in Deutschland.

Aus dem Frosch ist durch eine beherzte Initiative in den letzten Jahren ein König herangewachsen. Das Thema Druckluft findet inzwischen das erforderliche und sinnvolle Gehör bei Entscheidern. Dies zeigt auch die vorliegende Ausgabe der BWK mit dem Themenschwerpunkt Druckluft. Allerdings hat der Frosch auch noch Geschwister mit den Namen Pumpensysteme, Ventilatorensysteme und Kältesysteme, die eine ähnliche Geschichte zu erzählen haben [3]. Und so wie die Gebrüder Grimm einst Märchen gesammelt und publik gemacht haben, sammelt die EU-Kommission mit dem Motor-Challenge-Programme alle Motorsysteme mit dem gemeinsamen Ziel, den Unternehmen die wirtschaftlichen



Bild 2

Durch die fehlerhafte Anordnung des Filters vor dem Zyklonabscheider für Wassertröpfchen erhöht sich neben dem Druckverlust (höhere Energiekosten) auch der Wartungsaufwand (der Filterwechsel muss häufiger durchgeführt werden).

Energieeinsparpotenziale im Bereich der Motorsysteme zu verdeutlichen. Nur hier, wie in kaum einem anderen Bereich, haben Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft die gleichen Interessen.

Dr. Peter Radgen

 Peter.Radgen@isi.fraunhofer.de

Literatur

- [1] Radgen, P.; Blaustein, E.: *Compressed Air Systems in the European Union – Energy, Emissions, Savings Potential and Policy Actions*. Stuttgart: LOG_X Verlag, 1999. www.isi.fhg.de/e/publikation/c-air/compressed-air.htm
- [2] Radgen, P.: *Benchmarking von Druckluftanlagen – Der Vergleich mit den Besten*. BWK, Bd. 55 (2003) Nr. 12, S. 32–33.
- [3] Radgen, P.: *Energieeinsparpotenziale bei elektrischen Antriebssystemen in der Europäischen Union und weltweit*. Drive World, SEW Eurodrive, Bruchsal, S. 14–17, 2003.

Danksagung: Der Beitrag wurde im Rahmen des Vertrages Nr. 151 181 vom Bundesamt für Energie (BfE), Schweiz, und im Rahmen des Motor-Challenge-Projektes von der EU-Kommission finanziell unterstützt.