

Energieeffizienz und Emissionsminderung mit der Querschnittstechnologie Druckluft

Dr.-Ing. Peter Radgen

Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe

Zusammenfassung

Der Stromverbrauch für Druckluftanwendung beträgt in Deutschland ca. 14 TWh pro Jahr. Eine EU-Studie konnte dabei aufzeigen, dass wirtschaftliche Energieeinsparpotentiale von mehr als 30 % existieren, was allein in Deutschland einer Einsparung von 2 Kohlekraftwerken, einer Strommenge von ca. 5 TWh oder einer Emissionsminderung von 2,9 Millionen Tonnen CO₂ entspricht. Die Kampagne „Druckluft effizient“ konnte im Rahmen einer Vielzahl von Druckluftaudits diese Emissionsminderungspotentiale bestätigen. Da in fast jedem Betrieb eine Druckluftanlage vorhanden ist, könnten demnach alle Unternehmen einen Beitrag zur Emissionsminderung leisten. Im Rahmen dieses Beitrags werden sowohl individuelle Beispiele vorgestellt als auch verallgemeinerte Ergebnisse vorgestellt. Einen guten Einstieg bietet zukünftig auch das kostenfrei internetbasierte Benchmarking, das Ende 2003 gestartet wurde.

1 Einführung

Der Stromverbrauch in Industrie und Kleinverbrauch ist in den Ländern der Europäischen Union und weltweit insbesondere mit dem Einsatz von Elektromotoren als Antriebsaggregaten verbunden. Abschätzungen gehen für die EU von einem Stromverbrauch von ca. 800 TWh für Motoranwendungen aus. Wesentliche Verbrauchsschwerpunkte im Bereich der Motorenanwendungen sind dabei die Druckluftherzeugung, die Ventilatoren und Pumpen. In allen drei Einsatzbereichen bestehen dabei große Energieeinsparpotenziale, die in den meisten Fällen, selbst bei den derzeit niedrigen Stromkosten, wirtschaftlich erschlossen werden können. [Almeida, 1999]. Die wirtschaftlichen Einsparpotentiale im Bereich der Druckluftanlagen zu erschließen ist Ziel der Kampagne „Druckluft effizient“. Diese baut auf den Ergebnissen der Druckluftstudie für die Europäische Union auf, an der das Fraunhofer ISI federführend beteiligt war [Radgen, Blaustein, 2001]. Die Ergebnisse der Druckluftstudie wurden bereits an anderer Stelle vorgestellt [Radgen, 2001].

Trotz der Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen im Bereich der Druckluftherzeugung besteht in der Praxis ein Umsetzungsdefizit, obwohl die Maßnahmen meist eine höhere Rentabilität als Investitionen in anderen Bereichen haben. Gründe hierfür sind u.a.:

- Der Stromverbrauch in Druckluftanlagen ist häufig für die Betriebsleitung unsichtbar, da er häufig nur einen kleinen Anteil an den Gesamtkosten hat.
- Der Stromverbrauch und insbesondere der Stromverbrauch in Druckluftanlagen wird häufig als Overheadkosten in den Unternehmen umgelegt. Aus diesem Grund ist im Unternehmen meist niemand direkt für diese Kosten verantwortlich
- Maßnahmen zur Kostenoptimierung bei der Beschaffung orientieren sich meist nur an den Investitionskosten für die Anlagen, nicht jedoch an den Betriebskosten. Im Bereich der Druck-

luftanlagen entfallen jedoch meist mehr als 75 % der Lebenszykluskosten auf den Energieverbrauch, während der Anteil der Investitionen an den Lebenszykluskosten gering ist.

- Die Verantwortlichkeit für die Druckluftanlagen ist üblicherweise über mehrere Managementfunktionen (Produktion, Instandhaltung, Beschaffung, Buchhaltung) verteilt. Meist fällt es schwer einen übergreifenden Konsens in einen Bereich mit niedriger betrieblicher Priorität zu erzielen.

Da die Hemmnisse zur Umsetzung energieeffizienter Maßnahmen im Grunde auf organisatorische Faktoren bei den Druckluftanwendern zurückgehen, müssen sich die möglichen Maßnahmen an Anwendern orientieren und auf Organisationsveränderungen abzielen. Das Ziel ist es, das Management (Geschäftsführer, Technische Leiter) zu überzeugen, die notwendigen Entscheidungen für die Durchführung von Energieeffizienzprogrammen zu treffen.

2 Ergebnisse der Messkampagne

2.1 Audits im Sektor WZ 31 Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung

Im Rahmen des Projektes wurden ca. 80 Druckluftaudits in verschiedenen Unternehmen verschiedener Branchen durchgeführt. Im folgenden sollen die Ergebnisse der Druckluftaudits in drei Unternehmen des Industriezweigs Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung (WZ 31) vorgestellt und gegenüber gestellt werden. Der Industriesektor verbrauchte im Jahr 2000 insgesamt 4,7 TWh Strom. Nach Abschätzungen des Fraunhofer ISI entfällt davon ein Verbrauch von ca. 0,7 TWh oder 15 % des gesamten Stromverbrauchs auf die Druckluftherzeugung. Bei einem Gesamtumsatz der Branche von ca. 90 Mrd. Euro betragen die Gesamtenergiekosten am Bruttoproduktionswert nur 0,7 %. Dieser Anteil liegt deutlich unter dem Durchschnitt des verarbeitenden Gewerbes insgesamt, in dem die Energiekosten durchschnittlich 1,5 % betragen (2000).

Im Rahmen der Messkampagne wurden messtechnische Analysen in drei verschiedenen Unternehmen der Branche durchgeführt. Diese drei Unternehmen gehören jedoch zu unterschiedlichen Untergruppen. Es wurde jeweils eine Messung in den folgenden Untergruppen durchgeführt.

31.10 Herstellung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren (A)

31.40 Herstellung von Akkumulatoren und Batterien (B)

31.62 Herstellung von sonstigen elektrischen Ausrüstungen a.n.g. (C)

Zur Vereinfachung erfolgt im folgenden Text die Zuordnung des jeweiligen Unternehmens über den Kennbuchstaben. Alle drei untersuchten Druckluftstationen sind jeweils nur mit Kompressoren eines Herstellers ausgestattet. Jedes Unternehmen arbeitet dabei mit einem anderen Kompressorhersteller zusammen. Angaben zu den drei Druckluftstationen fasst **Tabelle 1** zusammen.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Daten der Druckluftanlagen

	Einheit	A	B	C
Kompressorentyp		öleingespritzte Schraubenverdichter		
Kühlung		alle Kompressoren mit Luftkühlung		
Wärmerückgewinnung vorhanden		Wasser	Wasser (teilweise)	Luft (teilweise)
Anzahl Kompressoren	-	3	7	3
Installierte Nennleistung der Verdichter	kW	180	850	97
Durchschnittliches Alter der Kompressoren in 2004	Jahre	21	15,6	8
Kondensatableiter		schwimmer	elektronisch+zeitgesteuert	elektronisch
Trockner	Typ	Kälte	Kälte	Kälte
Länge der Hauptleitung	m	1200	400	530
Nennweite der Hauptleitung	D	3 Zoll	100 mm	40 mm
Verbindungsart der Leitungen		schrauben	schweißen	schweißen

Die Analysen wurden von drei unterschiedlichen Projektpartnern der Kampagne Druckluft effizient durchgeführt. Im Rahmen dieses Beitrages wird bewusst darauf verzichtet die Hersteller oder Unternehmen im einzelnen zu benennen, da es Ziel der Kampagne Druckluft effizient ist, Druckluftanwender so weit möglich unabhängig und neutral zu informieren. **Tabelle 2** liefert einige allgemeine Informationen zu den Unternehmen. Gearbeitet wird dabei zwischen 2 und 3 Schichten, wobei ein Unternehmen (B) rund um die Uhr arbeitet. Die jährlichen Stromkosten liegen zwischen 75 und 500 Tausend Euro jährlich.

Tabelle 2: Angaben zum Unternehmen

	A	B	C
Anzahl Schichten	2	3 (24 h/24 h)	3 (Mo-Fr)
ISO 14000	ja	ja	ja
jährliche Stromkosten	230.000 Euro/a	500.000 Euro/a	75.000 Euro/a
Mitarbeiter	700	500	97
Ergebnisse aus der Messtechnischen Analyse			
Ermittelte Druckluftkennzahl (kWh/m ³)	0,147	0,126	0,160
Druckband (bar ü)	k.A.	6,9 – 8,4	7,7 – 8,4
Ermittelte Stromkosten für die Druckluftherzeugung	31.174 Euro/a	165.179 Euro/a	12.220 Euro/a
Anteil des Stromverbrauch für die Druckluftherzeugung	13,6 %	33,0 %	16,3 %
Leckageanteil	50 %	8,5 %	56,6
Leerlaufanteil	35 %	53 %	53 %
Leerlaufkosten	19 %	17,5 %	28 %

Im Rahmen der Messkampagne wurden bei allen drei Betrieben Volumenstrommessungen auf Basis der Auswertung der Last/Leerlaufsignale der Kompressoren durchgeführt. **Abbildung 1** bis

Abbildung 3 zeigen die Ergebnisse der Druckluftmessungen in den drei Unternehmen. In einzelnen sollen die Besonderheiten kurz erläutert werden.

Unternehmen A

Wie in **Abbildung 1** zu erkennen zeigt das Verbrauchsprofil für alle Werktage einen nahezu gleichen Verlauf, der jedoch starke Schwankungen enthält. Einen deutlichen Rückgang des Verbrauchs erkennt man zur Frühstückspause gegen 9.00 und zur Mittagspause gegen 12.30. Der maximale Druckluftbedarf betrug ca. $15 \text{ m}^3/\text{min}$. In den Abend- und Morgenstunden liegt der Verbrauch relativ konstant bei $6,9 \text{ m}^3/\text{min}$, am Wochenende bei ca. $5 \text{ m}^3/\text{min}$. Dieser Anteil des Verbrauchs, der nahezu vollständig auf die Leckagen entfällt führt dazu, dass ca. 50 % der erzeugten Druckluftmenge nicht zum Verbraucher gelangen. Bei der Auswertung der Laufzeiten der Kompressoren ergab sich folgendes Ergebnis. Im Messzeitraum liefen nur zwei der drei Kompressoren. Der durchschnittliche Leerlaufanteil an den Betriebsstunden betrug 35 %, entsprechend 19 % der Gesamtkosten. Die Druckluftkennzahl wurde zu $0,147 \text{ kWh}/\text{m}^3$ ermittelt.

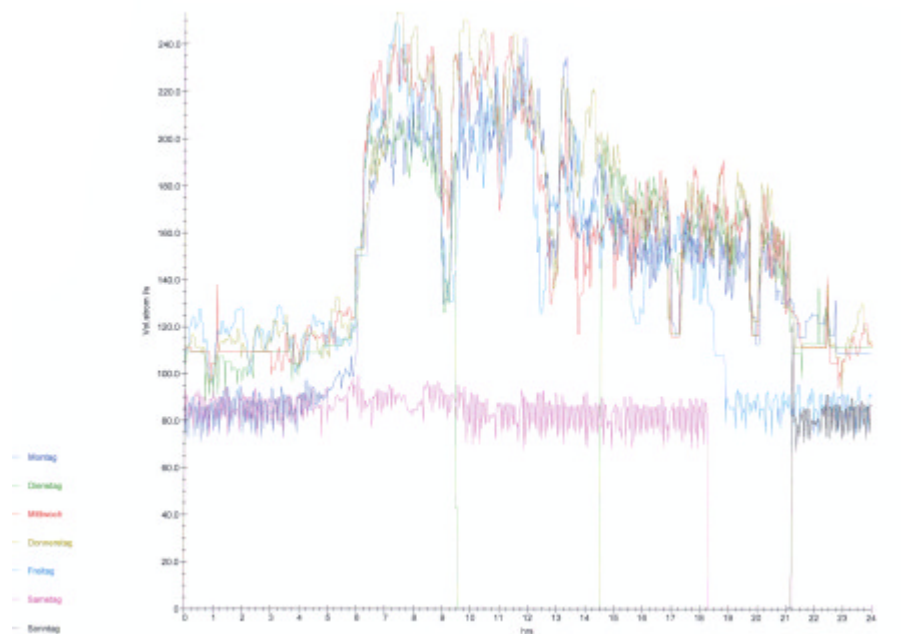


Abbildung 1: Druckluftverbrauchsprofile über eine Woche bei Unternehmen A

Unternehmen B

Für das Unternehmen B, das rund um die Uhr produziert, ergeben sich zwar keine größeren tageszeitlichen Schwankungen des Verbrauchs (Ausnahme zu den Pausenzeiten um 9.30; 12.30; 16.30 und 19.00), deutlich zu erkennen ist aber die große Bandbreite des Verbrauchs zwischen 20 und $60 \text{ m}^3/\text{min}$, vgl. **Abbildung 2**. Die absolute Höhe des Verbrauchs ist dabei abhängig von der Anzahl und den Typen der gerade eingesetzten Produktionsmaschinen, die sich nach der Nachfrage der Produkte richtet. Da die Messung über einen der wenigen produktionsfreien Tage lief (Pfungstmontag 9.6.2002), kann man auch aus dieser Messung den Leckageanteil ableiten, der bei ca. $3,5 \text{ m}^3/\text{min}$ liegt. Dies entspricht ca. einem Anteil von 8,5 % der jährlichen Liefermenge. Im

Messzeitraum kamen 7 der 8 Kompressoren zum Einsatz. Der Leerlaufanteil betrug im Durchschnitt 53 %, entsprechend 17,5 % der Gesamtkosten. Obwohl der Leerlaufanteil bei Unternehmen B höher als bei Unternehmen A ist, haben die Leerlaufkosten einen geringeren Anteil. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Leerlaufanteil nicht mit der Größe der Kompressoren gewichtet wurde. Je größer der Kompressor umso kleiner sollte der Leerlaufanteil sein, denn die großen Kompressoren sollten stets die Grundlast decken, während mit Hilfe von kleinen Kompressoren die Spitzenlast abgedeckt wird. Dies könnte natürlich auch über einen drehzahlgeregelten Kompressor erfolgen.

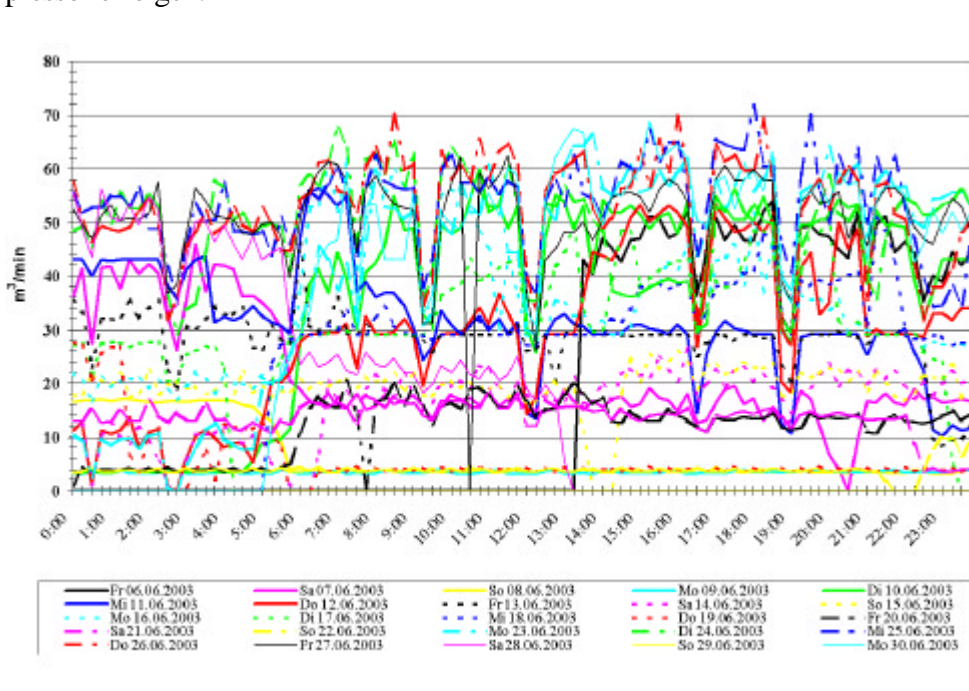


Abbildung 2: Druckluftverbrauchsprofile über dreieinhalb Wochen bei Unternehmen B

Unternehmen C

Im Unternehmen wurde eine Messung über ca. 7 Tage durchgeführt. **Abbildung 3** zeigt das Verbrauchsprofil des Unternehmens in diesem Zeitraum. Der maximale Druckluftbedarf im Messzeitraum betrug $5,3 \text{ m}^3 / \text{min}$. In der Zeit vor Produktionsbeginn um 6.00 sind normalerweise keine Verbraucher am Netz, der Luftverbrauch ist demnach allein auf Leckagen zurückzuführen und betrug durchschnittlich ca. $1,2 \text{ m}^3 / \text{min}$. Dies entspricht ca. 56 % der im Durchschnitt erzeugten Luftmenge. Die Schwankungsbreite an den verschiedenen Tagen ist jedoch enorm, so dass nicht ganz auszuschließen ist, dass in dieser Menge auch Bedarf von Maschinen enthalten ist

Im Unternehmen C betrug der Leerlaufanteil der beiden zum Einsatz kommenden Kompressoren im Schnitt 53 %, die Leerlaufkosten betragen 28 %.

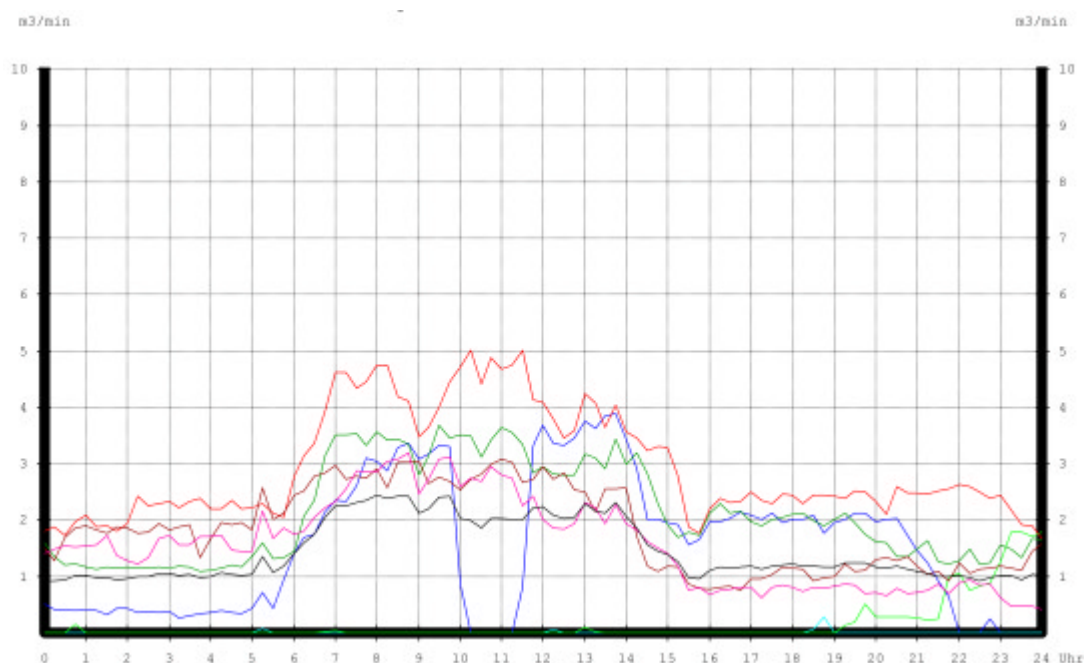


Abbildung 3: Druckluftverbrauchsprofil einer Woche bei Unternehmen C

Auf Basis der durchgeführten Messungen in den drei Unternehmen wurden Optimierungsvorschläge erarbeitet. Dabei reichten die Verbesserungsvorschläge von nahezu kostenfreien Maßnahmen, wie dem vollständige Abschalten der Druckluftanlage am Wochenende oder in der Nacht, über die Leckagesuche und Beseitigung, der Anschaffung einer übergeordneten Steuerung oder eines größeren Druckluftbehälters bis zu Investitionen in neue Kompressoren, z.B. Anschaffung kleiner Spitzenlastanlagen bzw. der Einsatz eines drehzahleregelten Verdichters.

Die ermittelten Einsparpotentiale lagen zwischen 21 und 66 % bei Amortisationszeiten zwischen zwei und vier Jahren, **Tabelle 3**. Dabei blieb jedoch unberücksichtigt, das im Falle des Austauschs von Kompressoren aufgrund des Alters der vorhandenen Anlagen ohnehin ein Ersatzbedarf bestand.

Tabelle 3: Ermittelte Einsparpotentiale

	Einheit	A	B	C
Drucklufteinsparung	$10^6 \text{ m}^3 / \text{a}$	1,44	0,61	0,21
Kosteneinsparung	Euro/a (gerundet)	21.000	66.000	7000
Stromeinsparung absolut	MWh/a	343	563	72
Stromeinsparung relativ	%	66	21	59
Emissionsminderung	t CO ₂ /a	199	327	42

Im Rahmen der Nachbefragung gaben die Unternehmen an, dass insbesondere die Leckagesuche und Beseitigung umgesetzt wurde. Maßnahmen die höhere Investitionen erfordern wurde kurzfristig nicht realisiert, obwohl die Amortisationszeiten bei ca. 2-3 Jahren lagen.

Die ermittelten Druckluftkennzahlen in den drei Unternehmen lagen zwischen 0,126 und 0,160 kWh/m³. Diese recht hohen Werte sind zum einem auf die hohen Leerlaufanteile der Kompresso-

ren aber auch auf die schlechten Druckluftkennzahlen der bereits etwas älteren Kompressoren zurückzuführen. Entsprechend wird eine Leistung von 7,56 bis 9,6 kW/(m³ /min) benötigt. Die besten Werte wurden im Unternehmen B ermittelt, dass die größte Druckluftstation der drei Unternehmen betreibt. Im Vergleich der drei Unternehmen der Branche fällt zudem der hohe Anteil der Druckluft am Stromverbrauch im Unternehmen B auf, und das obwohl die Anlage die effizienteste von allen drei Betrieben ist, **Tabelle 2**. Dies verdeutlicht, dass in vielen Fällen ein Vergleich auf Basis von Daten der Untergruppen der Branchen erforderlich ist.

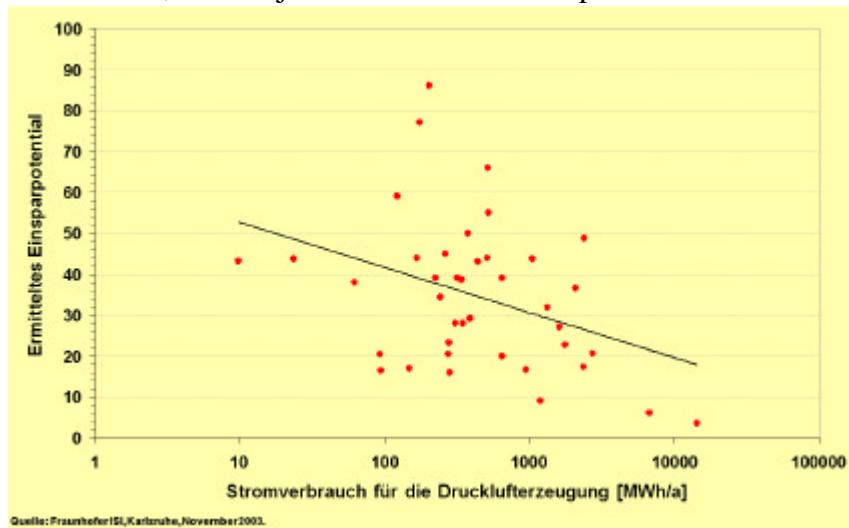
Die größten Einsparpotentiale in den Unternehmen A und C entfielen nicht auf den Kompressorraum sondern fanden sich in der Beseitigung der Leckagen. Dabei wurde nur unterstellt, dass 50 % der ermittelten Leckagen mit vernünftigem Aufwand beseitigt werden könnten. Im Unternehmen B könnten die größten Einsparpotentiale durch die Erneuerung der Steuerung und die Ausweitung der Wärmerückgewinnung an den Kompressoren erzielt werden. Der Austausch der Kompressoren, auch wenn er häufig im Mittelpunkt der Messungen steht, ist meist nicht die wirtschaftlichste Optimierungsmaßnahme. Allerdings sind Investitionen in diesem Bereich häufig erforderlich, um die sichere Druckluftversorgung auch mittelfristig zu gewährleisten, denn schnell kann durch den Ausfall einer oder mehrerer Kompressoren die Luftversorgung nicht mehr gewährleistet sein. Deshalb sollten die Maßnahmen mit niedrigen Kosten, wie z.B. die Leckagesuche und Beseitigung oder der Austausch zeitgesteuerter Kondensatableiter gegen elektronisch gesteuerte sofort nach Identifikation erfolgen, die meist mit größeren Investitionen verbundenen Maßnahmen zum Kompressortausch sollten mittelfristig in die Finanzplanungen einfließen. Hier gilt es jedoch insbesondere auf Basis der Messungen ein vernünftiges Erzeugungskonzept zu erarbeiten. Dies kann sowohl aus dem Einsatz eines drehzahlgeregelten Kompressors als Regelmaschine als auch aus einem abgestimmten Splitting Konzept bestehen. Je nach Einsatzfall stellt mal die eine, mal die andere Lösung die energetisch und kostenmäßig günstigere Lösung dar. Hier gilt es also die Vorschläge und Angebote von Herstellern kritisch zu analysieren.

2.2 Übergeordnete Auswertung der Messkampagne

Bei den bisher im Detail ausgewerteten 40 Druckluftanalysen wurde eine durchschnittliche Stromersparung von ca. 240000 kWh je Betrieb ermittelt. Im Schnitt wurde ein wirtschaftliches Einsparpotential von 17340 Euro pro Jahr und Unternehmen berechnet. Dadurch könnte die Umwelt um CO₂ Emissionen in Höhe von 5560 Tonnen jährlich entlastet werden, ohne dass Zusatzkosten anfallen, da die Maßnahmen alle wirtschaftlich sind.

Bei der gemeinsamen Auswertung der Analysen kann man dabei einige typische Zusammenhänge herausarbeiten. So kann man deutlich erkennen, dass das spezifische Einsparpotential in Unternehmen umso kleiner wird, je größer der Stromverbrauch für die Druckluftherzeugung ist, **Abbildung 4**. Eine vergleichbare Kurve erhält man auch, wenn man die Einsparungen über der Anzahl der Mitarbeiter aufträgt. Dies ist durchaus verständlich, denn je größer ein Unternehmen oder die Druckluftanlage ist, umso eher sind die Verantwortlichkeiten für die Druckluftversorgung klar geregelt, bzw. gibt es besonders geschulte Mitarbeiter, die sich um die Druckluftversorgung kümmern. Entsprechend geringer sind in diesen Fällen die spezifischen Einsparpotentiale, da die

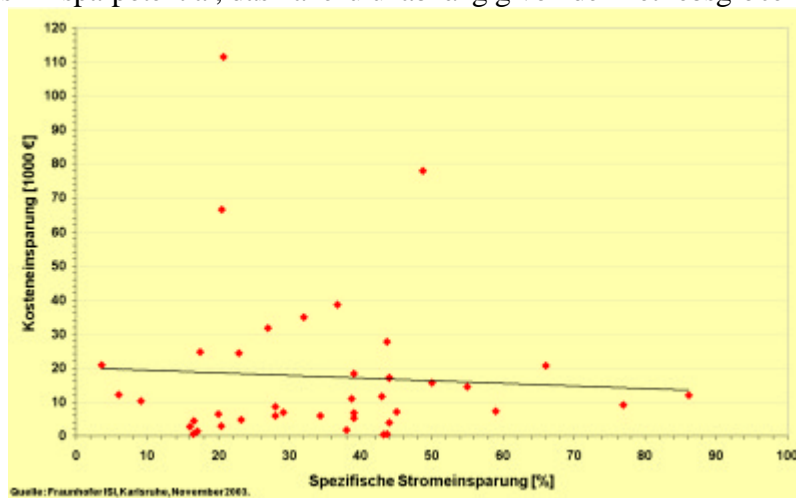
einfach zu erkennenden Schwachstellen bereits durch das eigene Personal erkannt und beseitigt werden. Die Streubreite der Ergebnisse im Mittelfeld zeigt jedoch deutlich, dass man dies nicht pauschaliert annehmen darf, sondern jeweils im Einzelfall überprüfen muss.



Quelle: Fraunhofer ISI, Karlsruhe, November 2003.

Abbildung 4: Zusammenhang zwischen dem Stromverbrauch für die Druckluftherzeugung und dem spezifischen Einsparpotential.

Berücksichtigt werden muss zudem noch die Tatsache, dass die spezifische Einsparung natürlich noch nichts darüber aussagt, wie groß das absolute jährliche Einsparpotential in Euro ist. Trägt man die absolute Kosteneinsparung über der spezifischen Energieeinsparung auf, so erkennt man deutlich, dass das absolute Einsparpotential in Euro relativ unabhängig von der spezifischen Einsparung ist, **Abbildung 5**. Entgegen der Erwartung, dass die absoluten Einsparungen in großen Druckluftstationen größer sein müssten, ergab sich im Rahmen der Messkampagne ein relativ einheitliches Einsparpotential. Durch die Überlagerung der beiden gegenläufigen Trends des spezifischen Einsparpotentials und des absoluten Verbrauch für die Druckluftherzeugung, ergibt sich ein relativ konstantes absolutes Einsparpotential, das nahezu unabhängig von der Betriebsgröße ist.



Quelle: Fraunhofer ISI, Karlsruhe, November 2003.

Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Kosteneinsparpotential und spezifischen Einsparpotential.

Zusätzlich wurden deshalb auch die Einsparpotentiale auf Branchenebene ausgewertet um zu überprüfen, ob deutlichere Differenzen zwischen einzelnen Branchen bestehen. **Abbildung 6** zeigt die Ergebnisse dieser Auswertung. Da im Rahmen der Messkampagne Druckluftanlagen aus möglichst vielen unterschiedlichen Branchen berücksichtigt werden sollten, führt dies jedoch dazu, dass für viele Branchen nur ein bis zwei Ergebnisse zur Verfügung stehen. Zu erkennen ist jedoch, dass die Bandbreite der Ergebnisse innerhalb einer Branche in der gleichen Größenordnung liegt, wie die Bandbreite der Ergebnisse zwischen den einzelnen Branchen. Entsprechend lässt sich aus den Ergebnissen nicht ableiten, dass sich einige Branchen bereits intensiver mit der Optimierung der Druckluftversorgung beschäftigen.

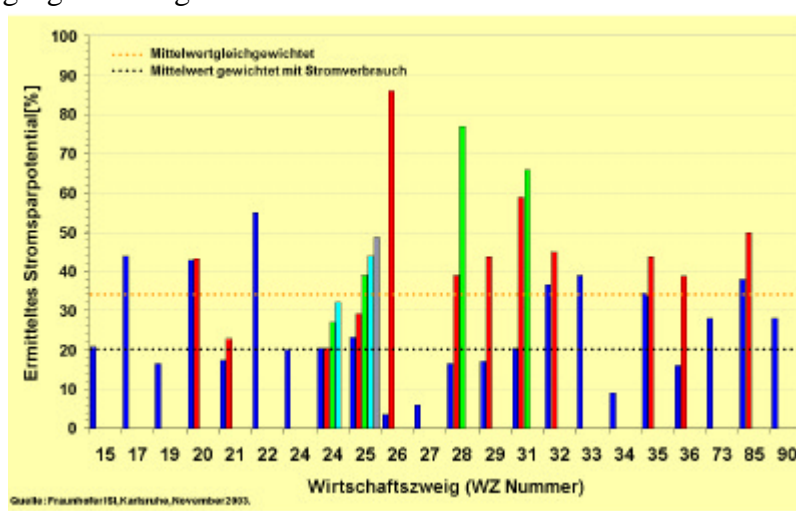


Abbildung 6: Ermittelte Einsparpotentiale nach Branchen

Wichtig ist dabei natürlich zu wissen, welcher Anteil von Maßnahmen, die im Rahmen der Analyse der Druckluftanlagen vorgeschlagen wurden von den Anlagenbetreibern auch tatsächlich umgesetzt werden oder wurden. Einige Monate nach Abschluss der Analyse und Übermittlung des Berichtes erfolgte dazu eine Nachbefragung bei den Unternehmen. Die Ergebnisse fasst **Abbildung 7** zusammen. Es zeigt sich, dass mehr als 70 % der Teilnehmer im Anschluss an die Druckluftanalysen mit der Lokalisierung und Beseitigung von Leckagen begonnen haben. Ähnlich gute Umsetzungsquoten sind im Bereich der Steuerungen, der Wartung und der Kompressoren zu erkennen. Erfreulicherweise planen zudem sehr viele Unternehmen Messeinrichtungen zu installieren, um zukünftig den Energieverbrauch und / oder die Druckluftqualität kontinuierlich zu überwachen. Dies ist deshalb von großer Bedeutung, da gerade im Bereich der Leckagen regelmäßig ein Wideranstieg der Leckagerate nach einigen Jahren festzustellen ist, der auf diese Weise einfach erkannt werden kann.

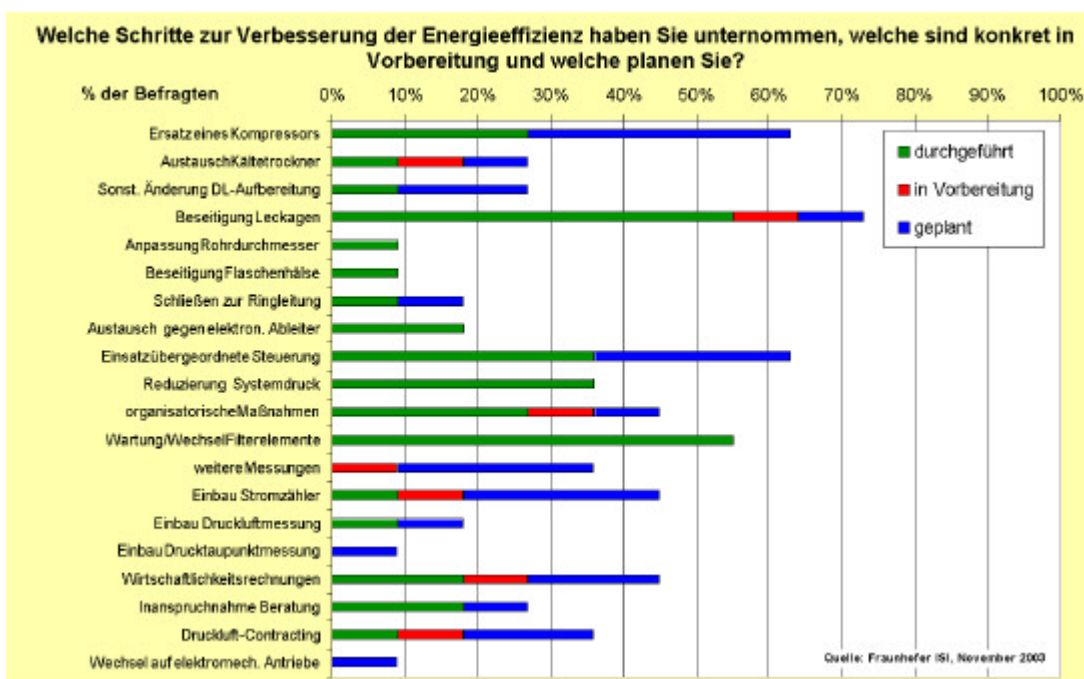


Abbildung 7: Ergebnisse der Nachbefragung der Teilnehmer an der Messkampagne in Bezug auf die Umsetzung von Maßnahmen.

Rechnet man die Ergebnisse der Messkampagne auf das verarbeitende Gewerbe mit seinen ca. 50.000 Betrieben hoch, so könnten, gleiche Einsparpotentiale und Umsetzungsquoten unterstellt, insgesamt jährlich ca. 2,8 Milliarden Kilowattstunden Strom eingespart werden. Diese Einsparung entspricht ca. 1,4 % des gesamten industriellen Stromverbrauchs. Die CO₂ Emissionen in Deutschland könnten um 1,6 Millionen Tonnen CO₂ reduziert werden, entsprechend einer Verringerung der gesamten CO₂ Emissionen der Industrie um ca. 0,5 %.

Bundesweit könnten die Energiekosten der Unternehmen somit um jährlich ca. 140 Millionen Euro reduziert werden. Diese Einsparungen können jedoch nicht ohne Investitionen erreicht werden. Um diese Einsparungen zu erzielen sind einmalige Investitionen in Höhe von ca. 126 Millionen Euro erforderlich. Neben den Arbeitplatzeffekten in der Druckluftbranche würden weitere arbeitplatzsichernde Effekten in den druckluftanwendenden Betrieben entstehen, da für die Umsetzung eines Teils der Maßnahmen, wie zum Beispiel der Beseitigung von Leckagen, auch Aufwendungen für eigenes Betriebspersonal in Höhe von ca. 28 Millionen Euro erforderlich wären.

Würde die Industrie bei unveränderter Umsatzrendite versuchen, die gleiche Gewinnsteigerung anstelle der Optimierung der Druckluftanlagen durch eine Ausweitung des Umsatzes zu erreichen, so hätte dieser insgesamt um ca. 4,7 Milliarden Euro ansteigen müssen, um eine Gewinnsteigerung in gleicher Höhe zu erzielen, wobei noch nicht berücksichtigt ist, ob dies in wirtschaftlich schwierigen Zeiten überhaupt realisierbar wäre.

Würde man sich zum Ziel setzen die Emissionsminderung durch Optimierung der Druckluftanlagen stattdessen durch Stromerzeugung aus Fotovoltaik zu erzielen, so müsste eine Kollektorfläche von

27 Millionen m² installiert werden. Dies würde Investitionen in Höhe von 28,7 Milliarden Euro erfordern, was etwa dem 200-fachen Investitionsvolumen entsprechen würde.

Im Rahmen der Messkampagne wurde zudem deutlich, dass die Optimierung von Druckluftanlagen einen guten Einstieg in die systematische Verbesserung der Energieeffizienz des gesamten Betriebes ist. Wie sich aus der Nachbefragung der Teilnehmer ergibt, haben viele der Teilnehmer der Messkampagne, unter Umständen ermutigt durch die positiven Ergebnisse mit der Druckluft, begonnen weitere Motorensysteme wie Pumpen und Ventilatoren in bezug auf das Einsparpotential hin zu untersuchen. Neben den Stromanwendungen wurden dabei auch die Wärmeanwendungen nicht übersehen, **Abbildung 8**.

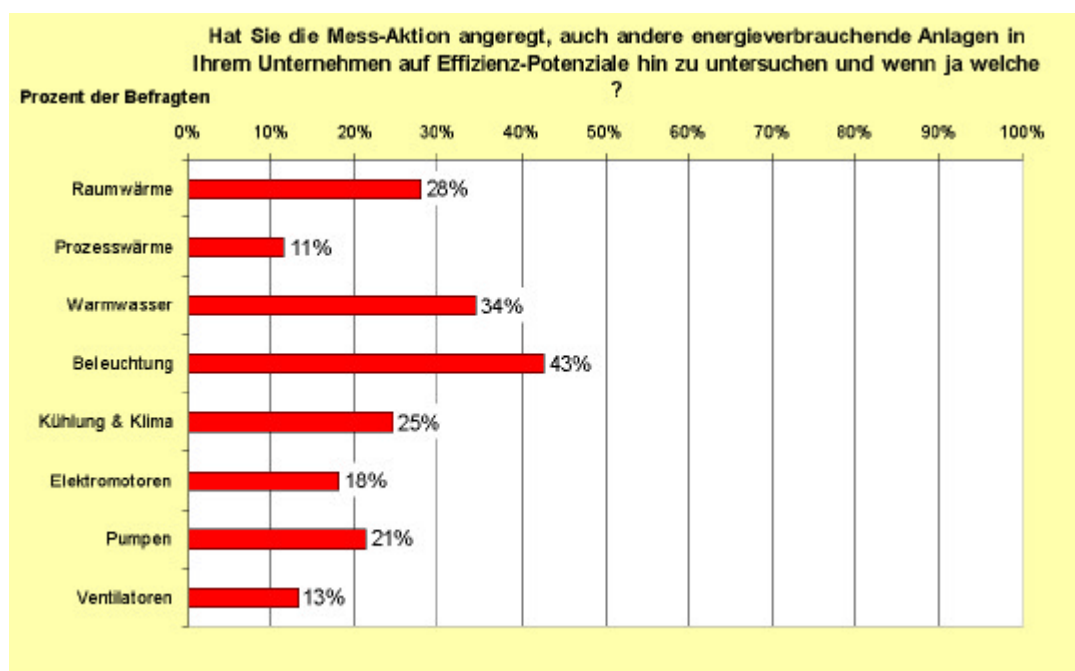


Abbildung 8: Druckluftmesskampagne als Katalysator zum Energiesparen.

Insgesamt bestätigt damit die Messkampagne, dass durch Unterstützung und Beratung der Druckluftanwender die Hemmnisse abgebaut werden können, die derzeit die Umsetzung von Maßnahmen zur Effizienzsteigerung verhindern. Damit bestätigen sich die ursprünglichen Annahmen bei der Konzeption der Messkampagne.

Mögliche Optimierungsvorschläge und die Beurteilung des energetischen Ist-Zustandes erhält jeder Druckluftanwender zudem durch die Teilnahme am kostenfreien Benchmarking von Druckluft effizient

(Anmeldung unter www.druckluft-effizient.de/benchmarking/anmeldung.php). Und wenn ein Anwender dabei feststellt das er in der Spitzengruppe liegt, dann sollte er über eine Bewerbung um den Druckluft effizient Preis 2004 nachdenken, der von der Projektgruppe im Februar 2004 erneut ausgeschrieben wurde. Informationen dazu finden Sie unter www.druckluft-effizient.de/wettbewerb/.

Druckluft effizient

Die Kampagne wird von der Deutschen Energie-Agentur, dem Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, das die Gesamtprojektleitung innehat und dem Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (Fachverband Drucklufttechnik) durchgeführt und vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit sowie von zahlreichen Unternehmen aus der Drucklufttechnik unterstützt. Im einzelnen sind dies:

Atlas Copco, BEKO Technologies, BOGE Kompressoren, domnick-hunter, Energieagentur NRW, Gardner Denver Wittig, GASEX, Gebr. Becker, Ingersoll-Rand, Kaeser Kompressoren, Legris – TRANSAIR, METAPIPE, Schneider Druckluft, systemplan Karlsruhe, ultra air, ultrafilter International und ZANDER Aufbereitungstechnik.

3 Literatur

Almeida et.al.: *Improving the penetration of energy-efficient motors and drives*. Final Report, 1999.

Radgen, P.; Schmid, C.: *Energieverbrauch, Einsparpotentiale und Maßnahmen zur Aktivierung der Einsparpotentiale bei der Drucklufterzeugung*. VDI Bericht VDI Tagung in Bochum, VDI Verlag, Düsseldorf, 2001

Radgen, P; Blaustein, . (Eds.): *Compressed Air Systems in the European Union, Energy, Emissions, Savings Potential and Policy Actions*. LOG_X Verlag, Stuttgart, 2001 (erhältlich über Fraunhofer ISI, Karlsruhe).