

Druckluft
effizient



Druckluft

Abschlussbericht

Vorwort

von Wolfgang Clement Bundesminister für Wirtschaft und Arbeit

Die weltweiten Ressourcen sind begrenzt und Energie ist ein entscheidender Kostenfaktor für Unternehmen. Nachdem Deutschland in der Vergangenheit beim effizienten Einsatz von Energie gute Fortschritte erzielt hat, stagniert dieser positive Trend leider seit einigen Jahren. Dabei sind, wie die durch mein Haus geförderte Kampagne *Druckluft effizient* gezeigt hat, hier noch enorme Potenziale zu erschließen, die den Unternehmen nicht nur Energie und Kosten sparen helfen, sondern auch von volkswirtschaftlicher und ökologischer Bedeutung sind. Druckluft ist eine wichtige Querschnittstechnologie, die fast überall im produzierenden Gewerbe genutzt wird. Insbesondere Leckagen und Wartungsmängel sind häufige Ursachen für unnötige Energieverluste, die in den Unternehmen häufig nicht einmal bekannt sind und deren Behebung oft schon mit geringem Aufwand positive Ergebnisse zeitigen kann.

Die Gemeinschaftskampagne *Druckluft effizient*, die das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) zusammen mit der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena), dem Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI) sowie dem Fachverband Kompressoren, Druckluft- und Vakuumtechnik im VDMA (VDMA KDV) auf den Weg brachte, soll die Unternehmen hierfür sensibilisieren und möglichst auch zu zusätzlichen Investitionen in effiziente Druckluftanlagen motivieren.

Ich muss gestehen: Die Erfolge dieser Kampagne haben mich überrascht! Denn nicht nur die auf dem Internetportal der Kampagne www.druckluft-effizient.de angebotenen Informationsangebote, wie etwa die „Fakten zur Druckluft“ oder der „Druckluftrechner“, wurden gut genutzt. Auch das Seminar, das von erfahrenen Referenten der Druckluftbranche speziell für die Kampagne zusammengestellt wurde, stieß auf ein erfreulich großes Interesse.



Zudem bewarben sich für das Angebot einer - kostenlosen - Messkampagne, zu der branchenübergreifend eingeladen wurde, insgesamt 190 Unternehmen. Die Ergebnisse der Messungen bestätigten, dass ein wirtschaftlich erschließbares Einsparpotenzial von rund 30% des Stromverbrauchs vorhanden ist.

Ich wünsche mir, dass *Druckluft effizient* als Vorbild für weitere Kampagnen in Industrie und Gewerbe genutzt wird und dass wir so auch auf anderen Gebieten aktuelle Erfolge bei der effizienteren Nutzung von Energie erzielen können.

Ihr

Drei Partner - ein gemeinsames Ziel.

Mit dem vorliegenden Bericht blicken die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), das Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI) und der Fachverband Kompressoren, Druckluft- und Vakuumtechnik im VDMA (VDMA KDV) auf vier Jahre intensive und erfolgreiche Zusammenarbeit für die bundesweite Kampagne *Druckluft effizient* zurück.

Die Kampagne *Druckluft effizient* ist ein sehr erfolgreiches Public Private Partnership-Vorhaben (PPP), das ohne die Mitarbeit der beteiligten Industriepartner, deren Know-how und Engagement sowie ohne die Unterstützung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) nicht möglich gewesen wäre. „Nach der SAVE Studie über Druckluftsysteme aus dem Jahr 2000 war die Kampagne ein wichtiger Schritt, die aufgezeigten Potenziale auch in der Praxis umzusetzen. Die gemeinsam erarbeitete Kampagne bot uns die Möglichkeit, diesen Prozess mit zu steuern und intensiv zu studieren“, sagt Dr. Peter Radgen, verantwortlicher Projektleiter bei Fraunhofer ISI, das die fachliche Leitung der Kampagne innehatte.

Die drei Kampagnen-Träger haben für *Druckluft effizient* ihre unterschiedlichen Kompetenzen aber auch Interessen gebündelt, um gemeinsam einem Thema den Stellenwert zu geben, der ihm zusteht. Dazu dena-Geschäftsführer Stephan Kohler: „*Druckluft effizient* war eines unserer ersten Projekte nach Gründung der dena im Herbst 2000

und entspricht heute unserem Ideal einer Energieeffizienz-Kampagne: ein anwenderorientiertes Vorhaben unter Einbindung aller Marktteilnehmer.“

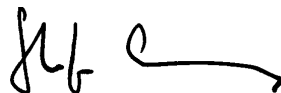
Bei der Nutzung von Energieeffizienz-Potenzialen gewinnen alle Beteiligten. Während der Betreiber einer Druckluftanlage bereits nach kurzer Zeit deutlich Energiekosten spart, reduziert er gleichzeitig den Ausstoß von CO₂. Dies hilft nicht nur der Gesellschaft, sondern auch der Bundesrepublik Deutschland beim Erreichen ihrer Klimaschutz-Ziele.

„Wichtig war uns der Systemansatz der Kampagne“, begründet Christoph Singrün, Geschäftsführer des VDMA Fachverbandes Kompressoren, Druckluft- und Vakuumtechnik das Engagement seines Verbandes. „Die Hersteller energieeffizienter Technologien können Anwendern vor allem dann spürbar bei der Kostenreduzierung helfen, wenn diese bereit sind, sich das ganze System anzuschauen.“

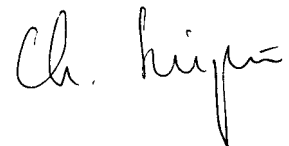
Der Rückblick auf vier Kampagnenjahre fällt durchweg positiv aus. Gleichzeitig wurden wesentliche Aufgaben für die Zukunft definiert, denen sich die drei Partner engagiert stellen werden.



Stephan Kohler
Deutsche Energie-Agentur GmbH
(dena)



Stefan Kuhlmann
Fraunhofer ISI



Christoph Singrün
VDMA
Fachverband KDV

Druckluft
effizient

Der Inhalt

1. Ablauf und Struktur der Kampagne <i>Druckluft effizient</i>.	4
2. Träger und Partner der Kampagne <i>Druckluft effizient</i>.	6
3. Bilanz der Kampagne <i>Druckluft effizient</i>.	7
3.1. Gewusst wie: Gezielte Aufklärung durch zielgruppenspezifische Angebote.	7
3.2. Präzise ermittelt: Individuelle Analysen durch technische Tools.	8
3.3. Praktisch erfolgreich: Umfassende Druckluft-Audits vor Ort.	10
3.4. Technisch analysiert: Messkampagnen in Unternehmen der Elektrotechnik.	12
3.5. Klares Fazit: Messergebnisse liefern individuelle Maßnahmen.	16
3.6. Persönlich überzeugt: 748 Teilnehmer in 28 Seminaren.	17
3.7. Kostenlos geprüft: Welche Unternehmen haben welche Schwachstellen?	18
4. Zahlen, Daten, Fakten – und interessante Einsparpotenziale.	20
5. Der Aufwand für die Messkampagne hat sich gelohnt.	22
6. Und jetzt? Wichtige Aufgaben für die Zukunft.	23
7. Schlusswort der Kampagnen-Träger.	24

1. Ablauf und Struktur der Kampagne *Druckluft effizient*.

Druckluft effizient ist ein bisher einmaliges Projekt: Verschiedene Marktteilnehmer haben in einer Public Private Partnership (PPP) enorme Energieeffizienz-Potenziale nicht nur aufgezeigt, sondern auch konkret umgesetzt. Auslöser für die Kampagne *Druckluft effizient* war die Studie "Compressed Air Systems in the European Union". Sie wurde im Jahr 2001 veröffentlicht und brachte Betreiber, Wissenschaftler und Hersteller dazu, ein umsetzungsorientiertes Projekt zu entwickeln.



Träger der Kampagne *Druckluft effizient* sind die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), das Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI) sowie der Fachverband Kompressoren, Druckluft- und Vakuumtechnik im VDMA (VDMA KDV). Ihnen ist es gelungen, eine tragfähige Struktur für die Kampagnenlaufzeit von insgesamt vier Jahren zu entwickeln sowie insgesamt 17 Industriepartner aus allen Bereichen der Drucklufttechnik in die Kampagne einzubinden.

Unternehmen aus den folgenden Bereichen beteiligten sich an *Druckluft effizient*:

- Druckluftherzeugung (Kompressoren)
- Druckluftaufbereitung
- Kondensattechnik
- Druckluftverteilung
- Systemplanung

Die fachliche Leitung des Projektes übernahm das Fraunhofer ISI, das auch an der Erstellung der Studie „Compressed Air Systems in the European Union“ maßgeblich beteiligt war. Die Industriepartner haben die Projektumsetzung mit erheblichen Eigenleistungen unterstützt. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) hat *Druckluft effizient* gefördert und während der gesamten Laufzeit konstruktiv begleitet.

Aufbau der Kampagne *Druckluft effizient*:

Die Kampagne wurde in einer modularen Struktur aufgebaut. Die einzelnen Elemente und Aktivitäten waren so gegliedert, dass in der Marktsprache sowohl zeitlich als auch thematisch gezielt Schwerpunkte gesetzt werden konnten. Das Konzept bestand aus den folgenden Bausteinen:

• **Begleitende Öffentlichkeitsarbeit**

Die Kampagne wurde durchgehend erfolgreich in den relevanten Medien platziert. Mit der Laufzeit wuchs auch das Interesse der Fachmedien. Insbesondere die Vorstellung der Kampagnenergebnisse im Rahmen eines Presse-Gesprächs Ende 2003 sowie die daraus resultierende Berichterstattung führten zu einer gesteigerten Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit. Auch die Druckluftfakten, die kostenfreie Messkampagne, das Benchmarking sowie der *Druckluft effizient*-Preis fanden in der Presse besondere Berücksichtigung.

• **Bereitstellung von Fachinformationen**

Für die Betreiber von Druckluftanlagen wurden umfassende Fachinformationen erstellt. Dazu zählen die Informationsangebote des Internet-Portals www.druckluft-effizient.de, die Auftritte auf Messen und Tagungen sowie insbesondere die sehr erfolgreiche Seminarreihe.

• **Durchführung einer Messkampagne**

Mit einer umfangreichen messtechnischen Untersuchung wurden Druckluftanlagen im Betrieb analysiert und die Energieeffizienz-Potenziale mit praxisnahen, herstellernerutralen Maßnahmenplänen aufgezeigt. Die Betreiber waren anschließend in der Lage, ihre Potenziale kurzfristig zu erschließen.



- **Auslobung eines Wettbewerbs**

In den Jahren 2003 und 2004 wurde jeweils ein *Druckluft effizient*-Preis für Unternehmen ausgeschrieben, die die Optimierung ihrer Druckluftanlage konsequent verfolgen und umsetzen. 2003 erhielt die Porsche AG den Preis für ihre langfristige Strategie, die Energieeffizienz der Druckluftnutzung von der Anlagen-Beschaffung bis zur Wartung in den Mittelpunkt zu stellen. 2004



beeindruckten die Druckluftanlagen fast aller Bewerber durch Energiekonzepte, die eine systematische Abstimmung aller Systemkomponenten zum Ziel hatten.

- **Bau einer Demonstrationsanlage**

Zur Weltleitmesse der Drucklufttechnik (der heutigen ComVac) im Rahmen der Hannover Messe 2003 wurde eine Demonstrationsanlage gebaut, die anschließend noch bei vielfältigen Gelegenheiten zur Information bzw. Schulung genutzt wurde und auch in Zukunft zur Verfügung steht. Diese Demonstrationsanlage stellt sämtliche Anlagenbereiche, die im Hinblick auf eine energieeffiziente Betriebsweise von Druckluftanlagen wichtig sind, anschaulich dar.

- **Benchmarking**

Mit dem internetgestützten Benchmarking steht den Betreibern von Druckluftanlagen erstmals ein Werkzeug zur Verfügung, um die Energieeffizienz ihrer Anlage mit ähnlichen Installationen zu vergleichen und somit Kennzahlen als Basis für eine Optimierung zu gewinnen.

- **Finanzierung**

Bereits im ersten Jahr der Kampagne wurde ein Leitfaden für Druckluftanlagen erstellt, der erstmals die verschiedenen Varianten für Finanzierung und Betrieb von Druckluftanlagen (z.B. Contracting-Modelle) präsentierte. Zudem zeigte er die neuen



Möglichkeiten von Energiespar-Contracting auf, bei dem Einsparerfolge zwischen dem Betreiber der Anlage und dem Nutzer der Druckluft aufgeteilt werden. Inzwischen hat sich Contracting als gängiges Finanzierungs- und Betriebsmodell für energieeffiziente Druckluftanlagen im Markt etabliert.

2. Träger und Partner der Kampagne *Druckluft effizient*.

Die Kampagne *Druckluft effizient* wurde gemeinsam getragen von:

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)



Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI)



Fachverband Kompressoren, Druckluft- und Vakuumtechnik im VDMA (VDMA KDV)



***Druckluft effizient* hatte zahlreiche Partner aus der Industrie:**

Atlas Copco Kompressoren- und Drucklufttechnik
BEKO TECHNOLOGIES
BOGE KOMPRESSOREN
domnick hunter
Donaldson Filtration Deutschland
Energieagentur NRW
Gardner Denver Wittig
Industrie Technik Service Nord (Gasex)
Gebr. Becker
Ingersoll Rand
KAESER Kompressoren
LEGRIS
METAPIPE
Schneider Druckluft
systemplan
ultra air
ZANDER Aufbereitungstechnik

***Druckluft effizient* war eine Public Private Partnership (PPP):**

Die Kampagne wurde durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) finanziert. Die Industriepartner haben die Kampagne durch erhebliche Eigenleistungen unterstützt und zu ihrem Erfolg beigetragen. Die Kampagne startete 2001 und endete am 31. Dezember 2004.

3. Bilanz der Kampagne *Druckluft effizient*.

3.1. Gewusst wie: Gezielte Aufklärung durch zielgruppenspezifische Angebote.

Wesentliches Ziel der Kampagne *Druckluft effizient* war es, Druckluftanwender sowie das Management von Unternehmen bei der Optimierung der Druckluftversorgung in ihren Betrieben zu unterstützen. Als Basis für Aufbau und Struktur der Kampagne dienten die Ergebnisse der EU-Studie „Compressed Air Systems in the European Union“¹. Hier hatte sich gezeigt, dass im Bereich der Druckluftversorgung wirtschaftliche Energieeinspar-Potenziale von rund 33 Prozent vorhanden sind. Darüber hinaus wurde deutlich, dass diese Potenziale keineswegs aufgrund fehlender Technologien unerschlossen blieben. Vielmehr stellte sich heraus, dass Informationsdefizite und andere, überwiegend organisatorische Hemmnisse das Erschließen von Energieeinspar-Potenzialen verhindern. Diese gezielt abzubauen, war daher eines der zentralen Kampagnen-Ziele. Erreicht wurde es durch ein ganzes Bündel unterschiedlicher Maßnahmen, die speziell auf die einzelnen Zielgruppen abgestimmt wurden.

Informationen klären auf und bauen organisatorische Hemmnisse ab.

Aufgabenschwerpunkt der Kampagne war zunächst die Erstellung von Informationspaketen zu den einzelnen Aspekten der Druckluftversorgung – sowohl für zahlreiche Broschüren als auch das begleitende Internet-Portal www.druckluft-effizient.de. Dabei stand nicht nur die Lufterzeugung in den Kompressoren, sondern die gesamte Nutzungs- und Erzeugungskette im Mittelpunkt. Neben allgemeinen Informationen über typische Anwendungsfehler der Druckluft und den thermodynamischen Grundlagen der Drucklufterzeugung finden sich hier auch Informationen über die einzelnen Kernelemente. So wurden beispielsweise die wesentlichen energierelevanten Fakten über Kompressoren, Druckluftaufbereitung, Druckluftverteilung und Druckluftwerkzeuge zusammengestellt. Auch übergreifende Aspekte wie die Steuerung der Drucklufterzeugung, die verfügbare

Messtechnik zur Erfassung der energetischen Ist-Situation oder die Optimierung der Druckluftversorgung sind umfassend dargestellt. Die Informationsangebote stießen sowohl in Deutsch-

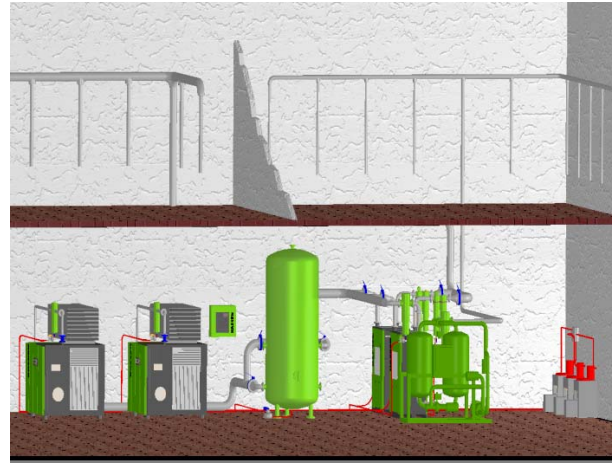


Abbildung 1: Komponenten eines Druckluftsystems.

land als auch im Ausland auf reges Interesse, sodass sie in englischer Sprache ebenfalls bereitgestellt wurden.

Aufbereitung
Messtechnik
Thermodynamik
Erzeugung
Contracting-Leitfaden
Fakten 00 – 09
Anwendung
Optimierung
Verteilung
Steuerung

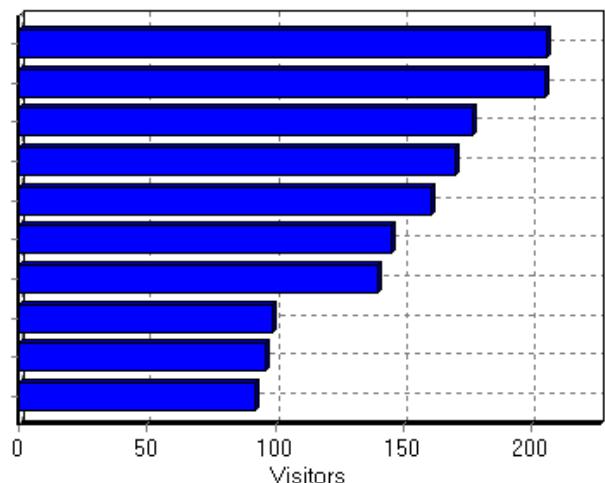


Abbildung 2: Anzahl der Dokumente, die im Oktober 2004 am häufigsten von der Website www.druckluft-effizient.de abgefragt wurden.

¹ Radgen, P.; Blaustein, E. (Hrsg.) LOG_X Verlag, Stuttgart, 2001
(<http://www.isi.fhg.de/e/publikation/c-air/compressed-air.htm>)

3. Bilanz der Kampagne *Druckluft effizient*.

3.1. Gewusst wie: Gezielte Aufklärung durch zielgruppenspezifische Angebote.

Der Contracting-Leitfaden informiert über verschiedene Finanzierungs- und Betriebsformen.

Für die Betreiber von Druckluftanlagen sind neben technischen Fragen wirtschaftliche Fragen von besonderem Interesse. Die Projektpartner haben daher einen Contracting-Leitfaden für Druckluftanlagen entwickelt, um Informationsdefizite auszugleichen und den Unternehmen die Scheu vor dieser neuen Option zu nehmen. So ist Contracting zwar im Bereich der Wärmeversorgung etabliert, im Druckluftmarkt jedoch relativ neu. Dabei kann Druckluft-Contracting bei der Realisierung von Einsparmaßnahmen helfen, wenn die eigenen Ressourcen der Unternehmen bereits erschöpft sind. Der Leitfaden beschreibt die unterschiedlichen Contracting-Modelle und gibt Tipps für die Umsetzung bei Druckluftanlagen.

Seminare regen zur Umsetzung von Optimierungs-Maßnahmen an.

Grundidee der Kampagne war es, die vorliegenden Informationen nicht nur bereitzustellen, sondern auch aktiv zu übermitteln. Im Jahr 2003 lud *Druckluft effizient* daher in ganz Deutschland zu Druckluft-Seminaren ein. Die Resonanz war erfreulich hoch: In 28 Seminaren konnten

insgesamt 748 Teilnehmer begrüßt werden. Auf dem eintägigen Seminar wurden Chancen und Möglichkeiten zur Optimierung der Druckluftversorgung vorgestellt. Die Ergebnisse der Seminar-Evaluation sind überaus positiv und hinterließen auch praktisch ihre Spuren: Fast alle Teilnehmer haben im Anschluss eine oder mehrere Maßnahmen umgesetzt (siehe Abbildung 3).

3.2. Präzise ermittelt: Individuelle Analysen durch technische Tools.

Die im Rahmen der Kampagne erstellten Informationen wurden durch die gezielte Auswahl und Bereitstellung bereits vorhandener Informationen aus den unterschiedlichsten Quellen noch zusätzlich ergänzt. Dazu zählen beispielsweise Studien oder auch technische Tools.

Darüber hinaus wurden speziell für das Internet-Portal www.druckluft-effizient.de neue Programme entwickelt, die die Kosteneinsparpotenziale anschaulich verdeutlichen. So ist u.a. ein Programm zur Berechnung der Lebenszykluskosten von Druckluftanlagen installiert, das schon nach wenigen Angaben wertvolle Ergebnisse liefert: Der Anwender erkennt, dass die dominierenden Kosten durch den Energieverbrauch verursacht werden – und nicht durch die Investition in die Komponenten. Folglich kann sich auch das Sparen bei der Investition nicht rechnen, wenn dies mit einem

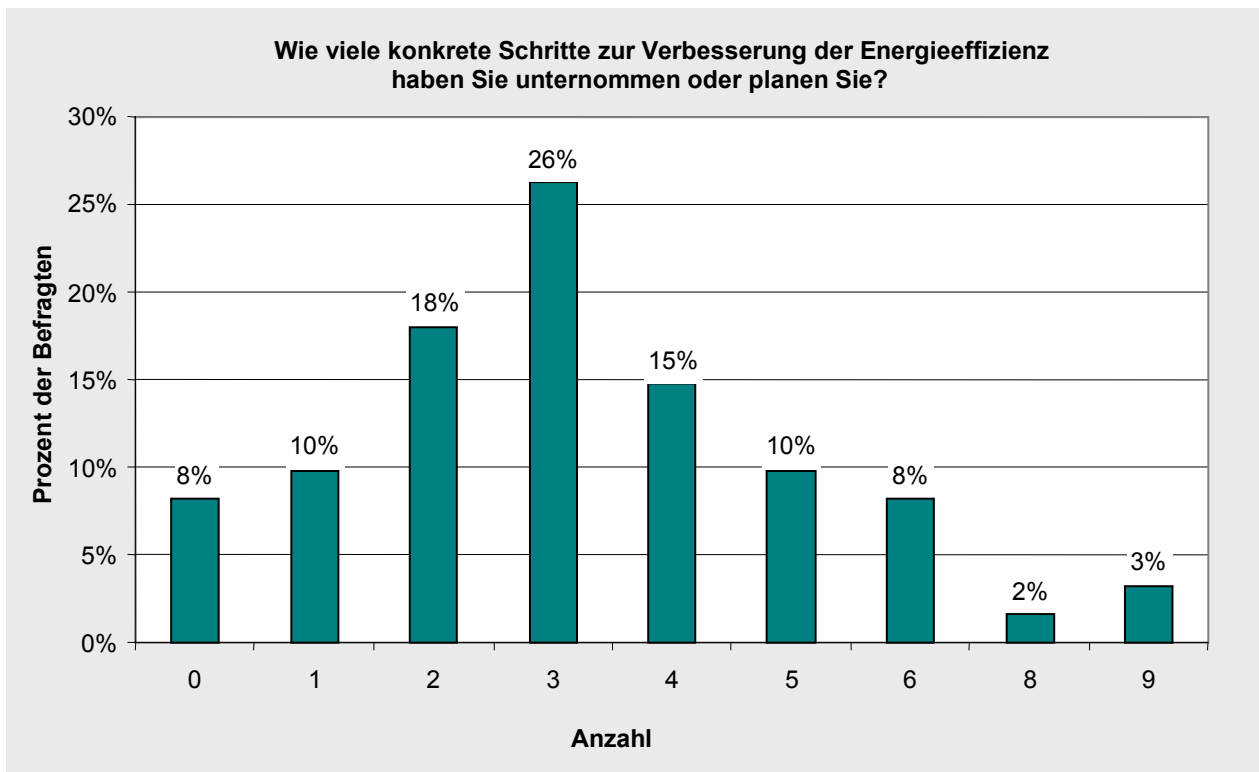


Abbildung 3: Umsetzung von konkreten Schritten zur Verbesserung der Energieeffizienz

schlechteren Anlagen-Wirkungsgrad erkaufte werden muss. Vertiefende Fragen wurden während der gesamten Laufzeit der Kampagne im persönlichen Gespräch beantwortet. Zahlreiche Unternehmen nutzten dieses Angebot und erhielten hilfreiche Tipps für das weitere Vorgehen.

Kostenloses Benchmarking bewertet Druckluftanlagen der Unternehmen.

Verbraucht meine Druckluftanlage zu viel Energie? Wo steht mein Betrieb im Branchenvergleich? Antworten auf diese und andere Fragen liefert das zweistufige, kostenlose und internetbasierte Benchmarking. Im ersten Schritt wird der Ist-Zustand der Druckluftversorgung ermittelt, im zweiten Schritt wird durch externes Benchmarking die Vergleichsanalyse mit den „Besten der Branche“ sowie einem Branchendurchschnitt geliefert. So können die Nutzer die eigenen Einsparpotenziale mit den Ergebnissen anderer Unternehmen der gleichen Branche messen.

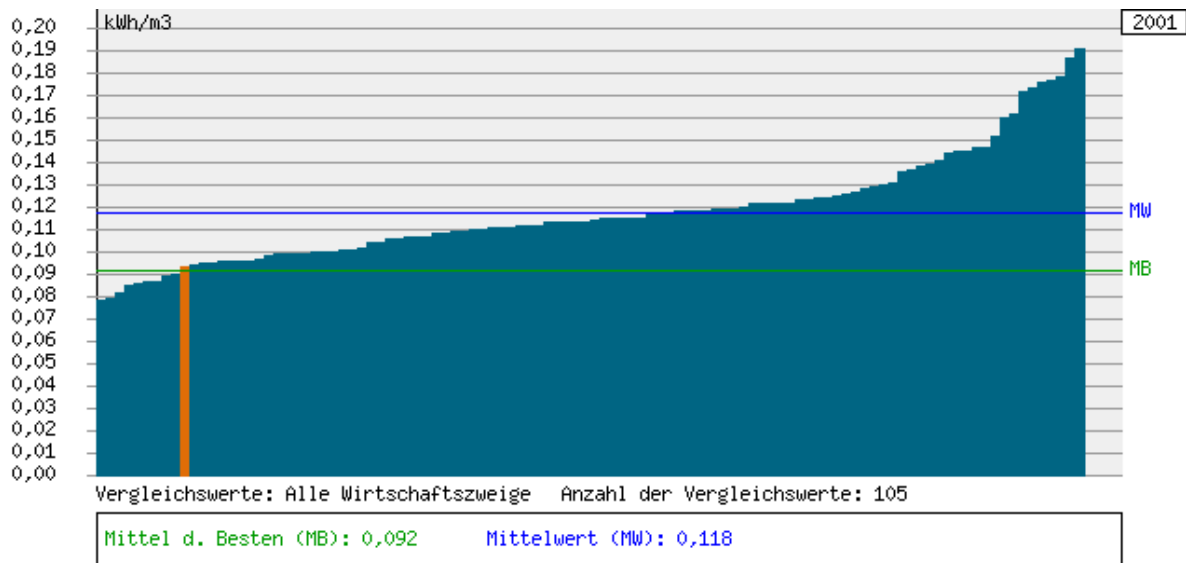


Abbildung 4: Exemplarische Ergebnisse aus dem Benchmarking von Druckluftanlagen

3. Bilanz der Kampagne *Druckluft effizient*.

3.3. Praktisch erfolgreich: Umfassende Druckluft-Audits vor Ort.

Im Rahmen der Kampagne *Druckluft effizient* wurden 65 Druckluft-Audits durchgeführt. Nach Abschluss der Auswertungen erhielten die Unternehmen jeweils einen detaillierten Ergebnisbericht über den Ist-Zustand sowie mögliche Verbesserungsmaßnahmen. Zusätzlich wurden übergeordnete Auswertungen durchgeführt, um die wesentlichen Schwachstellen in den Druckluftanlagen zu identifizieren. Damit lieferte die Messkampagne neben einer detaillierten Hilfestellung für die jeweiligen Unternehmen auch die Grundlagen für weitere Informationsangebote, die unter www.druckluft-effizient.de zu finden sind.

Fallbeispiel: Druckluft-Audit bei den Woellner Werken

Die Woellner Werke produzieren am Standort Ludwigshafen mit ca. 210 Mitarbeitern neben verschiedenen chemischen Grundstoffen hauptsächlich Wasserglas (siehe Abbildung 5). Dieses Wasserglas wird in zwei Glasschmelzwannen hergestellt, die rund um die Uhr in Betrieb sind.

Ziel des Druckluft-Audits bei den Woellner Werken war es, den Druckluftverbrauch zu ermitteln und mögliche Energieeffizienz-Potenziale aufzuzeigen. Druckluft wird hier als Arbeitsluft, Steuerluft und als Zerstäuberluft an den Brennern eingesetzt. Für jeden der drei Anwendungsbereiche sind eigene Druckluftkompressoren und Druckluftnetze vor-

handen. Die Druckluftversorgung erfolgt mit Hilfe von öleingespritzten Schraubenkompressoren, die luft- bzw. wassergekühlt (Zerstäuberluft) sind. Die Daten der Druckluftstation fasst Tabelle 1 zusammen.



Abbildung 5: Wasserglasherstellung bei der Firma Woellner.

Beim Druckluft-Audit in den Woellner Werken wurde eine Begehung der Druckluftversorgung und eine Messung des Volumenstroms mit Hilfe der Kompressorenlaufzeiten durchgeführt. Abbildung 6 zeigt die drei Druckluftstationen des Betriebes. Basierend auf den Ergebnissen der Messungen wurden schließlich die Auslastung und die Gesamtverbräuche auf ein Jahr hochgerechnet. Die sich ergebenden Lastkosten der Kompressoren lagen dabei zwischen 69,4% im Zerstäuberluftnetz und 91,6% im Förderluftnetz.

Daten der installierten Druckluftanlagen

System	Kompressor	Motorenleistung [kW]	Max. Druck [bar ü]	Volumenstrom [m ³ /h]	Spez. Leistung [kWh/m ³]	BJ.	Gesamtbetriebsstunden [h]	Druckband [bar]
Steuerluft	GA 37-7,5	37	7,5	354	0,104	1993	70.000	6,9-7,5
Steuerluft	GA 608	45	8,0	378	0,119	1979	34.000	6,7-7,3
Zerstäuberluft	060 W-2	45	8,8	396	0,114	1972	49.800	3,8 –4,5
Zerstäuberluft	060 W-2	45	8,8	396	0,114	1979	92.600	3,2-4,3
Förderluft	GA 45-7,5 P	45	7,5	480	0,093	2000	4.000 (Außenaufstellung)	5,5-6,8
Förderluft	GA 75-7,5 P	75	7,5	798	0,094	1993	70.100	5,0-6,0
Förderluft	GA 345-7,5	45	7,5	438	0,103	1989	102.000	Stand by

Tabelle 1

Steuerluft



Förderluft



Zerstäuberluft



Abbildung 6: Blick in die Kompressorenstationen der Woellner Werke

Detaillierte Messungen und Rechnungen als Basis für die Ist-Analyse.

Der Druckluftverbrauch des Unternehmens betrug während der Messung im Steuerluftnetz durchschnittlich ca. $3,6 \text{ m}^3/\text{min}$, in der Spitze $5,9 \text{ m}^3/\text{min}$ bei einem Druck von ca. 7 bar. Im Förderluftnetz lag der Verbrauch im Mittel bei ca. $14 \text{ m}^3/\text{min}$, in der Spitze bei $20,7 \text{ m}^3/\text{min}$ bei einem Druck von ca. 6 bar, und im Zerstäuberluftnetz wurden Verbräuche zwischen $0,6$ und $6,6 \text{ m}^3/\text{min}$ gemessen, kurzzeitig sogar ein Spitzenwert von $9,6 \text{ m}^3/\text{min}$ bei einem Druck von 4,5 bar. Für die Druckluftherzeugung werden bei den Woellner Werken somit jährlich ca. 1,34 Millionen kWh Strom zur Versorgung der Druckluftnetze benötigt. Das entspricht jährlich ca. 107.000 Euro Stromkosten.

3. Bilanz der Kampagne *Druckluft effizient.*

3.3. Praktisch erfolgreich: Umfassende Druckluft-Audits vor Ort.

Druckluft-Audit belegt: 32% des Strombedarfs kann eingespart werden.

Nach Auswertung der Ergebnisse wurden folgende Optimierungsmaßnahmen vorgeschlagen:

- Leckagebeseitigung
- Einsatz elektronischer Kondensatableiter anstelle der vorhandenen Schwimmerableiter
- Einsatz drehzahl geregelter Kompressoren
- Teilweise Zusammenschaltung der Druckluftnetze

Durch diese Maßnahmen können jährlich ca. 450.000 kWh Strom oder etwa 32% des bisherigen Strombedarfs eingespart werden. Den erforderlichen Investitionen in Höhe von ca. 75.000 Euro stehen Energiekosteneinsparungen von ca. 36.000 Euro pro Jahr gegenüber. Die Investitionen amortisieren sich demnach in etwa zwei Jahren. Dabei wurde noch nicht berücksichtigt, dass die teilweise über 20 Jahre alten Kompressoren in naher Zukunft in jedem Fall ersetzt werden müssten, da die Beschaffung von Ersatzteilen zunehmend schwierig wird.

Woellner Werke: Audit-Ergebnisse helfen bei der Anlagenoptimierung.

Die Woellner Werke haben die Erkenntnisse aus dem Druckluft-Audit bereits für sich genutzt.



Erich Sterzelmaier, Technischer Leiter bei den Woellner Werken, betrachtet den Audit als ideale Planungsgrundlage: „Die Messungen haben unsere eigenen Einschätzungen bestätigt, dass bei unserer Druckluftversorgung erhebliche Effizienzpotenziale vorhanden sind.

Durch die Ergebnisse des Audits haben wir es jetzt auch schwarz auf weiß, wie viel Geld wir einsparen könnten, und welche Veränderungen wir dazu umsetzen müssen. Schon während der Messungen konnten wir erste kleinere Maßnahmen durchführen. Derzeit laufen die Vorarbeiten zur Umsetzung der größeren Maßnahmen.“

3.4. Technisch analysiert: Messkampagnen in Unternehmen der Elektrotechnik

Im Rahmen der Messkampagne wurden in drei verschiedenen Unternehmen aus dem Bereich der Elektrotechnik messtechnische Analysen durchgeführt:

- A: Unternehmen zur Herstellung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren
- B: Unternehmen zur Herstellung von Akkumulatoren und Batterien
- C: Unternehmen zur Herstellung von sonstigen elektrischen Ausrüstungen a.n.g.

Allgemeine Daten über die Unternehmen

	Einheit	A	B	C
Anzahl Schichten		2	3 (24 h/24 h)	3 (Mo-Fr)
ISO 14000		ja	ja	ja
jährliche Stromkosten	€/a	230.000	500.000	75.000
Mitarbeiter		700	500	97

Tabelle 2

Technische Daten der Druckluftanlagen

	Einheit	A	B	C
Kompressorentyp		öleingespritzte Schraubenkompressoren		
Kühlung		alle Kompressoren mit Luftkühlung		
Wärmerückgewinnung vorhanden		Wasser	Wasser (teilweise)	Luft (teilweise)
Anzahl Kompressoren	-	3	7	3
Installierte Nennleistung der Kompressoren	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

Tabelle 3

Ergebnisse der messtechnischen Analyse

	Einheit	A	B	C
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	€/a	31.174	165.179	12.220
Anteil des Stromverbrauchs für die Druckluftherzeugung	%	13,6	33,0	16,3
Leckageanteil	%	50	8,5	56,6
Leerlaufanteil	%	35	53	53
Leerlaufkosten	%	19	17,5	28

Tabelle 4

3. Bilanz der Kampagne *Druckluft effizient.*

3.4. Technisch analysiert: Messkampagnen in Unternehmen der Elektrotechnik.

Auswertung für das Unternehmen A Herstellung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren

Im Unternehmen A wurden die Druckluft-Verbrauchsprofile über eine Woche gemessen. Die Profile sind im Tagesverlauf jeweils nahezu identisch und dabei gleichmäßig von erheblichen Schwankungen gekennzeichnet. Einen deutlichen Rückgang des Verbrauchs erkennt man zur Frühstückspause gegen 9.00 Uhr und zur Mittagspause gegen 12.30 Uhr. Der maximale

Auswertung für das Unternehmen B

Herstellung von Akkumulatoren und Batterien

Für das Unternehmen B, das rund um die Uhr produziert, wurden die Druckluft-Verbrauchsprofile über dreieinhalb Wochen gemessen. Hier zeigen sich keine größeren tageszeitlichen Schwankungen des Verbrauchs (Ausnahme zu den Pausenzeiten) - die große Bandbreite des Verbrauchs zwischen 20 und 60 m³/min (siehe Abbildung 8) ist jedoch deutlich zu erkennen. Die absolute Höhe des Verbrauchs ist dabei abhängig von der Anzahl und den Typen der eingesetzten Produktionsmaschinen. Da die Messung an einem

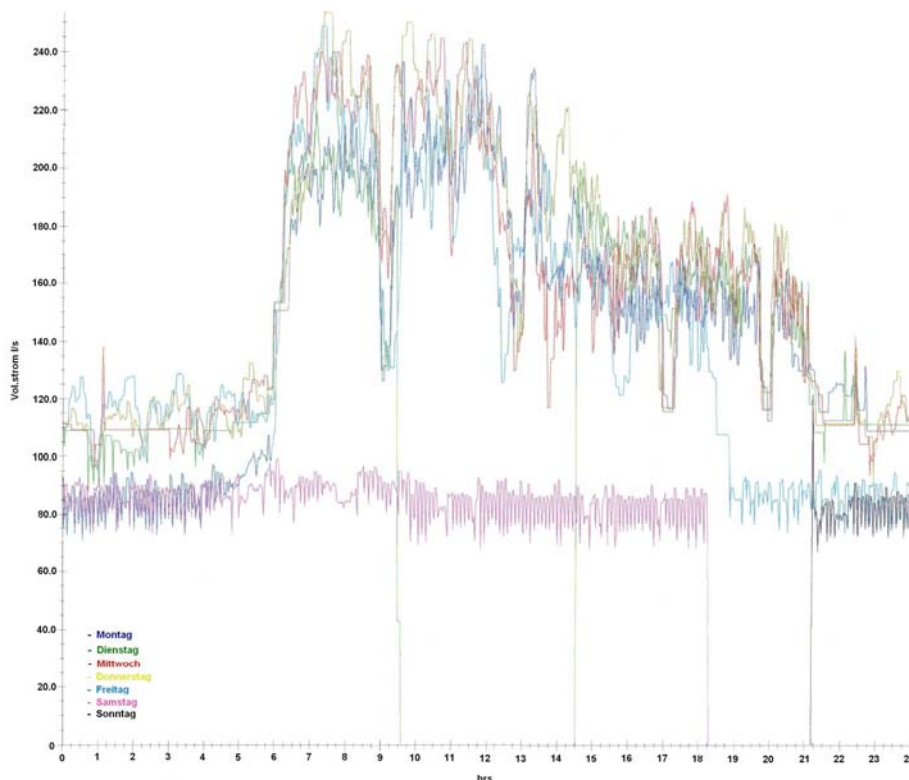


Abbildung 7: Druckluft-Verbrauchsprofile über sieben Tage im Unternehmen A

Druckluftbedarf betrug ca. 15 m³/min. In den Abend- und Morgenstunden liegt der Verbrauch relativ konstant bei 6,9 m³/min, am Wochenende bei ca. 5 m³/min. Dieser Anteil des Verbrauchs entfällt nahezu vollständig auf die Leckagen und führt dazu, dass ca. 50% der erzeugten Druckluftmenge nicht zum Verbraucher gelangen. Im Messzeitraum liefen zwei der drei Kompressoren. Der durchschnittliche Leerlaufanteil an den Betriebsstunden betrug 35%, das entspricht 19% der Gesamtkosten. Die Druckluftkennzahl wurde mit 0,147 kWh/m³ ermittelt.

der wenigen produktionsfreien Tage lief (Pfungstmontag, der 9. Juni 2002), kann man auch aus dieser Messung den Leckageanteil ableiten, der bei ca. 3,5 m³/min liegt. Dies entspricht einem Anteil von ca. 8,5% der jährlichen Liefermenge.

Im Messzeitraum kamen sieben der acht Kompressoren zum Einsatz. Der Leerlaufanteil betrug im Durchschnitt 53%, das entspricht 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 Leerlauf-

anteil nicht mit der Größe der Kompressoren gewichtet wurde. Je größer der Kompressor, umso kleiner sollte der Leerlaufanteil sein. Schließlich sollten die großen Kompressoren stets die Grundlast abdecken, während mit Hilfe kleiner Kompressoren die Spitzenlast abgedeckt wird. Dies könnte natürlich auch über einen drehzahlregelten Kompressor erfolgen.

1,2 m³/min. Dies entspricht ca. 56% der im Durchschnitt erzeugten Luftmenge.

Die Schwankungsbreite des Verbrauchsprofils an den einzelnen Tagen ist in diesem Fall enorm. Daher ist nicht ganz auszuschließen, dass in diesem Beispiel auch der Bedarf von Maschinen

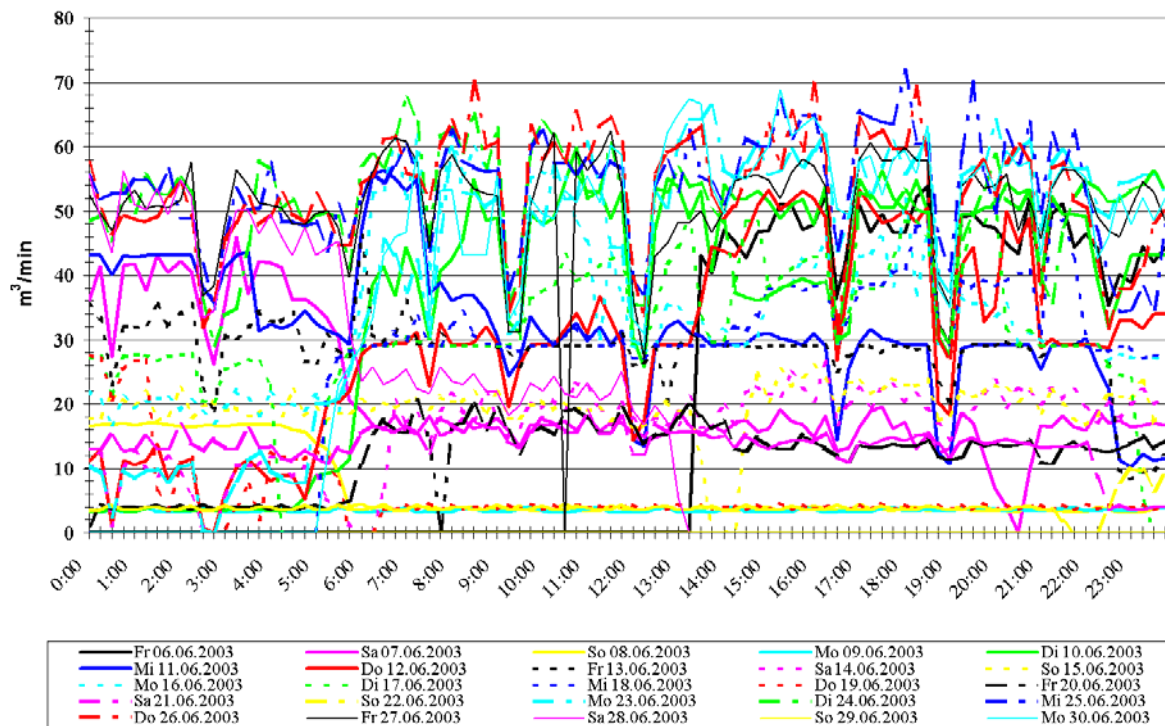


Abbildung 8: Druckluft-Verbrauchsprofile über dreieinhalb Wochen im Unternehmen B

Auswertung für das Unternehmen C Herstellung von sonstigen elektrischen Ausrüstungen a.n.g.

Im Unternehmen C wurde das Druckluft-Verbrauchsprofil über eine Woche ermittelt (siehe Abbildung 9). Dabei betrug der maximale Druckluftbedarf im Messzeitraum 5,3 m³/min. In der Zeit vor Produktionsbeginn um 6.00 Uhr sind normalerweise keine Verbraucher am Netz. Der Druckluftverbrauch ist demnach allein auf Leckagen zurückzuführen und betrug durchschnittlich ca.

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

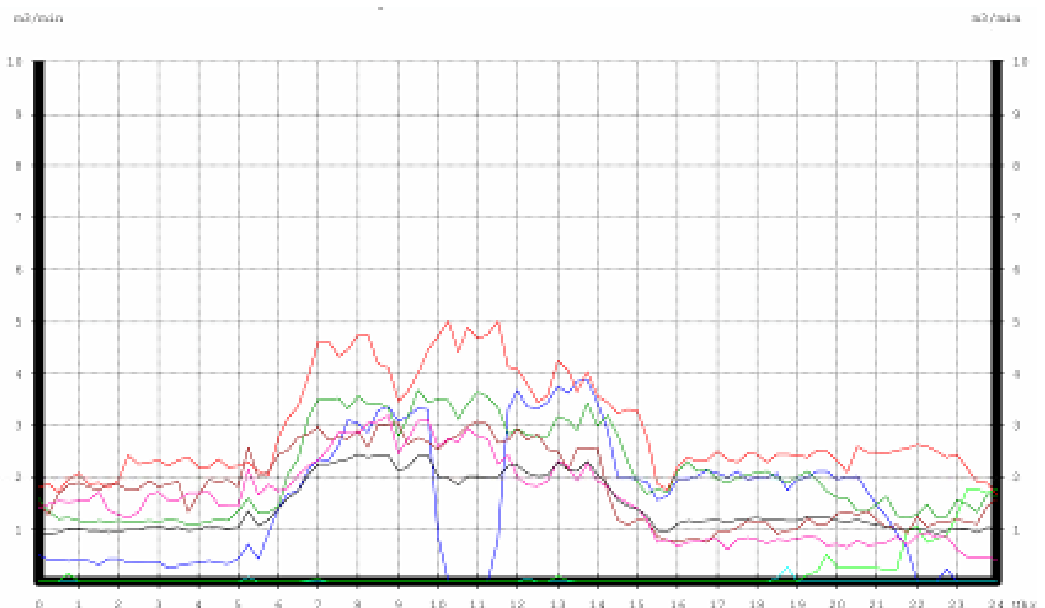


Abbildung 9: Druckluft-Verbrauchsprofile über eine Woche im Unternehmen C

3. Bilanz der Kampagne *Druckluft effizient*.

3.5. Klares Fazit: Messergebnisse liefern individuelle Maßnahmen.

Auf der Basis der durchgeführten Messungen wurden für alle drei Unternehmen Optimierungsvorschläge erarbeitet. Dabei handelt es sich teilweise um nahezu kostenfreie Maßnahmen, wie z.B.:

- Vollständiges Abschalten der Druckluftanlage am Wochenende oder in der Nacht.
- Leckagesuche und Beseitigung.
- Anschaffung einer übergeordneten Steuerung oder eines größeren Druckluftbehälters.

Zum anderen wurden sinnvolle Investitionen angeregt:

- Einsatz neuer Kompressoren, z.B. kleine Spitzenlastanlagen.
- Einsatz eines drehzahlgeregelten Kompressors.

Die ermittelten Energieeinspar-Potenziale lagen zwischen 21% und 66% - und das bei Amortisationszeiten zwischen zwei und vier Jahren. Dabei blieb jedoch unberücksichtigt, dass bei den

Investitionen für neue Kompressoren aufgrund des Alters der vorhandenen Anlagen ohnehin Ersatzbedarf bestand. Im Rahmen einer späteren Befragung gaben die Unternehmen an, dass insbesondere die Maßnahme „Leckagesuche und -beseitigung“ umgesetzt wurde. Maßnahmen, die höhere Investitionen erfordern, wurden kurzfristig nicht realisiert, obwohl die Amortisationszeiten zwischen zwei und drei Jahren lagen.

Leckagen bieten meist die größten Einsparpotenziale.

Die ermittelten Druckluftkennzahlen in den drei Unternehmen lagen zwischen 0,126 und 0,160 kWh/m³. Diese recht hohen Werte sind einerseits auf die hohen Leerlaufanteile der Kompressoren, andererseits auf die schlechten Druckluftkennzahlen der bereits etwas älteren Kompressoren zurückzuführen (siehe Tabelle 5).

Die größten Einsparpotenziale in den Unternehmen A und C entfielen jedoch nicht auf den Kompressorraum, sondern auf die Beseitigung von Leckagen. Im Unternehmen B könnten die größten Kosten-Einsparpotenziale durch die Erneuerung der Steuerung und die Ausweitung der Wärmerückgewinnung an den Kompressoren erzielt werden.

Ermittelte Einsparpotenziale für die drei Unternehmen.

	Einheit	A	B	C
Drucklufteinsparung	10 ⁶ m ³ /a	1,44	0,61	0,21
Kosteneinsparung	Euro/a (gerundet)	21.000	66.000	7.000
Stromeinsparung absolut	MWh/a	343	563	72
Stromeinsparung relativ	%	66	21	59
Emissionsminderung	t CO ₂ /a	199	327	42

Tabelle 5

3.6. Persönlich überzeugt: 748 Teilnehmer in 28 Seminaren

Erich Schmieder, Fertigungsleiter, Duravit AG



"Unser Hauptgeschäft ist die Herstellung von Sanitärkeramik. In unserem Werk, in dem ich als Fertigungsleiter und technischer Berater der Werksleitung tätig bin, stellen wir hochwertige Badmöbel her. Ich besuchte das Seminar, weil wir Probleme mit unserer Druckluftversorgung hatten und deshalb

eine Investition anstand. Unser Berater hat uns einen weiteren drehzahlgeregelten Kompressor vorgeschlagen, um den Netzdruck konstant zu halten. Da das Geld in der jetzigen Wirtschaftslage aber knapp ist, besuchte ich das Seminar, um einige Informationen über Druckluft zu erhalten.

Nach dem Seminar setzten wir viele kleine Dinge um: Druck an allen Anlagen auf den richtigen Betriebsdruck einstellen, Leckagen abdichten, usw.. Nach der Überprüfung der Hauptnetzleitung stellten wir fest, dass wir eine Engpassstelle in der Hauptversorgungsleitung hatten. Nach Beseitigung dieses Mangels hatten wir in der Produktion wieder genügend Druckluft.

Ohne das Seminar hätten wir eine hohe Investitionssumme aufwenden müssen, die noch dazu falsch eingesetzt gewesen wäre. Mit wenig Kapitalaufwand konnten wir die Investition umgehen. Das Seminar ist nicht nur für Energieeinsparung gut, sondern auch für die richtigen Investitionen zur Optimierung und Erweiterung der vorhandenen Anlagen. Ich füge noch hinzu, dass ich selten ein Seminar mit so viel Praxiswert besuchte."

Stefan Holtfort, Boehringer Ingelheim Pharma GmbH & Co.KG

Stefan Holtfort wurde bei dem Seminar klar, dass sein Unternehmen im Bereich des Druckluft-Managements schon sehr weit ist: "Wir budgetieren unsere Energieerzeugung, Energieverrechnung und Leistungsbilanz sind bei uns bereits eingeführt." Dennoch war auch für ihn das Seminar ein Gewinn: "Ich erhielt einige Anregungen, was die handwerkliche Ausführung von Rohrleitungen betrifft und was Stand der Technik ist, wenn es um Rohrleitungsverbindungen geht".



3. Bilanz der Kampagne *Druckluft effizient*.

3.7. Kostenlos geprüft: Welche Unternehmen haben welche Schwachstellen?

Die im Rahmen von *Druckluft effizient* durchgeführte - kostenlose - Messkampagne hatte zwei wesentliche Ziele: Erstens sollte sie die vorhandenen Energie- und Kosten-Einsparpotenziale verifizieren. Zweitens sollte auf diesem Weg geprüft werden, ob die angebotene Unterstützung zur Optimierung von Druckluftanlagen bei den Unternehmen auf Interesse stößt.

Beide Ziele wurden erreicht und letzteres kann zudem eindeutig positiv beantwortet werden. Dabei teilt sich das Bewerberfeld wie folgt auf:

41% der Bewerber betreiben Druckluftanlagen mit einer installierten Leistung größer als 300 kW. Weitere 41% der Bewerber sind kleine bzw. mittlere Unternehmen und betreiben Druckluftanlagen mit installierten Leistungen von 50 bis 300 kW. Aufgrund der Vielzahl kleinerer und mittlerer Unternehmen wurden diese Betriebe bevorzugt berücksichtigt.

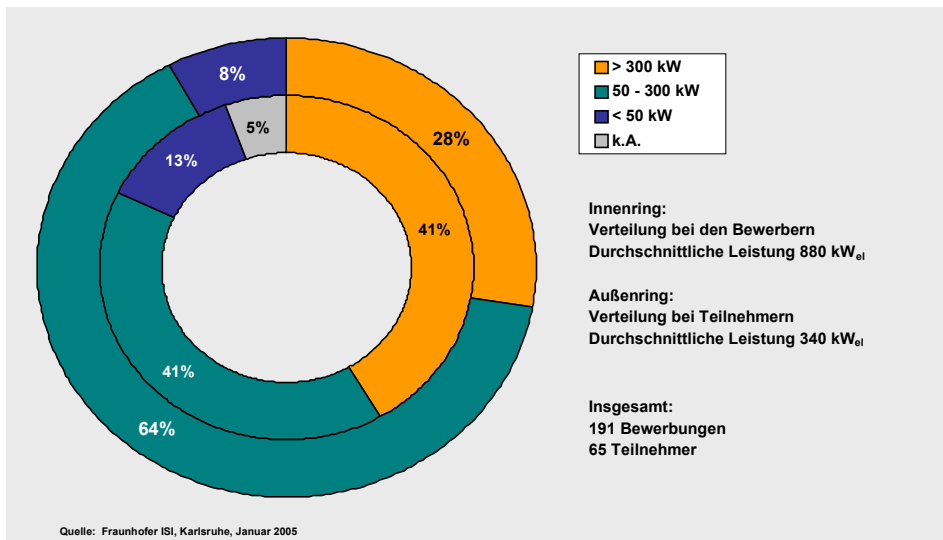


Abbildung 10: Zahl der Bewerber sowie Zahl der Teilnehmer der Messkampagne

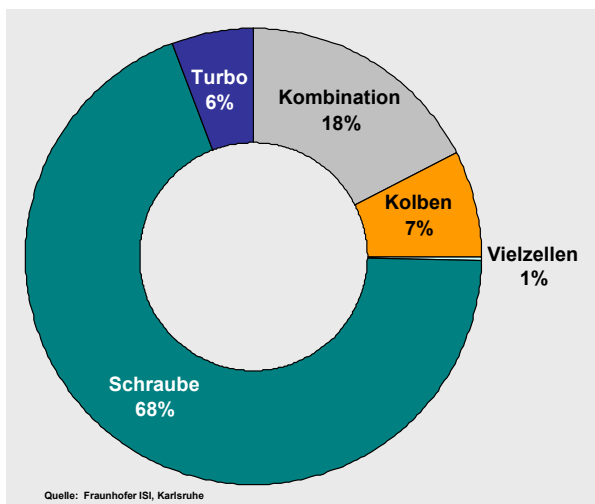


Abbildung 11: Verteilung der Kompressortypen unter den Bewerbern; Bei den eingesetzten Kompressorbauarten dominierten erwartungsgemäß die Schraubenkompressoren. Aufgrund der großen Anlagen in der Stichprobe sind die Turbokompressoren etwas überrepräsentiert.

Je größer die Mitarbeiterzahl, desto geringer die spezifischen Einsparpotenziale.

Bei der übergeordneten Auswertung der Messkampagne wurden darüber hinaus die ermittelten Energieeinsparpotenziale im Verhältnis zur Anzahl der Mitarbeiter sowie im Verhältnis zum Stromverbrauch für die Druckluftherzeugung ermittelt. Im Ergebnis ist ein eindeutiger Trend erkennbar: Mit größer werdender Mitarbeiteranzahl sinken die spezifischen

Potenziale. Dies liegt einerseits daran, dass in größeren Unternehmen oftmals ein Mitarbeiter für die Druckluftanlagen direkt verantwortlich ist. Darüber hinaus sind die Leerlaufanteile bei großen Druckluftstationen aufgrund der hohen Grundlastanteile ohnehin deutlich niedriger – und somit auch die damit verknüpften Einsparpotenziale.

Druckluft-Leckageanteile schwanken zwischen 9 Prozent und 80 Prozent.

Die Ergebnisse der Messkampagne haben eines ganz deutlich gezeigt: Leckagen sind die große Schwachstelle aller Druckluftanlagen. Durchschnittlich wurden in den verschiedenen Branchen Leckageanteile in Höhe von 33% ermittelt. Ein Drittel der insgesamt erzeugten Druckluft verpufft demnach nutzlos auf dem Weg zum Druckluftverbraucher. Dabei liegt ein großer Druckluftverbraucher, die Chemische Industrie, mit durchschnittlich 27% im Mittelfeld (siehe Abbildung 13).

Auffällig ist die große Bandbreite innerhalb der verschiedenen Branchen: So schwanken die Leckageanteile zwischen 9% und 80%. Allein daran wird deutlich, dass Leckagen weitgehend ver-

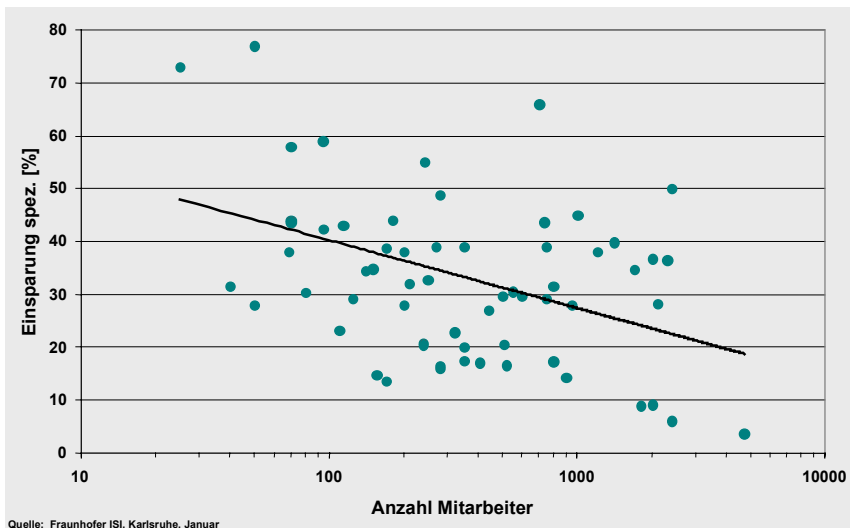


Abbildung 12: Die Messkampagne zeigt einen eindeutigen Trend. Je größer die Zahl der Mitarbeiter, desto geringer die spezifischen Einsparpotenziale.

meidbar sind. Werte deutlich unter 10% des durchschnittlichen Druckluftverbrauchs sind zudem nicht aufgetreten. Insofern steht den Kosten für die Leckage-Beseitigung stets eine interessante finanzielle Entlastung gegenüber.

Wichtig ist eine regelmäßige Leckagekontrolle und -beseitigung.

Die regelmäßige Überprüfung von Leckagen und ihre Beseitigung müssen zu den Routine-Aufgaben bei der Instandhaltung zählen. Regelmäßig deshalb, weil die Leckagemengen trotz Beseitigung nach einiger Zeit durch neue Leckagestellen bereits wieder ansteigen können. Problematisch bleibt weiterhin die Bestimmung des Leckageanteils bei kontinuierlich arbeitenden Betrieben. Denn noch existiert kein Verfahren, mit dem die Leckagemenge während des laufenden Betriebs einwandfrei ermittelt werden kann. Hier können geplante Anlagenstillstände gezielt genutzt werden, um die Leckagemengen zu bestimmen und Leckstellen zu beseitigen. Der Einsatz von Ultraschall-Leckagesuchgeräten erhöht die Effizienz der Suche, da auch kleinere Leckagestellen sicher geortet werden können.

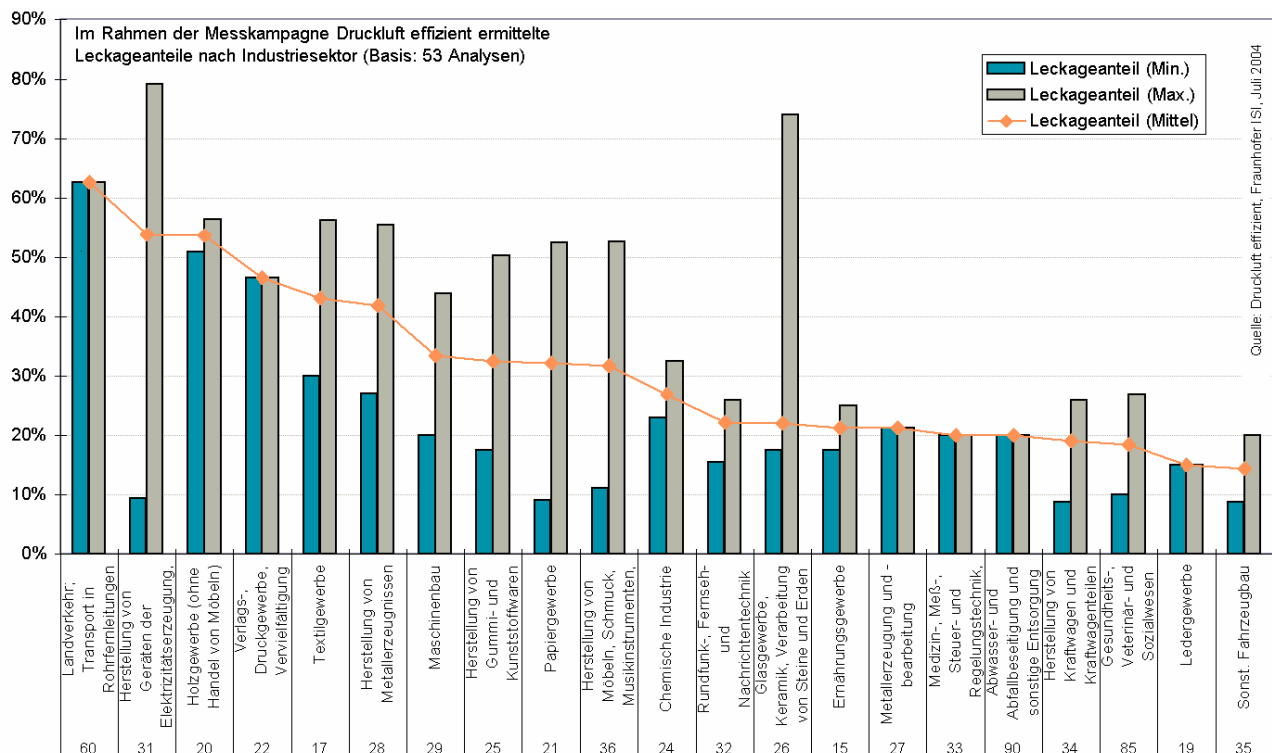


Abbildung 13: Druckluft-Leckageanteile in den verschiedenen Branchen

4. Zahlen, Daten, Fakten – und interessante Einsparpotenziale.

Der Erfolg der Kampagne *Druckluft effizient* lässt sich quantitativ kaum ermitteln. Zahlreiche Unternehmen, die von den Inhalten der Kampagne profitiert und Maßnahmen zur Optimierung der Druckluftversorgung umgesetzt haben, sind nie direkt in Kontakt mit den Ansprechpartnern von *Druckluft effizient* getreten. Wir können daher nur versuchen, den Erfolg anhand der verfügbaren Zahlen und Fakten zu skizzieren.

Wichtig hierfür sind vor allem die Aussagen von

Personen, die von den verschiedenen Aktionen im Rahmen der Kampagne direkt profitiert haben. Diese Erkenntnisse basieren auf der anonymen Befragung der Teilnehmer der Druckluftseminare sowie der Messkampagne. So gaben 57% der Seminarteilnehmer an, dass sie die Ergebnisse stark in der beruflichen Praxis anwenden können, 8% sogar sehr stark.

Über 50% der Messkampagnen-Teilnehmer setzt(t)en Maßnahmen um.

Bei der Befragung der Teilnehmer der Messkampagne interessierte vor allem, ob die vorgeschlagenen Maßnahmen auch tatsächlich umgesetzt wurden. Deutlich zu erkennen ist dabei, dass alle Low Cost-Maßnahmen wie Leckagebeseitigung, Druckabsenkung oder der Einsatz übergeordneter Steuerungen von mehr als der Hälfte der Unternehmen umgesetzt wurden oder in Planung sind. Rechnet man die Ergebnisse der Messkampagne auf alle Unternehmen der Industrie hoch, so ergäbe sich bei einer Umsetzungsquote der vorgeschlagenen Maßnahmen von etwa einem Drittel eine Stromeinsparung von immerhin 1,7 TWh. Dies entspricht einer Kosteneinsparung von ca. 83,5 Millionen Euro für die deutsche Industrie - bei gleichzeitiger Minderung der CO₂-Emissionen um etwa 1 Million Tonnen.

Eine grobe Abschätzung ergab, dass zur Realisierung dieser Potenziale Investitionen in Höhe von ca. 200 Millionen Euro erforderlich wären. Dazu kommen die Kosten für Eigenleistungen der Unternehmen in Höhe von ca. 17 Millionen Euro. Die Umsetzung der Maßnahmen würde sich demnach in 2,6 Jahren amortisieren.

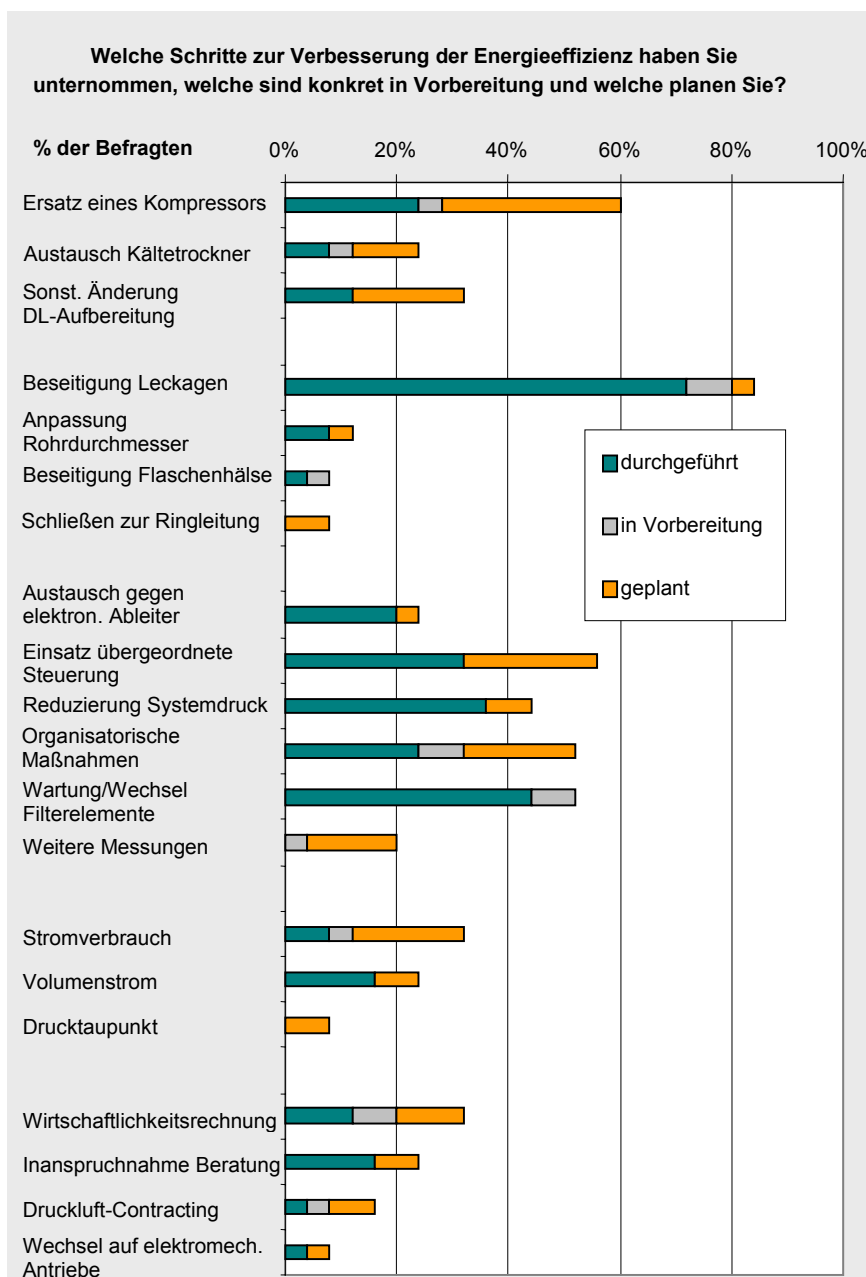


Abbildung 14: Prozentualer Anteil der Maßnahmen, die zur Steigerung der Energieeffizienz in den Unternehmen bereits durchgeführt, in Vorbereitung oder noch in Planung sind.

Webauftritt	36985 Besucher in 2003 54541 Besucher in 2004
Messkampagne	65 Druckluft-Audits
Seminarreihe	28 Seminare in ganz Deutschland Insgesamt 748 Teilnehmer
Fachartikel und Vorträge	18 (2004); 23 (2003); 15 (2002); 8 (2001)
Organisierte Fachtagungen	1
Beteiligung an Messen	4
Treffen der Projektgruppe	25
Pressemitteilungen	15
Abonnenten des Newsletters	1194
Teilnehmer am Benchmarking	240
Anzahl Presseclippings	Printmedien: 133 Artikel (ca. 5 Mio. verbreitete Auflage) Internet: 37 Artikel (Mai 2002 bis Mai 2004)
Alle Daten mit Stand 31.12.2004, Anzahl Presseclippings mit Stand 31.03.2005	

Berichterstattung über Druckluft effizient erreicht über 5 Mio verbreitete Auflage.
Handelsblatt, Niedersächsische Wirtschaft, Westfälischer Anzeiger, Wiesbadener Kurier, Frankfurter Rundschau, Berliner Wirtschaft und viele

Energie & Management oder Energie Spektrum. Mit 133 Artikeln wurde insgesamt eine verbreitete Auflage von über 5 Millionen erreicht. Darüber hinaus sind zwischen Mai 2002 und Mai 2004 37 Artikel im Internet erschienen.

Druckluft

5. Der Aufwand für die Messkampagne hat sich gelohnt.

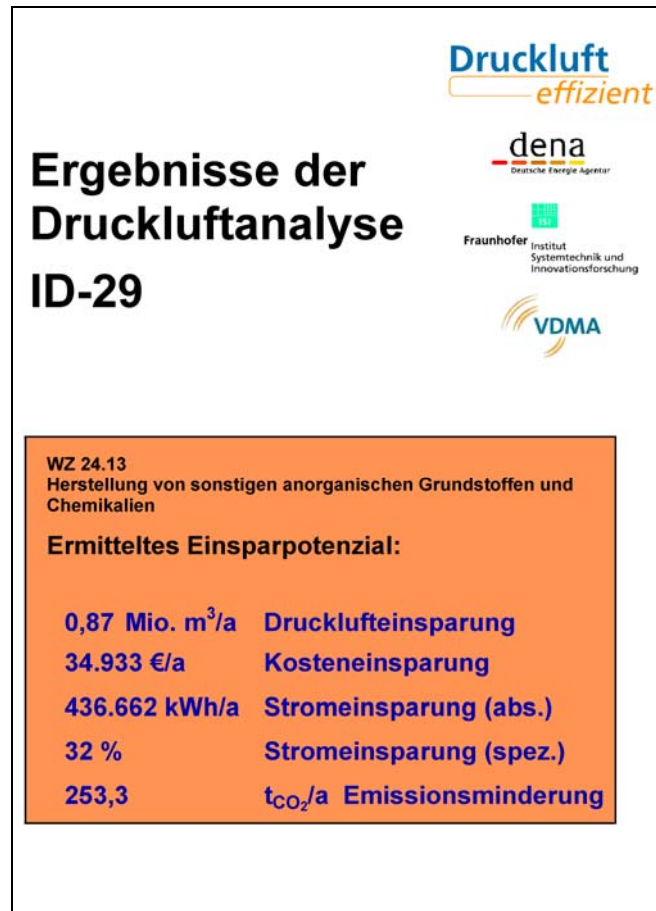
Im Rahmen der Messkampagne wurde ein sehr großes Gewicht auf die vollständige Analyse der Druckluftanlagen gelegt. Die Analysen haben neben den Kompressoren auch die Aufbereitung und das Kondensathandling sowie die Verteilung und Anwendung berücksichtigt. Zusätzlich wurden die Ergebnisse ausführlich dokumentiert.

Die Druckluftanalysen wurden von den verschiedenen Industriepartnern der Kampagne durchgeführt und stichprobenartig durch das Fraunhofer ISI begleitet. Die Industriepartner bereiteten zudem den Analysebericht vor und reichten ihn an das Fraunhofer ISI zur Prüfung weiter. Die fertigen Berichte übermittelte das Fraunhofer ISI im Namen von *Druckluft effizient* schließlich an die jeweiligen Unternehmen.

Ein Audit bei den Unternehmen umfasste in der Regel die folgenden Schritte: Zunächst fand vor Ort eine Begehung statt, um Einbaumöglichkeiten von Messgeräten, die Zahl eventuell vorhandener Messgeräte sowie allgemeine Fragen (z.B. Strompreis, Wartungskosten etc.) zu klären. Mit Fotos wurde das System zudem dokumentiert. Sofern möglich, wurden bereits zu diesem Zeitpunkt entdeckte Schwachstellen beseitigt, zum Beispiel Verschraubungen nachgezogen oder Behälter entwässert. Anschließend folgten der Einbau der Messgeräte sowie die Messung über einen Zeitraum von mindestens einer Woche. Auf der Basis der Erkenntnisse aus der Begehung sowie der Ergebnisse der Messung wurden abschließend Maßnahmenvorschläge entwickelt und im Analysebericht dokumentiert.

Alle Beteiligten sammelten fundiertes Wissen und wertvolle Erfahrungen.

Im Laufe der Messkampagne konnten die Abläufe optimiert und standardisiert werden. Der Aufwand je Messung reduzierte sich deutlich und lag bei etwa fünf bis 20 Arbeitstagen. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass sich der hohe Aufwand gelohnt hat: Alle an der Messkampagne beteiligten Unternehmen konnten fundierte Erkenntnisse und wertvolle Erfahrungen sammeln – und sie für sich nutzen.



6. Und jetzt? Wichtige Aufgaben für die Zukunft.

Druckluft effizient liefert Ergebnisse, die Bestand haben.

Die Kampagne *Druckluft effizient* hat während ihrer Laufzeit von 2001 bis 2004 eine Vielzahl von Anlagen-Betreibern erreicht. Die Ergebnisse und Erkenntnisse sowie die umfangreichen Informationsangebote werden zudem über das formale Ende der Kampagne am 31. Dezember 2004 hinaus von Nutzen sein. So werden beispielsweise die Erfahrungen aus der Messkampagne im Rahmen von *Druckluft effizient* voraussichtlich in die messtechnischen Normen für Druckluft-Energie-Audits einfließen. Darüber hinaus stellen sich alle Beteiligten der Aufgabe, das Thema Systemeffizienz auch in Zukunft zu unterstützen und voranzutreiben.

Die Zukunft liegt in der Systembetrachtung.

Die deutlich gestiegene Marktnachfrage nach energieeffizienter Technik motiviert die Industriepartner, den eingeschlagenen Weg fortzusetzen und der Systemvernetzung und -gestaltung verstärkt hohe Priorität einzuräumen. Verschiedene technische Entwicklungen begünstigen zudem die weitere Verbreitung einer echten Systembetrachtung. Besonders interessant sind in diesem Zusammenhang die großen Fortschritte in der Entwicklung von Simulations-Instrumenten, mit denen verschiedene Anlagenkonfigurationen auf der Basis der aufgenommenen Verbrauchsprofile getestet werden können. Auch die Steuerungstechnik entwickelt sich rasant weiter. Der gewünschte Erfolg stellt sich jedoch nur dann ein, wenn bei der Investitionsentscheidung die Lebenszykluskosten eine wesentliche Rolle spielen und die erforderlichen Investitionskosten unter diesem Gesichtspunkt beurteilt werden.

Die vorliegenden Erkenntnisse müssen intensiv genutzt und tief verankert werden.

Viele Erkenntnisse sind nicht prinzipiell neu – durch die Kampagne *Druckluft effizient* liegen nun jedoch erstmals gesicherte und ausreichende Erkenntnisse aus der Praxis vor. Diese Praxisbeispiele zeigen jedem Betreiber, dass sich die Auseinandersetzung mit dem Thema lohnt und vorhandene Einsparpotenziale genutzt werden sollten. Die Überwindung der nach wie vor existierenden Hemmnisse bei der Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen bleiben eine Herausforderung für die Zukunft.

In vielen Unternehmen können die Energiekosten aus Gründen der Kostenmanagement-Struktur noch nicht in der Form in Investitionsentscheidungen einfließen, wie es sinnvoll wäre. Hier können Finanzierungsmodelle, z.B. Contracting, helfen. Bei technischen Maßnahmen muss

voraussichtlich auch zukünftig Überzeugungsarbeit geleistet werden. Hier sind die Systemanbieter gefordert, den oft Trend setzenden Fachleuten in den Unternehmen Unterstützung bei der Durchsetzung zu offerieren. Gleichzeitig sind Bestrebungen zu unterstützen, fundiertes Wissen über System-Energieeffizienz im Allgemeinen sowie über Druckluft im Besonderen bereits in der Ausbildung von Technikern und Ingenieuren zu verankern. Erste Ansätze hierfür gibt es bereits mit einem sich im Aufbau befindlichen Fachhochschul-Netzwerk zur Drucklufttechnik.

Die Voraussetzungen sind günstig: Jetzt heißt es „dranbleiben“.

Mit dem formalen Ende von *Druckluft effizient* ist die erfolgreiche Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Systemeffizienz keineswegs beendet. Im Gegenteil: Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) und die Fachverbände Pumpen + Systeme sowie Kompressoren, Druckluft- und Vakuumtechnik des VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.) haben im Dezember 2004 die Kampagne „Energieeffiziente Systeme in Industrie und Gewerbe“ mit dem Schwerpunkt Pumpensysteme gestartet. Unterstützt wird die Kampagne vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) und zahlreichen Partnerunternehmen bzw. -institutionen. „Energieeffiziente Systeme in Industrie und Gewerbe“ baut auf den Erfahrungen von *Druckluft effizient* auf. Es bleibt also weiterhin spannend – viele Energieeinsparmöglichkeiten können genutzt werden.



7. Schlusswort der Kampagnen-Träger.

Annegret-Cl. Agricola

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Bereichsleiterin Energieeffizienz im
Elektrizitätsbereich
Tel.: +49 (0) 30 / 7 26 16 56 – 50
Fax.: +49 (0) 30 / 7 26 16 56 – 99
E-Mail: agricola@dena.de



Ein wichtiger Beitrag des Projekts liegt darin, Druckluftanwender darauf aufmerksam gemacht zu haben, dass beträchtliche Sparpotenziale nicht allein in komplexen technischen Lösungen liegen. Vielmehr können Unternehmen bereits erhebliche Effizienzpotenziale erschließen, indem sie eine kontinuierliche An-

lagenüberwachung organisieren. So führen z. B. Leckagen oft zur Erhöhung des anlagen-spezifischen Energieverbrauchs um ca. 20%. Diese Verluste sind vermeidbar. Ich bin überzeugt, dass die Kampagne *Druckluft effizient* dazu beigetragen hat, die Steigerung der Energieeffizienz als eine zentrale Managementaufgabe zu verstehen, in die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter einzubeziehen sind. Die Träger und Partner der Kampagne haben in konstruktiver Kooperation Pionierarbeit geleistet, die für zukünftige Energieeffizienz-Projekte beispielgebend ist.

Dr. Peter Radgen

Fraunhofer ISI
Abteilung Energiepolitik und Energiesysteme
Tel.: +49 (0) 7 21 / 68 09-2 95
Fax.: +49 (0) 7 21 / 68 09-2 72
E-Mail: peter.radgen@isi.fraunhofer.de



Von 2001 bis 2004 war ich als Projektleiter der Kampagne mit meinen Kollegen und Kolleginnen von der dena und dem VDMA maßgeblich verantwortlich für das Gelingen und den Erfolg der Kampagne. Zusammen haben wir mit Unterstützung der Industriepartner einiges bewegt – und *Druckluft*

effizient ist Anlaufstelle und Kompetenzzentrum

für alle Fragen zur Optimierung von Druckluftanlagen geworden. Am wichtigsten war für mich die überwiegend positive Rückmeldung der Druckluftanwender, für die wir diese Kampagne gestartet haben. Diese positive Resonanz ist für mich das sichtbarste Zeichen einer gelungenen Kampagne. Betonen möchte ich auch die gute Zusammenarbeit mit den Industriepartnern, die durch ihre Unterstützung die Kampagne möglich gemacht haben und mich auch herzlich dafür bedanken. Obwohl diese Unternehmen teilweise im Wettbewerb miteinander stehen, haben sie die gemeinsamen Ziele der Kampagne unterstützt. Bleibt nur noch zu hoffen, dass noch möglichst viele Unternehmen in Zukunft die weiter bestehenden Angebote wie z.B. das Druckluft-Benchmarking nutzen, um ihre Druckluftanlagen energetisch zu sanieren.

Matthias Zelinger

VDMA
Kompressoren, Druckluft- und Vakuumtechnik
Tel.: +49 (0) 69 / 66 03-12 83
Fax.: +49 (0) 69 / 66 03-22 83
E-Mail: matthias.zelinger@vdma.org

Für den Fachverband Kompressoren, Druckluft- und Vakuumtechnik als Organisation der Hersteller von Druckluftsystemen und -komponenten war *Druckluft effizient* eine ausgesprochen wichtige Kampagne.



Unsere Unternehmen sind in der Lage, dank effizienter Technologien und hoher Beratungskompetenz den Betreibern von Druckluftanlagen zu helfen, den Energieträger Druckluft kosteneffizient einzusetzen. Es war uns wichtig, auf der Betreiberseite ein Bewusstsein zu schaffen, aber auch Know-how zu verbreiten.

Mit der dena und dem Fraunhofer ISI haben wir Partner gefunden, mit denen wir die Ziele verwirklichen konnten. Ebenso erwähnenswert ist die Bereitschaft der Industriepartner, sich über einen langen Zeitraum in einer solchen Kampagne zu engagieren. Das Wichtigste aus der Kampagne waren die positiven Reaktionen der Betreiber.

Impressum:

Herausgeber

VDMA

Kompressoren,
Druckluft- und
Vakuumtechnik
Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt am Main

Autoren:

Annegret-Cl. Agricola,
Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Dr. Peter Radgen, Fraunhofer ISI
Matthias Zelinger, VDMA Fachverband Kompressoren,
Druckluft- und Vakuumtechnik

© Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena),
Fraunhofer Institut für System- und Innovationsfor-
schung (Fraunhofer ISI), Fachverband Kompressoren,
Druckluft- und Vakuumtechnik im VDMA (VDMA KDV),
Berlin, Karlsruhe, Frankfurt, 2005

Für fehlerhafte Ausführung, Druckfehler usw.
wird keine Haftung übernommen.

Eine Gemeinschaftskampagne von



gefördert von



und den Industriepartnern

