



**Sowohl Industrie als auch Umwelt profitieren von neuen Kompressortechnologien, die Energieeffizienz, optimierte Performance und höhere Zuverlässigkeit ermöglichen**



Anlagenbesitzer und -manager, die sich einem stärker werdenden Wettbewerb, hohen Energiekosten, einer zunehmenden Regulierung und aggressiven Nachhaltigkeitszielen gegenübersehen, stehen unter erheblichem Druck, Kosten zu reduzieren und dabei eine höhere Produktivität und Energieeffizienz zu erreichen. In den meisten Branchen werden verschiedene Arten von Luft- oder Gaskompression eingesetzt, um Leistung auf Geräte, Werkzeuge und Anlagenprozesse zu übertragen. Es handelt sich dabei um eine äußerst praktische Energiequelle, die oft auch als vierter Hilfsstoff bezeichnet wird. In vielen Fällen wird dieser jedoch nur ineffizient implementiert. Das Energieministerium der Vereinigten Staaten (U.S. Department of Energy, DOE) schätzt, dass 30 bis 50 Prozent der Druckluftenergie während des Betriebs verloren gehen. Diese Verluste sind auf Leckagen, mangelnde Wartung, ein unzureichendes Systemdesign, Wärmeverluste und/oder Druckverluste zurückzuführen.

Aus diesem Grund sind Unternehmen bestrebt, ihre Energieeffizienz zu verbessern. So haben sich beispielsweise fast 160 führende Hersteller und industrielle Organisationen mit dem DOE im Rahmen der „Better Plant“-Initiative zusammengeschlossen und sich freiwillig verpflichtet, ihre Energieintensität über einen Zeitraum von zehn Jahren um 25 Prozent zu reduzieren.

### **Effizienzstandards kommen**

Neben Selbstregulierungsbemühungen führen Behörden und Branchenvereinigungen strengere Industrienormen ein, um sicherzustellen, dass heutige Druckluftsysteme höchsten Energieeffizienz- und Leistungszielen gerecht werden. Die Einhaltung vorgeschlagener Verdichterstandards ist heute in den USA und Europa freiwillig, kommende Regulierungsentwicklungen werden dies jedoch wahrscheinlich ändern.

Zu den Behörden, die eine Implementierung minimaler Effizienzstandards vorantreiben, gehören die Europäische Union, die 2009 die vorbereitende Ökodesign-Studie zu Verdichtern (ENER Lot 31) herausgegeben hat, sowie das DOE Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (EERE).

Branchengruppen wie PNEUROP (European Association of Manufacturers of Compressors, Vacuum Pumps, Pneumatic Tools and Allied Equipment) und CAGI (Compressed Air & Gas Institute) treiben die Einführung einheitlicher, freiwilliger Normen voran und bieten zahlreiche Dienstleistungen wie Forschungsarbeiten, Bildungsaufgaben, Informationsbeschaffung und -weitergabe sowie Schulungen von Endanwendern an. Diese Bemühungen sollen die Gesamtenergieeffizienz von Druckluftprodukten auf dem Markt erhöhen und gleichzeitig Zusammenarbeit, Bewusstsein und Einhaltung von Industrienormen fördern.

Auch wenn die US-Normen für Kompressoren erst langsam beginnen, Form anzunehmen, stimmen Branchengruppen darin überein, dass das Ergebnis dieser Energiestandardisierung eine Förderung von minimalen Effizienzstandards, Produkttestverfahren, Zertifizierung und Durchsetzung von Standards und eine Energieeffizienzkennzeichnung für Kompressoren sein wird. Durch diese voraussichtlichen Änderungen werden Forschungs- und Entwicklungsteams dazu veranlasst, Effizienzgrenzen mit Innovationen in der Kompressortechnologie sowie Systemverbesserungen, proaktiven Servicestrategien und Wartungsangeboten für Druckluftsysteme zu überwinden.

Neue Druckluftlösungen werden bereits auf dem Markt eingeführt und helfen Produzenten dabei, ihre Energiekosten erheblich zu reduzieren. Ingersoll Rand hat kürzlich z. B. seine neue Generation an Schraubenkompressoren der R-Serie eingeführt, die die Energieeffizienz um bis zu 16 Prozent verbessern.

## **Energieeffiziente Produkte sind gut für Unternehmen**

Produzenten sind motiviert, durch höhere Performance und Energieeffizienz einen Wettbewerbsvorteil zu erreichen. Wenn es jedoch um Druckluft geht, darf Energieeffizienz nicht auf Kosten der Zuverlässigkeit gehen, weil Anlagen auf eine zuverlässige Energiequelle zum Erhalt ihrer Produktivität angewiesen sind. Diese Entwicklung innerhalb der Branche wirft zahlreiche Fragen auf: Was können Hersteller und Kunden erwarten? Wann müssen sie neue Energiestandards und zukünftige Regulierungen einhalten? Und wie können Anlagenmanager von einer Verwendung hocheffizienter Kompressoren profitieren, um Kosten zu reduzieren, höhere Energieeinsparungen zu erreichen und die Leistung zu verbessern?

Es stehen verschiedene hochentwickelte Drucklufttechnologien zur Verfügung, die in der Lage sind, eine verbesserte Performance bereitzustellen und die Energiebilanz von Kunden zu reduzieren. Wichtig dabei ist, dass diese Verbesserungen bei gleichzeitig weiterhin zuverlässiger Druckluftversorgung erreicht werden, die für hocheffiziente Betriebsabläufe erforderlich ist.

## **Produktinnovationen sorgen für steigende Energieeffizienz**

Nur 10 bis 20 Prozent der in ein Druckluftsystem eingespeisten Energie können für den vorgesehenen Verwendungszweck genutzt werden. Der Rest wird in Wärme umgesetzt oder geht über Leckagen verloren. Bei großen Anwendungen kann der Energieverlust mehrere Millionen Dollar ausmachen.

Um den Energieverbrauch und die Kosten zu senken, wurden Druckluftkompressoren der Next Generation R-Series von Ingersoll Rand so konzipiert, dass sie unabhängig von der Last weniger Energieaufwand benötigen und mehr Kapazität für typische Anwendungen bereitstellen. Im Zentrum dieses Modells steht eine innovative Verdichterstufe, die die zentrale Komponente jedes Kompressors ist.

Schraubenkompressoren verwenden rotierende, ineinandergreifende Spiralrotoren, um Luft zu verdichten. Das Rotorgehäuse enthält zudem den Verdichter. Optimierungen stellen hier eine technische Herausforderung dar, weil auch kleine Veränderungen große Folgen nach sich ziehen können. Eine Änderung des Druckverhältnisses kann beispielsweise die interne Leckluft, die gewünschte Rotordrehzahl und die Ablufttemperatur erhöhen. Hier ist hohe Ingenieurskunst gefragt. Ingersoll Rand hat daher hochkomplexe Modelle verwendet, um die konvexen und konkaven Rotorprofile neu zu gestalten und den Luftstrom zu optimieren.

Heutige Kompressoren mit hoch entwickelten Verdichterstufen ermöglichen es Werken, ihre Anforderungen mit kompakteren, sparsameren Kompressoren zu erfüllen. Unsere Analysen zeigen, dass wir durch effizientere Kompressoren und ein umfassenderes Serviceprogramm die Gesamtbetriebskosten von Kompressoren um bis zu 20 Prozent reduzieren können und zusätzlich noch Energie sparen.

**Drehzahl geregelter Antrieb** – Anstatt einen Kompressor zu steuern, indem der Motor mit voller Drehzahl läuft und dann stoppt, wenn die Luft auf den gewünschten Druck verdichtet wurde, reguliert ein drehzahl geregelter Antrieb (Variable Speed Drive – VSD) die Drehzahl des Kompressors, um Druckluft basierend auf tatsächlichen Anforderungen bereitzustellen, und vermeidet so mit einem Be-/Entlastungsbetrieb verbundene Energieverluste.

Die Next Generation R-Series mit VSD von Ingersoll Rand ermöglicht Energieeinsparungen von bis zu 35 % gegenüber einem Kompressor mit fester Drehzahl. Dank variabler Drehzahl kann der Kompressor Druckluft über einen weiten Kapazitätsbereich mit konstantem Druck bereitstellen – mit bis zu 75 Prozent

Kapazitätsminderung je nach Modell und Nenndruck.

Beim Start des Antriebsmotors eines Druckluftkompressors mit fester Drehzahl kann die Stromaufnahme bis zu 800 Prozent der Vollaststromstärke betragen. Das Motor- und Antriebssystem von Ingersoll Rand beschränkt die Stromaufnahme auf weniger als 100 Prozent. Diese deutliche Verringerung der Startlast minimiert Spitzenlasten – und senkt damit den Energieverbrauch.

**Energieoptimierung** – Beim Design moderner hochentwickelter Kompressorpakete werden Computermodelle eingesetzt, um Verluste am Ansaugpunkt und über die Verdichter- und Post-Verdichter-Vorgänge in der Maschine hinweg zu minimieren. Eine Verringerung der Druckabfälle reduziert den erforderlichen Energieverbrauch, um den Druck am Ansaugpunkt auf den vom Kunden gewünschten Druck anzuheben. Verbesserungen der Einlassventilgeometrie und der Druckluftpfade schöpfen das Potenzial des neuen Verdichterstufendesigns voll aus und ermöglichen einen 15 %-igen Anstieg der Kapazität bei gleichem Energieverbrauch

**Intelligente Regelung** - Hochentwickelte Druckluftkompressoren bieten zusätzliche Möglichkeiten, um über eine Remote-Überwachung die Energieeffizienz zu steigern. Dies ermöglicht es Anwendern, Wartungsanforderungen von Kompressorsystemen über ihre Desktop-Computer oder Notebooks zu steuern, zu verwalten und zu identifizieren. Anwender können Kompressoreinstellungen anpassen und Kompressoren gemäß spezifischen Ereignissen mit Echtzeit-Terminplänen programmieren. Dank Remote-Überwachung können Anwender zeitnah bessere Entscheidungen treffen, um Ausfallzeiten zu minimieren oder ganz zu vermeiden.

Über Steuerelemente können Kompressoreinstellungen automatisch angepasst werden, um Ausfallzeiten und Energieverbrauch zu verringern. Der Kompressor reagiert automatisch auf wichtige Parameter wie Luftdruck, Betriebszyklus und Energieverbrauch und informiert Anwender über die Aktivität.

Kompressoren mit anpassbaren Steuerelementen überwachen außerdem laufend wichtige Performanceparameter und passen Einstellungen automatisch an, um den Anforderungen spezifischer Anwendungen gerecht zu werden. Anpassbare Steuerelemente nutzen hochentwickelte Steueralgorithmen, die sich automatisch an die Umgebung anpassen. Dies ermöglicht eine höhere Leistung, reduziert Ausfallrisiken und sorgt für Energieeinsparungen – mit integrierter Leistungsanalyse für eine umfassende Bandbreite an Lastanforderungen.

### **Standardorganisationen und Hersteller teilen die gleichen Interessen**

Anlagenmanager sehen sich angesichts steigender Energiekosten in fast jeder Branche der Notwendigkeit gegenüber, neue Wege zur Verbesserung der Effizienz zu finden und Kosten zu senken. Druckluftsysteme sind in vielen Branchen unerlässlich. Trotzdem kommt es jedes Jahr allein in den USA zu Verlusten in Milliardenhöhe, da die Systeme nicht effizient genug sind. Verringerter Energieverbrauch führt nicht nur zu Kosteneinsparungen und geringeren Ausfallzeiten in allen Anlagen, sondern vermindert auch schädliche Umwelteinflüsse. Branchenstandards erhöhen die Energieeffizienz und helfen Herstellern und industriellen Anwendern bei der Steigerung ihrer Wettbewerbsfähigkeit – ohne Beeinträchtigung von Sicherheit und Zuverlässigkeit.

Die heutigen Energiestandards in den USA sind auf freiwilliger Basis. Der Kongress der Vereinigten Staaten und das DOE sind jedoch zur Gesetzgebung befugt und könnten in Zukunft verbindliche

Standards festlegen. Hersteller von Kompressoren erzielen schon heute Energieeffizienz und Leistungsverbesserungen durch komplexe Ingenieurskunst und moderne Technologien. Industriestandards und das Engagement von Herstellern sind die Grundlage für künftige Verbesserungen in den Bereichen Energieeffizienz, Leistungsoptimierung, Zuverlässigkeit und Umweltverträglichkeit.



**Rolf Paeper**

Vice President, Produktmanagement  
Ingersoll Rand Kompressortechnologien und -services