



Mehr Druckluft bei geringerem Energiebedarf mit Turbokompressoren – auch für höhere Drücke intelligent geregelt

Dipl.-Ing. Volker Marek

Dipl.-Ing. Volker Marek, Gesamtleitung Vertrieb & Services für Deutschland, Österreich und die Schweiz der Ingersoll-Rand GmbH, Geschäftsbereich Air Solutions, Mülheim

Seit (fast) hundert Jahren kennt man Turbokompressoren – aber aus der Tatsache, dass es sich um eine bewährte Basistechnologie handelt, darf man nicht schließen, dass es keine Neuheiten gibt. Turboverdichter erobern neue Anwendungsbereiche, und die Elektronik trägt dazu bei, dass auch bei dieser an sich schon sehr energiesparenden Art der Druckluftherzeugung weitere Einsparpotentiale erschlossen werden können.

Für Maschinenbauer und Verfahrenstechnik nehmen Turbokompressoren eine Sonderstellung ein, wenn es um die Erzeugung von Druckluft geht. Denn während Schrauben- und Kolbenverdichter Verdrängungsmaschinen sind, handelt es sich bei Turbokompressoren um Strömungsmaschinen. Diese Technologie – das muss man zugeben – ist nicht neu: Seit mehr als hundert Jahren werden Turbokompressoren für die Industrie gefertigt. Dabei ist diese spezielle Bauform vor allem wegen des wirtschaftlichen Betriebs bei größeren Volumenströmen sehr weit verbreitet. Allein von der aktuellen Baureihe des Weltmarktführers in diesem Bereich wurden bislang mehr als 20.000 Maschinen gebaut, die weltweit im Einsatz sind.

Ein vorteilhaftes Wirkprinzip

Zu den Kennzeichen von Strömungsmaschinen gehört der hohe Wirkungsgrad, der einen außerordentlich wirtschaftli-

chen Betrieb erlaubt und eine sehr gute Regelbarkeit über einen großen Leistungsbereich erlaubt. Der berührungslose Verdichtungsprozess schafft nicht nur die Voraussetzung für einen störungsfreien Betrieb über lange Zeiträume, sondern er erlaubt auch den Verzicht auf die Einspritzung von Öl als Kühl- und Schmiermittel in den Kompressionsraum.

Turboverdichter arbeiten somit ölfrei und eignen sich deshalb auch für Einsatzfelder, in denen die Druckluftqualität eine wich-

tige Rolle spielt. Hinzu kommt, dass diese Verdichter mit wenigen beweglichen Komponenten auskommen: Auch das ist ein wichtiger Faktor für einen langjährigen problemlosen Betrieb.

Ursprung: Für sehr großen Druckluftbedarf

Der „klassische“ Anwendungsbereich von Turbokompressoren sind Produktionsstätten mit sehr großem Druckluftbedarf (Abb. 1). In den Druckluftstationen von Chemiewerken, Luftzerlegungsanlagen, Kraft-

Abb. 1: Turboverdichter schaffen die Voraussetzung für eine sehr wirtschaftliche Druckluftversorgung – nicht nur in ganz großen Leistungsbereichen. (Bildnachweis: Ingersoll-Rand GmbH)



werken, Stahlwerken und den Werken der Automobilhersteller findet man daher oft mehrere Turboverdichter. Aber auch in kritischen Anwendungen wie z. B. bei der Mikrochip-Herstellung und in Unternehmen der Nahrungsmittelindustrie kommt diese Kompressorenbauart zum Einsatz.

Aktueller Trend: Auch für kleinere Druckluftmengen – und höhere Druckbereiche

In den vergangenen Jahren hat jedoch ein „Downsizing“ stattgefunden mit dem Ziel, Turbokompressoren auch in (vergleichsweise) kleineren Leistungsbereichen zu nutzen. Ein Beispiel dafür ist die Herstellung von Flaschen aus PET (Polyethylenterephthalat) – ein starker Wachstumsmarkt, denn immer mehr Unternehmen der Getränkeindustrie weltweit stellen auf PET-Flaschen um.

Die Druckluft wird hier dazu verwendet, die daumengroßen Vorformlinge mit einem Druck von rund 40 bar per Blasform-

verfahren in die gewünschte Form zu bringen. Aufgrund des relativ hohen Drucks, der für diesen Prozess notwendig ist, verwendet man hierzu einzigartige Turboverdichter, bei denen vier Stufen hintereinander geschaltet sind – und das, nicht zuletzt aufgrund der hohen Verfügbarkeit und der hohen Energieeffizienz, mit großem Erfolg.

Turboverdichter für das PET-Blasformen

Die Kompressoren (Abb. 2) sind als Komplettsystem auf einem kompakten Maschinenrahmen installiert. Zur Serienausstat-

tung gehört eine Mikroprozessorsteuerung mit umfassenden Funktionen wie Konstantdruck- und Auto-Dual-Regelung. Alle kritischen Systemparameter werden in Echtzeit überwacht. Die komfortable Bedieneinheit mit Bildschirm und Tastenfeld sorgt für Transparenz an der Mensch-Maschine-Schnittstelle: Auch das trägt zum einwandfreien Betrieb der Druckluftherzeugung über lange Zeiträume bei.

Auch in anderen Bereichen werden zunehmend „kleine“ Turboverdichter eingesetzt. Das liegt nicht nur daran, dass es neue

Abb. 2: Für die PET-Blasformtechnik gibt es eine eigene Baureihe von Turbokompressoren.
(Bildnachweis: Ingersoll-Rand GmbH)



Abb. 3: Turbokompressoren in einer Containerstation beschleunigen die Inbetriebnahme, und auch bei späteren Umbauten der Produktionsanlagen bleibt man flexibler.

(Bildnachweis: Ingersoll-Rand GmbH)

Baugrößen für kleine Leistungsbereiche gibt. Vielmehr möchten die Anwender auch in diesen Bereichen von den Vorteilen eines außerordentlich hohen Kompressor-Wirkungsgrades (und damit letztlich geringerer Energiekosten) und eines langlebigen, störungsfreien Betriebs profitieren – ein gewichtiges Argument angesichts der stetig steigenden Strompreise, die letztlich den weitaus größten Anteil an den Lebenszykluskosten einer Druckluftstation ausmachen. Zudem erlaubt die Konstantdruck-Regelung der Turboverdichter die Druckluftversorgung mit einer minimalen Druckdifferenz von nur 0,1 bar – auch das spart Kosten.

Über ein breites Liefermengenspektrum gut regelbar

Hinzu kommt der Vorteil der hervorragenden Regelbarkeit über ein breites Liefermengenspektrum: Das ist gerade in Anwendungen mit stark schwankendem Druckluftbedarf ein interessantes Argument. In diesen Applikationen bewähren sich Turbokompressoren auch dann, wenn sie in stark intermittierendem Betrieb arbeiten. Diese Erfahrung macht z. B. ein namhaftes Unternehmen der Stahlindustrie, das in seinem Hauptwerk insgesamt fünf Stationen mit Turboverdichtern nutzt und damit sehr zufrieden ist – auch in Einsatzfeldern, die diskontinuierlichen Druckluftbedarf haben und in denen die Schalthäufigkeit sehr groß ist. Die Langlebigkeit der Kompressoren beeinträchtigt das keinesfalls. Einige dieser Kompressorstationen im Stahlwerk sind übrigens als Containerstationen ausgeführt (Abb. 3): Das beschleunigt die Installation und erlaubt eine weitestgehende Vormontage sämtlicher



Komponenten wie Kompressor, Druckluft- und Kondensataufbereitung, Wärmetauscher, Luftansaugung etc. Zudem ist man bei eventuellen Umbauten der Produktionsanlagen flexibler. Diese Containerbauweise ist ein weiterer Trend nicht nur bei Turbokompressoren, sondern auch bei anderen Kompressorbauarten.

Anpassung an den individuellen Einsatzfall

Turboverdichter werden – auf der Basis eines Baukastensystems – stets individuell an den Anwendungsfall angepasst. Das hat zwar einen erhöhten Engineering-Aufwand zur Folge, der auch kostenmäßig zu Buche schlägt. Aber dieser Mehraufwand in der Projektierungsphase amortisiert sich schnell über den geringeren Energiebedarf im Betrieb. Zudem wird auf diese Weise sichergestellt, dass der Kompressor exakt dem individuellen Anforderungsprofil entspricht.

Derartige Serviceleistungen werden in der gesamten Drucklufttechnik immer stärker gewichtet, und der Grund dafür wird deutlich, dass die Anschaffungskosten einer Druckluftterzeugung nur etwa 20 % der

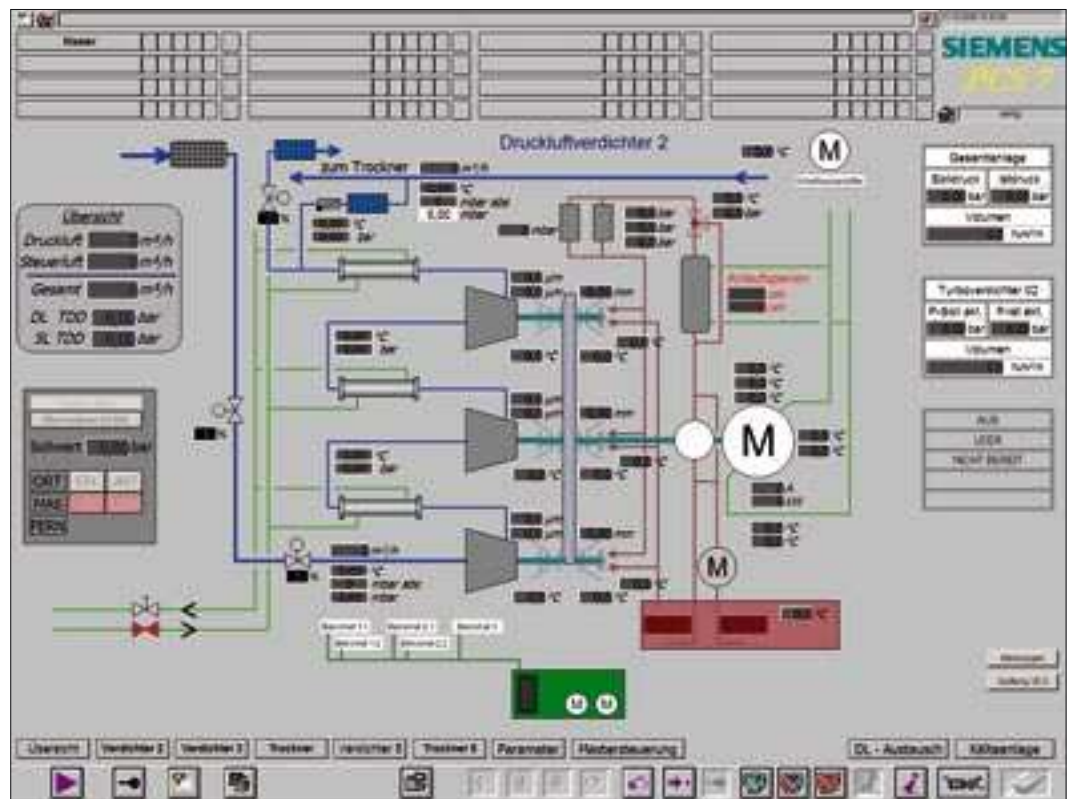
gesamten Kosten über den Lebenszyklus ausmachen. Der weitaus größte Anteil von 65 bis 70 % entfällt auf die Energiekosten und die restlichen 5 bis 10 % auf Service und Kapitaldienst. Das bedeutet: Anwender, die die Engineering-Kompetenz ihrer Partner in diesem Bereich nutzen, profitieren von deutlich niedrigeren Energiekosten und somit von niedrigeren Kubikmeter-Preisen für die Druckluft.

Übergeordnete Steuerungen: Jetzt auch für Turbokompressoren

In Druckluftstationen mit mehreren Schraubenkompressoren haben sich übergeordnete Steuerungen durchgesetzt, die den aktuellen Druckluftbedarf ermitteln und die Verdichter entsprechend zu- und abschalten. Diese Steuerungen führen in aller Regel zu erheblichen Energieeinsparungen und amortisieren sich somit schnell.

Bei Turbokompressoren war diese energiesparende Technologie bislang nicht verfügbar – zu groß schien der Aufwand, die stets individuellen Leistungsparameter zu berücksichtigen und mit denen der anderen Verdichter in Beziehung zu setzen. Deshalb wurden die Kompressoren

Abb. 4: Die Mastersteuerung regelt nicht nur bedarfsgerecht den Betrieb mehrerer Turbokompressoren, sie bezieht auch die Aufbereitungskomponenten wie z. B. Drucklufttrockner in die Regelungsprozesse ein: Auch das spart Energie. Die Visualisierung zeigt dem Bediener stets den aktuellen Betriebszustand der Druckluftstation an. (Bildnachweis: Ingersoll-Rand GmbH)



soren noch von Hand zu- und abgeschaltet – es erfolgte keine Rückkopplung mit dem tatsächlichen Bedarf.

Nun aber steht eine solche Steuerung erstmals zur Verfügung, und es liegen auch bereits Praxiserfahrungen vor (Abb. 4). Sowohl ein Automobilhersteller als auch ein Chemieunternehmen konnten durch die Installation dieser Steuerung rund 10% Energiebedarf einsparen – und das sind angesichts der großen Energiemengen durchaus beachtliche Beträge, die eine schnelle Amortisation versprechen. Hier gilt dasselbe wie für die Projektierung der Turbokompressoren selbst: Der Engineering-Aufwand ist etwas höher, weil die Steuerungsparameter individuell ermittelt und programmiert werden müssen. Aber der Aufwand lohnt sich, und auch für Sonderfälle wie z. B. mehrere Stationen, die ins gleiche Netz

einspeisen, können überzeugende steuerungstechnische Lösungen mit hohem Energie-sparpotential gefunden werden.

Energieeinsparung dank Elektronik

Hier zeigt sich also der gleiche Trend wie in vielen anderen Bereichen der industriellen Antriebstechnik: Die Nutzung moderner Mikroelektronik und Steuerungstechnik kann hohe Energieeinspar-Effekte freisetzen. Dies gilt auch für die Nachrüstung: Vorhandene, ältere Turboverdichter unterschiedlicher Fabrikate lassen sich problemlos in dieses Steuerungskonzept einbinden, wie die bisher realisierten Praxisbeispiele zeigen.

Trend zu Engineering-Dienstleistungen

Nicht nur bei den Turbokompressoren, sondern in der ge-

samten Drucklufttechnik zeichnet sich der Trend zu umfassenden Dienstleistungs-Paketen ab, die weit über die Projektierung neuer Stationen und den regulären Service hinausgeht. So bieten namhafte Hersteller z. B. standardisierte Audits an, bei denen erfahrene Druckluft-Spezialisten die Station genau analysieren. Auf der Basis dieser Analyse schlagen sie Maßnahmen der energetischen Optimierung vor wie z. B. eine intelligente Systemdruckregelung oder eine verbesserte Steuerung mit geringerem Druckband. Zudem gibt es Service-Pakete mit Laufzeiten von bis zu 15 Jahren, die die Verfügbarkeit der Anlagen garantieren. So erhält der Anwender 15 Jahre lang Produktionssicherheit bei kalkulierbaren Servicekosten – ein Geschäftsmodell, das in Deutschland schon viele namhafte Anwender z. B. in der Pharmaindustrie und in der Metallverarbeitung nutzen.