

Anforderungen an medizinische Druckluft-Versorgungssysteme



Die Versorgung mit medizinischen Gasen in Krankenhäusern erfordert ein System, das den Anforderungen entsprechend optimiert ist und dessen Technologie eine kostengünstige und energieeffiziente Lösung für die Betreiber bietet.

Die Konstruktion eines Druckluftsystems zur Verwendung in einem Krankenhaus ist eine komplexe und anspruchsvolle Aufgabe. Das System muss nicht nur eine Fülle gesetzlicher Bestimmungen für Medizinprodukte und Arzneimittel erfüllen, sondern zudem energieeffizient, kostengünstig und vor allem absolut zuverlässig sein. Diese Herausforderungen gilt es zu meistern, denn nur eine extrem zuverlässige Quelle für hochreines Beatmungsgas eignet sich für Krankenhauspatienten.

Es gibt zwei bestimmte Druckluftsysteme für Krankenhäuser, für die weltweit unterschiedliche Normen und gesetzliche Bestimmungen gelten. Zum einen ist das medizinische Druckluft, die für Patienten und medizinische Geräte verwendet wird, zum anderen die technische Luft für Betrieb und Wartung verschiedener, nicht medizinischer Geräte und

Ausrüstungen. Eine der vorrangigen Anforderungen der Medizinprodukterichtlinie 93/42/EWG und mitgeltender Normen besagt, dass diese Systeme separat sein müssen. Erzeugte medizinische Druckluft darf nicht für technische Zwecke im Krankenhaus verwendet werden und umgekehrt.

Sicherheit geht vor

Die Sicherheit des Patienten hat bei medizinischer Druckluft und ihrer Anwendung in Krankenhäusern oberste Priorität. Beatmungsgas muss rund um die Uhr, sieben Tage die Woche verfügbar sein. Für diese hohe Zuverlässigkeit sind redundante Systeme erforderlich. Die Richtlinie 93/42/EWG und die damit verbundenen Bestimmungen schreiben vor, dass mehrere Druckluftquellen vorhanden sein müssen. Wenn beispielsweise ein Kompressor gewartet wird und ein zweiter ausfällt, muss mindestens eine dritte Quelle verfügbar sein, um 100 % der maximal angeforderten Liefermenge eines Krankenhauses zu decken. Daher ist es üblich, dass Anlagen mit Dreifach- oder gar Vierfachredundanz installiert werden, wobei jeder Kompressor 100 % des Bedarfs erbringen kann.

Anforderungen an medizinische Druckluft-Versorgungssysteme

Bei der Dimensionierung eines Systems für ein Krankenhaus liegt eine der größten Herausforderungen darin, den 100%igen Druckluftbedarf des Krankenhauses zu berechnen. Dieser ist als Druckluftmenge definiert, die erforderlich ist, um alle denkbaren Anwendungen gleichzeitig auszuführen, obwohl dieser Fall kaum jemals eintreten wird. Ob am Patientenbett oder im Operationssaal, medizinische Druckluft wird in allen Bereichen des Krankenhauses verwendet und muss jederzeit sofort verfügbar sein. Durch die Planung von Druckluftsystemen mit mindestens dreifacher Redundanz wird das Risiko eines Totalausfalls praktisch ausgeschlossen.

Kompressorauswahl

Was die Auswahl des Kompressors betrifft, so unterscheiden sich die Kompressoren, die für medizinische Druckluft verwendet werden, kaum von denen für technische Luft in Krankenhäusern. Der Hauptunterschied besteht in der Software, die zur Ansteuerung der medizinischen Kompressoren benötigt wird.



Verwendung medizinischer Gase

Im Gesundheitswesen gibt es zahlreiche Verwendungen für medizinische Gase, die alle unter die Medizinproduktierichtlinie 93/42/EWG fallen.

Künstliche Beatmung: Nur eine äußerst zuverlässige Quelle für hochreines Beatmungsgas eignet sich für die Versorgung von Patienten. In den BOGE Aufbereitungsanlagen wird die Druckluft getrocknet, aufgereinigt und in sieben Stufen aufbereitet, um medizinische Druckluft gemäß DIN EN ISO 7396-1 zu erzeugen.

Medizinische Systeme: Die Reinheit medizinischer Druckluft muss den strengen Anforderungen des Europäischen Arzneibuchs genügen. Um diese Reinheit sicherzustellen, wird die medizinische Druckluft einer achten Aufbereitungsstufe mit Sterilfiltern unterzogen, und zwar unabhängig davon, ob sie zur künstlichen Beatmung von Patienten oder für Narkosesysteme bestimmt ist.

Medizinisches Personal: Ob am Patientenbett oder im Operationssaal, medizinische Druckluft muss jederzeit sofort verfügbar sein. Durch die Planung von Druckluftgeneratoren mit mindestens dreifacher Redundanz schließt BOGE das Risiko eines Totalausfalls praktisch aus.

Chirurgische Instrumente: Zahlreiche chirurgische Instrumente werden mit Druckluft betrieben. Darüber hinaus müssen Medizingeräte regelmäßig geprüft oder getrocknet werden. Auch hier kommt medizinische Druckluft zum Einsatz.

Anforderungen an medizinische Druckluft-Versorgungssysteme

Die Kompressoren selbst sind nicht als Medizinprodukte eingestuft, weshalb die gleichen Kompressoren für alle Druckluftanforderungen eines Krankenhauses verwendet können.

Ein Druckluft-Versorgungssystem umfasst in der Regel mindestens drei Kompressoren, ein Steuersystem, das den Betrieb koordiniert, und alle Anlagenkomponenten für Aufbereitung und Verteilung. Nicht die einzelnen Komponenten,

aber das System als solches ist ein Medizinprodukt, die erzeugte medizinische Druckluft ist darüber hinaus als Arzneimittel eingestuft. Daher gelten für beide die entsprechenden einschlägigen Normen.

Kompressoren – modulare Systeme

Die geeignete Redundanz und die Verfügbarkeit von Beatmungsgas sind nicht die einzigen Schlüsselfaktoren bei der Dimensionierung einer medizinischen Anlage. Ein weitere

Der BOGE Vorteil

BOGE bietet ein umfassendes Spektrum an Kompressoren mit der richtigen Technologie für jede Anwendung – ob ölgeschmiert oder ölfrei. Alle Systemkomponenten entsprechen den einschlägigen Normen. Das Spektrum reicht von Schrauben- und Kolbenkompressor bis zu Scrollkompressoren. Außerdem werden verschiedene Modelle für den hocheffizienten, stark schallgedämpften oder flüsterleisen vibrationsarmen Betrieb in sensiblen Umgebungen angeboten. Aufgrund dieser Eigenschaften sind die BOGE Kompressoren für die Verwendung in Krankenhäusern prädestiniert. Dank dieses umfassenden Modellangebots kann ein maßgeschneidertes medizinisches Druckluft-Versorgungssystem für Klinikforderungen aller Art konfiguriert werden.

Baureihen PO:

Die modularen ölfreien Kolbenkompressoren der Baureihe PO (Piston, oil-free) mit einer Motorleistung von 2,2 bis 5,5 kW und einem Höchstdruck von 10 bzw. 15 bar sind äußerst kostengünstig im Betrieb und können für spezifische Anwendungen angepasst werden. Die neuen Kolbenkompressoren haben eine kompakte Bauweise, sind absolut ölfrei, bieten ein Höchstmaß an Zuverlässigkeit und sind sehr wartungsfreundlich.

Baureihen EO:

Die flüsterleisen und extrem vibrationsarmen Kompressoren der Baureihe BOGE EO (Eccentric, oil-free) zeichnen sich durch die integrierte Druckluftaufbereitung und Lieferung von ölfreier Druckluft der Klasse 0 aus. Besonders in sensiblen Arbeitsumgebungen ist die 100%ige Ölfreiheit ein Muss. Die Scrollkompressoren arbeiten extrem leise und vibrationsarm. Ein modulares Konzept mit 1 bis 4 Verdichterstufen erlaubt die gezielte Bedarfsanpassung ebenso wie maximale Vielseitigkeit – ob auf einem Behälter, mit Kältetrockner, als Doppelanlage oder mit Zyklonabscheider. Die Kompressoren der Baureihen EO bieten eine Motorleistung von 16,5 kW (dreifaches System) und 22 kW (vierfaches System) sowie eine stufenlose Leistungsregelung von 625 bis 2500 l/min. Sie wurden 2015 eingeführt.

Baureihen HST:

Mit der Entwicklung seiner neuen High-Speed-Turbo(HST)-Technologie hat BOGE eine neue Ära der Druckluft eingeläutet. BOGE hat die Zahl der Komponenten drastisch verringert und ein extrem findiges Designprinzip eingeführt. Mit ihrem innovativen Turboantrieb produzieren die HST-Kompressoren 100 Prozent ölfreie Druckluft der Klasse 0 bei höchstem Wirkungsgrad und minimalen Wartungsaufwand. Kosteneinsparungen von bis zu 30 Prozent im Vergleich zu konventionellen ölfreien Schraubenkompressoren sind realistisch.

Anforderungen an medizinische Druckluft-Versorgungssysteme

wichtige Anforderung besteht darin, die Gesamtkosten, einschließlich Wartung und Energieverbrauch, so niedrig wie möglich zu halten.

Daher gilt es, die richtigen Technologien aus den verfügbaren auszuwählen. Ein modulares System ermöglicht Kosteneffizienz sowohl bei der Anschaffung als auch während der Lebensdauer des Systems.

Um maximale Effizienz und möglichst niedrige Kosten zu erreichen, ist es von entscheidender Bedeutung, den Gesamt-Druckluftbedarf des Krankenhauses zu kennen. Die Größe des Krankenhauses sowie der Mindest- und Höchst-Druckluftbedarf beeinflussen die Laufeigenschaften der gewählten Kompressoren und somit auch die damit verbundenen laufenden Kosten. So bieten manche Kompressoren, je nach ihren Last- und Anwendungsmerkmalen, energetische Vorteile, die bei individueller Anlagenplanung berücksichtigt werden sollten.

Die Luftfilterung

Um 100 % medizinisch reine Luft zu erzeugen, ist ein wirksames Filtersystem unabdingbar. Die Systeme von BOGE arbeiten mit einem Sieben-Stufen-Aufbereitungsverfahren, bei dem die Druckluft im Druckwechselverfahren getrocknet und in mehreren Stufen Schadstoffe entfernt werden. Integrierte Filter- und Reinigungs-/Katalysatorstufen bereiten die Druckluft gemäß den strengen Anforderungen an medizinische Druckluft wirksam und zuverlässig auf.

Die Filterung muss doppelt redundant sein, damit die abgegebene medizinische Druckluft auch dann die festgelegte Reinheit aufweist, wenn eine Linie aufgrund eines Wartungseingriffs oder einer Störung inaktiv ist. Durch die Filterung muss sichergestellt werden, dass sämtliche



Anforderungen an medizinische Druckluft-Versorgungssysteme

Drei der Besten: Stets alles unter Kontrolle

Nach dem Druckluftgenerator und der Filterungseinheit ist die effiziente und zuverlässige Steuerung eine weitere wichtige Komponente. Auch hier hat BOGE alle Kriterien erfüllt.

focus control 2.0: Schon das Basismodell dieser modularen Steuerung ist eines der modernsten der Branche. Mit focus control 2.0 hat BOGE ein intelligentes Steuerungssystem für Kompressoren entwickelt, das im Zeitalter von Industrie 4.0 in moderne, vernetzte Produktionsumgebungen integriert werden kann. Das neue Gerätesteuerungssystem ermöglicht die Anbindung von bis zu vier Kompressoren. Daten können auf dem hochauflösenden Farbdisplay bequem abgelesen werden. Die Bedienung des Touchscreens ist äußerst anwenderfreundlich. Über die RFID-Schnittstelle kann sich autorisiertes Bedienpersonal über eine Remote-Verbindung an der Steuerung anmelden.

airtelligence plus: BOGE airtelligence plus kann bis zu sechs Kompressoren mit gleicher oder unterschiedlicher Leistung in einem kombinierten System steuern. Der einstellbare zyklische Grundlastwechsel sorgt für eine gleichmäßige Auslastung aller Kompressoren. Wartungskosten werden reduziert und die Druckluftversorgung wird erhöht. So einfach und kostengünstig kann Effizienz sein.

airtelligence provis 2.0: Diese energieeffiziente Steuerung von BOGE setzt neue Maßstäbe für Kosteneffizienz und geringen Wartungsaufwand. Die Steuerung ermittelt automatisch die Nettoleistung und mögliche Verlustleistung. Sie koordiniert bis zu 16 Kompressoren unterschiedlichen Typs im Verbund. Die intelligente Mastersteuerung ist dafür konzipiert, einen maximal effizienten, reibungslosen Betrieb der Druckluftstation bei niedrigem Wartungsaufwand sicherzustellen. Gleichzeitig übernimmt airtelligence provis 2.0 die Kontrolle aller Betriebsparameter.

Rückstände aus Ansaugung und Erzeugung entfernt und insgesamt die strengen Grenzwerte für medizinische Druckluft eingehalten werden.

Eine Sieben-Stufen-Filterung mag übertrieben erscheinen, jedoch stellt sie sicher, dass die geforderte Reinheit der medizinischen Druckluft erreicht wird. Die ersten beiden Stufen erfolgen im Einlass der Filtereinheit, in dem sich zwei Filter befinden: ein Mikrofilter und ein Submikrofilter. Sie filtern Wasser, Öl und Staub heraus.

Die dritte Stufe besteht aus zwei Trocknersäulen mit Trockenmittel für medizinische Anwendungen. Sie reduzieren die Feuchtigkeit bis zu einem Drucktaupunkt von minus 40 Grad Celsius und entfernen Schwefeldioxid und Stickoxid aus der einströmenden Luft.

Die vierte Filterungsstufe, die in einer dritten Säule stattfindet, verwendet Aktivkohle. In der fünften Stufe wird die

Kohlenstoffmonoxidmenge durch einen Katalysator reduziert und die sechste Stufe arbeitet mit einer weiteren Art von Aktivkohle. Die siebte und letzte Stufe besteht im Herausfiltern von Staub, der möglicherweise bei diesen Reinigungsvorgängen entstanden ist. Der gesamte Prozess wird durch Sensoren überwacht, mit denen der Taupunkt exakt kontrolliert werden kann.

Stets alles unter Kontrolle

In der Standardkonfiguration gibt es für jeden Kompressor eine dedizierte Steuerung für den Kompressorbetrieb. Dadurch kann Energie gespart werden. Wenn ein Kompressor beispielsweise nach Erreichen des Höchstdrucks in den Leerlauf schaltet und weiterlaufen muss, um den inneren Systemdruck zu entlasten, würde dies bei herkömmlichen Systemen etwa 40 bis 50 Sekunden Leerlauf bedeuten. Die modernen Steuerungssysteme sind intelligenter. Sie überwachen u. a.

Anforderungen an medizinische Druckluft-Versorgungssysteme

den Innendruck und schalten den Kompressor aus sobald die Druckentlastung abgeschlossen ist, d. h. die Leerlaufzeit wird auf ein Minimum reduziert. Dies ist kostensparend, da im Leerlauf ca. 30 Prozent der Nennleistung aufgenommen werden, obwohl keine Druckluft erzeugt wird.

Bei medizinischen Versorgungssystemen verwendet BOGE eine Mastersteuerung für das gesamte Kompressorsystem. Durch die Überwachung des Systems und des Druckluftbedarfs kann das System ermitteln, wie viele Kompressoren notwendig sind und welche betrieben werden müssen. Zudem wird die Leistung angepasst, wenn ein Kompressor aufgrund von Wartung ausgeschaltet oder wegen einer Störung ausgefallen ist.

Darüber hinaus wird die Mastersteuerung von den einzelnen Kompressorsteuerungen überwacht, die einspringen, wenn die Mastersteuerung ausfällt oder zu spät reagiert. Alle diese Informationen fließen in das Überwachungssystem des Krankenhauses ein.

Energieeffizienz

Die Energieeffizienz des Gesamtsystems kann auf unterschiedliche Weise erreicht werden. Branchenweit ist hinlänglich bekannt, dass durch Druckminderung 5 bis 6 Prozent des Energiebedarfs pro bar eingespart werden. Dies ist bei medizinischen Systemen jedoch nicht ohne Weiteres möglich.

Ein anderer Ansatz zur Verringerung des Energieverbrauchs ist die Reduzierung der Leerlaufzeit bei Schraubenkompressoren. Das heißt, es kommt auf die richtige Dimensionierung des Systems in Verbindung mit der Verwendung von Frequenzregelungen an. 10 bis 15 Prozent weniger Leerlaufzeit bedeuten Kosten- und Energieeinsparungen.

Beispielsweise schaltet sich ein System ohne Frequenzregelung bei 8 bar ein und bei 10 bar aus. Der durchschnittliche Energieverbrauch erfolgt bei 9 bar. Ein frequenzgeregelter Gerät schaltet sich bei 8 bar ein und beginnt bei 8,2 bar mit der Drehzahlregelung des Kompressors. Der Druck wird knapp über dem Mindestdruck stabil gehalten, der Energieverbrauch im Vergleich zu einem ungeregelten Kompressor gesenkt.

Ein anderes weitverbreitetes Verfahren ist die Wärmerückgewinnung, die für Krankenhäuser eine sehr interessante Option darstellt. Wegen der hohen Wärmeentwicklung könnte man den Kompressor als ein Heizerät bezeichnen, das Druckluft erzeugt. Insgesamt werden fast 100 Prozent des verbrauchten Stroms vom Kompressor in Wärme umgewandelt. Durch den Betrieb eines Schraubenkompressors mit einem Gerät zur Wärmerückgewinnung, wie dem BOGE DuoTherm, können bis zu 80 % dieser Wärmeenergie zurückgewonnen werden. Mit dieser Energie kann bis zu 70 °C heißes Wasser in das Heizsystem der Einrichtung eingespeist werden.

Die notwendige Trocknung der Druckluft ist ein energieintensiver Prozess. Daher ist die maximale Optimierung unerlässlich. Die intelligente lastabhängige Steuerung der medizinischen Trockner sorgt dafür, dass bis zu 50 % der Regenerierungsenergie eingespart werden können. Dazu wird das Verhältnis von Trocknung und Regeneration kontinuierlich an den aktuellen Feuchtigkeitsstatus angepasst.

Anforderungen an medizinische Druckluft-Versorgungssysteme

Entscheidend ist das richtige System

Aus unseren umfangreichreichen Erfahrungen im medizinischen Sektor wissen wir, dass sich die Gesamtkosten einer Druckluft-Versorgungsanlage über 10 Jahre wie folgt aufschlüsseln lassen: 80 % dieser Kosten entfallen auf den Energieverbrauch, aber nur 10 % auf die Anschaffungskosten und die verbleibenden 10 % auf die Wartung. Vor diesem Hintergrund ist es entscheidend, das richtige System mit der am besten geeigneten Technik zu planen.

Ein wichtiges Instrument, das wir zur korrekten Dimensionierung eines Systems verwenden, ist die Visualisierung. In der Regel kommen die Kunden zu uns, um uns über die Größe des Krankenhauses und die Parameter des Druckluftbedarfs ins Bild zu setzen, oder sie fordern ein Medical AirAudit an, bei dem diese Daten erhoben werden. Diese Daten geben wir in modernste Simulationssoftware ein. Auf der Grundlage des Profils, das die Software erstellt, können wir dann verschiedene



Systeme und Technologien miteinander vergleichen und das beste System für den jeweiligen Kunden ermitteln.

Die Simulationssoftware ist ein bewährtes und effektives Mittel zur Planung eines zweckmäßigen Systems. Der Kunde erhält die richtige Kompressortechnologie in einem optimal dimensionierten System. Insbesondere im Hinblick auf den Energieverbrauch wird auf diese Weise die beste Lösung erzielt.

Beispiel: Wenn ein System einen geringen Normalbedarf von rund 500 l medizinische Druckluft pro Minute hat, der Bedarf jedoch stark schwankt und auf bis zu 1000 l/min ansteigen oder auf 150 l/min sinken kann, scheint ein Schraubenkompressor mit einer Liefermenge von 1,5 Kubikmeter möglicherweise am besten geeignet.

Durchschnittlich werden in einem Krankenhaus jedoch nur 50 bis 60 Prozent des berechneten 100%igen Bedarfs genutzt. Daraus ergeben sich erhöhte Leerlaufzeiten des Systems, da Schraubenkompressoren bei Erreichen des Höchstdrucks zur Entlastung in den Leerlauf wechseln und erst nach erneuter Anforderung wieder starten. Im genannten Beispiel könnte das Krankenhaus daher stattdessen Kolbenkompressoren installieren, denn diese benötigen keinen Leerlauf. Kolbenkompressoren schalten sich nach Erreichen des Höchstdrucks vollständig ab. Somit ist ein Kolbenkompressorsystem möglicherweise effizienter als ein Schraubenkompressorsystem derselben Größe und stellt eine besser geeignete Option dar.

Anforderungen an medizinische Druckluft-Versorgungssysteme

Einschlägige gesetzliche Bestimmungen

Die medizinischen Druckluft-Versorgungssysteme von BOGE werden von erfahrenen Krankenhausausstattern und Medizineräteherstellern installiert und ihre Übereinstimmung mit allen einschlägigen Normen und gesetzlichen Anforderungen zertifiziert:

- Medizinprodukt Richtlinie 93/42/EWG
- DIN EN ISO 7396-1
- DIN EN ISO 9001/13485

Die europäische Medizinprodukt Richtlinie 93/42/EWG: Jedes in Europa in Verkehr gebrachte Medizinprodukt muss die einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen erfüllen. Für Herstellerprodukte, die harmonisierten Normen entsprechen, wird die Richtlinienkonformität angenommen. Richtlinienkonforme Produkte müssen die CE-Kennzeichnung aufweisen. Die einschlägigen Normen können für den Nachweis der Konformität mit den wesentlichen Anforderungen, die in der Liste der harmonisierten Normen der Richtlinie definiert sind, herangezogen werden.

[Quelle: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/LSU/?uri=celex:31993L0042>]

DIN EN ISO 7396-1: Die Norm DIN EN ISO 7396-1 legt Anforderungen an Auslegung, Installation, Funktion, Leistung, Dokumentation, Prüfung und Inbetriebnahme von Rohrleitungssystemen für medizinische Druckgase und Vakuum in Gesundheitseinrichtungen fest, um die Beständigkeit der Lieferung des korrekten Gases und die Bereitstellung von Vakuum durch das Rohrleitungssystem sicherzustellen. Sie enthält Anforderungen an Versorgungssysteme, Rohrverteilungssysteme, Kontrollsysteme, Überwachungs- und Alarmsysteme sowie die Nicht-Austauschbarkeit zwischen Komponenten unterschiedlicher Gassysteme. Sie gilt für Sauerstoff, sauerstoffangereicherte Luft, Lachgas, Beatmungsgas, Kohlenstoffdioxid, Sauerstoff-Lachgas-Gemische, Luft und Stickstoff zum Betreiben chirurgischer Instrumente sowie Vakuum-Rohrleitungssysteme.

[Quelle: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=60061]

DIN EN ISO 9001/13485: Die Norm DIN EN ISO 13485:2003 legt Anforderungen an das Qualitätsmanagementsystem fest. Eine Organisation muss ihre Fähigkeit nachweisen können, Medizinprodukte und zugehörige Dienstleistungen bereitzustellen, die den Anforderungen des Kunden und die entsprechenden regulatorischen Anforderungen konsequent erfüllen. Das primäre Ziel der Norm ISO 13485:2003 ist es, für Qualitätsmanagementsysteme harmonisierte regulatorische Anforderungen an Medizinprodukte zu schaffen. Infolgedessen enthält sie ein paar spezifische Anforderungen für Medizinprodukte und schließt ein paar Anforderungen von ISO 9001 aus, die als regulatorische Anforderungen ungeeignet sind. Aufgrund dieser Ausschlüsse können Organisationen, deren Qualitätsmanagementsystem dieser internationalen Norm entspricht, keine Konformität mit ISO 9001 für sich beanspruchen, es sei denn, ihr Qualitätsmanagementsystem entspricht allen Anforderungen von ISO 9001.

[Quelle: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:13485:ed-2:v1:en>]

BOGE Druckluftsysteme GmbH & Co. KG

Postfach 10 07 13 · 33507 Bielefeld

Otto-Boge-Straße 1–7 · 33739 Bielefeld

Fon +49 5206 601-0 · Fax +49 5206 601-200

info@boge.de · www.boge.de



Nehmen wir einmal an, das Krankenhaus sei viel größer und der Druckluftbedarf nahezu konstant. Dann wären die Schraubenkompressoren wahrscheinlich besser geeignet, da sie während des Lastbetriebs effizienter sind. Sobald es möglich ist, Leerlaufzeiten zu vermeiden, sind Schraubenkompressoren in der Regel die bessere Wahl gegenüber Kolbenkompressoren. Daher ist es wichtig, die individuellen Gegebenheiten zu prüfen. Wenn es um Menschenleben geht, ist Sicherheit oberstes Gebot. Doch selbst in einem so streng regulierten Umfeld muss ein Druckluftsystem auch kostengünstig sein. Voraussetzung ist, dass es richtig dimensioniert und gesteuert wird, um die Verfügbarkeit zu maximieren sowie den Energieverbrauch und die Wartungskosten zu minimieren. Wichtig ist zudem die Wahl der richtigen Komponenten und das Zusammenfügen zu einem optimalen System.

Die Verwendung hocheffizienter Energiespartechnologien in Verbindung mit modernen Steuerungs-, Überwachungs- und Visualisierungsverfahren stellt sicher, dass das System alle gesetzlichen und betriebsbedingten Anforderungen erfüllt.

Wenn Sie mehr über die Kompressoren und Spezialgasgeneratoren von BOGE erfahren möchten, nehmen Sie Kontakt zu uns auf oder besuchen Sie unsere Website:

www.boge.com/de