

Nicht nur zum Bremsen

Druckluft-Versorgung von Schienenfahrzeugen



Frank Hilbrink

Schienen- und Straßenfahrzeuge, ganz gleich ob Lokomotiven, Waggons, Regionalzüge, Straßenbahnen, Omnibusse oder Lkw, benötigen eine zuverlässige Bremsanlage. Sie arbeiten in der Regel mit Druckluft, die von Schraubenkompressoren – seltener von Kolbenkompressoren – erzeugt wird. Diese Druckluftherzeuger müssen für die sehr speziellen Einsatzzwecke und Einbaubedingungen in diesen Fahrzeugen maßgeschneidert entwickelt werden.

Autor: Dipl.-Ing. Frank Hilbrink ist Key Account Manager bei Almig Kompressoren in Köngen

Als ein führender deutscher Hersteller von Schrauben- und Kolbenkompressoren bietet Almig mit den Schraubenkompressoren aus der bewährten Track-Air-Baureihe individuelle Lösungen für eine zuverlässige Druckluft-Versorgung von Bremsanlagen in Fahrzeugen. Die Stadler Winterthur AG baut diese Track-Air-Anlagen in eine Lokomotivenserie für den Rangier- und Güterzugdienst ein, nachdem sie die Angebote des Marktes sorgfältig verglichen und das durchdachte Baukonzept dieser Schraubenkompressoren als optimale Lösung erkannt hatte.

Die Stadler Winterthur AG, ehemals Winpro AG und seit 2005 Tochter der Stadler Rail Group, verfügt als Nachfolgerin eines Teils der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik über 130 Jahre Know-how als Herstellerin von Schienenfahrzeugen. Aufbauend auf dieser Tradition fertigt der Standort Winterthur jährlich etwa 800 Drehgestelle hauptsächlich zum Einsatz in der Stadler-Gruppe und entwickelt, konstruiert und baut Spezialfahrzeuge wie z. B. Baudienst-Fahrzeuge, komplette elektrische Kompaktlokomotiven sowie Hybridlokomotiven mit sowohl Elektro- als auch Dieselantrieb. Stadler Winterthur AG ist eine Tochter der Stadler Rail Group, die sich in den letzten 20 Jahren aus kleinen Anfängen zu einer Systemanbie-

terin von kundenspezifischen Lösungen im Schienenfahrzeugbau mit einem Jahresumsatz von etwa 750 Mio. Euro entwickelt hat und an den insgesamt zehn Standorten in der Schweiz, Deutschland, Ungarn, Polen, Tschechien, Algerien und Italien rund 3000 Mitarbeitende beschäftigt.

Schraubenkompressoren für die Druckluftherzeugung

Druckluft ist ein unkompliziertes Medium, das weltweit in Schienenfahrzeugen zum Betätigen der Bremsen eingesetzt wird. Die Druckluft wird in der Lokomotive erzeugt und über ein Leitungssystem mit Schlauchverbindungen zu den Wagen geführt. Aber nicht nur die Bremsen, auch Abteil-, Außentüren und WC-Anlagen arbeiten mit Druckluft. Außerdem kann Druckluft ohne Schädigung der Umwelt in die Atmosphäre entlassen werden. „Der Druckluft-Bedarf wird von einem Kolben- oder öleingespritzten Schraubenkompressor erzeugt, wobei Schraubenkompressoren wegen ihrer Laufruhe, Zuverlässigkeit, größeren Leistung und besonders platzsparenden, kompakten Bauform bevorzugt werden“, erläutert Dipl.-Ing. Alberto Cortesi, Leiter Engineering bei Stadler in Winterthur. „Auch in Rangierlokomotiven

erzeugen Schraubenkompressoren die erforderliche Druckluft, weil sie oft sehr lange Züge bewegen und abbremesen müssen. Kolbenkompressoren dagegen werden überwiegend bei geringem Druckluft-Bedarf wie z. B. in Regionalzug-Einheiten eingesetzt.“ Der Kompressor speist den oder die Hauptluftbehälter in der Lokomotive mit Höchststübedruck 8 bis 10 bar, während das eigentliche Bremssystem mit 5 bar arbeitet. Vor der Einspeisung in das Netz wird die Druckluft getrocknet,

- um Kondenswasser im gesamten Bremssystem und damit das Einfrieren aller Anwendungen bei winterlichen Minus-Temperaturen wirksam zu verhindern, und
- um eine höchstmögliche Funktionssicherheit aller pneumatischen Komponenten zu garantieren.

Entscheidung für Track-Air-Schraubenkompressoren

Ende 2007 suchte die Stadler Winterthur AG für eine neu entwickelte elektrische Lokomotiven-Familie für den Rangier- und Güterzugdienst in den Leistungsklassen 750 und 1500 kW einen Lieferanten für die Erzeugung der Druckluft. Der Volumenstrom der Druckluft-Versorgung wurde mit 2400 L/min bewusst so groß wie sonst nur für große Lokomotiven vorgegeben, um auch das Druckluft-System eines längeren Zuges innerhalb kürzester Zeit füllen zu können. Außerdem sind die einzelnen Waggon jeweils mit separaten Hilfsluftbehältern mit einem Volumen von z. B. 200 L ausgerüstet. Deshalb muss das gesamte Leitungs- und Behälter-System bei einem länger abgestellten Zug vor Fahrtbeginn in möglichst kurzer Zeit zunächst gefüllt werden, wozu bereits ein erheblicher Druckluft-Bedarf erforderlich ist. Deshalb wurden mehrere Hersteller von Schraubenkompressoren um ein Angebot für folgende Leistungsparameter gebeten:

- Volumenstrom: 2400 L/min,
- Betriebsdruck: 10 bar,
- Spannungsversorgung: 400 V (50 Hz),
- Umgebungstemperaturen: -25 bis +50 °C,
- Trocknung der Druckluft durch einen Zweikammer-Adsorptionstrockner,
- kompakte Bauweise, einfache Installation, niedriger Geräuschpegel, bereits in Schienenfahrzeugen getestet und zertifiziert.

Die Lösung

„Nach einer sorgfältigen Analyse aller Angebote und einem detaillierten Vergleich aller Preise und Leistungen haben wir die von Almig angebotenen Track-Air-Schraubenkompressoren ausgewählt, wobei auch deren kompakte Bauform eine entscheidende Rolle spielte. Da wir bei Almig das Komplett-Paket mit Antrieb, Trockner, Steuerungen, Kondensatbehälter usw. bestellt haben, wurde Almig der Generallieferant für die Druckluft-Versorgung in unserer Lokomotive Ee 922“, betont

Enginering-Leiter Cortesi. Nach den Vorgaben von Stadler hatte Almig in sehr kurzer Zeit ein sehr kompakt bauendes Kompressor-modul unter Verwendung bewährter Almig-Standardkomponenten entwickelt. Eine erste Musteranlage wurde zunächst von Almig bei -20 °C in einer Klimakammer getestet und anschließend von Stadler bezüglich der Einhaltung des vorgegebenen Gesamtkonzeptes und der Einbaumaße geprüft und genehmigt. Die Basis dieses Moduls besteht aus einem elektrisch angetriebenen, direkt gekuppelten Schraubenkompressor mit Öleinspritzkühlung in besonders kurzer und kompakter Bauform. Dabei konnte Almig auf die umfangreichen Erfahrungen aus bereits durchgeführten Bahnprojekten zurückgreifen.

Die Kompressor-Anlage wird druckabhängig über den in den Vorratsbehältern gemessenen Druck intermittierend gefahren (Einschaltdruck 8 bar, Ausschaltdruck 10 bar). Die von außen in die Lokomotive eintretende Ansaugluft wird zunächst in einem Vorfilter von Blättern und groben Schmutzpartikeln gereinigt. Durch die Installation in einem dauerhaft sauberen und trockenen Bereich konnte der Kompressor mit einem Standard-Ansaugfilter ausgerüstet werden. Das im Schraubenkompressor zur Schmierung, zur internen Abdichtung der Verdichtungsstufe und zur Abführung der bei der Verdichtung entstehenden Wärme eingesetzte Öl gibt die anfallende Wärme über einen luftgekühlten Kühler an die Umgebung ab. Anfallendes Kondensat wird in einem Behälter (Volumen 70 L) gesammelt, der dank der Elastizität des verwendeten Kunststoffes auch der winterlichen Ausdehnung von gefrorenem Wasser standhält. Eine Niveausonde gibt bei 80-%iger Füllung ein Signal an den Leitstand, damit das restölhaltige Kondensat im Depot abgelassen und vorschriftsmäßig entsorgt wird.

Die anfallende Kondensatmenge beträgt bei einer sommerlichen Umgebungstemperatur von +30 °C, 1 bar Umgebungsdruck, einer relativen Feuchte von 70 %, einem Druck von 10 bar und einem Schraubenkompressor im Dauerbetrieb trotz der angenommenen Extremsituation nur etwa 0,04 kg/h (rund 40 cm³/h). Demnach würde die Kondensatmenge nach einem 24-Stunden-Dauerbetrieb nur 1,008 L betragen. Da der Schraubenkompressor jedoch im intermittierenden und nicht im 24-Stunden-Dauerbetrieb gefahren wird, reduziert sich diese Kondensatmenge erheblich. Deshalb wird eine Entleerung des Kondensat-Behälters selbst bei derartigen Extremvorgaben und einem angenommenen 24-Stunden-Dauerbetrieb erst nach mehr als zwei Monaten erforderlich. Durch die niedrigen winterlichen Lufttemperaturen und den damit verbundenen deutlich reduzierten Feuchtigkeitsgehalt der Druckluft vermindert sich die Kondensat-Menge sogar auf nur etwa 10 % der angegebenen Menge. Deshalb ist theoretisch während der Wintermonate eine Leerung des Behälters selbst bei Dauerbe-



Die Track-Air-Schraubenkompressoren werden als Komplett-Paket mit Antrieb, Trockner, Steuerungen, Kondensatbehälter usw. geliefert



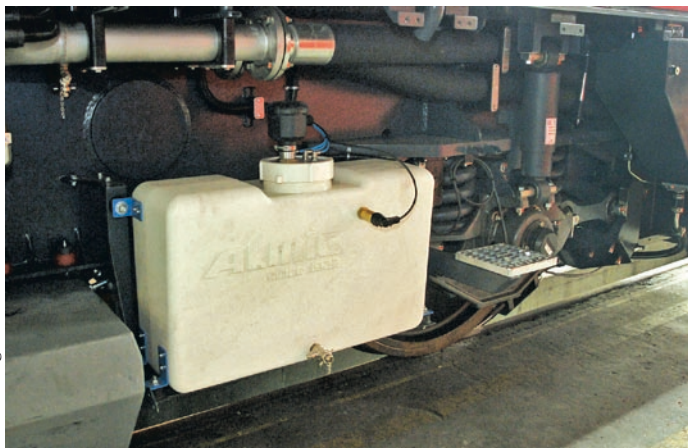
Der Adsorptionstrockner in der für Stadler realisierten Lösung wird liegend eingebaut

trieb nicht erforderlich, erst recht nicht bei einer von Stadler angenommenen Laufleistung von maximal 2 Stunden/Tag (eine Leerung vor Beginn der kalten Jahreszeit allerdings vorausgesetzt).

Trockene Druckluft

Das in der Verdichtungsstufe erzeugte Öl-Luft-Gemisch wird im Ölabscheidebehälter mechanisch in seine Bestandteile Öl und Luft zerlegt. Ein zusätzliches Schwallblech im Ölbehälter verhindert bei der Bewegung der Lokomotive das Aufschaukeln des Öles und sichert einen gleichbleibend konstanten Ölpegel. In einem nachgeordneten Feinabscheider werden dampfförmige Ölbestandteile zurückgehalten. Ein zweigeteilter Öl-Luft-Kühler (Kombikühler) kühlt sowohl die Druckluft als auch das im Ölabscheidebehälter separierte Öl. Dieser Kühler liegt waagrecht unter dem Kompressor-Aggregat. Der auf dem Kühler montierte Ventilator saugt die saubere Kühlluft aus dem Kompressorraum an und drückt sie von oben durch den Kühler und durch den Boden des Lokomotivkastens ins Freie. Diese Richtung des Kühlluftstroms bläst den Kühler kontinuierlich frei und verhindert wirksam das Eindringen von Schmutzpartikeln von unten aus dem Gleisbett in den Kühler.

Nach dem Passieren eines weiteren Zykloabscheiders und eines doppelstufigen



Anfallendes Kondensat wird in einem 70-L- Behälter gesammelt

Vorfilters wird die Druckluft mit einem Restölgehalt von nur noch 0,1 bis 0,4 mg/m³ in einem kaltregenerierenden Zweikammer-Adsorptionstrockner getrocknet. Dieser Trockner arbeitet nicht – wie in der Industrie üblich – mit einem konstanten, sondern mit einem variablen Drucktaupunkt, einer so genannten Taupunkt-Absenkung von 20 bis 25 °C unter die jeweilige Umgebungstemperatur. Dieses System verhindert innerhalb des gesamten Druckluftnetzes sowohl innerhalb der Lokomotive als auch in den Wagons und im gesamten Leitungssystem das Austreten von freier Feuchtigkeit. Außerdem gestattet der variable Taupunkt gegenüber einem Adsorptionstrockner mit einem ganzjährig konstanten Drucktaupunkt besonders kleine Baumaße. Der Adsorptionstrockner wird durch einen geringen Teilstrom bereits

baut. Außerdem wurde das Gesamtkonzept sehr wartungsfreundlich konzipiert. Das Leitgerät des Fahrzeugs gibt Auskunft über alle wesentlichen Aggregate an Bord. Dieses System erfasst auch die Betriebsstunden des Schraubenkompressors. Alle Steuerungs- und Überwachungsfunktionen (Ein- und Ausschaltvorgänge, Last-Leerlauf-Steuerung, Nachlaufzeiten, Temperaturen usw.) wurden in enger Zusammenarbeit zwischen den Steuerungsabteilungen von Stadler und Almig abgestimmt. Störungen werden in der Steuerung der Lokomotive generiert und dem Fahrpersonal mitgeteilt. Ein Wechsel der Verdichtungsstufe ist zunächst nach achtjähriger Betriebszeit vorgesehen. Dieser vorab prognostizierte Zeitraum soll jedoch in Abhängigkeit von den tatsächlich erreichten Betriebsstunden der Hauptbauteile zu



„Wir werden sehr kompetent bedient und technisch hervorragend unterstützt.“

Dipl.-Ing. Alberto Cortesi, Leiter Engineering bei Stadler in Winterthur

getrockneter Druckluft über ein vordefiniertes Zeitfenster vollautomatisch regeneriert. Die Standzeit des Trockenmittels beträgt etwa 3 bis 4 Jahre. Im Gegensatz zu einem in der Industrie eingesetzten, stehenden Adsorptionstrockner, der von unten nach oben von der Regenerationsluft durchströmt wird, wurde der Trockner in der für Stadler realisierten Lösung liegend eingebaut. Ein Stützsieb verhindert die Zerstörung des Trockenmittels durch Eigenreibung durch Bewegungen und Erschütterungen während der Fahrt der Lokomotive. In geringem Maße trotzdem austretende Trockenmittel-Partikel werden mit einem Nachfilter wirksam aus der Druckluft entfernt.

Großen Wert hat Almig bei der Konzeption des Moduls auf eine möglichst kleine Zahl von Schnittstellen gelegt, um den Installationsaufwand bei Stadler so gering wie möglich zu halten und Fehlerquellen während des Einbaus in die Lokomotive so weit wie möglich auszuschalten. Deshalb wurden alle notwendigen Komponenten einschließlich Schaltschrank und Drucklufttrockner von Almig bereits am Kompressor modul ange-

einem späteren Zeitpunkt noch einmal modifiziert werden.

Die Bautoleranzen und die in der Gesamtkonzeption eingesetzten Materialien garantieren auch bei Zulufttemperaturen bis -30 °C einen problemlosen Betrieb der Track-Air-Kompressoranlage. Ergänzende Heizsysteme ermöglichen auch bei sehr niedrigen Außentemperaturen einen störungsfreien Betrieb des Kompressors. Eine schnell wirkende elektrische Zusatzheizung im Ölbehälter garantiert nach einer längeren Stillstandszeit der Lokomotive vor dem Start des Kompressors auch bei winterlichen Extremtemperaturen eine Öltemperatur von -10 bis -5 °C und damit eine ausreichende Viskosität des Öles. Eine Sicherheitsschaltung verhindert den vorzeitigen Start des Kompressors.

Zertifikate für Sicherheit und Zuverlässigkeit

Almig bietet mit der TrackAir-Baureihe eine schlüsselfertige Systemlösung zur Druckluftterzeugung unter rauen Einsatzbedingungen in Straßen-, Untergrund- und Eisenbahnen,

aber auch in Omnibussen und Lkw. Almig ist nach dem International Railway Industry Standard (IRIS: Reg.-Nr. 1211320642) zertifiziert. Alle Track-Air-Anlagen erfüllen die Abnahmebedingungen gemäß ISO 1217-3 annex C – 1996, Det Norske Veritas, Germanischer Lloyd, Bureau Veritas, Lloyd's Register of Shipping und anderen und entsprechen den CE-Richtlinien. Die modular aufgebauten, öleingespritzten Track-Air-Schraubenkompressoren können maßgeschneidert an spezielle Kundenanforderungen angepasst werden und eignen sich durch ihren kompakten Aufbau besonders zum Einbau bei engen Platzverhältnissen. Die Anlagen werden nach IRIS, ISO 9001 und ISO 14001 gefertigt. Sie können sowohl freistehend geliefert oder in eine Rahmenkonstruktion aus Stahl oder Aluminium eingebaut werden, sowohl für die Unterflur als auch für die Dachmontage konzipiert und optional mit allen erforderlichen Komponenten für Druckluftaufbereitung (z. B. Filter- und Trocknungssysteme) und Steuerung ausgerüstet werden. Als Antriebsarten sind je nach Modell der Direktantrieb, der Antrieb über ein Getriebe, Gelenkwelle oder Keilriemen, der Hydro-Antrieb und der drehzahlgeregelte Antrieb möglich. Das Track-Air-Programm umfasst Module mit

- Antriebsleistungen von 4 bis 40 kW,
- Volumenströmen von 0,5 bis 5,0 m³/min und
- Druckstufen von 5 bis 13 bar.

Die Schraubenkompressoranlagen der modularen Track-Air-Baureihe zeichnen sich durch hohe Standzeiten und große Zuverlässigkeit, durch den Einsatz bewährter Komponenten, niedrige Wartungskosten, lange Service-Intervalle, geringes Gewicht und vibrationsarmen und leisen Aufbau aus. Da die von Almig in der Track-Air-Baureihe eingesetzten patentierten Verdichtungsstufen je nach Kundenwunsch für alle technisch möglichen Antriebsarten ausgerüstet werden können, bieten diese Schraubenkompressoren immer maßgeschneiderte Lösungsmöglichkeiten.

Idealer Partner

„In der Vergangenheit haben wir auch schon mit anderen Herstellern von Druckluft-Erzeugungsanlagen zusammengearbeitet. Im Gegensatz zu unseren bisherigen Erfahrungen läuft die Zusammenarbeit mit Almig trotz teilweise enger Zeitfenster außergewöhnlich gut und absolut problemlos. Wir werden von Almig sehr kompetent bedient und technisch hervorragend unterstützt. Das gilt auch für den sehr wichtigen Engineering-Sektor. Das von Almig gelieferte Produkt ist ideal auf unsere Bedürfnisse zugeschnitten und erfüllt unsere Vorgaben ohne Abstriche. Unser Vertrauen, das wir in diesen Partner gesetzt haben, wurde nicht enttäuscht“, resümiert Engineering-Leiter Alberto Cortesi.

ALMIG
21178760

WWW
www.vfvl.de/#21178760