

Weltgrößte Eisenbahnmesse in Berlin

Klimatechnik auf der InnoTrans 2002

Dr.-Ing. Ulrich Adolph, Leipzig

Worum es in diesem Beitrag geht

Alle zwei Jahre findet im September in Berlin mit der InnoTrans die weltgrößte Fachmesse im Bereich der Schienenverkehrstechnik statt. Mit über 30 000 Fachbesuchern (30 % aus dem Ausland) und mehr als 1000 Ausstellern (über 40 Prozent international) konnten zuletzt die Zahlen von 2000 übertroffen werden. Ein Ereignis auch für die KK, denn das Segment der Klima- und Lüftungstechnik erlangt vor allem aus Komfortgründen eine immer größere Bedeutung. Es geht darum, den vielfältigen und teilweise sehr hohen Anforderungen zur Kühlung unterschiedlichster Schienenfahrzeuge gerecht zu werden. Die nächste InnoTrans findet zwischen dem 21. und 24. September 2004 statt (www.innotrans.de).

Es ist in der Sparte der Eisenbahnklimatisierung wie in vielen Bereichen der Wirtschaft: Es gibt mehr Angebote als der Markt aufnehmen kann. Aber es gibt noch genügend Abnehmer, damit sich der kleine und leistungsfähige Industriezweig innovativ entwickelt. Bahnklimageräte sind mit Kältekreisläufen ausgestattet, wie andere Klimageräte auch, und doch sind sie eine besondere Spezies. Die Projektanten und Konstrukteure müssen mit Platz und Masse sehr sorgsam umgehen, nicht unerhebliche Stoß- und Schwingungskräfte sind bei der Dimensionierung der Festigkeitskomponenten zu berücksichtigen und die Leistungsanforderungen sind über das Jahr verteilt zwischen 100 und nahezu 0 % zu bewältigen. Viele Bahnklimaanwendungen für mitteleuropäische Bedingungen benötigen Kühlleistungen um die 30 kW und trotzdem wird man kaum zwei verschiedene Wagentypen finden, in denen baugleiche Klimageräte arbeiten. So

zum Autor

Dr.-Ing. Ulrich Adolph, Entwicklungsberater Kälte- und Klimatechnik, Leipzig



wie sich heute neue Züge von Bestellung zu Bestellung voneinander unterscheiden, so unterscheiden sich auch die Klimageräte in ihrer Konfiguration. Es gibt Kompaktgeräte auf dem Dach oder Unter-

Schöne neue Züge, einzelne Wagen, Drehgestelle und Puffer, Sitze vom Feinsten, Fenster, Türen, Bahnsteige und vieles andere mehr, was die Bahn für den Betrieb ihres Systems benötigt, bekommt man auf der InnoTrans aus einem weltweiten Angebot zu sehen. Und zu modernen Zügen gehört heute ganz selbstverständlich auch eine Klimaanlage. Die bekannten Hersteller waren mit ihren neuesten Produkten vertreten und warben um die Gunst der Wagenbauer.



Ein Blick in die Eröffnungsfeier. Auf dem Podium: Kurt Bodewig (Bundesminister für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen), Hartmut Mehdorn (Vorstandsvorsitzender Deutsche Bahn AG), Dieter Ludwig (Geschäftsführer Manager Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH), Eberhard Krummheuer, Redaktion „Handelsblatt“, Herbert H. Steffen, Vorstandsvorsitzender Siemens Transportation Systems), Michel Moreau (President, Alstom transport S. A.), Pierre Lortie (President & COO, Bombardier Transportation) und James N. Sanders (Mitglied des Vorstands Vossloh AG)

flur, es gibt Splitgeräte nur oben oder nur unten, aber meist verteilt zwischen beiden Stellen, und in wenigen Fällen gibt es auch indirekt kühlende Geräte mit einem Solekreislauf zwischen Verdampfer und Luftkühler. Geheizt wird fast immer elektrisch, viele Klimageräte bieten die Heizfunktion über den Zuluftstrom mit an, aber auch vollständige oder ergänzende Konvektionsheizungen an verschiedenen Stellen des Wagens werden genutzt.

strom von unter einem kg/s mit diesem Druckverhältnis verdichten zu können. Die Antriebsleistung für 30 kW Kühlleistung beträgt etwas über 30 kW und ist beim Vergleich mit Kaltdampfanlagen ungewöhnlich hoch, aber immerhin 10 kW geringer als bei der ersten Generation. Unter den Bahnbedingungen der Energieversorgung und den stark schwankenden Leistungsanforderungen erweist sich das allerdings als verantwortbar, zumal der Jah-



Auf dem Freigelände zwischen den Hallen waren schöne neue Bahnen zu sehen, hier die Erfurter Bahn mit dem Klimagerät auf dem Dach des Steuerwagens



Kaltluftklimagerät von LIEBHERR in senkrechter Stellung auf dem beengten Messestand, unten in der Mitte der Turbomaschinensatz, oben die Kaltluftzufuhr zum Zuluftkühler

Das Kältemittel der Klimageräte ist zu meist R 134a, denn das erweist sich bei luftgekühlten Anlagen und hohen Umgebungstemperaturen als völlig unproblematisch, während das vereinzelt verwendete R 407C bei den üblich hohen Temperaturspreizungen an den Wärmeübertragern schon bezüglich des Hochdrucks problematisch sein kann. Nachdem der deutsche Superzug ICE3 mit einer Klimaanlage mit Luft als Kältemittel fährt, sind weitere Anwendungen gefolgt. Auch dazu gab es auf der InnoTrans Ausstellungsstücke.

Die Fa. LIEBHERR Verkehrstechnik GmbH hat die Weiterentwicklung der Kaltlufttechnologie für Bahnklimaanwendungen in einem Kompaktgerät für die kommende ICE-Generation verwirklicht. Während die erste ICE 3-Lösung von HFG Faiveley GmbH einen zweistufigen geschlossenen Überdruckprozeß verwirklichte, kommt nunmehr der einfachere Unterdruckprozeß zur Anwendung, der zur Umgebung hin offen ist und die Zuluft über den Wärmeübertrager auf der kalten Seite kühlt. Das Gerät arbeitet mit einem Turbomaschinensatz und realisiert das Druckverhältnis 2, so daß die Expansion vom Umgebungsdruck auf den Druck im Wärmeübertrager auf ca. 0,5 bar Unterdruck erfolgt, was der Verdichter kompensieren muß, indem er die Luft wieder in die Umgebung fördert. Zwischen Verdichter und Turbine sitzt der Hochfrequenz-Antriebsmotor, der mit bis zu über 30 000 U/min arbeitet, um den geringen Masse-

resenergieverbrauch (einschl. Heizen) nur höchstens 25 % über dem von Kaltdampfanlagen liegt. Vom Kältemittel her ist es eine umweltfreundliche Lösung und damit durchaus zukunftsträchtig. Die auf der Messe gezeigte Anlage stach durch ihre saubere Verarbeitung hervor und war auch bezüglich der Strömungswege der Luft durch das Klimagerät konstruktiv optimal gestaltet. Daran kann sich manches konventionelle Gerät, auch im stationären Einsatz, beispielhaft messen und wird meist verlieren. Die Kaltlufttechnik ist zwischenzeitlich für zwei weitere Zugtypen vorgesehen, allerdings in anderer konstruktiver Lösung. Bei LIEBHERR gab es zudem weitere Klimageräte zu sehen, mit denen beiden o. g. Kältemitteln und konventioneller Ausführung.

Monoblock-Klimagerät für den französischen Hochgeschwindigkeitszug TGV, rechts das Verdichter-Verflüssiger-Aggregat, links der Luftkühler



Ein bedeutender Hersteller von Klimageräten und -anlagen ist die HFG HVAC Faiveley GmbH in Schkeuditz. Das zeigte sich auch auf dem Messestand des Unternehmens. Der neue französische Doppelstock-Hochgeschwindigkeitszug TGV ist mit zwei Klimageräten je Wagen ausgerüstet, jeweils ein Gerät für eine Ebene. Kompliziert war dabei die Unterbringung der gesamten Technik innerhalb des Lichtraumprofils, wobei beide Geräte an einem Wagenende über dem Drehgestell – je eines auf einer Seite – angeordnet sind. Die Kälteleistung bis 28 kW wird mit R 407C aufgebracht, das Gerät ist sehr kompakt aufgebaut. Eine konstruktive Besonderheit besteht darin, daß das Klimagerät von der Seite aus dem Wagen herausziehbar sein muß. Die Verbindung mit

Dachgerät für die Fahrerstandsklimatisierung von BEHR Industrietechnik



dem starren Wagenkanalsystem ist daher flexibel und dennoch zuverlässig abdichtend gestaltet, nämlich über pneumatisch aufblasbare Dichtungen.

Ein zweites Ausstellungsstück war ein Klimagerät für Virgin Rails in Großbritannien für einen Hochgeschwindigkeitszug, das sich durch eine sehr flache Ausführung für die Unterbringung im Dachbereich auszeichnet und das sich in den Dachaufbau integriert, indem es sich der Dachform gleichmäßig anpaßt bzw. in der Wagenfarbe ausgeführt ist.

Die Konvekta AG als führender Hersteller von Autobusklimaanlagen hat sich mit KIEPE Elektrik GesmbH zusammengefunden, um im Bahnklimageschäft mitwirken zu können. Beim Siemens-Triebzug VT 642 ist das gut gelungen, indem die Autobustechnologie mit dieselangetriebenem Verdichter getrennt vom im Dach angeordneten Luftkühler gestaltet worden ist. Das flache Dachgerät ist zudem gestalterisch günstig der Dachform der Wagen angepaßt. Für solche Anwendungen hat sich Konvekta auch einen eigenen Leichtmetall-Klimaverdichter geschaffen, indem mit Bitzer zusammengearbeitet wurde. Es ist der Bitzer-Leichtmetallverdichter im Konvekta-Look, d. h. wo Konvekta draufsteht, ist Bitzer drin.

Am Messestand war das Klimagerät zu sehen, das aus der Kiepe-Zusammenarbeit entstanden ist, nämlich ein klassisches Kompaktgerät für Dachaufbau HKL mit 25 kW Kühlleistung und 20 kW Heizleistung, bei dem offenbar das Konzept zu Grunde liegt, ohne konkrete Wagendaten, sozusagen ab Lager zu fertigen und zu liefern.

Die BEHR Industrietechnik GmbH klimatisiert seit vielen Jahren die Führerstände von Lokomotiven. Dafür gibt es Standardprodukte, die immer wieder an neue Anwendungen angepaßt werden. Durch Zusammenfügen von mehreren Einzelmodulen lassen sich auch Großklimageräte realisieren, was den unbestrittenen Vorteil mit sich bringt, daß auch weiter gekühlt wird, wenn einmal ein Gerät un-



Motor-Verdichter-Block im Lumikko®-Führerstandsklimagerät

vorhergesehen ausfällt. Die Anwendung dieser modularen Bauweise hat sich aber in der Praxis bisher in Grenzen gehalten.

Dagegen gab es auf der InnoTrans diesmal ein neues Dachklimagerät von BEHR für einen Führerstand zu sehen, das wie ein Großgerät konzipiert ist und entsprechend verkleinert gestaltet wurde. Da für die Ausstellung auf der Messe die Dachverkleidung des Gerätes durchsichtig war, hatte man einen kompletten Einblick in das Innenleben. Als Verdichter fungiert ein Zweizylinder-Halbhermetik im Kälteteil des Gerätes, und im Zuluftteil sind Luftkühler, Lüfter, Heizer und Stellklappen angeordnet. Als Führerstandslösung ist das



Druckschutzventil mit Stelleinheit von ITEG und Druckschutzsteuerung von Rexxon



Kompaktklimagerät von KONVEKTA-KIEPE für Dacheinbau, im Vordergrund die Luftkühl-Heizeinheit, im Hintergrund der Verdichter-Verflüssigerblock

Bauvolumen recht groß, aber es scheint dadurch kaum Probleme mit der Luftführung zu geben.

Von den ausländischen Anbietern von Bahnklimageräten soll noch auf eine unkonventionelle Lösung des finnischen Herstellers von Fahrzeugausrüstungen Lakeuden Kylmäkeskus Oy unter der Bezeichnung Lumikko® hingewiesen werden. Für die Klimatisierung von Lokomotivführerständen gibt es dort ein Gerät, das man nachträglich über der Fahrerkabine auf dem Dach installieren kann. Es liefert 1000 m³/h Luft, was für einen Führerstand ausreicht und bei 45 °C Außentemperatur bietet es mit dem Kältemittel R 134a eine Kühlleistung von 3 kW. Es ist preiswert aus Standardelementen aufgebaut, wobei die rationellste Lösung in der Verwendung eines Axialkolbenverdichters aus der Automobilklimatisierung besteht. Der Verdichter wird wie dort über einen Keilriemen angetrieben, als Motor gibt es einen 400-V-Drehstromantrieb oder auch eine einphasige Variante. Alle Komponenten befinden sich unter einer wetterfesten GFK-Haube.

Zur Lufttechnik in Hochgeschwindigkeitszügen gehört auch der Schutz der Fahrgäste vor den Druckwellen, die durch Zugbegegnungen, Tunnellein- und -ausfahrten und ähnliche Ereignisse verursacht werden. Da die Druckstöße sehr kurzzeitig und schnell wirken, bedarf es schnell schließender Ventile und entsprechender Ansteuerung vom Druckaufnehmer bis zum Stellglied. Mit diesen Aufgaben befassen sich die Firmen REXXON GmbH in Kiel und ITEG mbH in Leipzig gemeinsam. Sie stellten sowohl eine neue Steuerung als auch ein völlig neues Ventil vor, womit wesentliche Verbesserungen gegenüber bisherigen Lösungen erreicht werden konnten.

Was wäre schließlich die Bahnklimatisierung ohne eine kritischste abschließende Prüfung der erreichten Parameter? Diese Prüfung wird für fast alle neuen Züge in Europa von der Prüfstelle Rail Tec Arsenal Fahrzeugversuchsanlage GmbH in Wien durchgeführt¹. Diese warb auf der InnoTrans für ihre beiden neuen Klima-Windkanäle, in denen nahezu alle denkbaren Außenzustände hergestellt werden können. Es gibt Außentemperaturen von - 50 bis + 60 °C, Sonnenscheinleistungen bis 1000 W/m² und Fahr- bzw. Windgeschwindigkeiten bis 300 km/h. Die Leistungsfähigkeit dieser Prüfstelle könnte auch für manche stationäre Anwendung interessant sein, insbesondere wenn es sich um Kälte- oder Klimageräte handelt, bei denen man Schneestürme oder extreme Temperaturschwankungen in das Prüfprogramm einbeziehen muß.

U. A.

¹ Ausführliche Informationen hierzu finden Sie im Internet unter der Adresse www.arsenal.ac.at.