

Lötschberg-Tunnel

Hans-Peter Läng

Klima-Kältetechnik in höchster Qualität und Sicherheit

Die Verantwortlichen der BLS Alp Transit AG bauen beim 34,6 km langen Lötschberg-Basistunnel von Frutigen nach Raron absolut auf die langjährige Sicherheit zugunsten der Tunnelbenützer, das heisst auf die hohe technische Sicherheit der Infrastruktur, welche zum Betrieb eines Tunnels notwendig ist.

Bei der Planung zur Einrichtung und Sicherheit der technischen Zentralen in den acht Kavernen (H 13 x L 40 x B 50 Meter) bildeten denn auch die Druckschläge von vorbeifahrenden Zügen mit einer geplanten Höchstgeschwindigkeit von bis zu 250 kmh und die klimatischen Verhältnisse (Wärme und Feuchte) spezielle Knacknüsse, welche nur mit der besonderen Erfahrung einer spezialisierten Firma innert nützlicher Frist gelöst werden konnten.

«LUSS»: Das Luft-Umlenk-Sicherheits-System für Bahntunnels

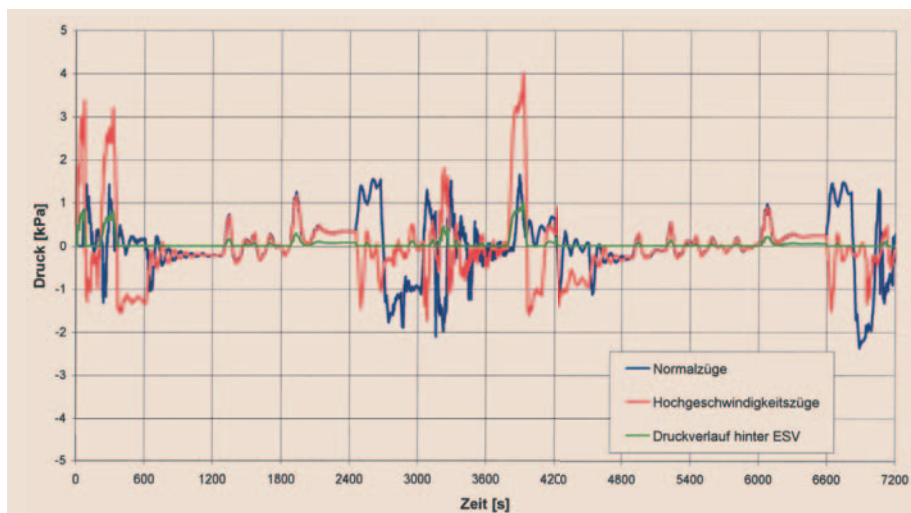
Die Problematik der Druckschläge auf technische Anlagen in Eisenbahntunnels erhöht sich mit der Zunahme von Hochgeschwindigkeitszügen ständig. In diesem Zusammenhang entwickelte die Firma Wintsch AG in Münchenstein ein System, welches die Gebäudetechnikanlagen vor den Druckstössen vorbeifahrender Züge schützt. Gleichzeitig

müssen jedoch die Funktionen dieser Anlagen in den Kavernen neben den Tunnels konstant und optimal gewährleistet sein. Dank «LUSS» können Unterhalts- und Reparaturkosten für den Tunnelbetreiber BLS AG markant gesenkt und die Betriebssicherheit der Lüftungs- und Klimaanlage wesentlich verbessert werden. Die BLS Alp Transit als Auftraggeberin nimmt für sich mit Recht einen gewissen Systemschutz in Anspruch, weshalb nicht in allen Details darüber berichtet werden kann.

Systembeschreibung von «LUSS»

Alle Lüftungsanlagen in den Kavernen (an Bahntunnels mit Luftaustausch zu einem Bahntunnel), das heisst «Luftansaug aus» und «Luftausblas in» einen Tunnel werden mit Explosionsschutzventilen (ESV) ausgerüstet. Die vorbeifahrenden Züge schliessen die ESV und verhindern damit einen Druckstoss in das Kanalnetz und auf die Lüftungskomponenten.

Das Diagramm zeigt den Druckverlauf im Bahntunnel (rot = Hochgeschwindigkeitszüge, blau = Normalzüge, grün = Druckverlauf hinter ESV).



Beteiligte Unternehmen im Bereich «Container»

Planung, Entwicklung, Installation:
Wintsch AG, Münchenstein

MSR Planung: MST AG

Klimakastengeräte: Seven-Air AG, Luzern

Gliederklappen, Brandschutzklappen:
Lucoma AG, Einigen

Klappen-Antriebe: Belimo AG, Hinwil

Kälteanlage: Ciat AG, Reussbühl

Kunststoff-Ventilatoren: Colasit AG, Spiez

Edelstahl Radialventilatoren:

Ferrari / Bonotec, Konolfingen

Filter (F7, F9, H11): Unifil AG, Niederlenz

Umwälzpumpen: Biral AG, Münsingen

Kältemaschinen, Rohrbündeltauscher:

Ciat AG, Reussbühl

DDC Regelungen:

Saia-Burgess Controls AG, Murten

Peripheriegeräte: Sensortec, Ins

Elektro Steuerschränke:

ABC Elektrotechnik AG, Belp

Während der Schliessung des Luftzirkulationssystems durch die ESV werden die dahinter liegenden Anlagen in einen Umlenkbetrieb geschaltet. Die Abluft aus der Kaverne wird in eine Klimazentrale zurückgeführt und eingeblasen. Das Luftaufbereitungsgerät in der Zentrale schliesst die Aussenluftklappe und öffnet eine Umlenkklappe zum direkten Ansaug der zurückgeführten Luft. Damit ist eine konstante Luftversorgung aller in den Kavernen eingebauten Containern gewährleistet, denn die Vorgabe der Bauherrschaft lautete, dass die Container konstant im Überdruck zu halten seien, um diese vor Verschmutzung zu schützen. Die Umschaltung erfolgt über Klappen mit schnellen pneumatischen Antrieben von maximal ein bis zwei Sekunden Schliesszeit. Das Öffnen und Schliessen der Klappen wird durch Annäherungskontaktschalter, welche an den Explosionsschutzventilen installiert sind, gesteuert. Da die Umstellung sehr schnell geschehen muss, wurde ein Pneumatik-System gewählt, welches konstant Druckluft aufbereitet und für eine Öffnungs- und Schliesszeit von <1 sec verantwortlich ist. Das gesamte Lüftungs-Klima-System für die technische Tunnleinrichtung wird vollkommen redundant ausgeführt.

Kleiner Einblick in die spezialisierten Komponenten

Mit einem speziellen Effort wurden von zeitweise bis zu 25 Monteuren (ausschliesslich gelernte Fachleute und Lehrlinge) der Firma Wintsch innert nur sechs Monaten 136 Container (allgemeine Technik-Zentralen plus Klimazentralen) in V4A-Material komplett betriebsbereit ausgerüstet. Teilweise wurden wöchentlich sechs bis acht Umluftklimageräte in der angemieteten Containerhalle angeliefert. Hunderte



von Antrieben, Ventilen, Brandschutzklappen, Regel- und Steuergeräten, Pumpen, Kondensatpumpen usw. wurden in einem Anlagenwert von rund 10,5 Millionen Franken installiert.

Neu-Installation in den Kavernen

Die 136 Edelstahl-Container werden nun von Januar bis Juli 2005 gemeinsam mit dem Auftraggeber bis zur Anbindung auf das Leitsystem durchgetestet. Nachher werden sie wieder zerlegt, transportiert und im Tunnel ab Oktober 2005 wieder eingebaut, verkabelt und verrohrt (Bilder 4 und 10). Danach erfolgt die definitive Inbetriebnahme vor Ort.

Dieses ungewöhnliche und aufwändige Vorgehen bietet Vorteile gegenüber prüf- und montagetechnischen sowie terminlichen Risiken. Die technischen Einrichtungen müssen, sobald die Montage in den Kavernen machbar ist, so schnell

1 Ausschnitt aus der riesigen Werkshalle mit einer Höhe von 11,5 Metern, in welcher die 136 Container von der Firma Wintsch montiert werden.

2 In den Containerkollektiven von bis zu 24,5 Metern Länge wirken die Zu- und Abluft-Monoblocs mit einer Breite von immerhin 1,8 Metern geradezu verloren.

3 Umluft-Kühlgeräte in stehender Ausführung, anschlussfertig geliefert, sind am Doppelboden angeschlossen.

4 Bei der Demontage in Bern, Montage in den Kavernen, müssen die Container in maximale Breiten von 2,28 Metern zerlegt werden (Bilder 4 und 10, gelb). Die dazu notwendige vorbereitete Trennung der Installation ist eine anspruchsvolle und extrem aufwändige Aufgabe. Grosses Augenmerk muss dabei auf die noch zu installierenden Transportsicherungen gelegt werden.

5 Aufwändige Luftreinhaltung in engen Platzverhältnissen: Filtergehäuse aus V4A als Vorstufe vor den Monoblocs mit Vorfilter F5, Feinstaubfilter F9 (links) und Feinstaubfilter F9/150 mm in den Monoblocs. In Bereichen von elektronischen Komponenten wird mit Filterklasse H 11 gearbeitet.

6 Kunststoff-Ventilatoren (redundant geführt) im Batterie-Container. Die Antriebsmotoren (Elektromotorenwerke Brienz) in Ex-e-II-T3 sind nach Atex 2 ausgeführt. Lauftrad und Gehäuse bestehen aus schwer brennbarem und elektrisch leitendem Thermoplast.

wie möglich installiert und in Betrieb genommen werden, da die Anlagen bereits ab dem Jahre 2006 in Betrieb stehen, und die Anbindung auf die Leitstellen in Frutigen, Raron und Spiez langfristig ausgetestet werden muss. Pro Kaverne werden zirka 20 Container gestellt. Darin sind

«Herz und Seele» der Tunneleinrichtung untergebracht: Technik und Sicherheit auf allerhöchstem Niveau – und dies auch in Bezug auf die Lüftungs- und Klimaanlagen zum Schutze der zahlreichen hochstehenden technischen Einrichtungen. In den Kavernen herrschen Klimabedingun-

gen von über +35°C und teilweise über 75 % r.F. Alle Container sind auf konstante Raumbedingungen von +25 bis +28°C und 55 % r.F. vollklimatisiert. Für die Klimatisierung der Tunnel-Technik werden über 2000 kW Kälteleistung benötigt; bergwassergekühlt im Tunnel, luftgekühlt ausserhalb des Tunnels.

Klimageräte in Spezial-Ausführung

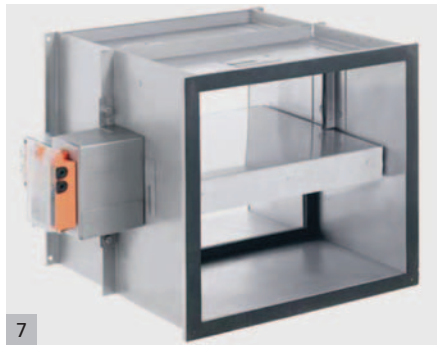
Sämtliche Monoblocs von Seven Air wurden aus Platzgründen je nach Containerausführung einzeln auf jeden Millimeter eingepasst. Die Umluft-Kühlgeräte in stehender Ausführung sind am Doppelboden angeschlossen. Die Aussenluftgeräte (Bodenbleche aus V4A) sind horizontal in doppelter Ausführung. Die Schaltschränke aus V4A wurden in die Monoblocs integriert. Der Leistungsumfang pro Gerät bewegt sich je nach Container-Ausführung zwischen 500 bis 5000 m³/h respektive 3 kW bis 30 kW Kühlleistung. Die Geräte wurden fertig verdrahtet und verrohrt in die Containerhalle geliefert.

Über 720 000 Bewegungen von Jalousie-Klappen

Lucoma-Luftjalousieklappen aus V4A sind resistent gegen aggressive Luft, temperaturbeständig bis 120°C und können (bei garantierter Funktionssicherheit) für eine Betriebstemperatur von +60°C eingesetzt werden. Beim Lötschbergtunnel wurden eine sehr schnelle Schliesszeit und eine erhöhte Produktgarantie verlangt. Deshalb laufen seit März 2004 Bewegungstests (Auf/Zu) mit dieser Klappenausführung. Per Mitte November 2004 wurden rund 720 000 Bewegungen ausgeführt. Der Test ist immer noch am Laufen (Bild 9). Die von Lucoma gelieferten Brandschutzklappen sind ebenfalls aus V4A und weisen die Feuerwiderstandsklasse K90 auf (Bild 7).

Stellantriebe, Regel-Kugelhähnen

Die Umluftklimageräte von Seven-Air werden mit Belimo Regel-Kugelhähnen geregelt. Diese weisen eine gleichprozentige Kennlinie (nach VDI/VDE 2173) auf. Der Belimo Regel-Kugelhahn schliesst luftblasendicht, es entstehen keine Leckagen, was beim Projekt Lötschberg von grösster Wichtigkeit ist, da die Systeme redundant sind. Somit entsteht kein Energieverlust und keine Falschzirkulation. Die kompakte und robuste Bauweise des Regel-Kugelhahns erleichtert die Montage und vor allem das Isolieren: ganz wesentliche Vorteile beim sehr engen Container-Einbau. Die Antriebe NRY24-SR sind mit einer Antiblockierfunktion ausgerüstet; damit ist gewährleistet, dass der Regel-Kugelhahn auch nach längeren Standzeiten noch einwandfrei regelt. Alle Antriebe wurden mit halogenfreien Kabeln ausgerüstet.



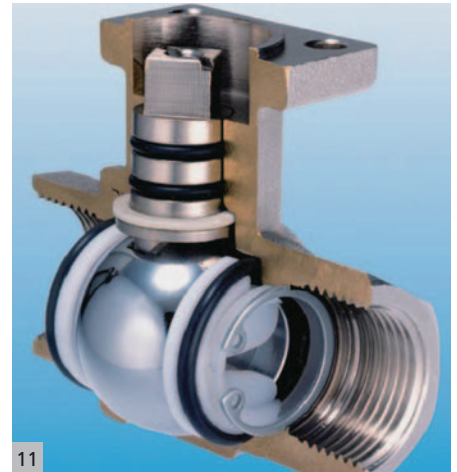
7



8



9



11



10

7 Sämtliche Zuluft-Eingänge und Luftaustritte in und aus den Containern sind mit Brandschutzklappen aus V4A geschützt.

8 Um die Brandlasten und den Installationsaufwand möglichst gering zu halten, wurden für die Brandschutzklappen MP-Bus Antriebe vom Typ BFG24TL-T-ST auf Lucoma Brandschutzklappen eingesetzt. Diese kommunizieren über das Netzgerät BKN23-24-LON mittels LON-Bus mit der Steuerung.

9 Testeinrichtung der Jalousieklappe (Einsatz nach Explosionsventilen / vor Containern): V4A-Reglalklappen. Rechtes Segment: Bis dato über 720 000 Bewegungen mit einem Spezialmotor im 5-Sekunden-Takt. Der Klappenhersteller prognostiziert mindestens 2,5 Millionen Bewegungen mit dieser Ausführung.

10 Trennstellen für die Demontage auch bei der Kälte.

11 Die Regel-Kugelhähnen weisen eine gleichprozentige Kennlinie (nach VDI/VDE 2173) auf und schliessen luftblasendicht. Es entstehen keine Leckagen, somit entstehen kein Energieverlust und keine Falschzirkulation.

Mehrstufige Luft-Filtration

Bei den Aussengeräten von Seven Air wurden Filtergehäuse von Unifil aus V4A als Vorstufe vor den Monoblocs eingesetzt.

Filterklassen: Vorfilter F5 mit Feinstaubfilter F9 «Turbofil TUT» mit Anpressvorrichtung. In den Monoblocs sind Feinstaubfilter «Turbofil TU» F9/150 mm eingebaut. In Bereichen von elektronischen Komponenten wird mit Filterklasse H 11 gearbeitet.

Die rein schweizerische Herstellung von Filtergehäuse und Filter bei Unifil war – im Zusammenhang mit der Qualitäts- und Ersatzteilgarantie – ein wichtiger Faktor für die Auftraggeber.

Kunststoff-Ventilatoren in den Batterie-Containern

Aufgrund der Gefahr von Säureaustritt in den Batterie-Containern sind Colasit-Kunststoff-Ventilatoren CMV 225, mit ATEX-Certifikat für den Einsatz in Zone 2, installiert. Dank der flexiblen Basiskonstruktion von Colasit konnten die direkt angetriebenen Ventilatoren mit den rostfreien Standardständern an der Decke montiert werden. Der Übergang zum Edelstahl-Kanal erfolgt durch eine säurefeste Manschette aus EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk). Die Leistungen der Ventilatoren bewegen sich im Bereich von 400 m³/h bis 4800 m³/h und Drücken von 200 Pa bis 1800 Pa montiert. ■