

Stay cool – Effiziente Kühlsysteme für die Bahn

Regelbare Antriebe für Lüfterantriebe in Schienenfahrzeugen steigern Energieeffizienz und sparen Bauraum

Hersteller von Schienenfahrzeuge stellen immer höhere Ansprüche an die Effizienz und Regelbarkeit von Kühlsystemen, um neue Abgasemissionsgrenzwerte einzuhalten und den Energieverbrauch zu senken. Dazu müssen sowohl Dieselmotoren als auch elektrische Hauptantriebe in immer enger definierten Temperaturfenstern gehalten werden. Das können nur stufenlos regelbare Lüfterradantriebe in Kühlsystemen effizient gewährleisten. Dadurch entwickelt sich die Antriebstechnik für Kühlsysteme zur Schlüsseltechnologie. Aktuelle elektrohydraulische und elektromechanische Antriebe regeln die Lüfterdrehzahl bedarfsgerecht nach den Vorgaben der Motorsteuerung und des Leitsystems in einem eigenen Regelkreis. Schienenfahrzeughersteller können damit durch eine geschickte Auslegung die Energieeffizienz um bis zu zehn Prozent verbessern, die installierte Leistung reduzieren und den Bauraum optimieren. Dieses Whitepaper beleuchtet die aktuellen Trends hin zu elektrohydraulischen Lösungen bei Dieselmotoren in Schienenfahrzeugen sowie den Einsatz von Frequenzumrichtern mit Servomotoren bei elektrisch angetriebenen Lokomotiven und Triebwagen.



Dachkühlanlage für Lokomotive

Anforderungen an Kühlsysteme

Grundsätzlich unterscheiden sich die Anforderungen an die Kühlleistung in Schienenfahrzeugen nach Art des Hauptantriebs. Bei Dieselmotoren herrscht ein höherer Kühlbedarf. Kühlsysteme haben eine installierte Antriebsleistung von bis zu 60 kW. Hier setzen Hersteller zu 95 Prozent hydraulische und elektrohydraulische Systemlösungen ein. Sie fügen sich durch ihre aufgelöste Bauweise und ihre einzigartige Kraftdichte auch in beengte Bauräume ein. Bei elektrisch angetrieben Schienenfahrzeugen kommen fast ausschließlich elektromechanische Lüfterantriebe im Leistungsbereich von 10 bis 25 kW zum Einsatz. In neueren Modellen stellen die Hersteller von Konstantantrieben auf regelbare Lösungen um. Diese arbeiten energieeffizienter und können in vielen Fällen kleiner ausgelegt werden.

Dieselmotoren: Effiziente Kühlung für niedrige Abgasemissionen

Wachsende Ansprüche der Bahnbetreiber an die Nachhaltigkeit und neue Abgasvorschriften, wie die im Januar 2019 in Europa in Kraft tretenden Regelungen Stage V für Dieselmotoren bis 560 kW, erfordern immer leistungsfähigere Abgasreinigungssysteme und zunehmend Eingriffe in das Motormanagement. Dadurch steigen die Anforderungen an das Temperaturmanagement moderner Motoren, weil Drehzahl und Kühlbedarf voneinander entkoppelt werden. Es geht in vielen Betriebssituationen nicht um Maximalkühlung, sondern darum, den Ladeluftstrom in einem eng definierten Temperaturfenster zu halten, um die optimale Abgasreinigung zu gewährleisten. Dazu müssen die Konstrukteure die verschiedensten Betriebssituationen abbilden: Zum Motorstart erst keine und dann eine langsam ansteigende Lüfterdrehzahl, bei höheren Umgebungstemperaturen und höherem Gelände eine stärkere Leistung.

Stand der Technik sind elektrohydraulische Systeme mit regelbarer Hydraulikpumpe und einem Hydromotor. Ein elektroproportionaler Pumpenregler an der Hydraulikpumpe verändert je nach Vorgabe den Systemdruck, der das Drehmoment des Hydromotors und damit die Lüfterdrehzahl regelt. Dazu erfasst ein Sensor die Temperaturen in den zu kühlenden Kreisläufen. Die Motorsteuerung des Dieselmotors kommuniziert mit dem Steuergerät der Hydraulik und gibt in Kennfeldern abgelegte Sollwerte für die Lüfterdrehzahlen vor, die dezentral mit den Ist-Werten

verglichen werden. Grundvoraussetzung ist die Kommunikation der Steuergeräte über CAN-Bus. Eine wichtige Rahmenbedingung ist der Anstieg der Ladelufttemperaturen auf 200°C bis 240°C. Sie bringt das klassische Material für die Kühler, Aluminium, in Grenzbereiche der Dauerfestigkeit. Darum muss das Kühlsystem so ausgelegt werden, dass die thermische Belastung unterhalb der kritischen Temperaturen liegt.

Anpassen der Kühlleistung per Software

Die elektronisch geregelte Hydraulik vereinfacht es Schienenfahrzeugherstellern, die Kühlantriebe bei identischer Hardware durch Softwareanpassungen auf unterschiedliche Klimazonen und Streckenprofile abzustimmen. Dazu ist lediglich eine Anpassung der Kennfelder in der Steuerung notwendig. Eine weitere Besonderheit ist der Reversierbetrieb. Er stellt die Drehrichtung des Lüfterrads kurzzeitig im laufenden Betrieb um und entfernt Verschmutzungen aus den Kühllamellen. Damit bleibt die Kühlleistung auch unter schwierigen Umgebungsbedingungen mit hoher Schmutzbelastung erhalten. Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit, den Antrieb bei Bahnhofsdurchfahrten oder in besonders dicht besiedelten Abschnitten herunterzuregulieren, um die Geräuschemission zu verringern. Auch das ist eine immer wichtigere Anforderung der Bahnbetreiber in Europa.

Neuere Entwicklungen der elektrohydraulischen Lösungen zielen auf die Einführung geschlossener hydraulischer Kreisläufe sowie der Einführung von Sekundärregelungen mit Verstellmotoren. Insgesamt sind durch solche elektrohydraulisch geregelten Systemlösungen Effizienzsteigerungen von bis zu 10 Prozent realisierbar.

Die notwendige Kommunikation mit der Dieselmotorsteuerung und die elektronische Regelung führen zu einem deutlich höheren Softwareanteil. Gleichzeitig steigt die Bedeutung des Antriebs-Know-hows, um die optimalen Lösungen zu finden. Bosch Rexroth bietet eine umfassende Unterstützung und realisiert seit Jahrzehnten maßgeschneiderte Kühlsysteme auf Basis von Großserienkomponenten. Die eingesetzten Steuergeräte sind in Zusammenarbeit mit der Bosch-Gruppe entwickelt, dem weltweiten Marktführer für Steuergeräte in automotiven Anwendungen. Dadurch ist die Integration der elektrohydraulischen Lösungen in E/E-Architektur von dieselgetriebenen Schienenfahrzeugen besonders einfach.

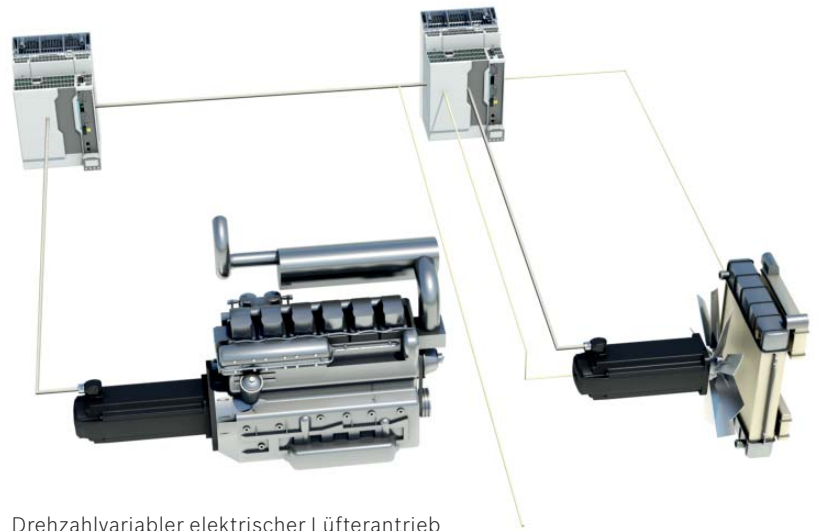
Elektrische Hauptantriebe: Intelligente Kühlregelung spart Energie und Bauraum

Bei elektrisch angetriebenen Lokomotiven und Triebwagen kommen fast ausschließlich elektrisch angetriebene Lüftersysteme zum Einsatz. Sie kühlen mit einer typischen Leistung von bis zu 25 kW die Transformatoren und die Umrichter des Hauptantriebs sowie weitere Hilfsaggregate. Weit verbreitet sind derzeit noch konstant arbeitende Lüfterantriebe, die nur im An/Aus-Betrieb arbeiten oder über drei Schaltpunkte mit vorab definierten Drehzahlen arbeiten. Aktuell untersuchen Hersteller systematisch den Einfluss der Kühlung auf die Energieeffizienz und die Lebensdauer der Komponenten des gesamten Antriebssystems. Erste Ergebnisse zeigen, dass auch hier eine bedarfsabhängige Kühlung über regelbare Antriebe deutlich messbare Energieeinsparungspotenziale bietet und die Lebensdauer der Komponenten im Antriebsstrang steigert.

Bislang übliche Konstantantriebe sind immer auf die Maximalleistung ausgelegt und nehmen entsprechend viel Bauraum in Anspruch. Darüber hinaus erzeugen sie ihrerseits gerade im häufigen Teillastbetrieb unnötig Abwärme, die wiederum eine höhere Gesamtkühlleistung erfordert. Regelbare Lösungen mit Frequenzumrichter und überlastfähigen Servomotoren dagegen können mit einer deutlich geringeren installierten Leistung den Kühlbedarf decken. Das senkt nicht nur den Energiebedarf spürbar, sondern spart auch Bauraum. Konstrukteure können deutlich kleinere Motoren einsetzen. Das verringert die Systemkosten ebenso wie die Betriebskosten für die Betreiber.

Der Einsatz intelligenter Frequenzumrichter eröffnet neue Freiheitsgrade für Konstrukteure, verschiedenste Betriebssituation in der Software abzubilden. Sie können Drehzahlen des Lüfterrads bei identischer Hardware so parametrieren, dass sich die Kühlleistung an unterschiedliche klimatischen Bedingungen oder Streckenprofile anpasst. Das vereinfacht das Variantenmanagement der global agierenden Hersteller.

Regelbare Antriebe erfüllen bei entsprechender Auswahl der Komponenten alle Anforderungen an die EMV-Verträglichkeit im Schienenfahrzeug. Die Steuerung der Antriebe erfolgt entweder über intelligente Frequenzumrichter oder ein Steuergerät, das mit dem Leitsystem des Zuges kommuniziert. Diese übergeord-



Drehzahlvariabler elektrischer Lüfterantrieb

nete Steuerung gibt die zu erreichenden Temperatur vor, die die dezentrale Intelligenz in Drehzahlen der Lüfterantriebe übersetzt und mit den Ist-Werten abgleicht. Bosch Rexroth, der Erfinder des wartungsfreien Servomotors und ein führender Anbieter von Antriebs- und Steuerungssystemen, hat diese Funktionen so weit vorprogrammiert, dass Schienenhersteller sie nur noch parametrieren müssen.

Ausblick

Sowohl bei Dieselmotoren als auch bei elektrisch angetriebenen Schienenfahrzeugen steigen die Anforderungen an das Kühlmanagement. Sie können nur durch regelbare Systeme erfüllt werden. Damit verändert sich der Fokus bei Kühlsystemen von der reinen Kühlphysik auf die intelligente Regelung des Lüfterantriebs. Moderne Systeme kommunizieren mit den Motorsteuerungen und Leitsystemen, um bedarfsgerecht zu kühlen. Das reduziert den Energiebedarf der Kühlung und in der Regel können die Komponenten kleiner ausgelegt werden. Darüber hinaus sind diese Kühlsysteme so kommunikativ, dass sie ihre Betriebszustände an die Zugsteuerung melden. Sie können auch zwischen Wartungsintervallen Störungen oder sich anbahnenden Verschleiß melden, bevor es zu einem Stillstand kommt. Entsprechend ausgerüstete Schienenfahrzeuge können ein kontinuierliches Condition Monitoring des Antriebsstrangs auf das Kühlsystem ausweiten und so die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit deutlich steigern. Bosch Rexroth stellt entsprechende Lösungen bereits für Schienenfahrzeuge und mobile Arbeitsmaschinen zur Verfügung.

Sie wollen mehr erfahren über effiziente Kühlsysteme: Besuchen Sie Bosch Rexroth auf der InnoTrans 2018: Halle 20, Stand 204.

Bosch Rexroth AG
Zum Eisengießer 1
97816 Lohr am Main

Steffen Fischer
Sales Manager Transport & große Kraftmaschinen
Bosch Rexroth AG