

## Moderne Luftversorgungsanlagen für nordamerikanische Lokomotiven



### 43. Tagung „Moderne Schienenfahrzeuge“ – 05.04.2016

Knorr-Bremse Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH

Dr. J. Paddison

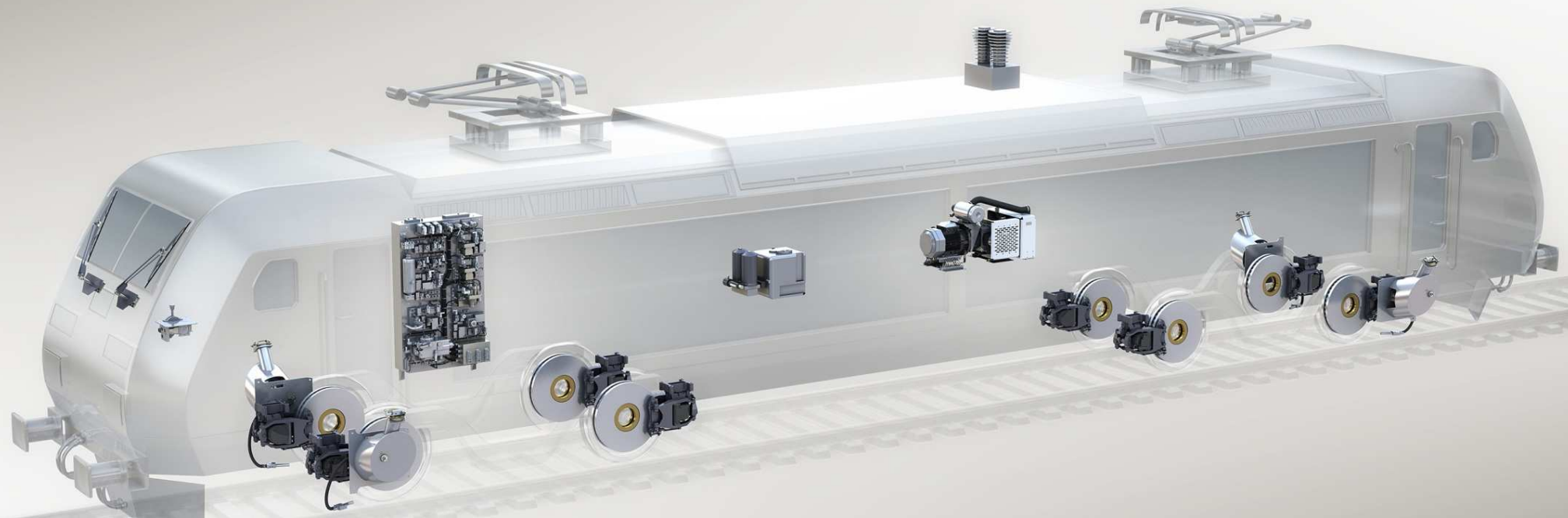
Dr. G. Assmann

C. Griebel

# Agenda

- Vorstellung der Luftversorgung im AAR System
- Neuer Ansatz – Ölfreier Kompressor für den AAR Markt
- Neuentwicklung Trockner für AAR Markt
- Herausforderungen in Lokalisierung

# Knorr-Bremse kann das komplette Bremssystem für Lokomotiven liefern



## Bremsteuerung

- Steuereinheiten
- Träger System
- Bremssteuerventile
- ESRA Komponenten
- Sensoren

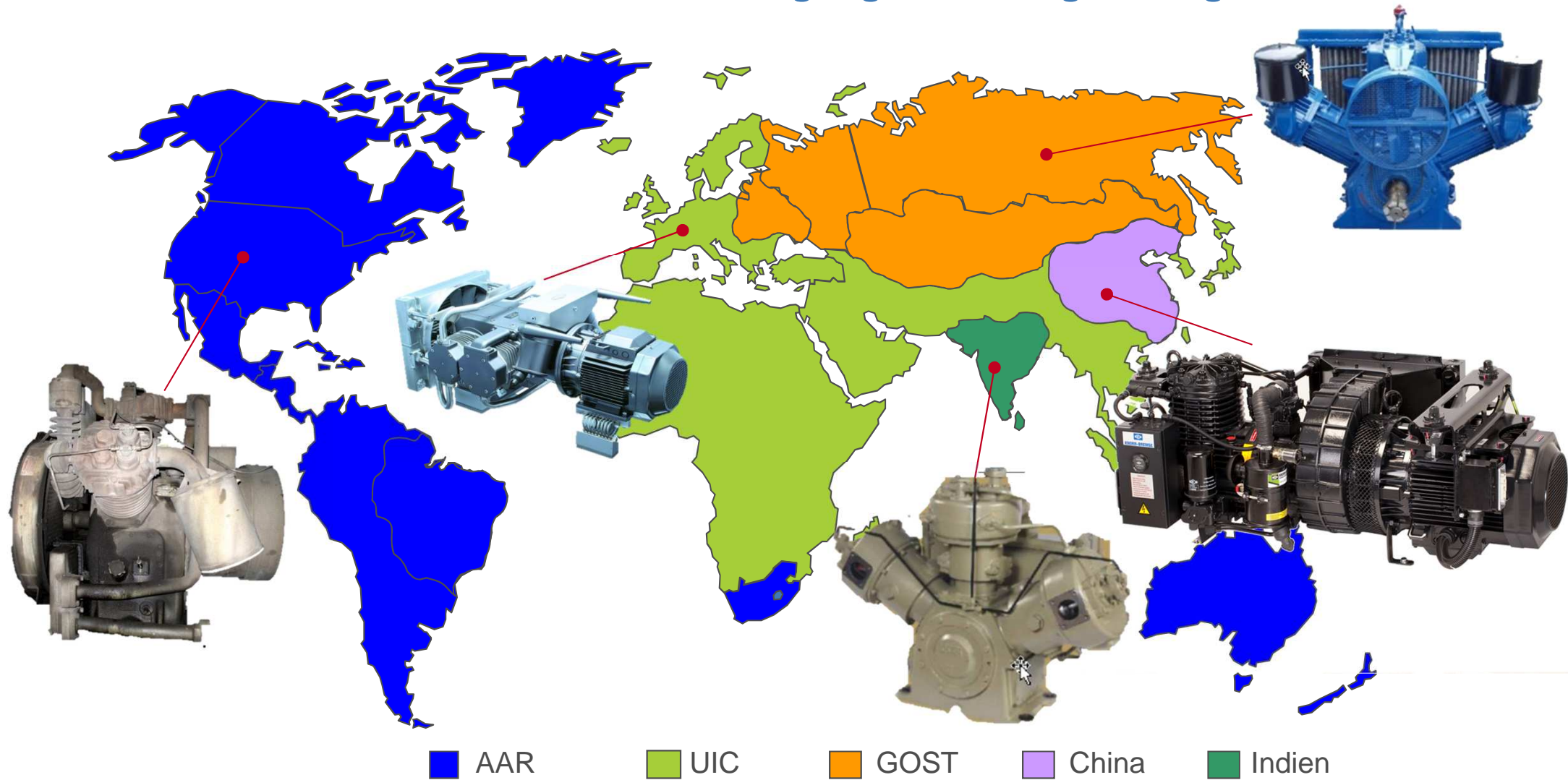
## Drehgestell

- Brems Scheibe- und belag
- Bremsattel
- Laufflächen Brems-einheit
- Schienenbremse
- Sandungssysteme

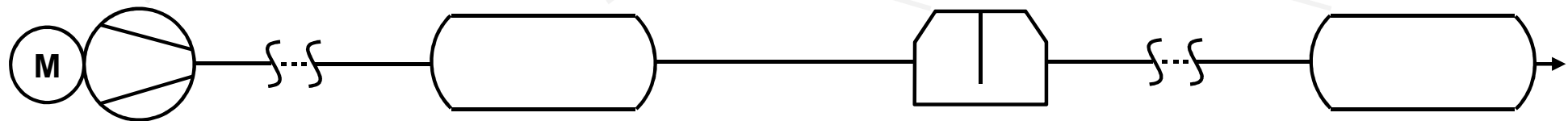
## Luftversorgung

- Kompressoren
- Lufttrockner- und Filter
- Kondensatsammelbehälter

# Weltweit werden unterschiedliche Luftversorgungstechnologien eingesetzt



## Aufbau des AAR Luftversorgungssystems für Frachtkomotiven



Kompressor

- Meist ölgeschmierte Kolbenkompressoren

Hauptbehälter 1

- Enthält verdichtete, feuchte Luft
- Sammelt Öl- und Wasserübertrag

Luftrockner

- Üblicherweise Adsorptions-trockner

Hauptbehälter 2

- Enthält getrocknete, aufbereitete Druckluft

- „Saubere“ Druckluft für das Bremssystem
- Versorgung weiterer pneumatischer Systeme einschließlich Scheibenwischer, Makrophon und Sandung

## Derzeitige Luftversorgungsanlagen nutzen ölgeschmierte Kolbenkompressoren, deren Ölschmierung zahlreiche Probleme mit sich bringt



### Ventile

- Verkockte Ventile verkürzen Wartungsintervalle
- Koksablösungen verursachen abrasive Verschmutzungen des Luftstroms



### Kühler

- Innere Oberflächen verschmutzen, was die Effizienz vermindert.
- Äußere Oberflächen werden durch Ölpartikel verklebt
- Beides erhöht die Lufttemperatur und die Gefahr von Verkokung.



### Rutschgefahr

- Ölhaltiges Kondensat wird in den Maschinenraum abgesondert und verursacht Rutsch- und Feuergefahr
- Dies bedeutet Verstöße gegen die FRA Lokomotiven Sicherheitsstandards



### Abscheidungen

- **Luftbremse:** Abrasive Verunreinigungen und Gummiverschleiß
- **Lufttrockner:** Ölverschmutztes Trocknungsmittel kann sich nicht regenerieren und wird zu Sondermüll



### Umwelt

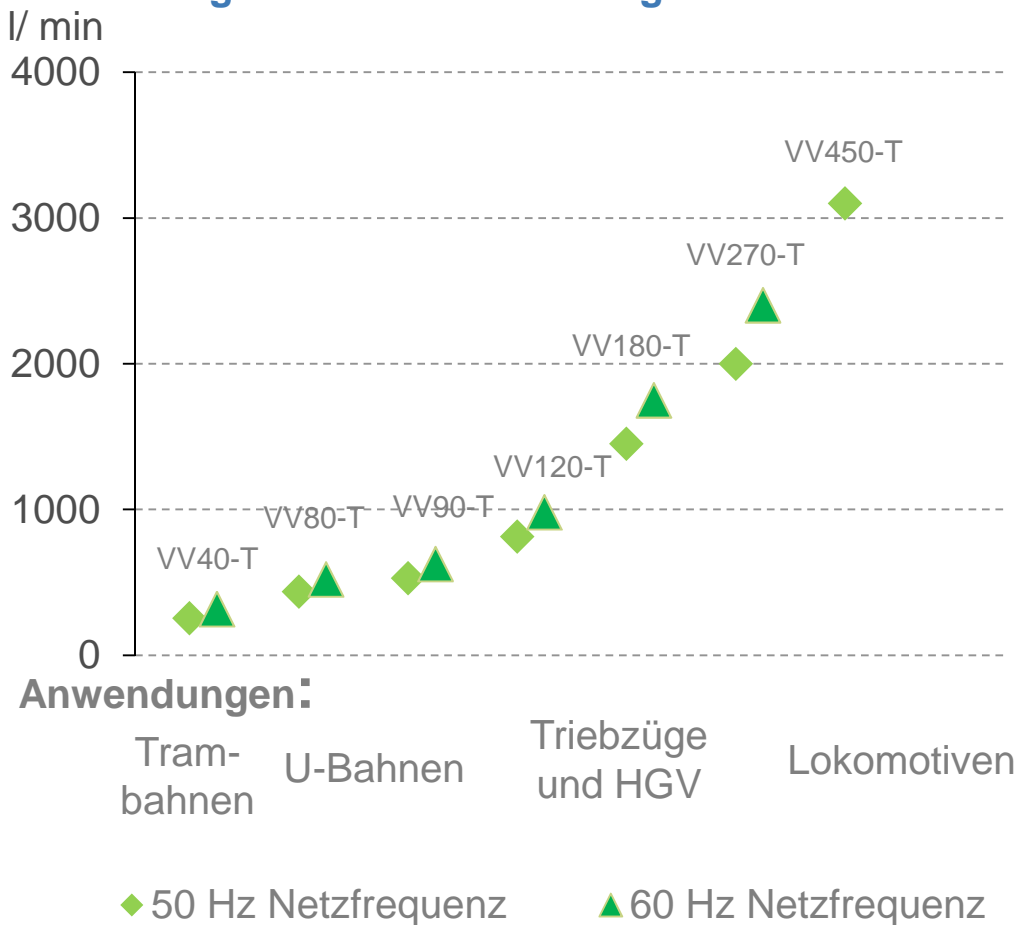
- Ölhaltiges Kondensat, das sich angesammelt hat und durch den „MR-Spitter“ (regelmäßige Entlüftung des Hauptluftbehälter) abgeschieden wird, führt zu Umweltverschmutzung und Rutschgefahr

# Agenda

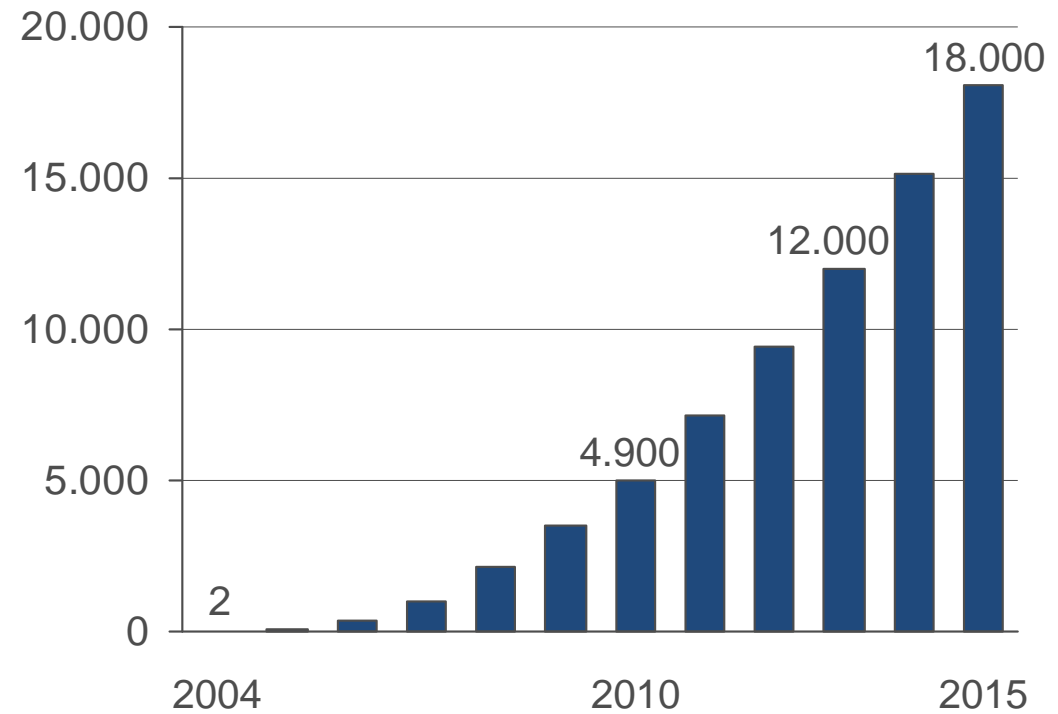
- Vorstellung der Luftversorgung im AAR System
- Neuer Ansatz – Ölfreier Kompressor für den AAR Markt
- Neuentwicklung Trockner für AAR Markt
- Herausforderungen in Lokalisierung

## Basierend auf der Erfolgsgeschichte des VV-T in Europa wurde eine Neuentwicklung für den amerikanischen Markt gestartet

### Angebote Lieferleistungen



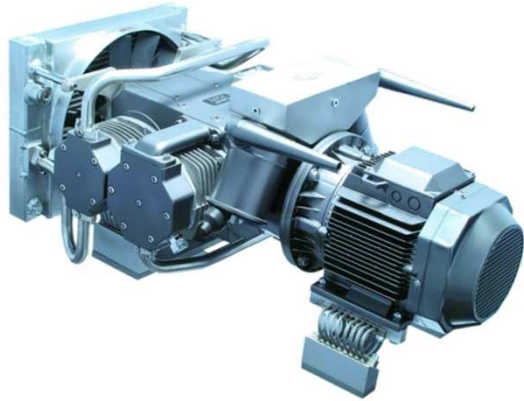
### Ölfreie Kompressoren im Feld





# Bei der Entwicklung des VV1000-T konnten viele Synergien mit dem bestehenden ölfreien Portfolio genutzt werden

**bestehendes Portfolio**  
ölfreier Kompressoren



## Synergien in der Entwicklung

Kolben- / Zylinder System & Anordnung

Grundlagen der Ventilkonstruktion

Lagersystem

Art des Massenausgleichs

Kühler- / Lüfter System

## Marktspezifische Neuentwicklungen

Entlastungseinrichtung

Direkt angeflanschter Motor

Variable Drehzahlen

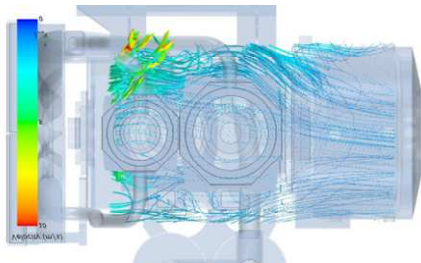
**VV1000-T**  
Neuentwicklung für AAR Markt



# Durch die extreme Größe des VV1000-T verbunden mit den hohen Lebensduranforderungen ergeben sich zusätzliche Herausforderungen im Design

Beispielhafte Darstellungen ausgewählter Herausforderungen in der Entwicklung des VV1000-T

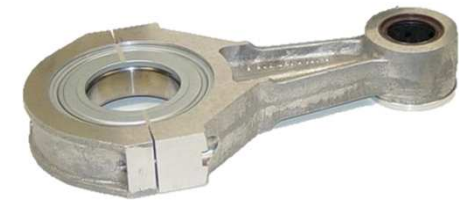
## Temperatur



## Trockenlaufpaarung



## Lagerlebensdauer



### Herausforderungen

- 43 kW Leistung werden im wesentlichen in Wärme umgewandelt
- Nur Luft steht als Kühlmedium zur Verfügung

- Großer Temperaturbereich: Kaltstart (-50°C) bis Arbeitstemperatur (100°C)
- Hohe Dichtigkeit bei geringer Zylinderreibung, für gute Effizienz und Lebensdauer

- Verschiedene Ausdehnungsverhalten → Lager spiele!
- Wenig Reibung bei Kaltstart
- Kraftübertrag auf Lebensdauer bei Arbeitstemperatur

### Lösung

Temperaturhaushalt wird optimiert durch Auslegung und Simulation der Komponenten

optimierte Kombination aus Materialien, Oberflächen, und Prozessen

Fokus auf Entwicklung der Fette

## Leistungsdaten

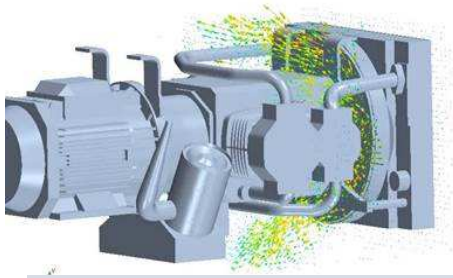
- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| ■ Lieferleistung    | 2.700 - 5.600 l/min |
| ■ Einsatztemperatur | -40° bis +70°C      |
| ■ Gewicht           | 953 kg (mit Motor)  |
| ■ Maße [mm]         | 1372 x 1219 x 838   |
| ■ Max. Druck        | 10 bar              |
| ■ Kompression       | 2 stufig            |
| ■ Zylinder          | 3                   |
| ■ Schalldruckpegel  | 78 dB(A) @ 4,6m     |



## Eigenschaften

- ✓ Entwickelt für das Schwerlast-Lokomotiv-Segment
- ✓ Entspricht dem **AAR** Einbauanforderungen
- ✓ **1:1** Ersatz für bestehende Produkte im Markt
- ✓ Erhöhte **Effizienz**
- ✓ Erhöhte **Sicherheit**
- ✓ **Geringe Lebenszykluskosten** durch hohe Verlässlichkeit und reduzierte Wartung
- ✓ **Geringer Geräuschpegel**
- ✓ **Ölfrei**

# Um den Sicherheitsanforderungen zu entsprechen, werden Kompressoren bei Knorr-Bremse gründlich validiert



## Simulation & Berechnung

- FEM Simulation der Bauteile und Rahmen
- CFD Strömungsdynamik für Bauteile und Anlagen



## Vibrationstests

- Lebenszyklustests
- Shock Tests
- Resonanz-Frequenz-Prüfung



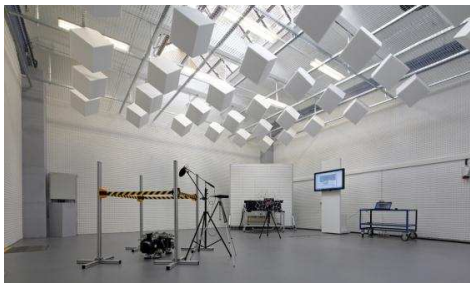
## Klimakammer

- Tieftemperatur (-50°C)
- Hochtemperatur (+65°C)
- Material Prüfungen



## Prüfstände

- Typtests
- Leistungsanalyse
- Komponentenprüfung
- Dauerversuche



## Schallanalysen

- Schallmessraum
- Akustische Kamera
- Messung Schalldruck und Schallleistung



## Feld Tests

- Dauerlauf
- Datenauswertung
- Laufende Überwachung

# Eine Besondere Anforderungen im AAR System stellt der Tunneltest

## Tunneltest

### Simulation des Verhaltens in Tunneln

- Umgebungstemperaturen von **140°C**
- Müssen **5 Minuten** ausgehalten werden
- Zur Abbildung der Realität wird der Test in **150 Zyklen** wiederholt
- Vor und nach dem Gesamttest wird die Lieferperformance verglichen



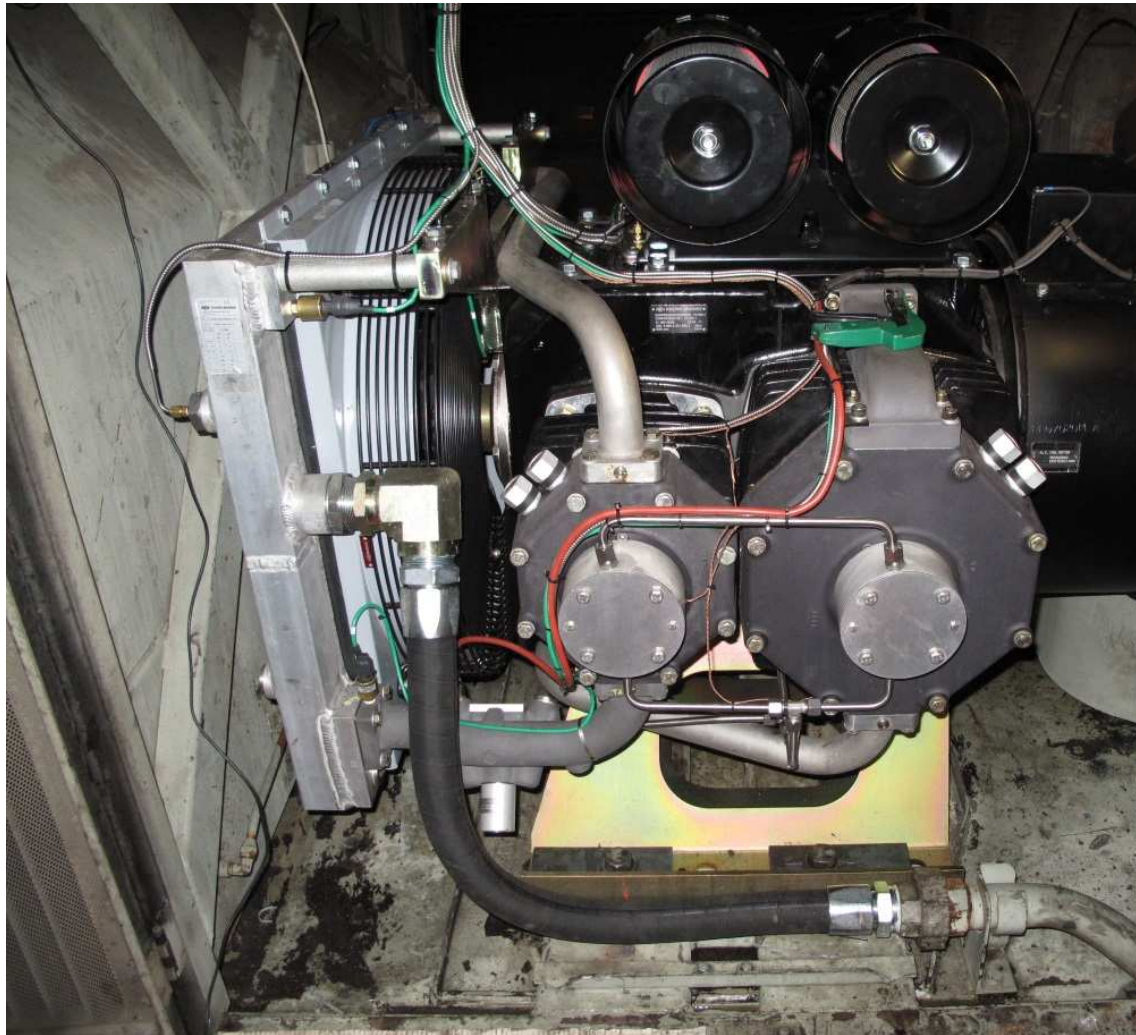
Ofen zur  
Wärmeerzeugung



Rohrleitungssystem zum  
Transport der Wärme



## Einbausituation des ölfreien Kolbenkompressoren



Aufnahme nach mehrjährigem Feldeinsatz (inkl. Messtechnik)

# Agenda

- Vorstellung der Luftversorgung im AAR System
- Neuer Ansatz – Ölfreier Kompressor für den AAR Markt
- Neuentwicklung Trockner für AAR
- Herausforderungen in Lokalisierung

## Passend zum ölfreien Kompressor wird eine neue Generation Lufttrockner entwickelt – der LD-1000

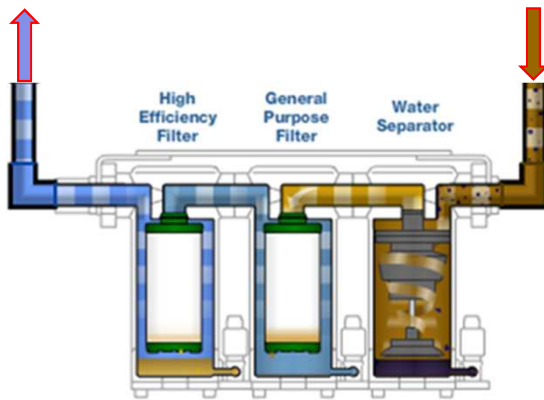
- 3- Stufige Vorfiltration entfernt flüssiges Wasser und Öl
- Zwei Türme mit speziellen Trockenmittel trocknen gesättigte Luft
- Optimierte, bedarfsangepasste Regeneration
- Mindestens 70°F Drucktaupunktabsenkung
- 10 Jahre Hauptüberholungsintervall
- Gesamte Elektronik in einer im Feld austauschbaren Einheit
- Austauschbar mit Wettbewerbsprodukt



Arbeitsdruckbereich	5,1 bar – 10,3 bar
Arbeitstemperaturbereich (Umgebungstemperatur)	-40°C bis +50°C
Taupunktabsenkung	70°F
Hauptüberholungsintervall	10 Jahre
Abmaße (LxBxH) [mm]	574x333x486

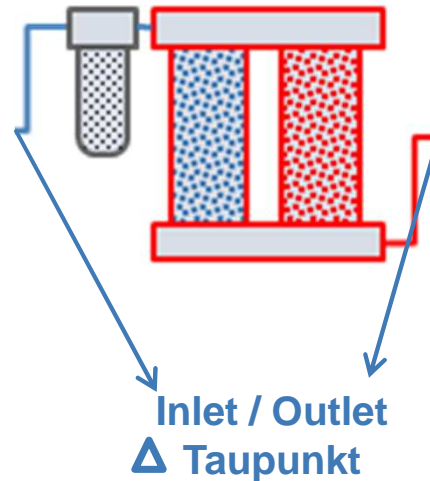


## Bei der Entwicklung des Lufttrockners standen die Bedürfnisse des Marktes im Vordergrund



### 3-stufige Vorfilterung

- Verbesserte Luftqualität
- 10-Jahre Lebenszeit des Trockenmittels vs. 6 Jahre (IVergleichswert)



### Bedarfsgerechte Regeneration

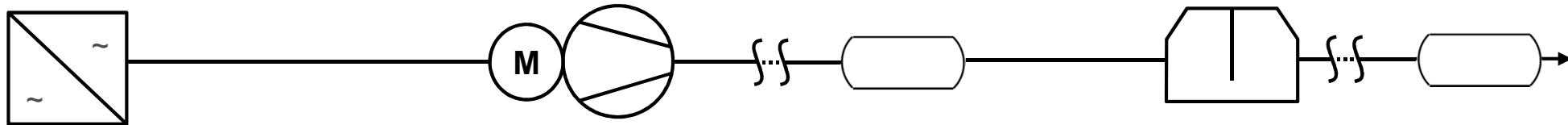
- Optimaler Taupunkt bei allen Umgebungsbedingungen
- Reduzierung von Regenerationsverlusten => Energieeinsparung
- Erhöhte Standzeit aufgrund geringerer Schaltzyklen



### Wartungsfreundlichkeit

- Service kann auf dem Gleis in 15min gemacht werden
- Ventilblock als austauschbare Einheit gestaltet

# Entwicklung der Luftversorgung von Komponenten hin zu einem abgestimmten System



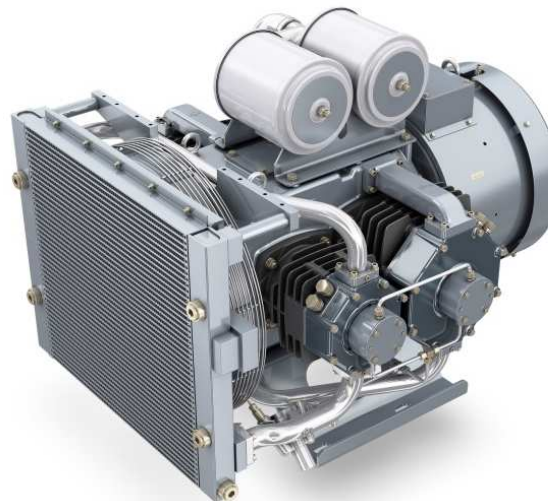
## Umrichter

- Steuerung der Förderleistung



## VV1000-T

- Ölfreier Kompressor (inkl. Standardmotor)



## LD-1000

- Hochleistungslufttrockner



# Agenda

- Vorstellung der Luftversorgung im AAR System
- Neuer Ansatz – Ölfreier Kompressor für den AAR Markt
- Neuentwicklung Trockner für AAR Markt
- Herausforderungen in Lokalisierung

# Wesentlicher Erfolgsfaktor der Lokalisierung war der interdisziplinäre Austausch der Teams zwischen Deutschland und den USA

## Wesentliche Eckpunkte des Projektes

- Start des Gesamtprojektes in 2005
- Entwicklung in München, Kollege aus den USA ist für 3 Jahre vor Ort (2006-2008)
- 2013 startet der Transfer of Technology (ToT): Die Entwicklungsergebnisse werden von Deutschland nach USA transferiert
- Im Juni 2014 sind Entwicklungs- und Produktionsverantwortung vollständig an NYAB (USA) übergeben.
- Serienproduktion für den VV1000-T startet in den USA im Juni 2014
- Heute werden die Kompressoren zu 100% in den USA montiert
- Zusätzlich wurden 8 Prüfstände für Dauerversuche aufgebaut



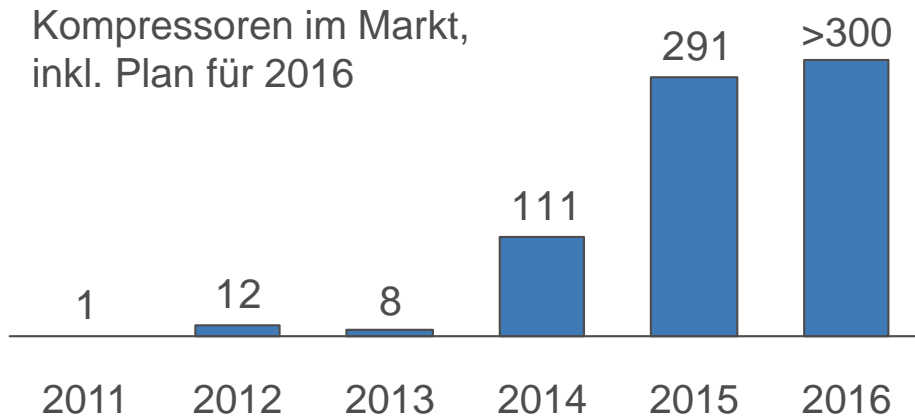
Arbeitsplatz nach KPS System in den USA & Serienprüfstand



## Fazit

### Ölfreier Kompressor – VV1000-T

Kompressoren im Markt,  
inkl. Plan für 2016



- Stellt sicher, dass keine ölhaltigen Aerosole in das Bremssystem eindringen und verhindert die Reduzierung der Lebensdauer
- Signifikant ruhiger und leichter als die Konkurrenzprodukte
- Erweiterte Serviceintervalle bis zu 8 Jahre

### Intelligenter Lufttrockner LD1000



- Effizienter durch variable Regeneration
- Stärkere Vorfiltration um Öldunst und Wasser zu entfernen
- Passend für Unterflureinbauten
- Lange Servicedauer und geringer Energieverbrauch reduzieren die LCC

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

Knorr-Bremse Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH

Dr. Paddison

Tel.: +49 89 3547-2340

E-Mail: [Jonathan.Paddison@Knorr-Bremse.com](mailto:Jonathan.Paddison@Knorr-Bremse.com)

Dr. Assmann

Tel.: +49 89 3547-1514

E-Mail: [Gert.Assmann@knorr-bremse.com](mailto:Gert.Assmann@knorr-bremse.com)

Moosacher Straße 80

D-80809 München

[www.knorr-bremse.com](http://www.knorr-bremse.com)