

**Dieselektrische  
Güterzuglokomotive  
Eurorunner® ER20 CF für die  
Litauische Staatsbahn**

**Matthias Chollet/ Jörg Hanay  
Siemens AG  
Transportation Systems  
TS LM SP2**

- Marktanalyse zu sechssachsigen Diesellokomotiven**
- Anforderungsmanagement mit Definition des Anforderungsspektrums zur Plattformentwicklung**
- Umsetzung der Anforderungen anhand von Beispielen**
- Realisierung des ersten Familienmitgliedes – ER20 CF für die Litauische Staatsbahn**

### ➤ **Marktanalyse zu sechssachsigen Diesellokomotiven**

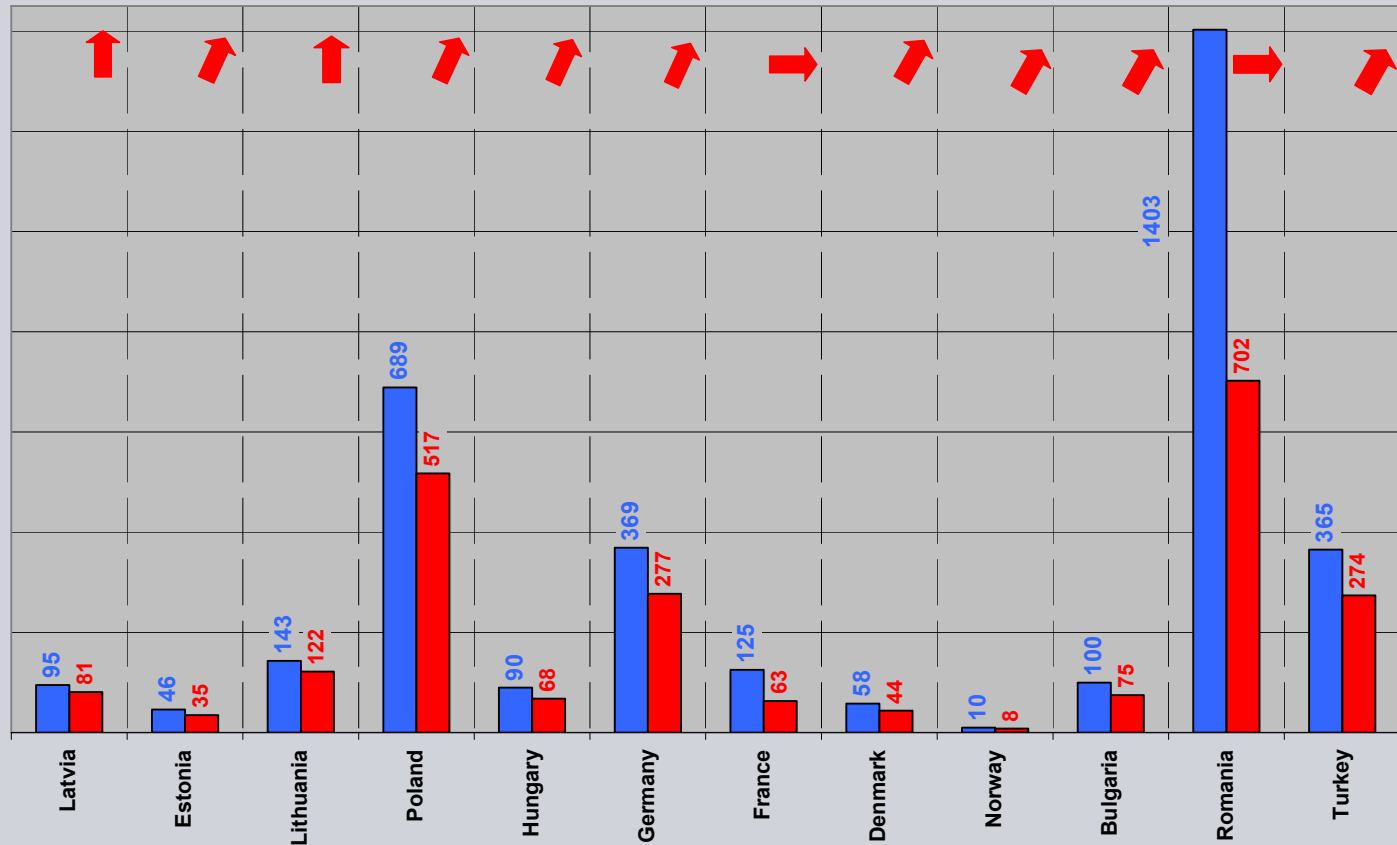
- Anforderungsmanagement mit Definition des Anforderungsspektrums zur Plattformentwicklung**
- Umsetzung der Anforderungen anhand von Beispielen**
- Realisierung des ersten Familienmitgliedes – ER20 CF für die Litauische Staatsbahn**

# Sechssachsige DE – Eurorunner-Plattform

## Ermittlung des Marktpotentials für Europa

Zusammenstellung  
der Lokomotiv-  
Bestände an  
sechssachsigen  
Diesellokomotiven  
für  
Europa mit einem  
Alter > 20 Jahre  
(blaue Säulen)

Hinterlegt mit  
Wiederbe-  
schaffungs-  
wahrscheinlichkeit  
(rote Säulen)



Wahrscheinlichkeit	↑	Sehr Hoch
	↗	Hoch
	→	Mittel
	↘	Gering
	↓	Nicht Attraktiv

**Lokbestände an sechssachsigen Diesellokomotiven in Europa mit einem Alter > 20 Jahre:**

**$\Sigma = 4.378$  Lokomotiven**

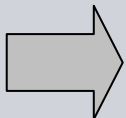
**Anzahl der zur kurz- und mittelfristigen Erneuerung anstehenden Lokomotiven**

(über Wahrscheinlichkeits – Annahme)

**ca. 2.500 Lokomotiven**

**Bei einer angenommenen Drittelung zwischen Modernisierung / Remotorisierung / Neubeschaffung:**

**ca. 800 Lokomotiven für Neubeschaffung**



**Es gibt einen Markt für eine sechssachsige Europa-Diesellok**

**Eine Plattform-Entwicklung ist sinnvoll**

- ❑ **Marktanalyse zu sechssachsigen Diesellokomotiven**
- **Anforderungsmanagement mit Definition des Anforderungsspektrums zur Plattformentwicklung**
- ❑ **Umsetzung der Anforderungen anhand von Beispielen**
- ❑ **Realisierung des ersten Familienmitgliedes – ER20 CF für die Litauische Staatsbahn**

# Sechssachsige DE – Eurorunner-Plattform



## Anforderung zur Plattformentwicklung

<b>Spurweiten</b>	1435 mm / 1520 mm / (1668 mm) durch frei ausdrehbares Drehgestell
<b>Umgrenzungsprofile</b>	UIC 505-1 / EBO G2 / GOST 9238 durch Modifikation der Dachstruktur
<b>Dieselmotorleistungen</b>	2.000 kW bis max. 3.500 kW durch entsprechende Leistungsauslegung / Raumangebot
<b>Gesamtmasse</b> (Radsatzlast)	120 t (20 t) bis 138 t (23 t) je nach Maschinenanlage und Sonderausrüstung durch Integration des Ballastgewichts in die Fahrzeugstruktur
<b>Höchstgeschwindigkeiten</b>	Variantenbildung von 100 km/h bis 160 km/h
<b>Zugkraft</b>	maximal 540 kN am Zughaken
<b>Zug-Stoßeinrichtung</b>	Standard-Zug-Stoßeinrichtung / russ. SA-3-Kupplung gemäß GOST 3475-81 durch Modifikation der Kopfstücke des Untergestells
<b>Tankvolumina</b>	7000 Liter (bei Zugstromversorgung ca. 5000 Liter) durch modulare Tankgestaltung
<b>Umgebungsbedingungen</b>	-40 °C bis +45 °C <sup>**</sup> )

<sup>\*\*</sup>) oberhalb + 35°C Leistungsreduktion

# Sechssachsige DE – Eurorunner-Plattform

SIEMENS

## Anforderung zur Plattformentwicklung

### Sonderausrüstungen

WC-Kabine, Rußfilter und SCR-Katalysator,  
Zugstromversorgung (bis 500 kVA), Feuerlöschanlage

### Interoperabilität

Einbaubarkeit aller europäischer Zugsicherungssysteme möglich  
(min. zwei parallel integriert)

### Akustik

TSI-Conventional (Acoustics) durch aktive und  
passive Geräuschkämmmaßnahmen /  
Radscheibenbremsen

### Emissionen

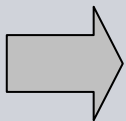
Stage IIIA / IIIB gemäß 2004/26 EC\* durch  
Vorhaltung entsprechender Raumreserven

### Brandschutz

Breit gefächerte Anforderungsprofile durch  
nationale Standards

### Crashfähigkeit

TSI-konform\*) durch Crash-Front-End und externe  
Crashelemente



**Plattformkonzept einer Europa-Diesellok mit max.  
Variantenbildung bei möglichst geringem Änderungsaufwand**

\*) = soweit heute bekannt/ Raumangebot vorhanden,





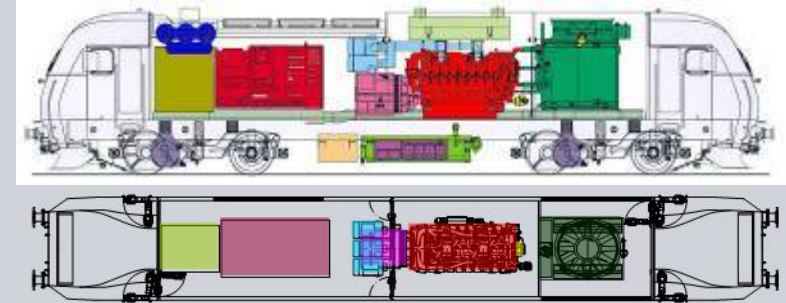
# Sechssachsige DE – Eurorunner-Plattform

## Anforderung zur Plattformentwicklung

SIEMENS

Weiterentwicklung

### Referenzlokomotive Rh2016 / ER20 BU für die ÖBB



Gesamtgewicht	80 t
Max. Geschwindigkeit	140 km/h
Installierte Leistung	2000 kW
Anfahrzugkraft (bei $\mu=0,3$ )	235 kN
Umgebungstemperaturbereich	-25 °C bis +40 °C
Profil	UIC 505-1

100 Lokomotiven als Rh2016 bei den ÖBB im Betrieb  
29 Lokomotiven als ER20BU/F bei diversen Privatkunden im Betrieb  
Weitere 17 Lokomotiven im Bau



Die Fahrzeugflotte der Rh2016 / ER20BU/F basiert auf einem erprobten Fahrzeugkonzept, dessen Verbesserungspotentiale im Hinblick auf die Senkung der Life-Cycle-Costs auf die Plattform ER XX CY übertragen werden.

© Siemens AG 2007

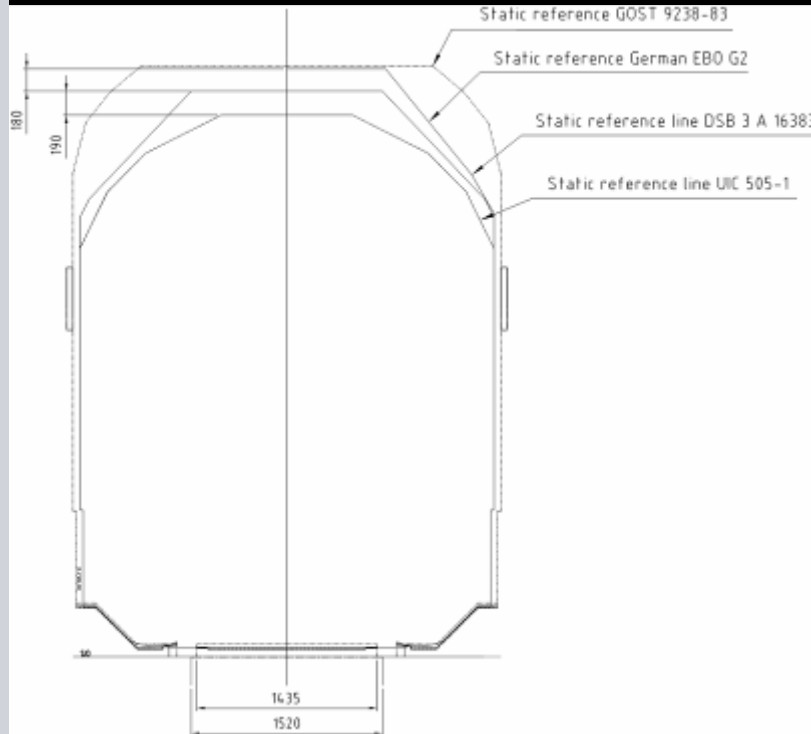
- ❑ **Marktanalyse zu sechssachsigen Diesellokomotiven**
- ❑ **Anforderungsmanagement mit Definition des Anforderungsspektrums zur Plattformentwicklung**
- **Umsetzung der Anforderungen anhand von Beispielen**
- ❑ **Realisierung des ersten Familienmitgliedes – ER20 CF für die Litauische Staatsbahn**

# Sechssachsige DE – Eurorunner-Plattform

## Anforderungsumsetzung

Wagenkastenkonzept

### Profilvergleich UIC 505-1 / GOST 9238

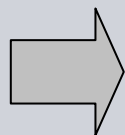
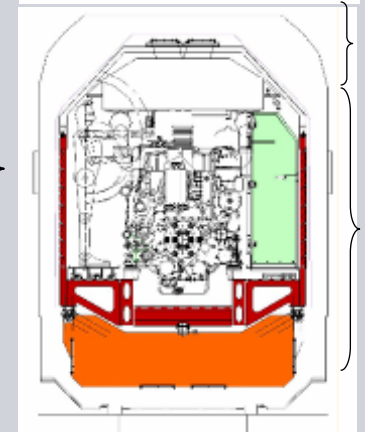
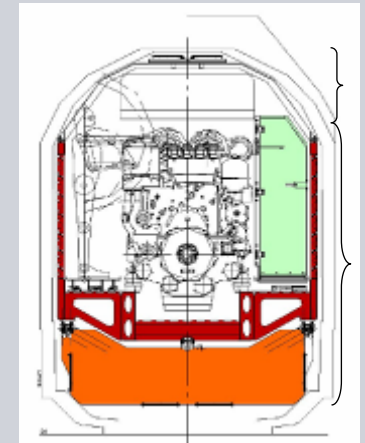


„Niedrige Variante“:

- UIC 505-1

„Hohe Variante“:

- Russ. GOST 9238-83
- Deutsch EBO G2
- Dänisch DSB 3 A 16383
- Weitere befinden sich dazwischen



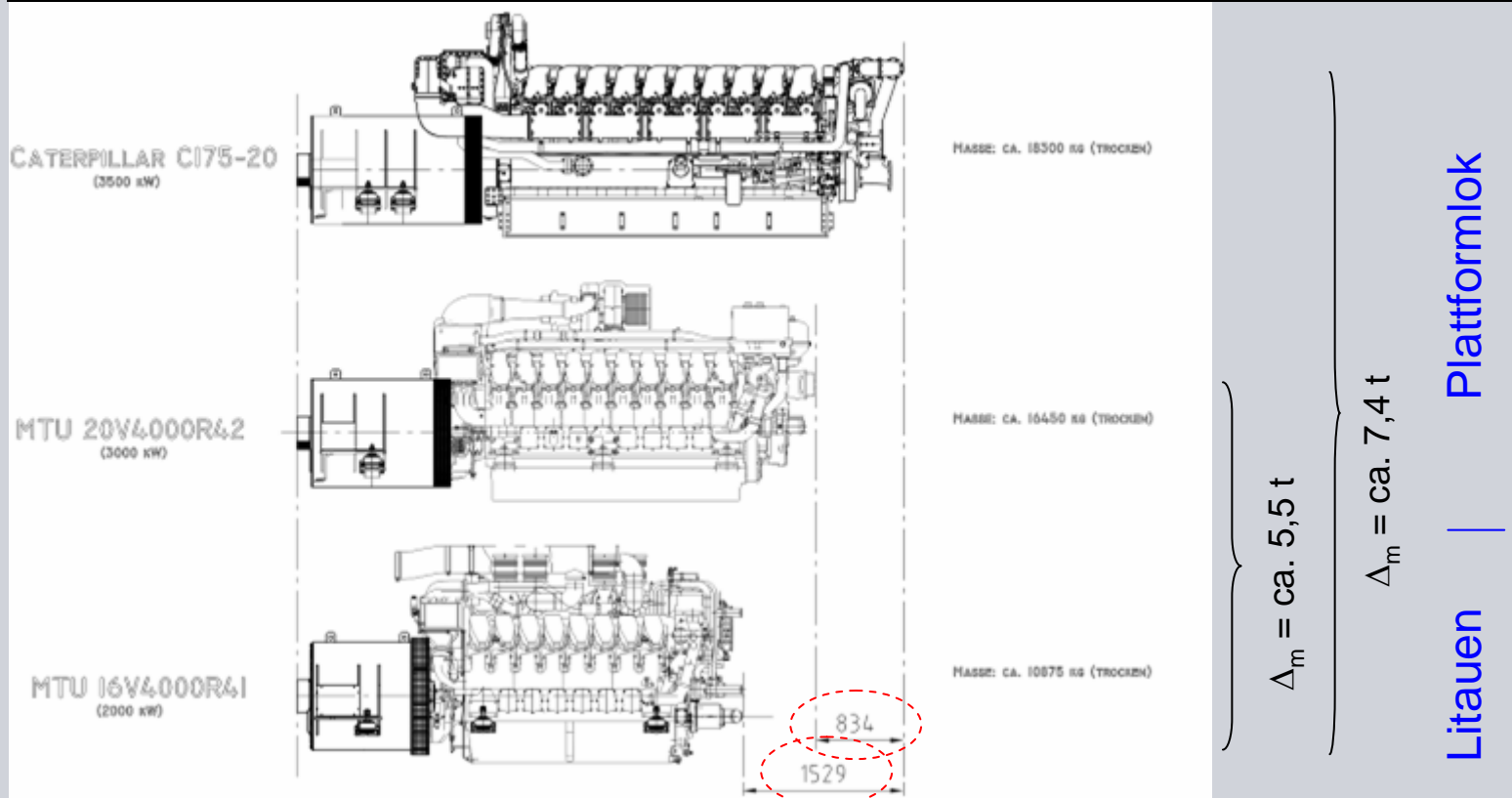
**Kompensation durch Modifikation der Dachstruktur im Maschinenraumbereich**

# Sechssachsige DE – Eurorunner-Plattform

## Anforderungsumsetzung

Variantenbildung – Dieselmotor

### Größenvergleich der einbaubaren Dieselmotor-Generator-Aggregate



**Einbaubarkeit gewährleistet; Massenausgleich integriert in der Fahrzeugstruktur**

# Sechssachsige DE – Eurorunner-Plattform

## Anforderungsumsetzung

Abgasgrenzwerte gemäß EU-Richtlinie 2004/26 EC				
	MTU 16V 4000 R41 <sup>1)</sup> (Werte aus UIC-Lauf)	Grenzwerte nach UIC II	Grenzwerte nach Stage IIIA	Grenzwerte nach Stage IIIB
NO <sub>x</sub> [g/kWh]	9,1	9,5	6,0	4,0
HC [g/kWh]	0,43	0,8	0,5	
CO [g/kWh]	0,59	3	3,5	2,0
Partikel	0,152	0,25	0,2	0,025

Gemäß Richtlinie 2004/26EC

Gilt ab 01.01.2009

Gilt ab 01.01.2012

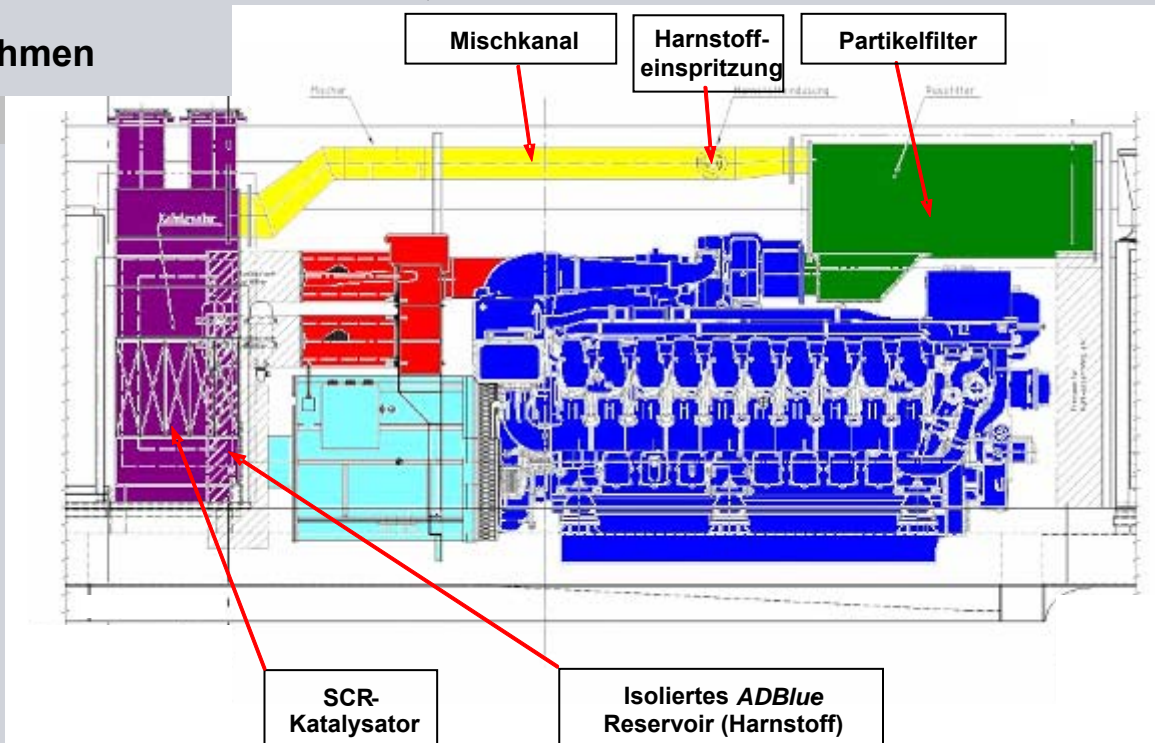
Basis: Zyklus ISO 8178-4-F

- 1) Der UIC-Prüflauf wurde mit einem auf 2.100 kW Nennleistung gesteigerten Motor durchgeführt.

### Auswirkungen der Grenzwerte gemäß 2004/26/EC Stage IIIB (Basis Zyklus ISO 8178-4-F)

- Partikel 0,025 g/kWh => Partikelfilter wird erforderlich
- NOx und HC in Summe 4,0 g/kWh => abhängig von der Motortechnologie ggf. SCR-Katalysator erforderlich
- CO 2,0 g/kWh => innermotorisch erreichbar, voraussichtlich keine außer-motorischen Maßnahmen

Das Fahrzeugkonzept wird auch zukünftig der noch nicht abgeschlossenen Motorentwicklung angepasst. Die erforderlichen Bauräume sind bereits in den aktuellen Lokvarianten berücksichtigt



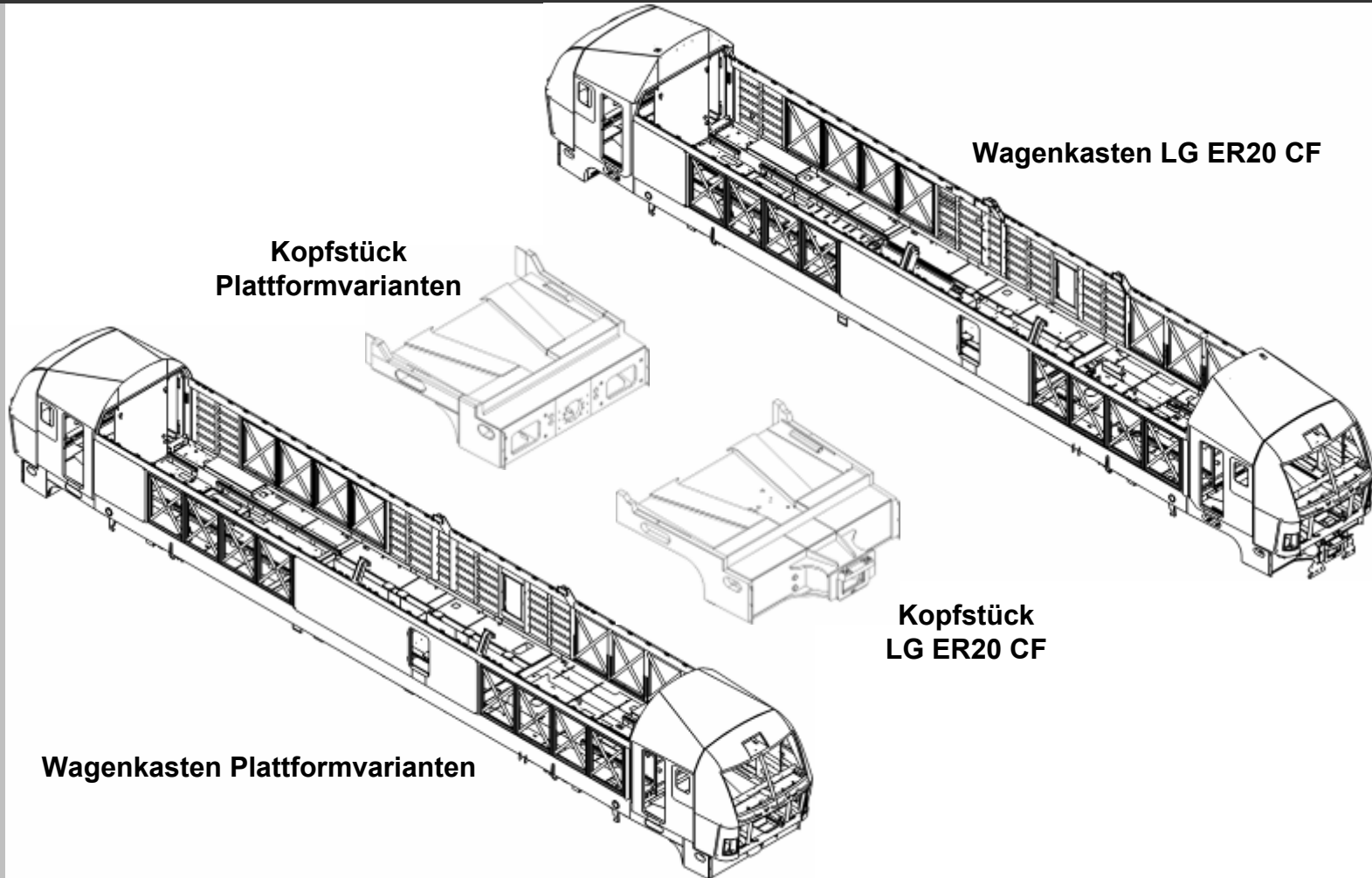


# Sechssachsige DE – Eurorunner-Plattform

## Anforderungsumsetzung

Wagenkastenkonzept

### Kopfstückvarianten und Ballastierungskonzept



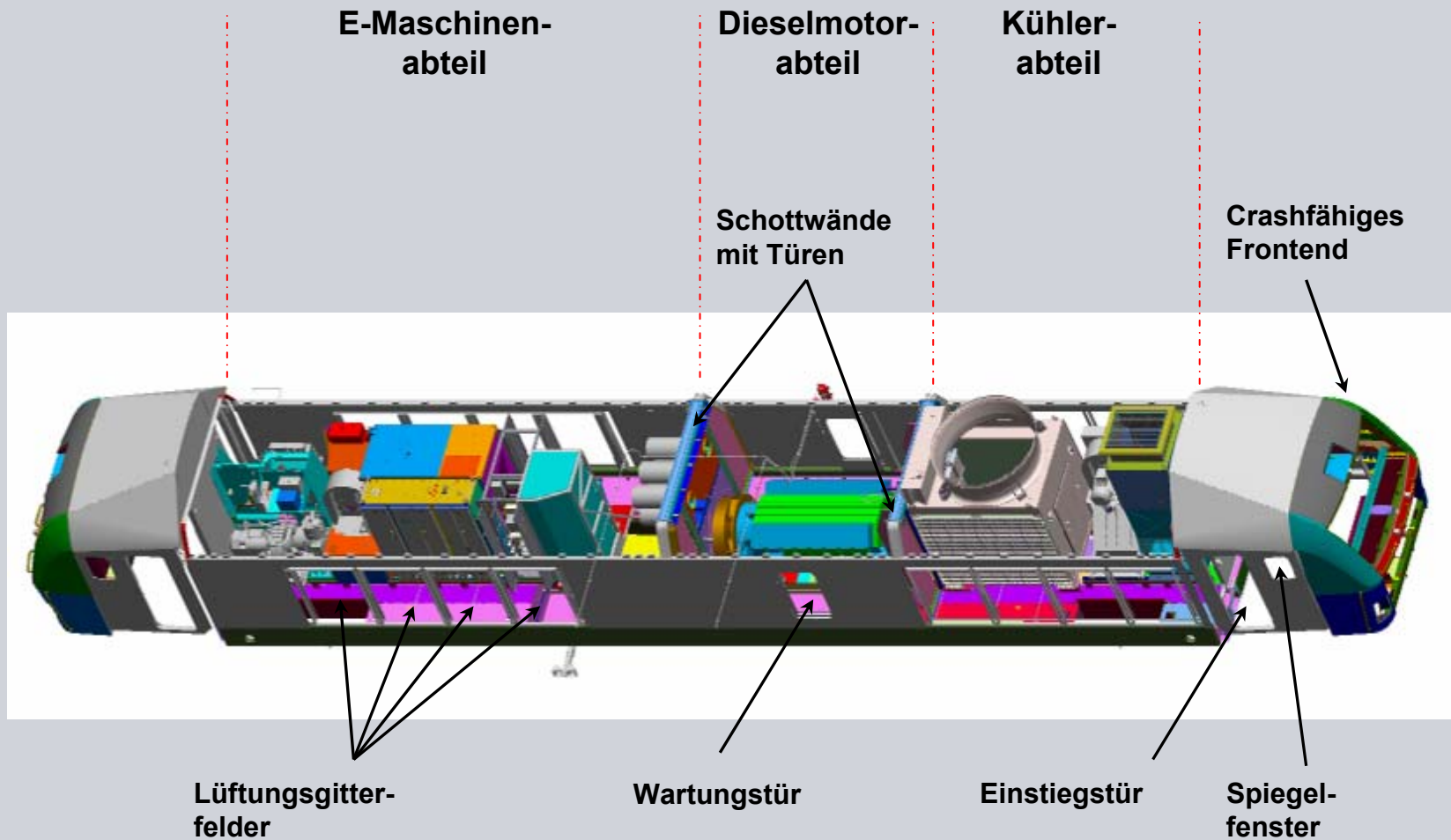


# Sechssachsige DE – Eurorunner-Plattform

SIEMENS

## Anforderungsumsetzung

Geräteanordnungen



# Sechssachsige DE – Eurorunner-Plattform

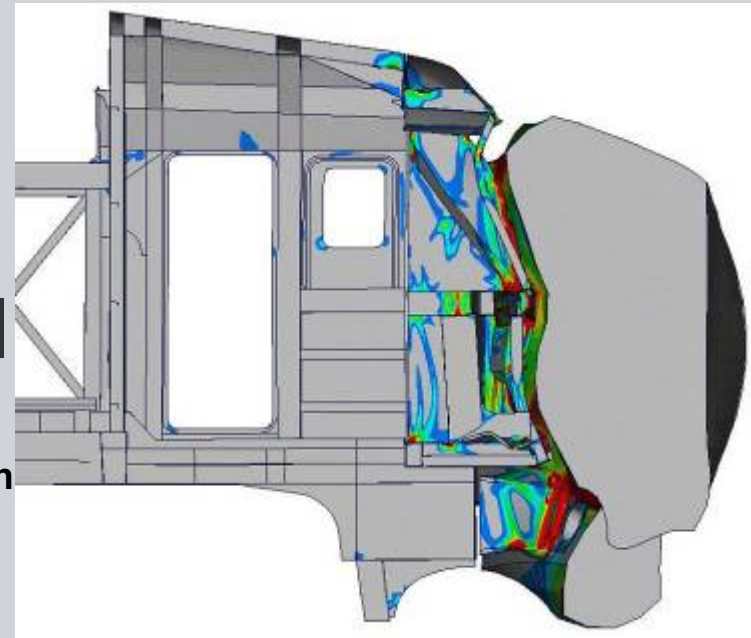
## Anforderungsumsetzung

### Crashverhalten der Plattformvarianten mit Standard-Zug-Stoß-Einrichtung

- Einhaltung der 3 Designkollisionsszenarien
- Klar abgrenzbare Auswirkungen eines Crashes auf die Fahrzeugstruktur (bleibende Verformungen nur in demontierbaren Baugruppen) => Kostengünstige Reparatur

### Umsetzung

- Demontierbares, angeschraubtes Frontend, das die Kollisionsenergie zusammen mit den Energieverzeherelementen (zwischen den hydraulischen Hochleistungspuffern und geschweißtem Wagenkasten) „aufnimmt“



Crashsimulation gemäss Szenario 3

# Sechssachsige DE – Eurorunner-Plattform

## Anforderungsumsetzung

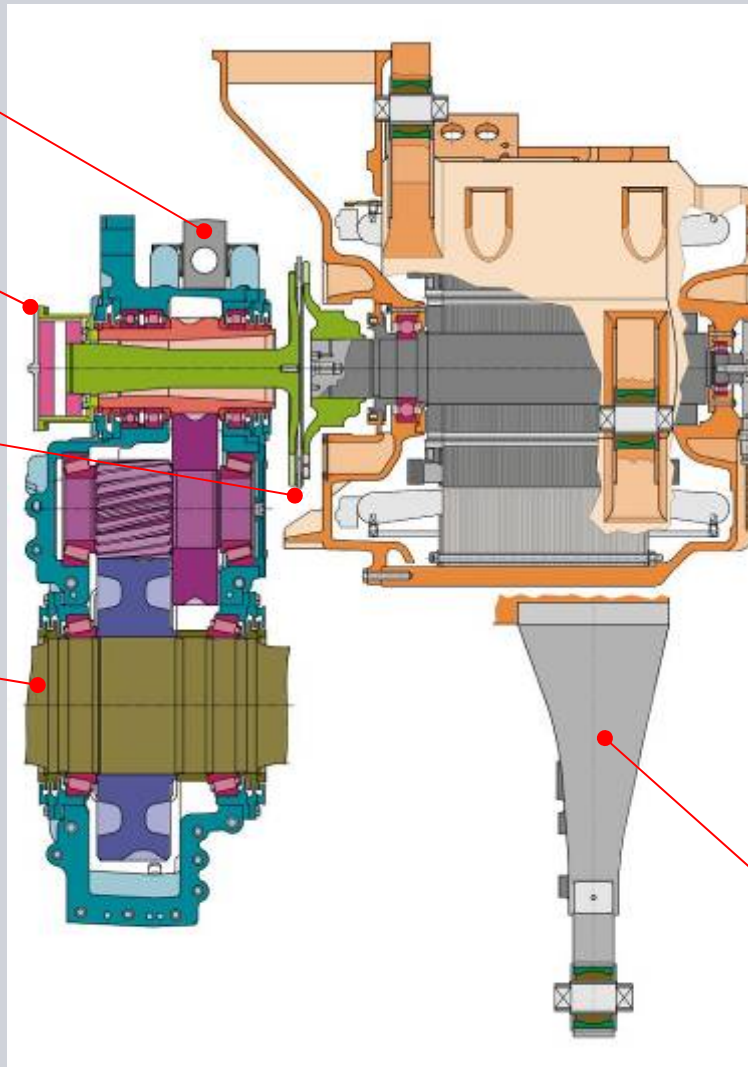
Antriebschema

Drehmoment-  
stütze

Bogenzahn-  
kupplung

Lamellen-  
kupplung

Radsatz-  
welle



Realisierung der  
Bandbreite zu den  
maximalen  
Geschwindigkeiten  
über die Änderung  
des Getriebe-  
Übersetzungs-  
verhältnisses

100 km/h  $i=8,1$

120 km/h  $i=6,8$

140 km/h  $i=5,8$

160 km/h  $i=5,1$

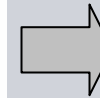
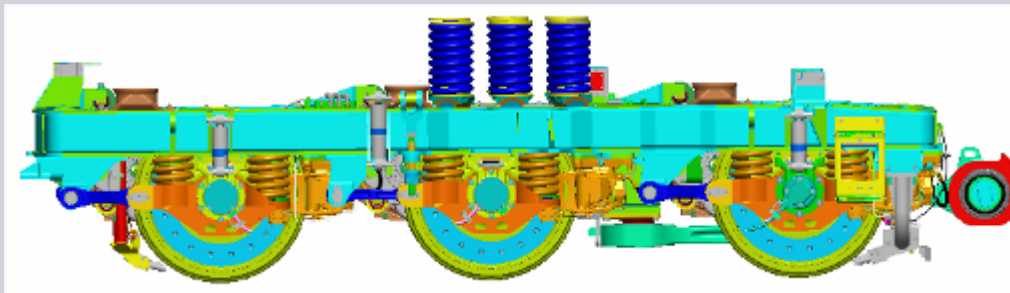
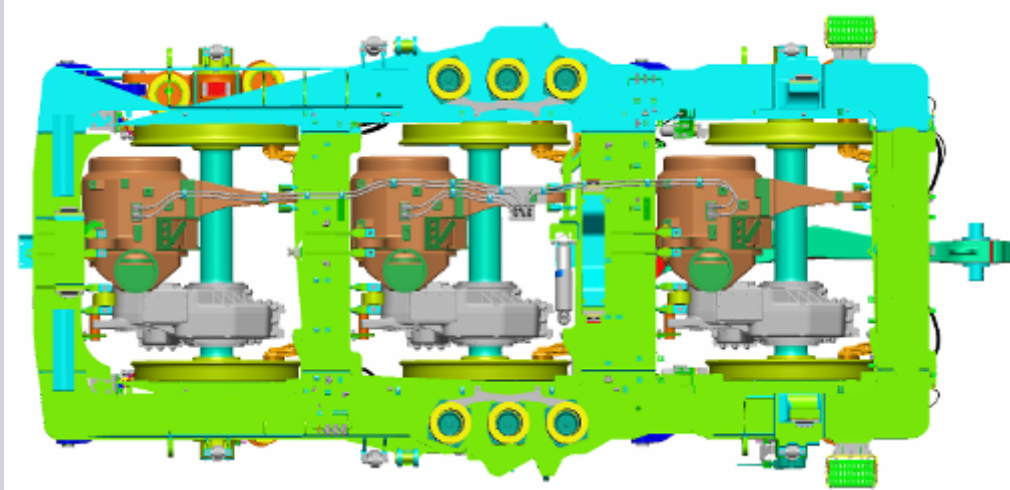
Fahrmotortragarm

# Sechssachsige DE – Eurorunner-Plattform

## Anforderungsumsetzung

SIEMENS

3-achsiges Triebdrehgestell



Realisierung der  
Spurweiten  
1.435 mm / 1.520 mm  
über geänderten  
Radsitz

Vorteile:

Längsmitnahme  
mittels Zug-Druck-  
Stange für  
bestmögliche  
Laufeigenschaften

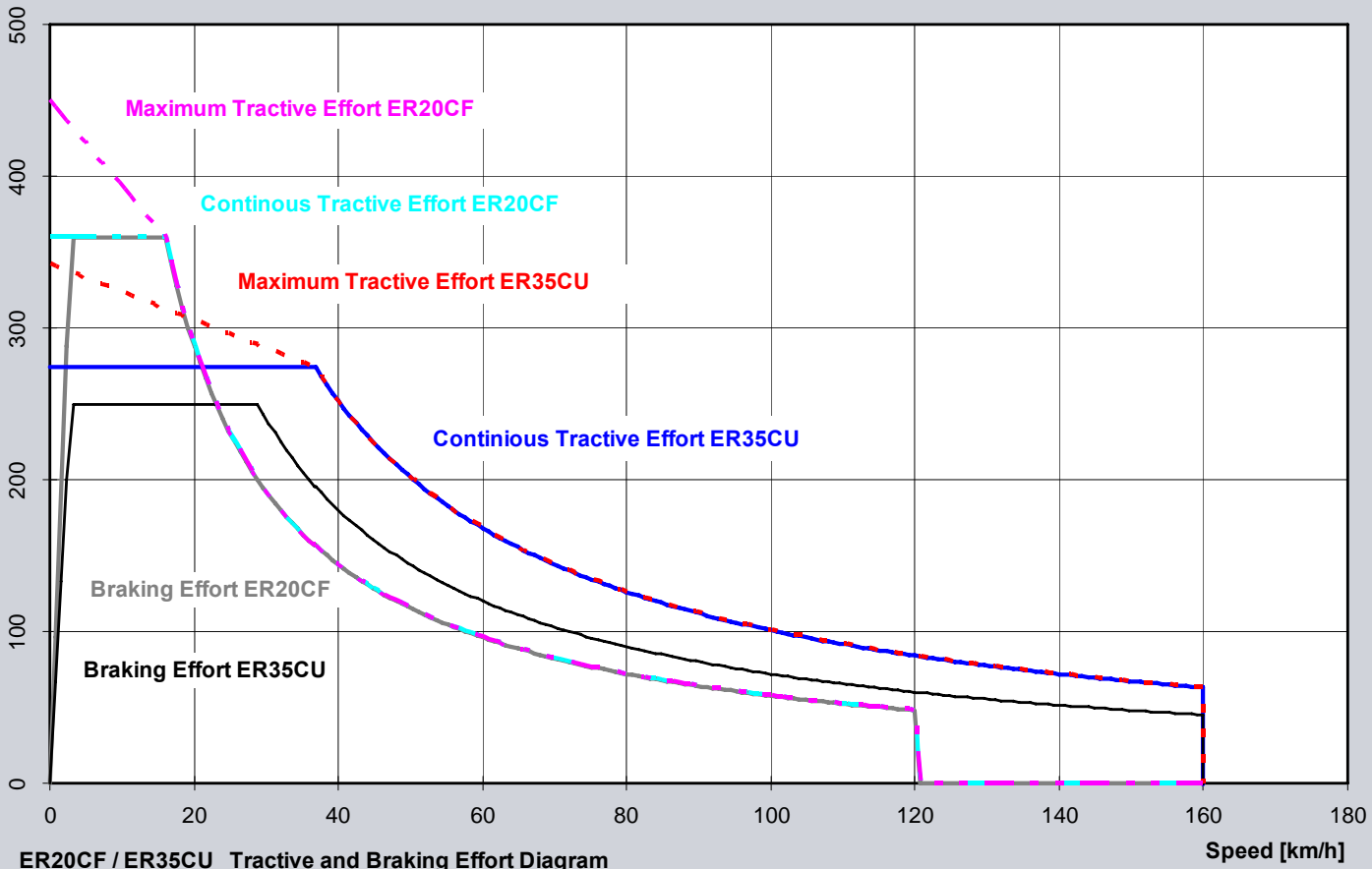
Halbabgefederter  
Antrieb für Schonung  
des Oberbaus

# Sechssachsige DE – Eurorunner-Plattform

## Anforderungsumsetzung

Zugkraft / Bremskraftkennlinien

Zugkraft bei 2.000 kW bis 3.500 kW Dieselleistung und Bremskraft mit 2000 kW Bremswiderstandsleistung



ER20CF / ER35CU Tractive and Braking Effort Diagram

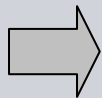
# Sechssachsige DE – Eurorunner-Plattform

## Anforderungsumsetzung

SIEMENS

Anordnung des Führertisches

### Modularer Führertisch



Integration von Zugsicherungsausrüstung durch Modularität möglich



### Grenzwerte zur Geräuschemission gemäß TSI Noise Conventional Rail

	Außen bei Stillstand	Außen beim Anfahren	Außen bei Fahrt	Innen bei Stillstand	Innen bei Fahrt
Grenzwert [dB(A)]	75	89	85 bei 80 km/h (90 bei 120 km/h) 94 bei 160 km/h	95 mit Makrofon	78 bei 160 km/h

### Primäre Maßnahmen zur Einhaltung der Grenzwerte

- Reduzierung der Drehzahlen der Lüfter durch den Einsatz max. Lüfterdurchmesser und Wirkungsgradsteigerung der Lüfter
- Intelligente Lüftersteuerung; es wird individuell nur die erforderliche Drehzahl der Lüfter eingestellt; die Ansteuerung erfolgt teilweise stufenlos

### Sekundäre Maßnahmen zur Einhaltung der Grenzwerte

- Kapselung des Dieselmotors durch Schottwände („Schalldämmung“)
- Schalldämpfung durch Verkleidungen an den Außenwänden und im Dach
- Einsatz von Kulissenschalldämpfern an Luftdurchlässen der Kühlluftwege

### Merkmale des Lokkonzeptes

- **Gute Zugänglichkeit zu den Einbauten durch**
  - 1) **drei demontierbare Dachsegmente, über die der gesamte Maschinenraum nach oben geöffnet werden kann**
  - 2) **zwei durch den kompletten Maschinenraum gerade durchgehende Seitengänge und einen Quergang in Lokmitte**
  - 3) **eine zusätzliche Außentüre im Dieselmotorraum**
  - 4) **Einbauten in die Lokfront über eine Frontklappe**
- **Konsequente flexible Modulbauweise, die den schnellen Tausch von vorgeprüften Modulen über robuste Schnittstellen ebenso erlaubt wie den flexiblen Tausch von Unterbaugruppen im eingebauten Zustand**
- **Auswahl robuster Komponenten und schützender Einbauorte (z. B. Kompressor im Maschinenraum)**
- **Minimierung von Verschleiß durch Reduzierung rotierender Bauteile; AC-Leistungsübertragung, Verzicht auf Lichtmaschinen**



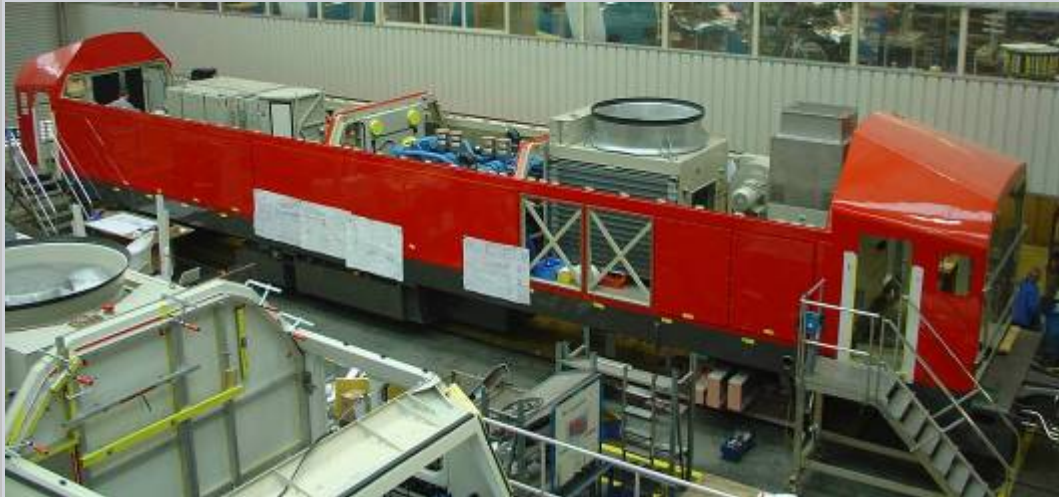
# Sechssachsige DE – Eurorunner-Plattform

## Anforderungsumsetzung

SIEMENS

Wartungs- und Reparaturfreundlichkeit

### Merkmale des Lokkonzeptes



© Siemens AG 2007

## Anforderungsumsetzung

Wartungsplan

**Wartungsplan ER20 CF**

Kurzbezeichnung	Intervallbezeichnung	Intervall [Stunden]	Intervall [Zeit]	Intervall [km]
DC	tägliche Nachschau		täglich	
VI	Nachschau, Laufwerkskontrolle	500 h	ca. 1,5 m	ca. 20.000 km
EI	Dieselmotor Inspektion	1.000 h	ca. 3 m	ca. 40.000 km
I1	Frist 1	2.000 h	ca. 6 m	ca. 80.000 km
I2	Frist 2	3.000 h	ca. 9 m	ca. 120.000 km
I3	Frist 3	4.000 h	ca. 1 a	ca. 160.000 km
I4	Frist 4	6.000 h	ca. 1 a + 6 m	ca. 240.000 km
I5	Frist 5	8.000 h	ca. 2 a	ca. 320.000 km
I6	Frist 6	10.000 h	ca. 2 a + 6 m	ca. 400.000 km
I7	Frist 7	16.000 h	ca. 4 a	ca. 640.000 km
R1	Revision 1			ca. 900.000 km
R2	Revision 2	24.000 h	ca. 6 a	ca. 960.000 km
R3	Revision 3	48.000 h	ca. 12 a	ca. 1.920.000 km

**Annahmen:** 4.000 Betriebsstunden pro Jahr, entsprechend einer jährlichen Laufleistung von 160.000 km

# Sechssachsige DE – Eurorunner-Plattform

## Anforderungsumsetzung



Erfahrungen zu RAM bei Rh2016 ÖBB

### Verifizierung über 40 Loks seit 2003

- **Verfügbarkeit**

korrektiv	96,7 %
korrektiv + präventiv	95,4 %

- **Zuverlässigkeit**

Distanz zwischen zwei Untauglichkeiten	109.200 km
Distanz zwischen zwei Mindertauglichkeiten	176.700 km

**Achtung:** Werte gelten im Zusammenhang mit der mit den ÖBB abgestimmten RAM-Spezifikation und der Anpassung von Laufleistung und Betriebsstunden (78.650 km/a/Lok; 3.800 Bh/a/Lok)

**Erläuterung:** Untauglichkeit = Totalausfall der Lok bzw. Ausfall einer sicherheitstechnischen Einrichtung.  
Mindertauglichkeit = Einsatz des Fahrzeuges beschränkt möglich.

- ❑ **Marktanalyse zu sechssachsigen Diesellokomotiven**
- ❑ **Anforderungsmanagement mit Definition des Anforderungsspektrums zur Plattformentwicklung**
- ❑ **Umsetzung der Anforderungen anhand von Beispielen**
- **Realisierung des ersten Familienmitgliedes – ER20 CF für die Litauische Staatsbahn**

# Sechssachsige DE – Eurorunner-Plattform

**SIEMENS**

## Realisierung ER20 CF für die Lietuvos Geležinkeliai



Design der ER20 CF für die Litauische Staatsbahn (LG)

**34 Lokomotiven, 10 Option**

**Beauftragung in 08/2005**

**Geplante Lieferung in 07/2007**

### Technische Hauptdaten

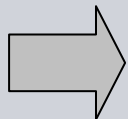
<b>Spurweite</b>	1520 mm
<b>Profil</b>	entsprechend DSB-Profil 3A 16383
<b>Installierte Leistung</b>	2000 kW
<b>Achslast</b>	23 t
<b>Gesamtgewicht</b>	138 t
<b>Max. Geschwindigkeit</b>	120 km/h
<b>Anfahrzugkraft</b>	450 kN (am Rad)
<b>Zug-Stoß-Einrichtung</b>	SA-3 gemäß russischem Standard
<b>Sonderausrüstung:</b>	Toilette, Russisches ATC- System <i>KLUB-U</i>



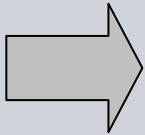
# Sechssachsige DE – Eurorunner-Plattform

SIEMENS

## Aktueller Status der ersten sechssachsigen Diesellokomotive



**Status der Lokomotive ER20 – 001 für die Litauische Staatsbahn  
Mitte März 2007**



**Mit den möglichen Varianten zur sechssachsigen Diesellokomotive hat Siemens eine der modernsten und wirtschaftlichsten Lokomotivplattformen für Europa entwickelt.**

### **Was zeichnet die Eurorunner-Plattform aus ?**

- **Bewährte Technologie**
- **Hohe Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit**
- **Niedrige Instandhaltungskosten**
- **Hoher Lokführerkomfort**
- **Interoperable Einsatzmöglichkeiten**
- **Flexible Einsatzmöglichkeiten**

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit**