



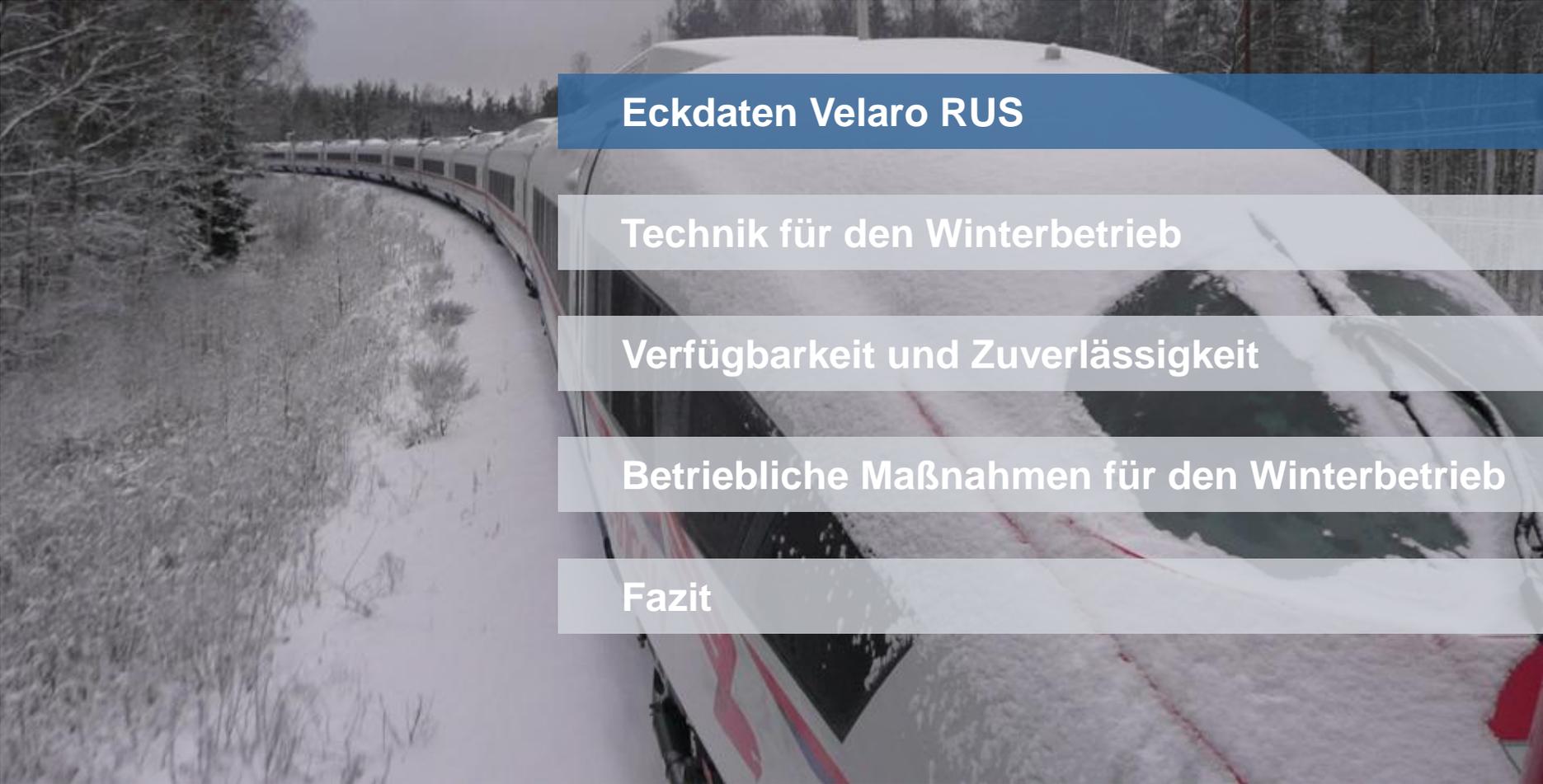
Velaro RUS
Ein Zug für Tieftemperatureinsatz –
Konzepte und Betriebserfahrung

Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. Leif Paulukuhn
Siemens AG
12. September 2011

Velaro RUS

Hochgeschwindigkeit im Winter

SIEMENS



Eckdaten Velaro RUS

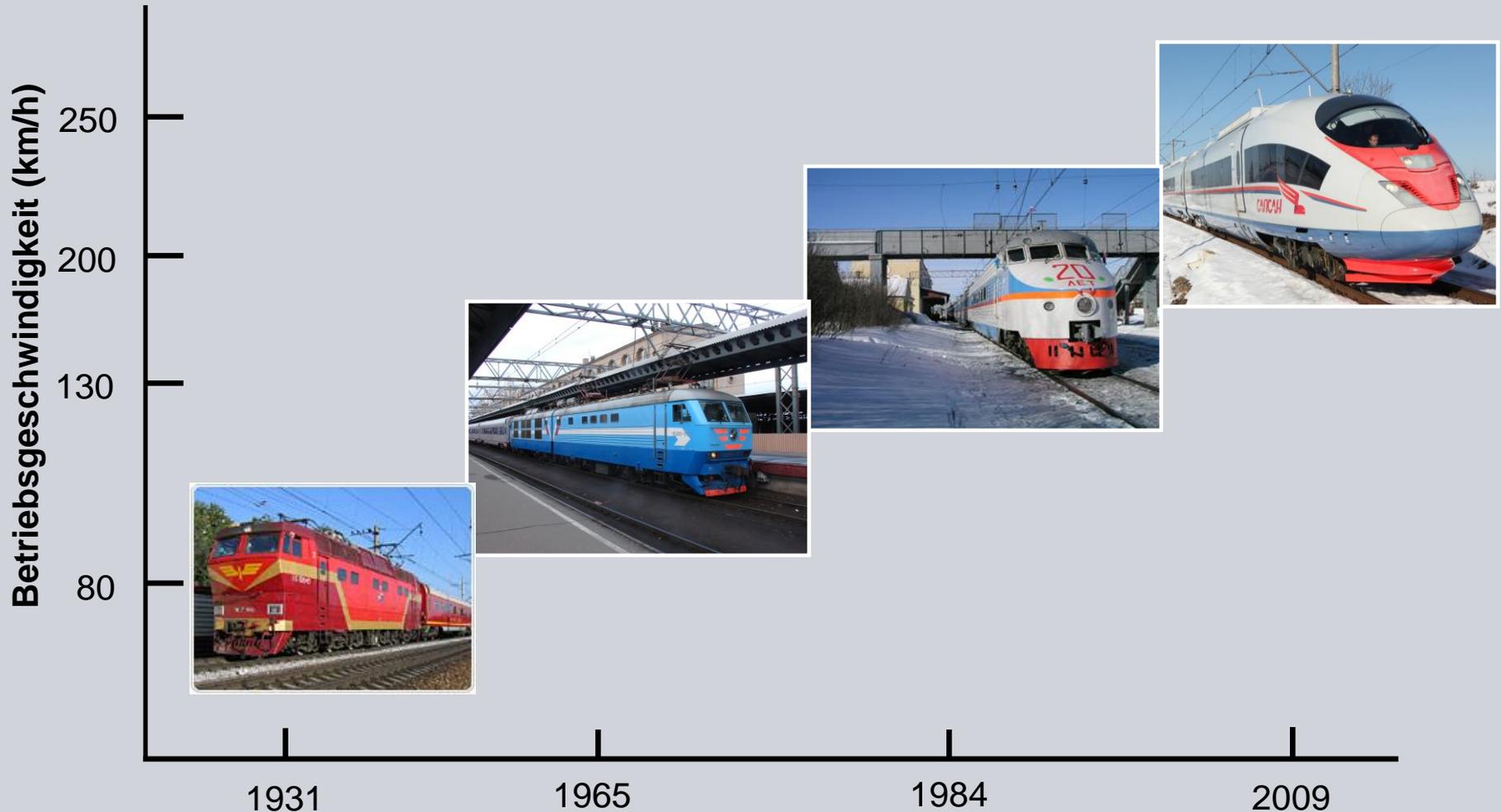
Technik für den Winterbetrieb

Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit

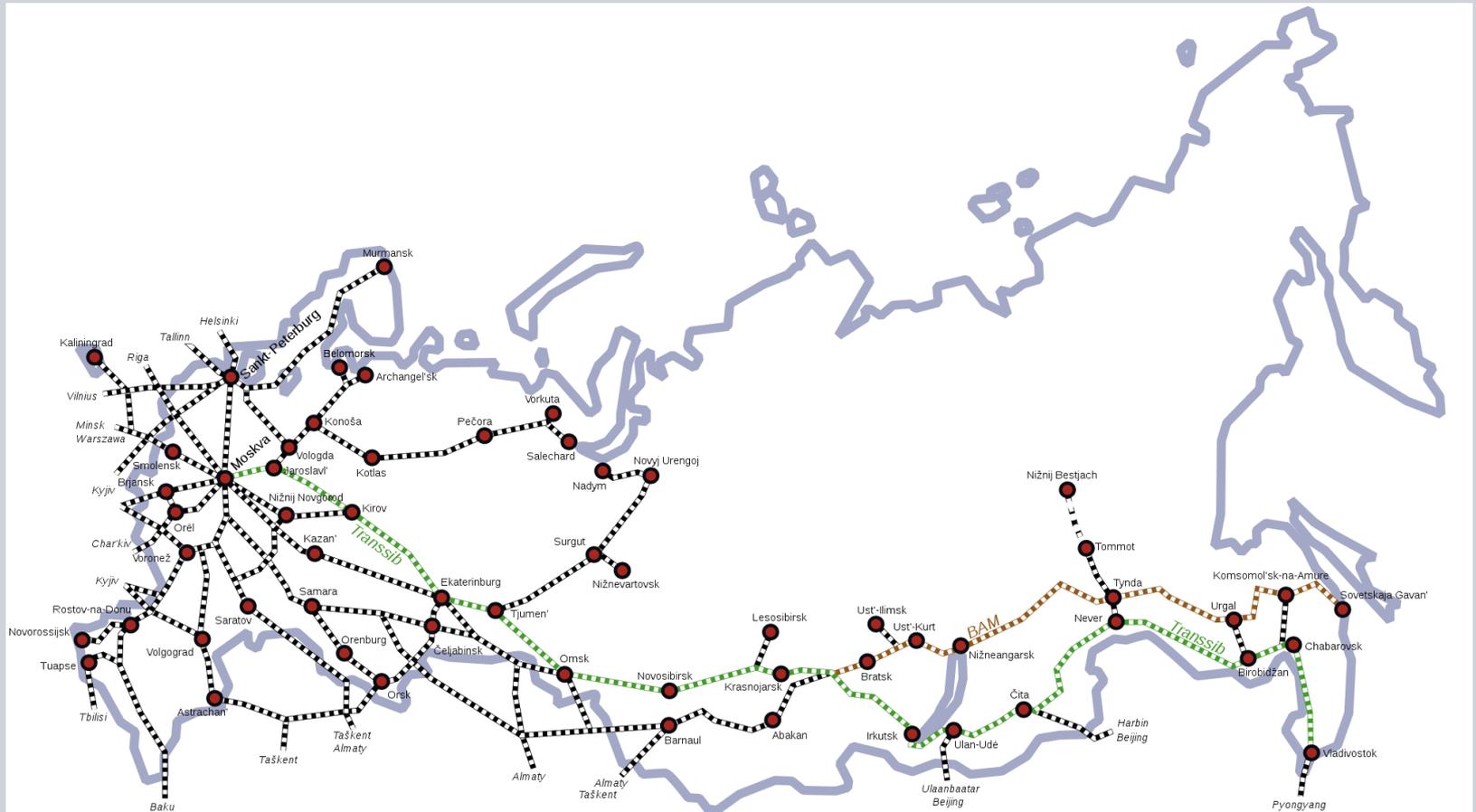
Betriebliche Maßnahmen für den Winterbetrieb

Fazit

Entwicklung Strecke St.-Petersburg – Moskau



Das gesamte russischen Eisenbahnnetz der RZD: 85.500 km



Velaro RUS für die Russische Eisenbahngesellschaft RZD

SIEMENS



- **Vertrag im Mai 2006:**
 - über 8 Triebzüge und langfristigem Servicevertrag
- **Wichtigste Anforderungen:**
 - Triebzug mit 10 Wagen und insgesamt 604 Sitzplätzen
 - breiter Wagenkasten
 - max. Betriebsgeschwindigkeit 250 km/h, aufrüstbar auf 300 km/h
 - ausgelegt auf extrem niedrige Umgebungstemperatur
- **Einsatz:**
 - Seit Dezember 2009 Fahrgasteinsatz auf Moskau – St. Petersburg

© Siemens AG 2011

Velaro RUS für die RZD

Besondere Anforderungen

SIEMENS

1. Auslegung auf Umgebungstemperatur -50 bis +40°C

- Adaption des Materialkonzepts an herausfordernde Winterbedingungen
- Modifikation der Wagenkastenkonstruktion mit geschlossener Bodenwanne (Schutz gegen Eindringen von Pulverschnee) und Kühlluftansaugung auf dem Dach
- Adaptationen zahlreicher Komponenten (z.B. Fahrmotoren)

2. Adaptation an Russische Infrastruktur / Standards

- Breiter Wagenkasten und Breitspur-Drehgestelle
- Auslegung des Führerstands für 2. Tf (inkl. Bedienung im Stehen)
- Compliance mit russischen Eisenbahn-Normen
- Integration der russischen Zugsicherung Klub-U

3. Weitere Innovationen

- CCTV innen und außen
- Internet-Verbindung in Business Class (in 2 Wagen)
- Hohe Redundanzen zur Verbesserung der Zuverlässigkeit der Subsysteme

Velaro RUS für die RZD

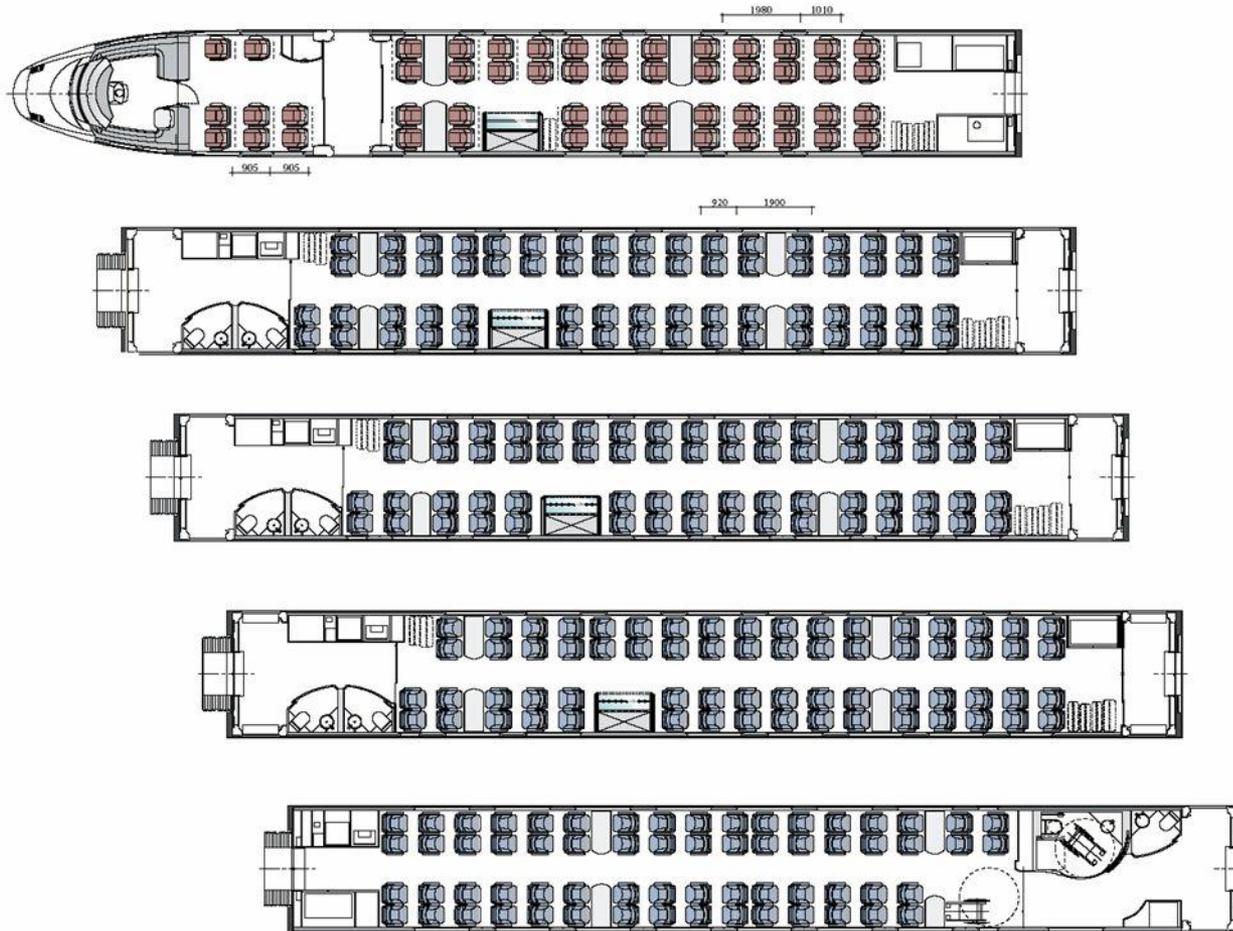
Technische Daten

SIEMENS

Zugkonfiguration		10 Teiler EMU
Zuglänge	[m]	250
Wagenbreite	[mm]	3265
Spurweite	[mm]	1520
Maximale Achslasten	[t]	18
Spannungssysteme	[kV]	AC 25 kV, DC 3 kV
Antriebsleistung	[kW]	8.000
Höchstgeschwindigkeit	[km/h]	250
Auslegungstemperaturen	[°C]	(-50°C)-40°C ...+40°C
Sitzplätze		604
Beförderungsklassen		2
Aufteilung 1. und 2. Klasse		104/500
Flottengröße		8



Velaro RUS Reiselandtschaft



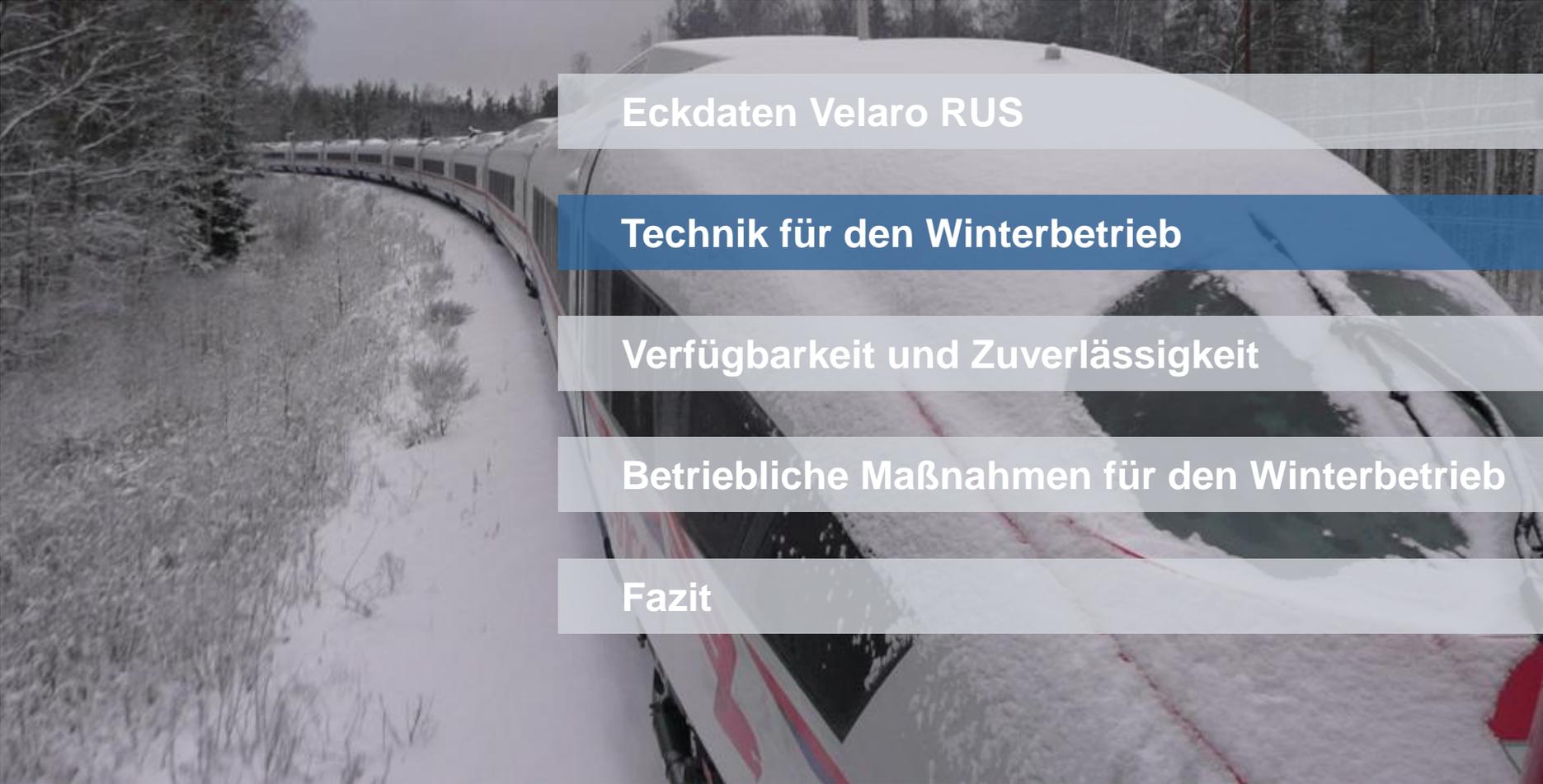
Velaro RUS Reiselandtschaft



Velaro RUS

Hochgeschwindigkeit im Winter

SIEMENS



Eckdaten Velaro RUS

Technik für den Winterbetrieb

Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit

Betriebliche Maßnahmen für den Winterbetrieb

Fazit

Velaro RUS

Hochgeschwindigkeit im Winter

SIEMENS

Technik für den Winterbetrieb

Auf- und Abrüsten

Kühlluftführung

Wasseranlage

Isolierung der Innenräume

Wärmedehnungen

Materialien im Außenbereich

Velaro RUS

Technik für den Winterbetrieb

Auf- und Abrüsten



- Aufrüsten unter -40°C ist gewährleistet über Fremdeinspeisung im Depot
- Aufrüsten zwischen -40°C und -25°C ist gewährleistet durch Fremdeinspeisung im Depot oder durch die Oberleitung
- Abschleppen ohne Oberleitung unter -40°C ist gewährleistet durch optimierte Auslegung kritischer Bauteile
- Realisierung eines Einschalt- und Zuschaltmanagement sowie einer Einschaltüberprüfung, um eine zuverlässige Auf- und Abrüstung bei tiefen Temperaturen zu gewährleisten
- Aufrüsten ohne Fremdeinspeisung unter -40°C ist optional möglich mit einer nachzurüstenden Heizung im Unterflurbereich, unabhängig von der Fahrgastraumheizung

Velaro RUS

Technik für den Winterbetrieb

SIEMENS

Kühlluftführung in die Bodenwanne

Sommerbetrieb

- Kühlluft wird über Gitter in den Seitenklappen in die geschlossene Bodenwanne eingesaugt
- Über gezielte Luftaustrittsöffnungen tritt die Luft wieder aus der Bodenwanne aus

Winterbetrieb

- Kühlluft wird über das Wagendach angesaugt und durch Luftkanäle im Wageninneren in die Bodenwanne gebracht
- Geringerer Bedarf an Kühlluft im Winter reduziert den Platzbedarf für die Luftkanäle
- Lüfter im Kanal versorgen die geschlossene Bodenwanne mit Kühlluft
- Der Luftaustritt erfolgt wie im Sommerbetrieb

Kühlluftansaugung für Winterbetrieb



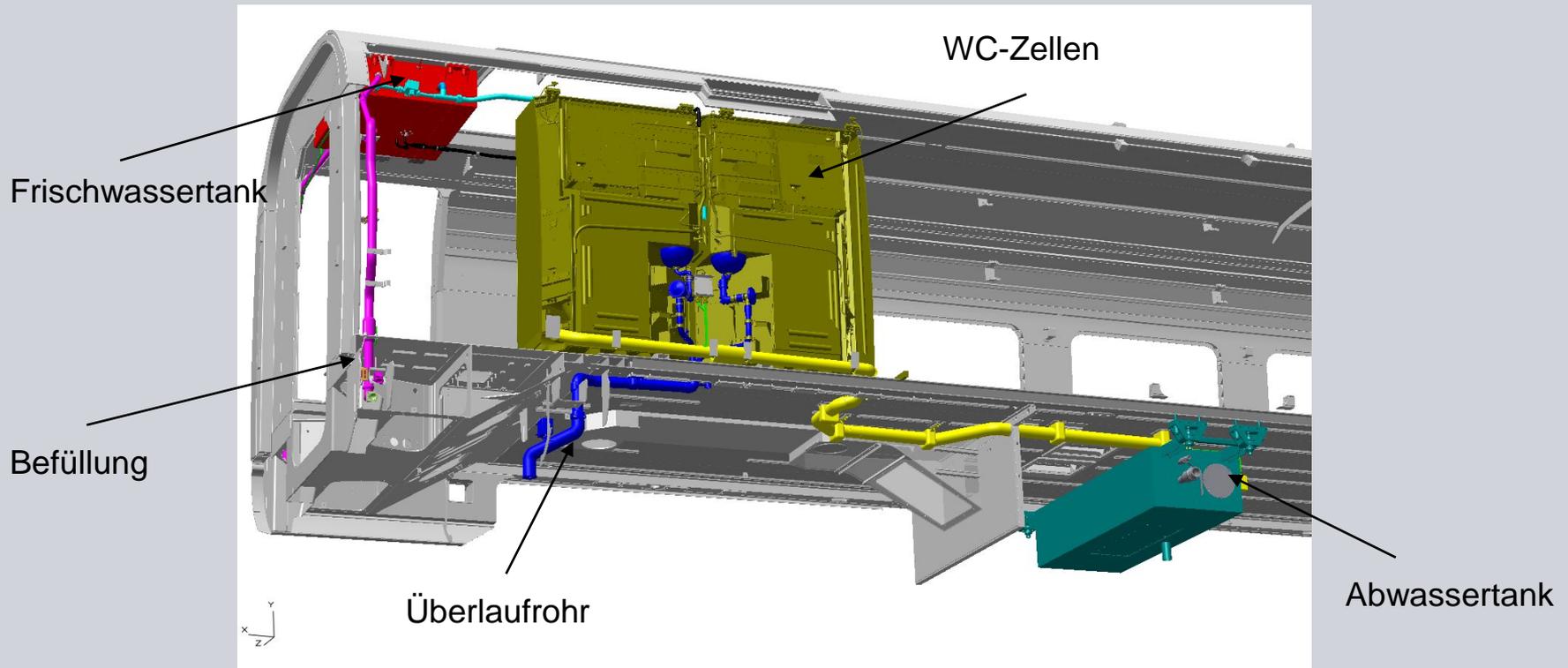
Kühlluftansaugung für Sommerbetrieb

Velaro RUS

Technik für den Winterbetrieb

Wasseranlage

- Alle Wasser führenden Rohre und Leitungen sind besonders isoliert und beheizt
- Alle Tanks sind isoliert und beheizt



Isolierung der Innenräume

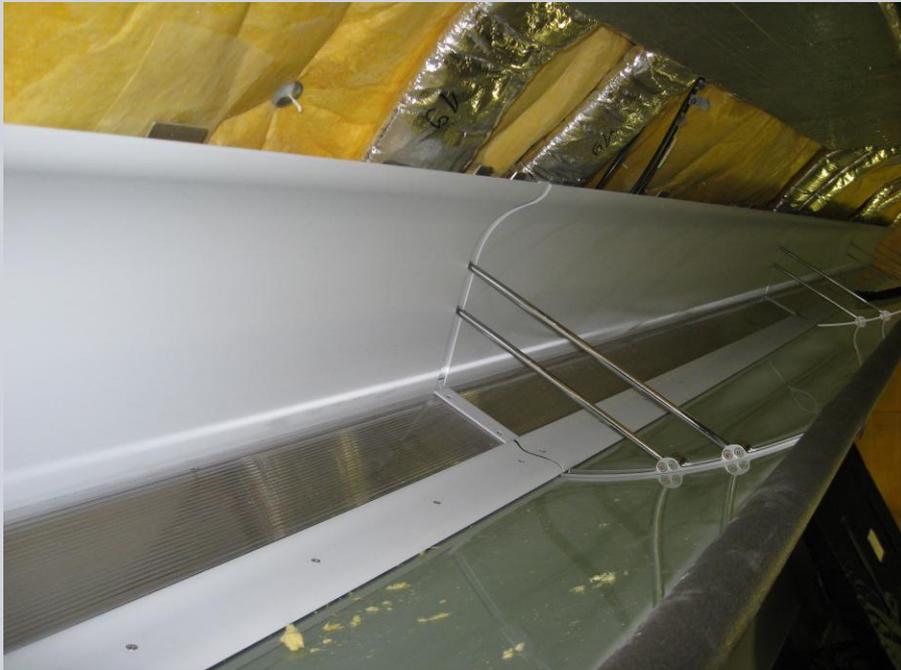


- Seitenwände und Decken sind mit einer besonders dicken Isolierung ausgestattet
- Vakuumisolierplatten unter der Bodenplatte, um den Fußboden nicht anheben zu müssen. Damit wird die geforderte Innenhöhe in allen Bereichen des Wagens gewährleistet.
- Spezielle Beschichtung der Seitenfenster verringert den Wärmedurchgang
- Isolierende Beilagen unter allen Bauteilen, die an der Außenwand befestigt sind, verhindern die Bildung von Kältebrücken

Velaro RUS

Technik für den Winterbetrieb

Wärmedehnungen



- Aufgrund der unterschiedlichen Wärmedehnungskoeffizienten kommt es zu Spannungen zwischen den Baugruppen
- Die Fußbodenplatte ist so verlegt, dass entsprechende Dehnfugen die Dehnungen aufnehmen
- Langlöcher, in Kombination mit Distanzstücken, ermöglichen die Bewegung zwischen den Sitzbefestigungen und der Bodenplatte.
- Schiebesitze an den Gepäckablagebefestigungen garantieren bei allen Temperaturen eine sichere Befestigung

Velaro RUS

Technik für den Winterbetrieb

Klimatisierung



Großraum

- Aufgrund des guten k-Wertes des Velaro RUS musste die Heizleistung für den Großraum nur um ca. 8% erhöht werden
- Innentüren trennen die Passagerräume von den Vorräumen ab

Einstiegsraum

- Bedingt durch die größeren Wärmeverluste der Außentüren und der Wagenübergänge ist die Heizleistung in den Vorräumen auf 6kW verdoppelt worden

Velaro RUS - Technik für den Winterbetrieb

Ertüchtigung der Materialien im Außenbereich

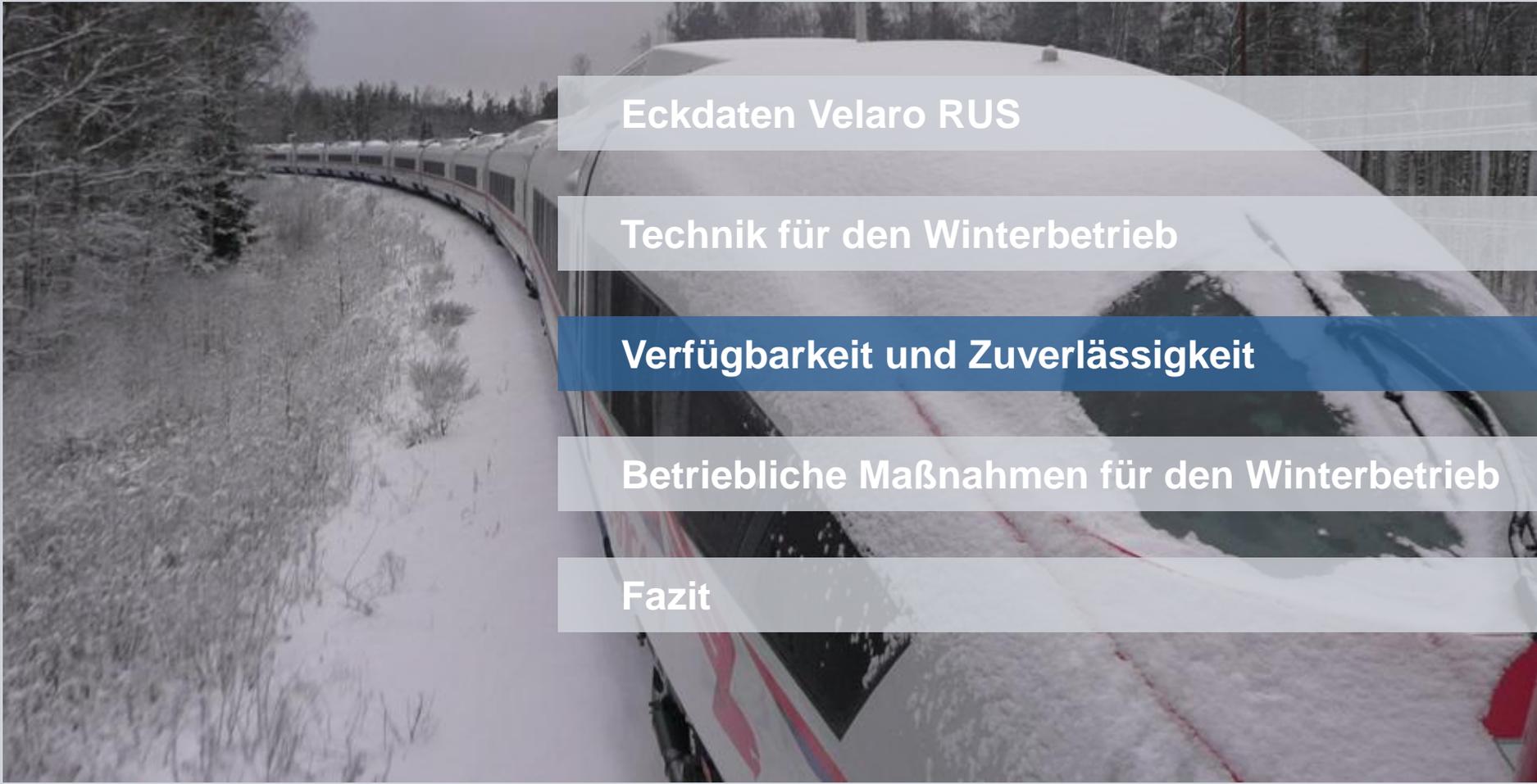
- Tiefe Temperaturen stellen hohe Anforderungen an Materialauswahl und Qualitätssicherung
- Primäres Kriterium zur Beurteilung der Tieftemperatureignung ist die Kerbschlagarbeit
- Insbesondere Schweißkonstruktionen sind aufgrund des Wärmeeintrags während der Herstellung durch qualitätssichernde Maßnahmen abzusichern

Einsatzfähigkeit Materialien im Außenbereich für -50°C	
Material	Maßnahme / Nachweis
Aluminium und AL-Legierungen	sind geeignet
Baustahl	Nachweis Kerbschlagarbeit
Feinkornstahl	Nachweis Kerbschlagarbeit
Niedriglegierter Stahl	Nachweis Kerbschlagarbeit
Bleche / Profile	Spezial-Legierung
Schrauben	Prüfzeugnis
Kunststoffe	Schlagfähigkeitsnachweis

Velaro RUS

Hochgeschwindigkeit im Winter

SIEMENS



Eckdaten Velaro RUS

Technik für den Winterbetrieb

Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit

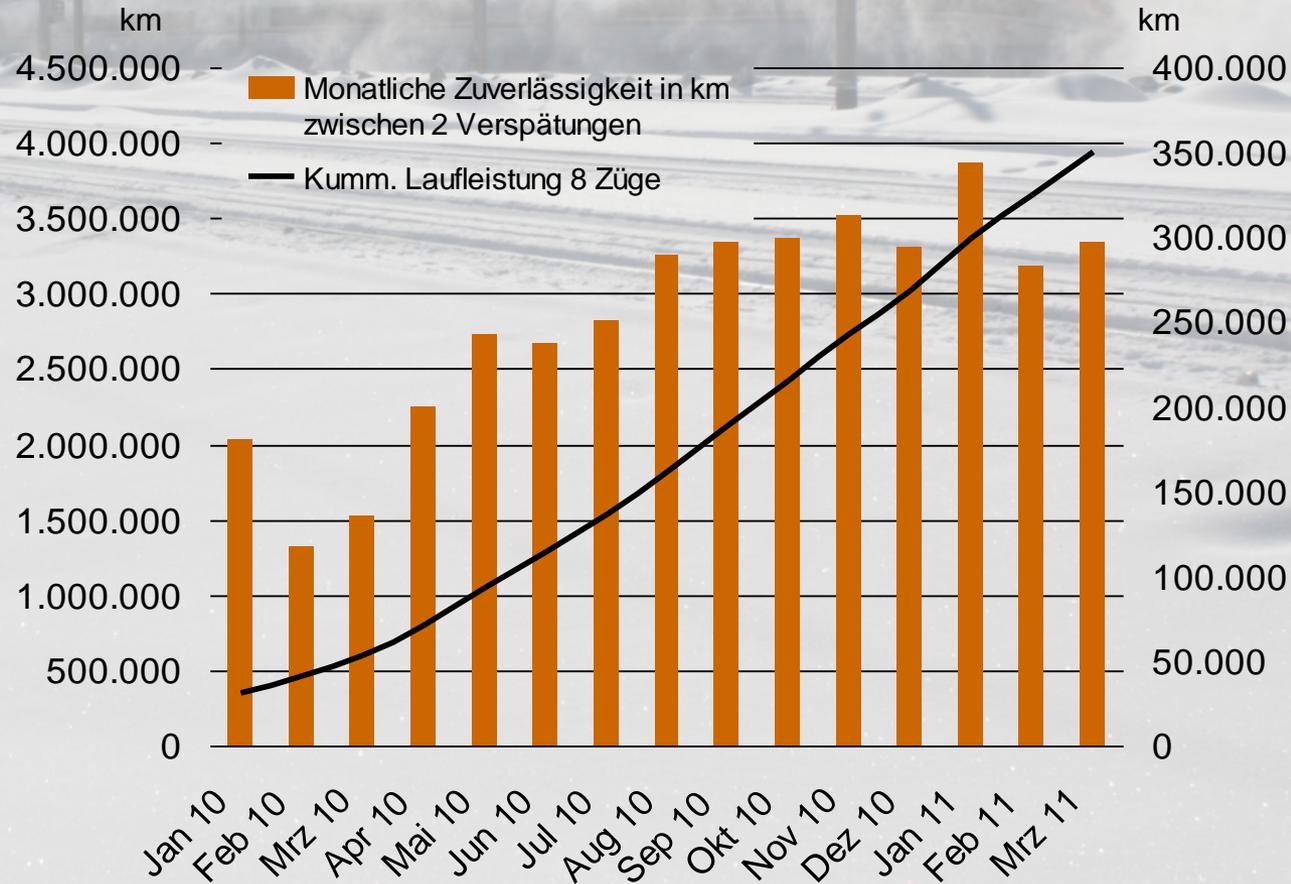
Betriebliche Maßnahmen für den Winterbetrieb

Fazit

Velaro RUS

Zuverlässig in allen Jahreszeiten

- Velaro RUS-Flotte kurz nach Betriebseinführung schon bei über 250.000 km zwischen 2 technisch bedingten Verspätungen
- Entspricht <4 Fehler pro Million km
- In 6 von 15 Monaten keine technisch bedingten Verspätungen
- In weiteren 7 Monaten jeweils nur eine technisch bedingte Verspätung
- Hohe Zuverlässigkeit auch in den Wintermonaten



Velaro RUS

Hohe Verfügbarkeit auch im Winter

Verfügbarkeit*

$$A = \text{MUT} / (\text{MUT} + \text{MDT})$$

MUT = Mean Up Time

MDT = Mean Down Time

- Trotz der harten Winterbedingungen kein Einbruch der Verfügbarkeit
- Durchdachte Wartung und regelmäßige Enteisung garantiert eine hohe Verfügbarkeit
- Auf die winterlichen Bedingungen angepasste Konstruktionen ermöglichen hohe Verfügbarkeit

98,5%

98,0%

97,5%

97,0%

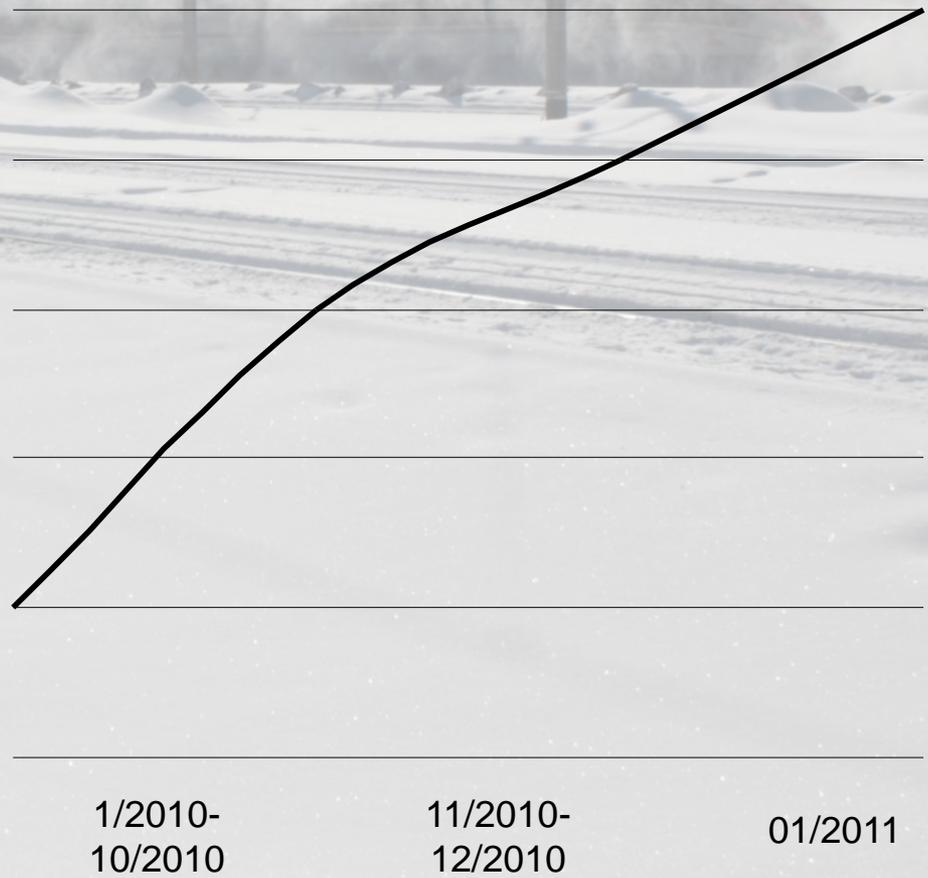
96,5%

96,0%

1/2010-
10/2010

11/2010-
12/2010

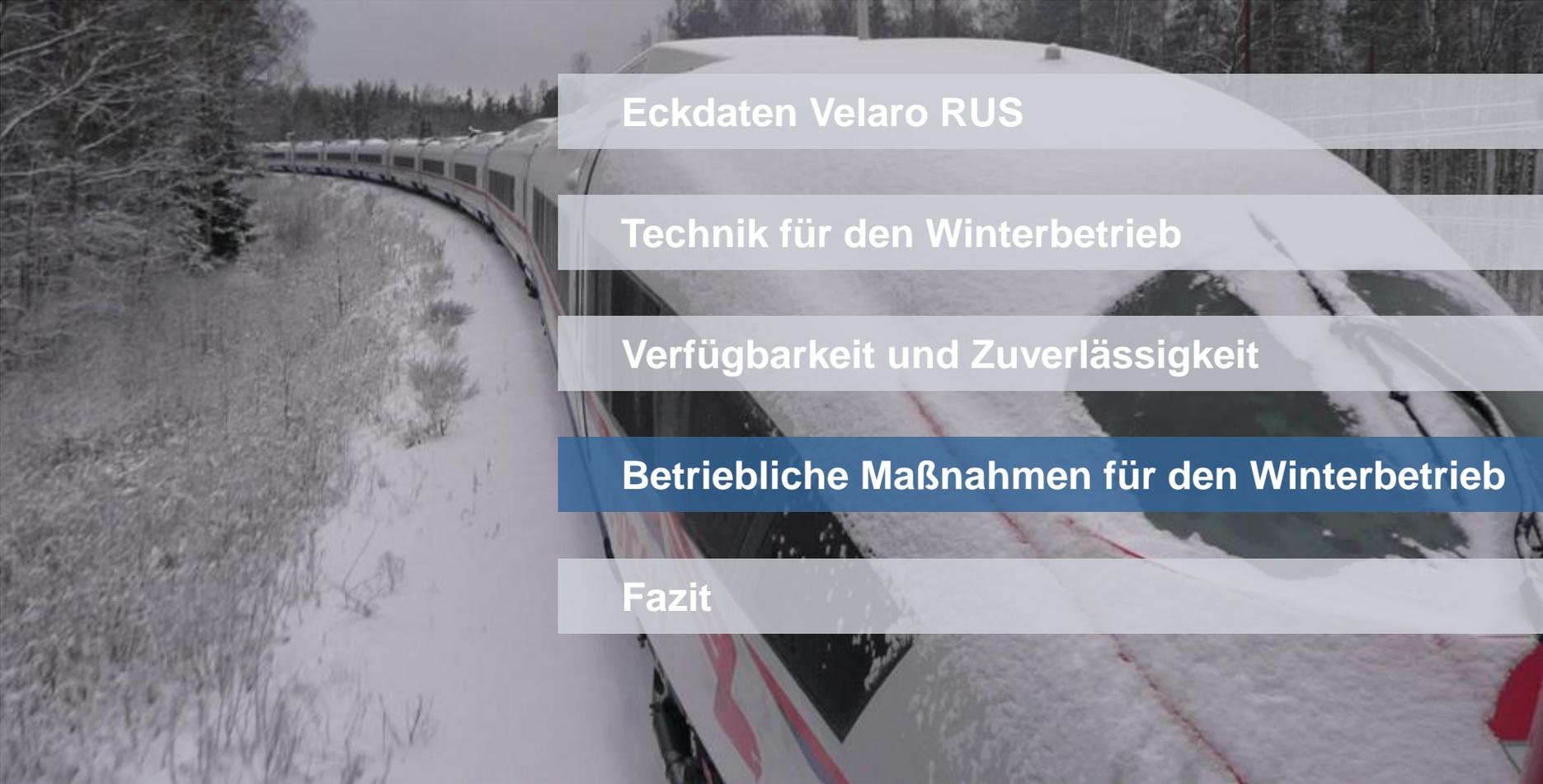
01/2011



* Nach EN 50126

Velaro RUS Hochgeschwindigkeit im Winter

SIEMENS



Eckdaten Velaro RUS

Technik für den Winterbetrieb

Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit

Betriebliche Maßnahmen für den Winterbetrieb

Fazit

Betriebliche Maßnahmen

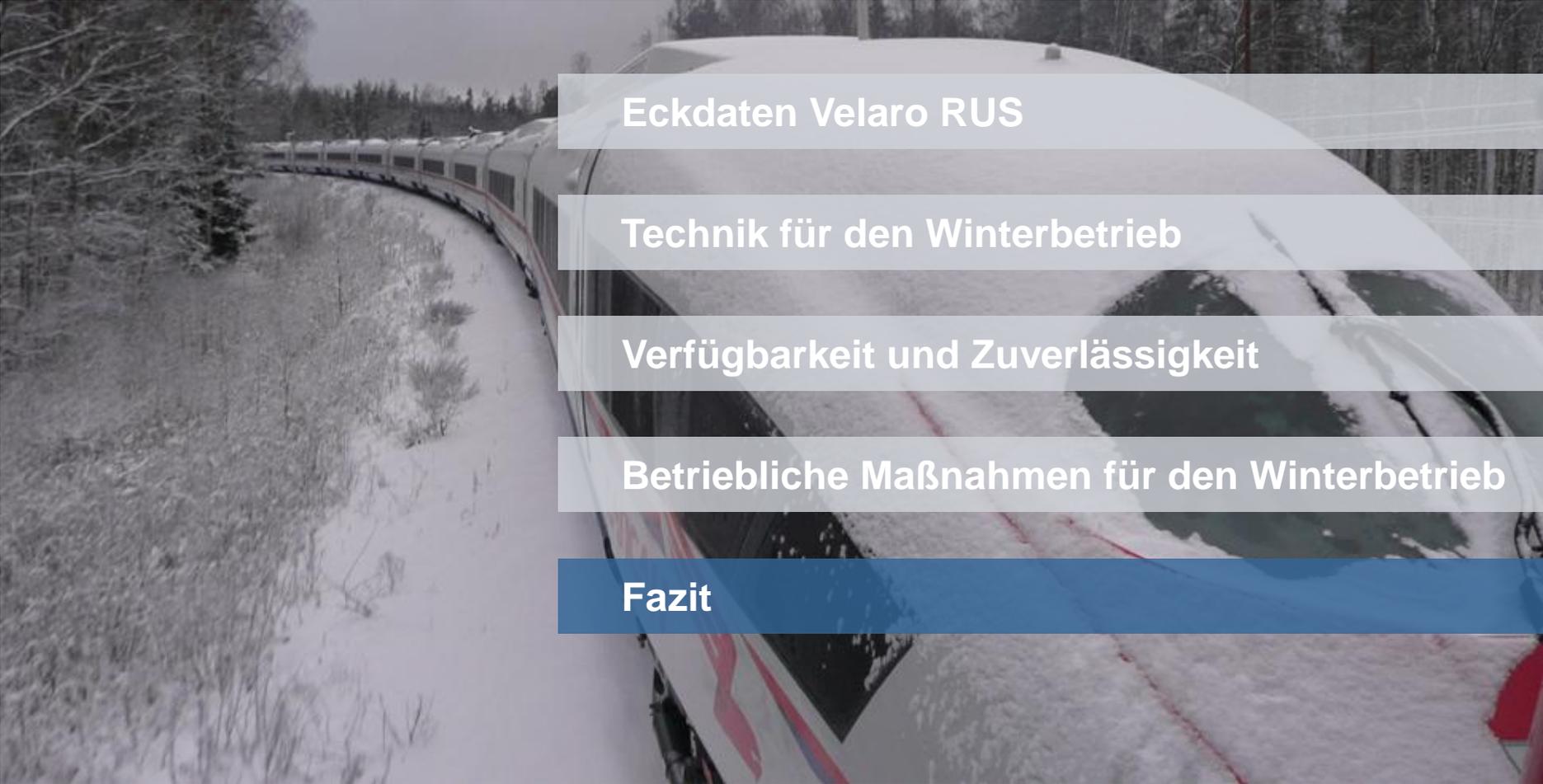


Beispiel einer Enteisungsanlage

- Durch Anlagerungen von Eis kann es zu Funktionseinschränkungen kommen, z.B. im Drehgestellbereich
- Herabfallen von Eis führt zu vermehrtem Schotterflug, wodurch es zu Schäden im Unterflurbereich kommen kann
- Auch beste Konstruktionen können die Anlagerung von Eis nicht vollständig verhindern
- Ein regelmäßiges Enteisen ist somit unerlässlich und entscheidend für einen störungsarmen Betrieb. Insbesondere die Drehgestelle müssen regelmäßig enteist werden.
- Zur Enteisung hat sich warmes Wasser oder auch heiße Luft bewährt. Eine Neuanlagerung kann durch Einsprühen des Unterbodens mit einer Glykol-Lösung behindert werden.
- Durch Tiefkehren der Gleise wird die Neigung zum Schotterflug reduziert

Velaro RUS Hochgeschwindigkeit im Winter

SIEMENS



Eckdaten Velaro RUS

Technik für den Winterbetrieb

Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit

Betriebliche Maßnahmen für den Winterbetrieb

Fazit

Velaro RUS Fazit



- Winterliche Bedingungen stellen besondere Ansprüche an Rollmaterial und Infrastruktur
- Der Velaro RUS ist speziell konzipiert für den Betrieb in extrem kalter Umgebung
- Die hohe Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit zeigen die Wirksamkeit der Konzepte
- Konstruktive Lösungen in den Fahrzeugen alleine können nicht alle Probleme des Winterbetriebs lösen
- Nur zusammen mit betrieblichen Maßnahmen wie regelmäßigem Enteisen des Fahrzeugs oder geeignete Behandlung des Schotterbetts ist ein stabiler Betrieb abzusichern

Velaro RUS
Ein Zug für Tieftemperatureinsatz

SIEMENS

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit



Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. Leif Paulukuhn
Leiter Engineering
Highspeed- und Intercityzüge
Siemens Mobility