



***Neues Rollmaterial zb
Die neue Generation
Zahnradtriebzug***

**Fachtagung TST
2. November 2012**

**Peter Fehr
Stadler Bussnang AG**

Inhalt :

- 1. Technische Merkmale der Zahnradtriebzüge 3- und 7-Teiler**
- 2. Technische Fahrzeugdaten**
- 3. Fahrzeugkonfiguration Layout 3- und 7-Teiler**
- 4. Fahrzeugkonfiguration elektrisch**
- 5. Fahrzeugkonfiguration Drehgestelle**
- 6. Drehgestelle - Getrennte Antriebe**
- 7. Neuentwicklung höhenverstellbares Zahnrad – EVZ30**
- 8. Crashkonzept**
- 9. Brandschutz und Sicherheit**
- 10. Elektronische Fahrgastreservation**
- 11. Zb - die neue Generation Zahnradtriebzüge – eine grosse Herausforderung**

1. Technische Merkmale : 3-Teiler / 7-Teiler

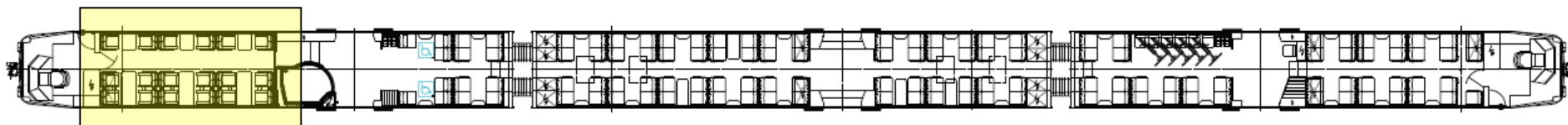
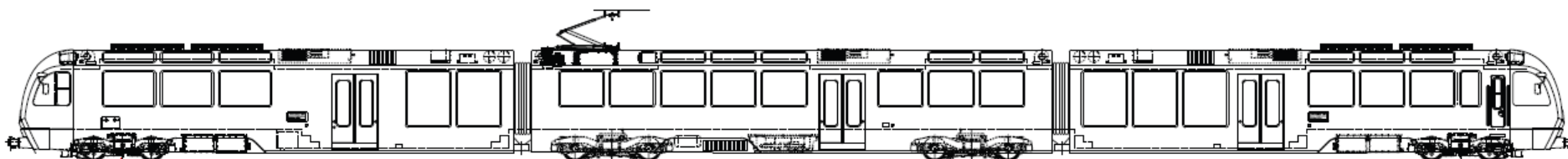
- Anspruchsvolles und modernes Fahrzeugkonzept
- Vollklimatisierte Wagen, mit Panoramafenstern
- Modernes Design
- Attraktives Bistro (7-Teiler) ★
- Nieder- und Hochflureinstieg mit Klapptritt
- Erfüllt Crashnorm EN 15227 ★
- Getrennte Antriebe Adhäsion - Zahnrad ★
- Höhenverstellbarer Zahnradantrieb für Kompensation Radverschleiss ★
- Hohe Redundanz
- Sehr hohe Funktionalität ★
- Modernes Fahrgastinformationssystem
- Elektronische Sitzplatzreservation (7-Teiler) ★
- Erfüllt hohe Brandschutzanforderungen ★
- Hohe Modularität : 3-teilig bis 10-teilig

2. Technische Fahrzeugdaten :

		3-Teiler	7-Teiler
Abmessungen :	Breite :	2650 mm	2650 mm
	Länge :	54 m	126 m
	Einstiegshöhe :	420 mm SOK	
Sitzplätze :		147 Personen (18 Pers 1. Kl.)	317 Personen (74 Pers. 1. Kl.)
Anfahrzugkraft :	Adhäsionsstrecke :	120 kN	240 kN
	Zahnradstrecke :	220 kN	440 kN
Max. Steigung :	Adhäsionsstrecke :	35 ‰	
	Zahnradstrecke :	120 ‰	
Höchstgeschwindigkeit Adhäsion :		120 km/h	
Höchstgeschwindigkeit Zahnstange :		40 km/h	- bergwärts
		27.5 km/h	- talwärts bei 120 ‰ Gefälle

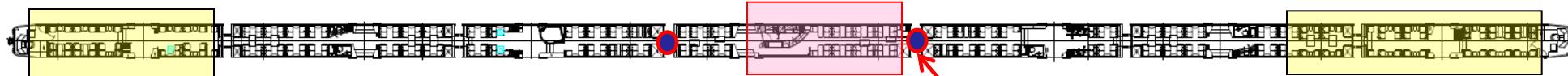
3. Fahrzeugkonfiguration Layout 3- und 7-Teiler

FINK / 3 Teiler (ABeh 160 ...)



1. Klasse

ADLER / 7 Teiler (ABeh 150 ...)



1. Klasse

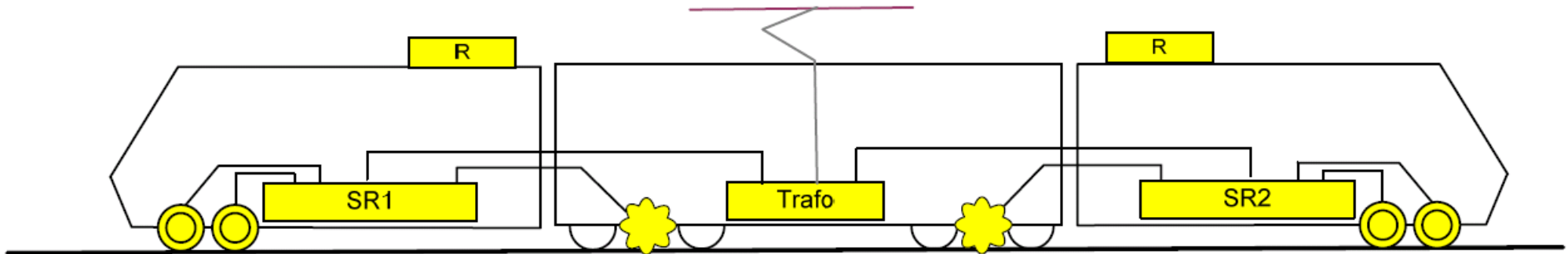
Bistro

1. Klasse



Automatische
Kupplung

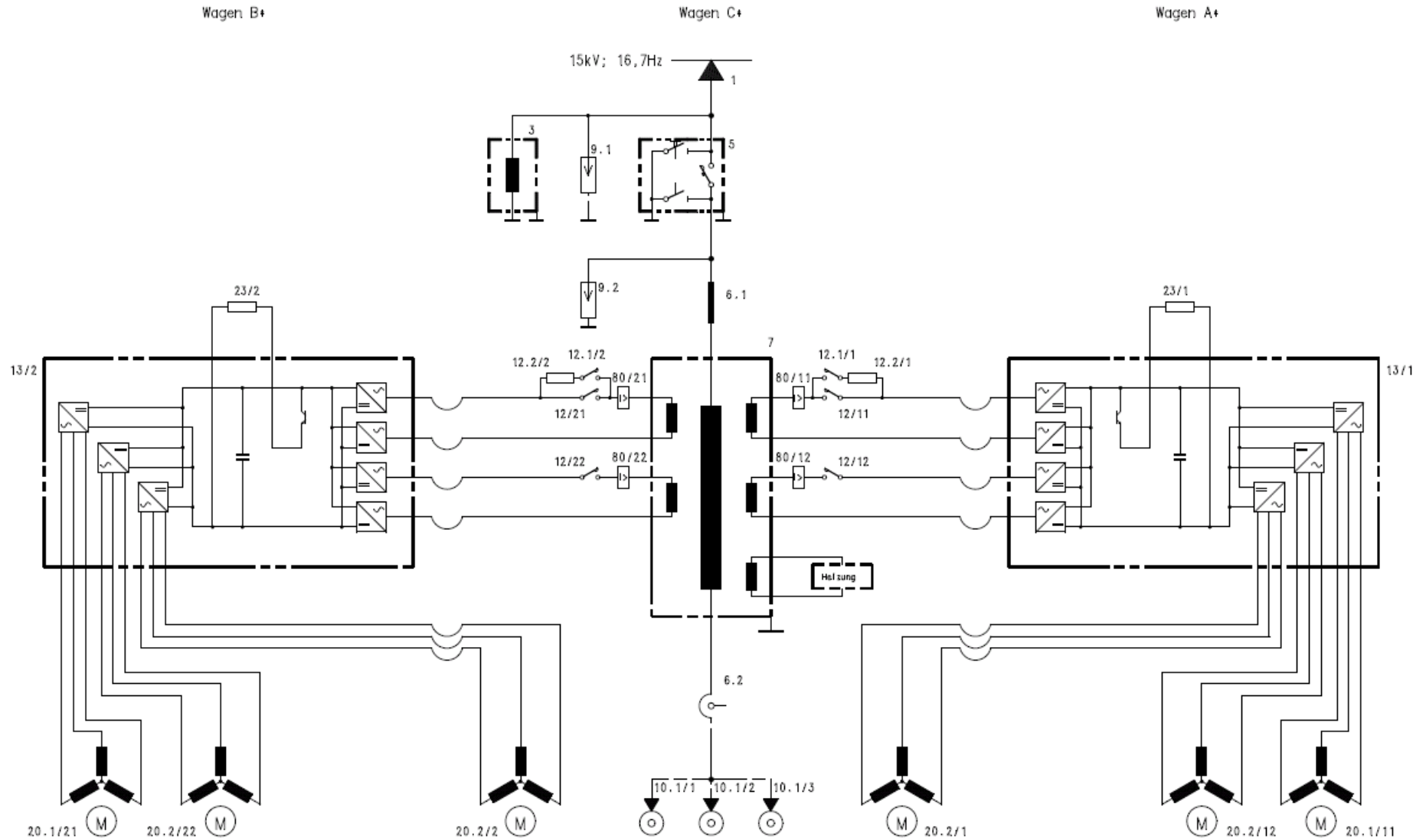
4.1 Fahrzeugkonfiguration elektrisch



Elektrische Geräteanordnung je 3-teiliges Triebmodul

- Hochspannungsapparate wie Stromabnehmer, Messwandler, Hauptschalter, Überspannungsableiter auf dem Dach
- Haupttransformator Unterflur im zentralen Mittelwagen
- Antriebsstromrichter Unterflur auf den Endwagen
- Bremswiderstände auf dem Dach / Endwagen

4.2 Fahrzeugkonfiguration elektrisch



4.3 Fahrzeugkonfiguration elektrisch

Eigenschaften :

Ansteuerung: jeder der 6 Fahrmotoren pro 3-Teiler kann einzeln angesteuert werden

Betriebsart Adhäsion: pro 3-Teiler

- 4 Adhäsionsfahrmotoren à max. 350 kW
- Total : 1400 kW

Betriebsart Zahnrad: pro 3-Teiler

- 2 Zahnradfahrmotoren à max 450 kW, total 900 kW, (ca. 60%)
- 4 Adhäsionsfahrmotoren à max 175 kW, total 700 kW, (ca.40%)
- Total : 1600kW

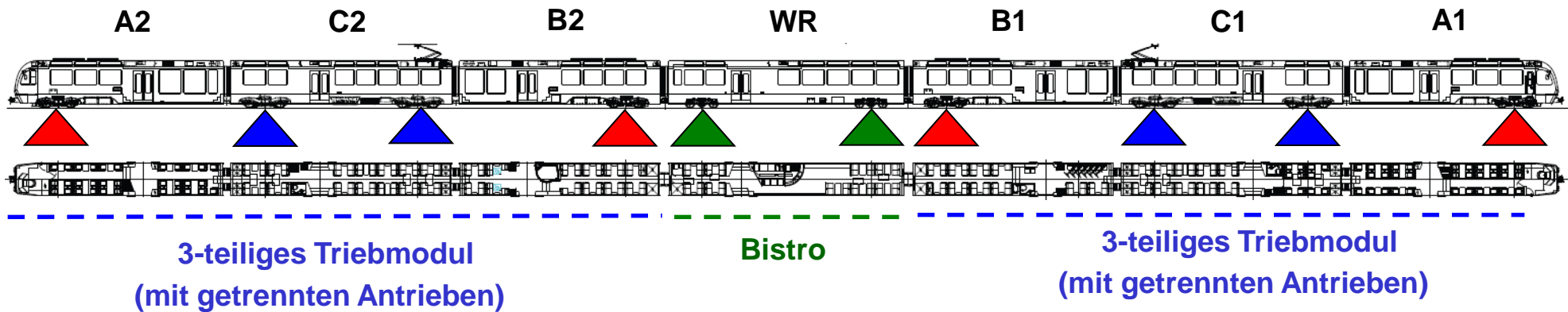
Talfahrt ohne Netz (Räumung Zahnradabschnitt) auch aus Stillstand möglich

- Leistung auf Bremswiderstände und zur Speisung der Hilfsbetriebeumrichter

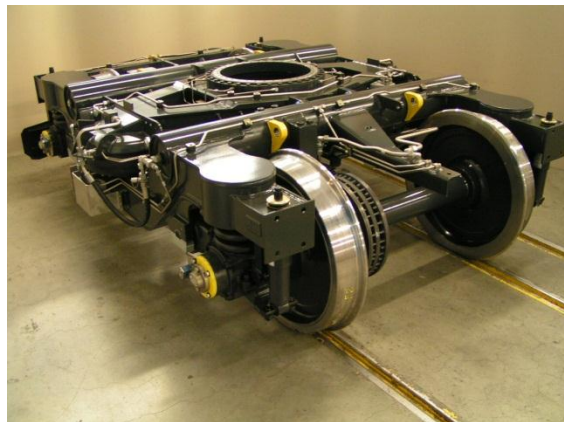
weitgehende Redundanzen für Traktion und Hilfsbetriebe:

- bei 1/4-Ausfall noch verspätungsfreier Betrieb ganzes Netz
- bei 1/2-Ausfall verspätungsfrei auf Adhäsionsstrecke

5. Fahrzeugkonfiguration Drehgestelle (7-Teiler / 3-Teiler)



Adhäsions Triebdrehgestell



Laufdrehgestell mit Bremswagen, Typ GSW



Zahnrad Triebdrehgestell mit Bremszahnrad, höhenverstellbar

6.1 Einfahrt Zahnstange - mit getrennten Antrieben

Das Streckennetz zb ist mit ca. 10% Zahnstangenanteil sehr geeignet für getrennte Antriebe

⇒ Erhöhte Einfahrtgeschwindigkeit in Zahnstange möglich

- Kombiniertes Antrieb : **5 – 8 km/h**
- Getrennter Antrieb : **bis 30 km/h** mit Vorsynchronisieren Triebzahnrad (+3 km/h)

⇒ Individuelle Zugkraftregelung Adhäsions- und Zahnradantrieb

⇒ Entlastung der Zahnstange

Einfahrversuche in Zahnstange / Beschleunigungsmessungen

Einfahrt Meiringen und Käppeli :

1. Versuche HGe : **v = ca 8 km/h**

a_z max = ca. 16g (vertikal)

2. Versuche FINK : **v = 15-30 km/h**

a_z max = ca. 10g (Triebzahnrad, vorsynchr.)

a_z max = ca. 16g (Bremszahnrad; Stillstand)

Ideale Einfahrtgeschwindigkeit :

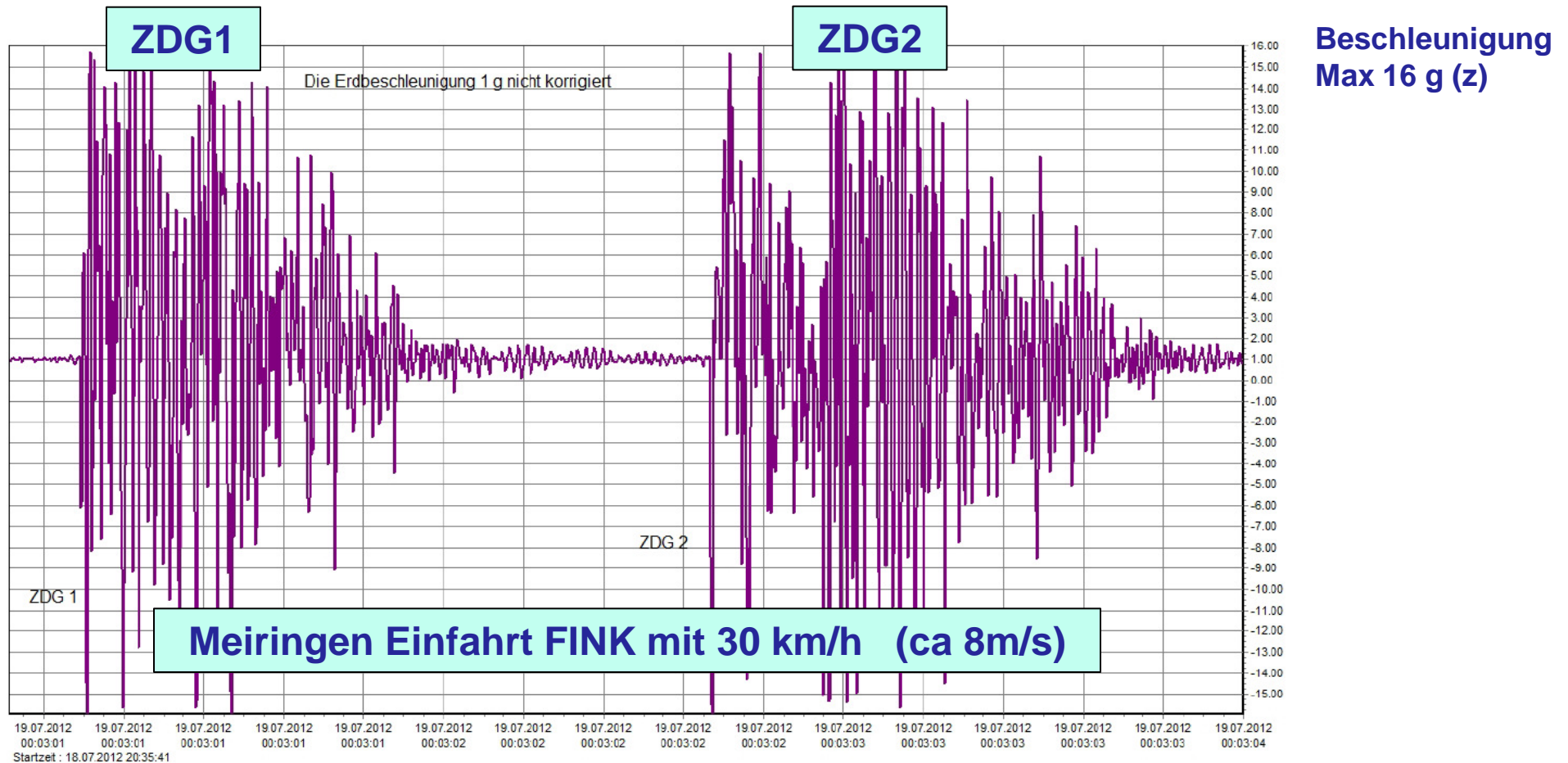
20 km/h (Empfehlung Stadler)

➔ Schonung Drehgestell (Bremszahnrad)

➔ Schonung Infrastruktur (Einfahrt)

6.2 Einfahrt Zahnstange - mit getrennten Antrieben

Einfahrversuche Zahnstange Meiringen mit 30 km/h

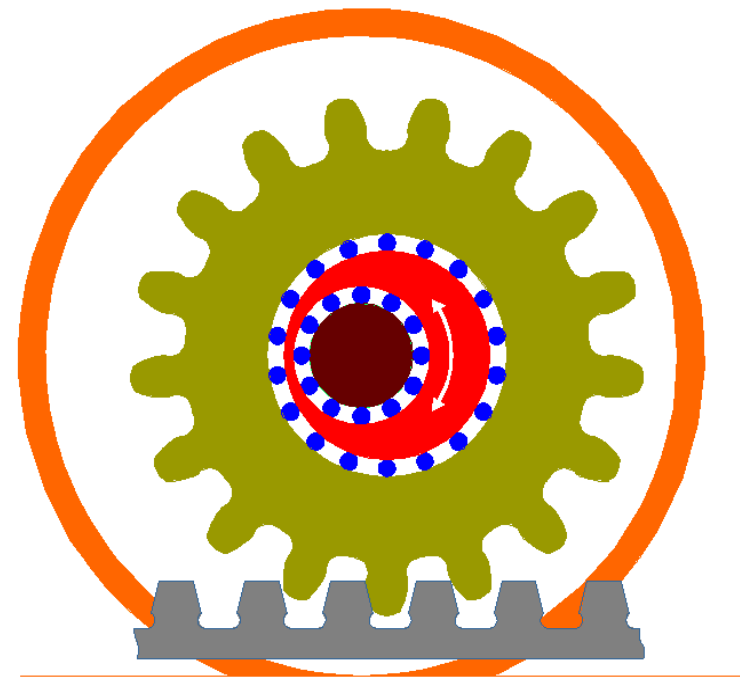


Messdauer 3 Sekunden

7.1 Drehgestell: Neuentwicklung höhenverstellbares Zahnrad

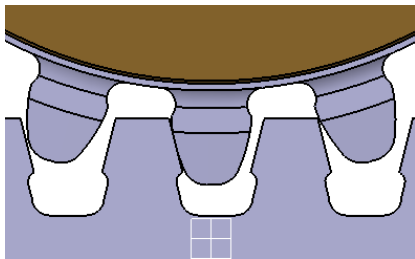
EVZ 30

Exzentrisch verstellbarer Zahnradantrieb, 30mm

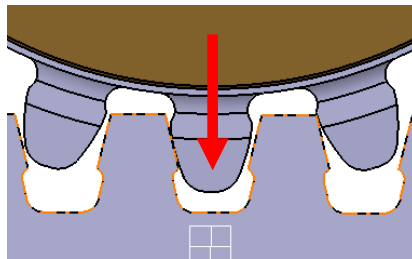


7.2 EVZ 30 – Höhenverstellung Zahnrades mittels Exzenter

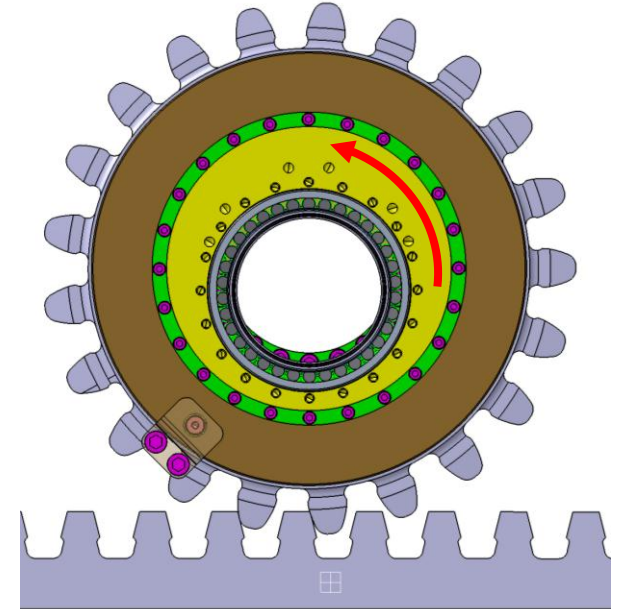
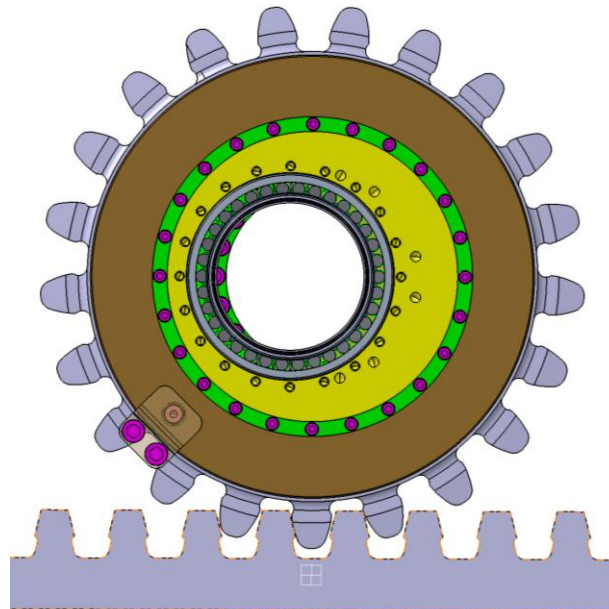
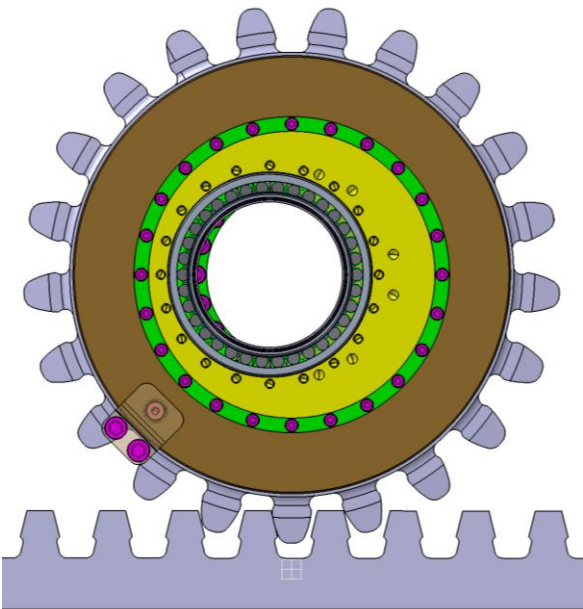
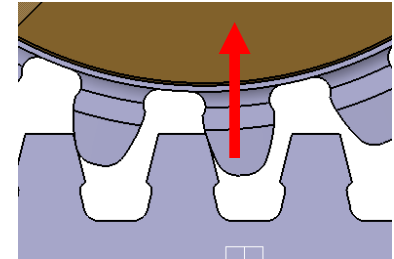
Laufrad neu



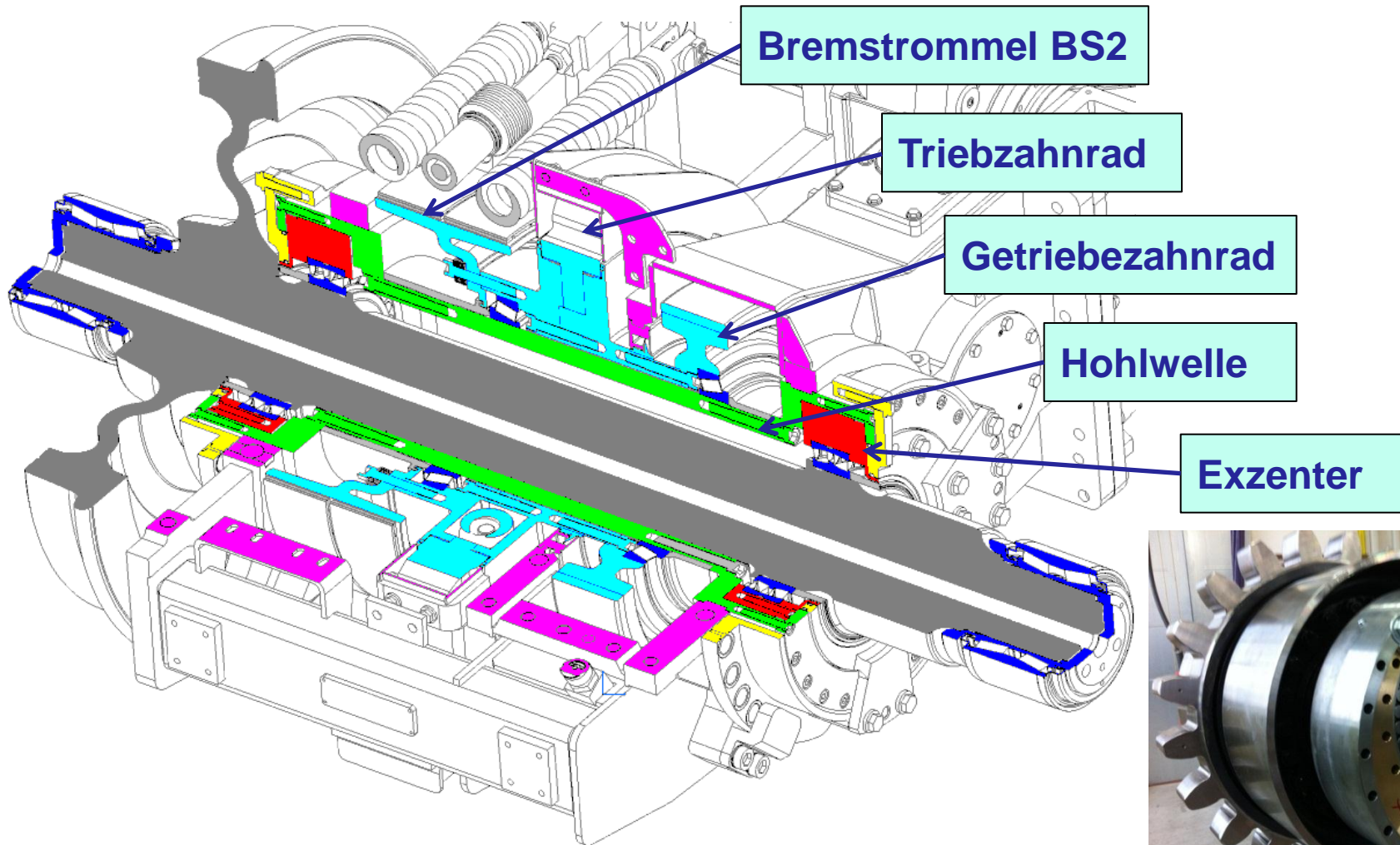
Laufrad abgenutzt



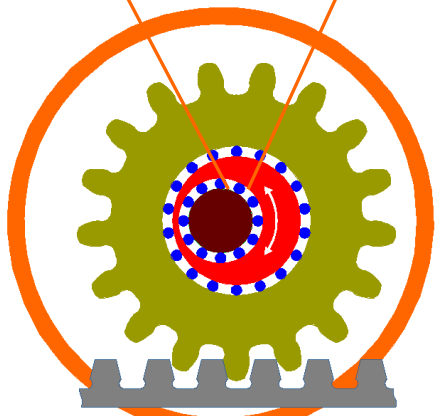
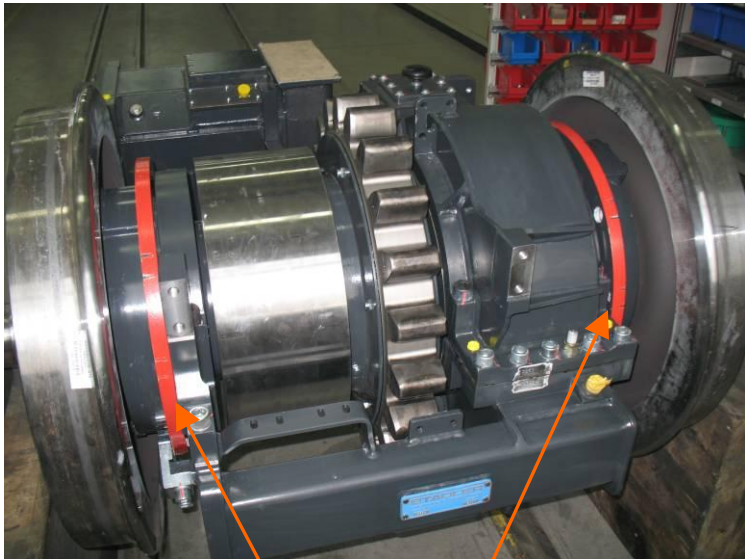
Höhenverstellung



7.3 EVZ 30 – Aufbau der Höhenverstellung



7.4 EVZ 30 – Exzentrisch verstellbarer Zahnradantrieb



Vorteile:

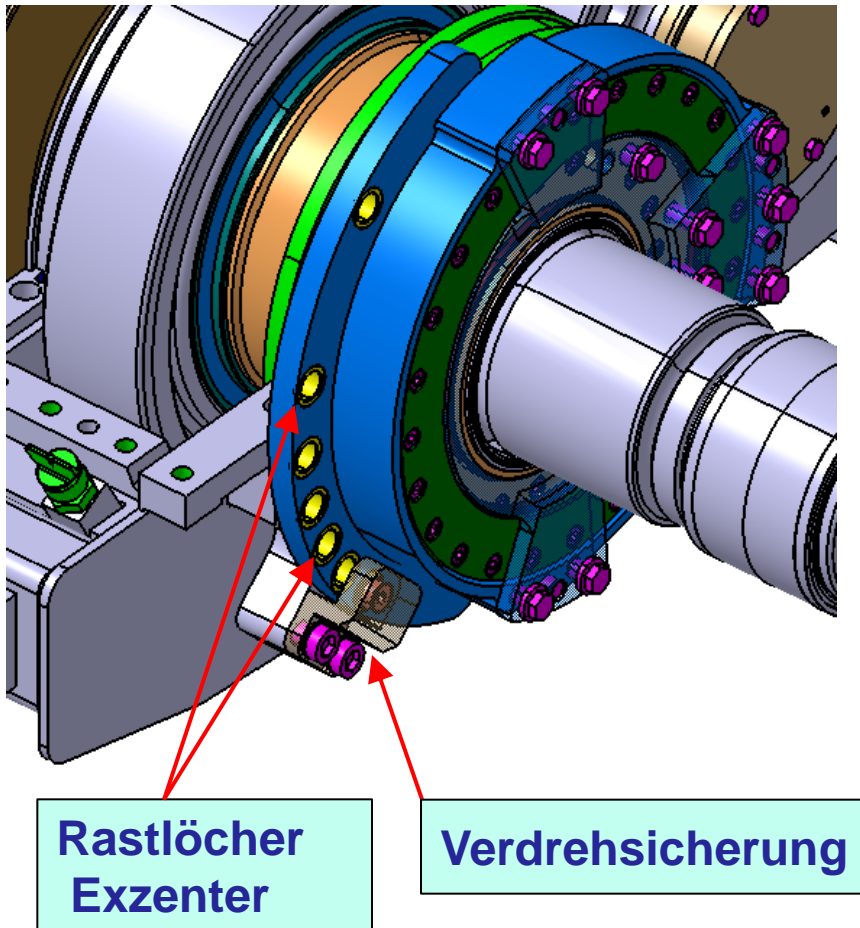
- grosse Radabnutzungen zulässig → grössere Laufleistung → längere Lebensdauer → weniger Kosten
- zb : 35 mm Radverschleiss zulässig (ohne EVZ : 12 mm)
- Verstellstufe : 5 mm pro Raster
- optimalere Zahneingriffsverhältnis trotz Radabnutzung
- einfache stufenweise Verstellmöglichkeit
- gleiches System für Trieb- und Bremsradsatz
- Relativ viele gleiche Teile bei Trieb- und Bremsradsatz

7.5 EVZ30 : Einfache Höhenverstellung

Fahrzeug auf Grube, kein Ausbau des Drehgestelles erforderlich

1. Demontage der Verdrehsicherung
2. Ansetzen des Montagehebels in Rastlöcher
3. Verdrehen des Exzenter um eine Raststellung; Höhenverstellung 5 mm
4. Montage der Verdrehsicherung
5. gegenüberliegende Seite nachstellen
6. Endkontrolle

**Arbeit kann von 1 Person ausgeführt werden;
Dauer pro Drehgestell, beide Achsen,
ca. 1 Stunde**

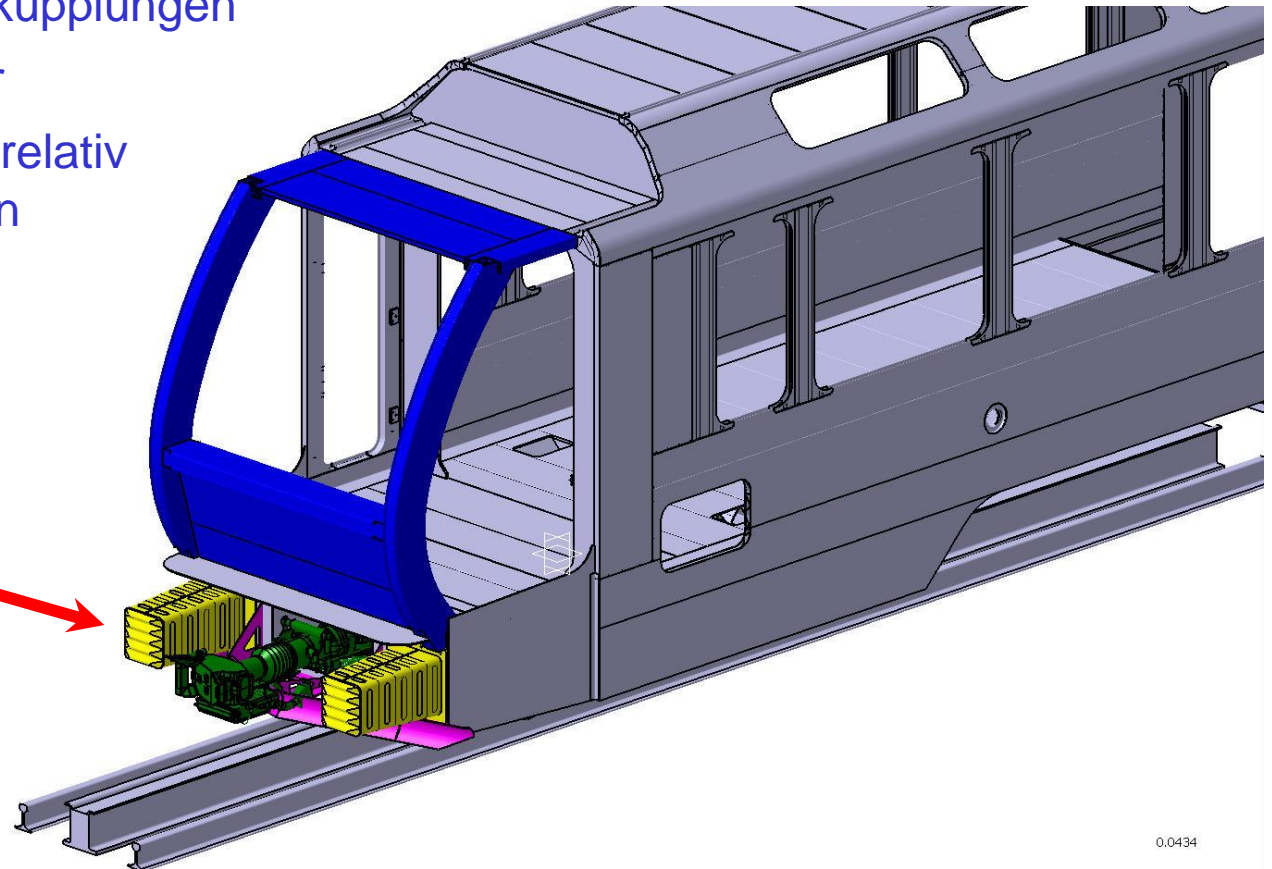


8.1 Crashkonzept

Crashelemente / Gestaltung :

- Wagenkasten mit Druckfestigkeit 800 kN
- Abschermechanismus Frontkupplungen
- Crashmodule mit Anticlimber
- Endwagen-Frontstruktur mit relativ «massiven» A-Säulen

1. Zahnradtriebzug, welcher die
Crashnorm EN 15227 erfüllt
(Fahrzeugkategorie C-III)



8.2 Umsetzung Crashkonzept : Vergleich mit Vollbahn



RWK Front zb



RWK Front NSB (FLIRT)

9. Brandschutz und Sicherheit

Rahmenbedingungen :

- Brandschutznorm DIN 5510, Brandschutzstufe 2
- Integration Sicherheitskonzept Tunnel Engelberg / Vorgabe zb

Massnahmen :

- Brandschutzgutachten TÜV Süd liegt vor
- Detaillierte Brandrisikoanalyse zur Identifikation von Zündrisiken und erforderlichen konstruktiven Massnahmen
- Brandmeldeanlage in Fahrgastraum, Führerstand, Toiletten, Bistroküche, Apparateschränke (Bereiche mit erhöhtem Brandrisiko)
- Brandbekämpfungsanlage im Fahrgastraum, WC, Bistro mittels Wassernebel
- Fahrgastnotbremse kann der Zugführer überbrücken, um den Zug an einem geeigneten Ort anhalten zu können (nicht im Tunnel, auf einer Brücke u.a.)
- Redundanter Antriebsstrang zur Kompensation eines beschädigten Stromrichters oder Fahrmotors zur Traktionserhaltung

10. Elektronische Sitzplatzreservation (7-Teiler)

- Elektronisches Reservationssystem mit Sitzplatzanzeigen (RUF)
- Die Daten werden über eine GSM-Verbindung auf das Fahrzeug verschickt
- Daten können bei Bedarf auf Fahrzeug editiert werden



Reservationsanzeige
pro Sitzplatz



11. FINK & ADLER – die neue Generation Zahnradtriebzug → das war eine sehr grosse Herausforderung für Stadler

Ein paar „Kennzahlen“ :

- 44 Konzepte erstellt in enger Zusammenarbeit mit zb
- 10 verschiedene Wagentypen
- sehr hohe Funktionalität und Modularität
- sehr grosse Herausforderung für Technik / Lieferanten / Montage / IBS
- ca 9000 Zeichnungen (STADLER)
- ca 3000 Seiten E-Unterlagen (Schema, Kabellisten)
- 30 VME pro 3-Teiler / 50 VME pro 7-Teiler
- Kabellänge : 3-Teiler ca. 60 km pro Triebzug
 7-Teiler ca. 150 km pro Triebzug

Herzlichen Dank für die Aufmerksamkeit

