



# PILATUSBAHN BHE 2/2 UND XHE 2/2 TST-FACHTAGUNG VOM 11.06.2021

René Brauchli, Bussnang, 11.06.2021

**STADLER**

# VERTRAG / FAHRZEUGKONZEPT

**Vertragsdatum:** 13. Juli 2018

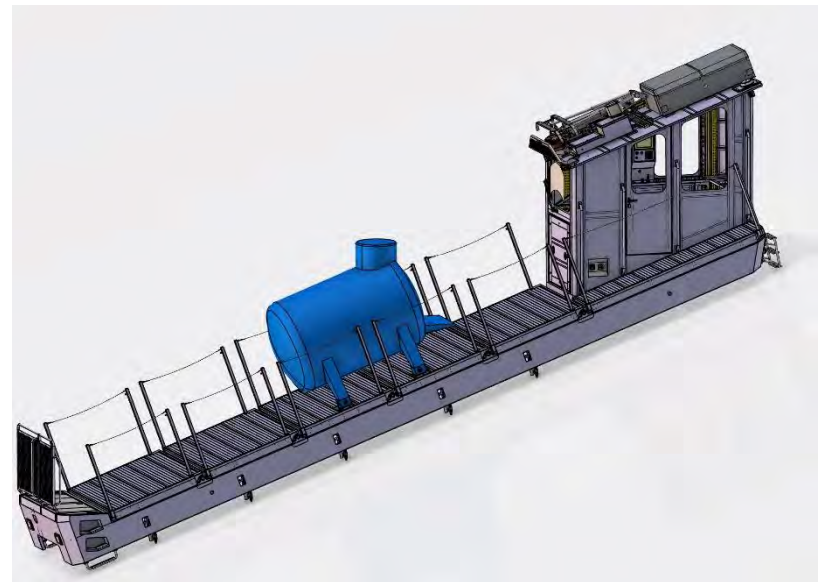
**Lieferumfang:** 8 Stk. Personentriebwagen Bhe 2/2

1 Stk. Gütertriebwagen Xhe 2/2

**Ausführung:** Fahrwerk mit Traktion von Stadler, Aufbau wurde von Stadler an Calag, Langenthal übergeben (ähnlich Standseilbahn)



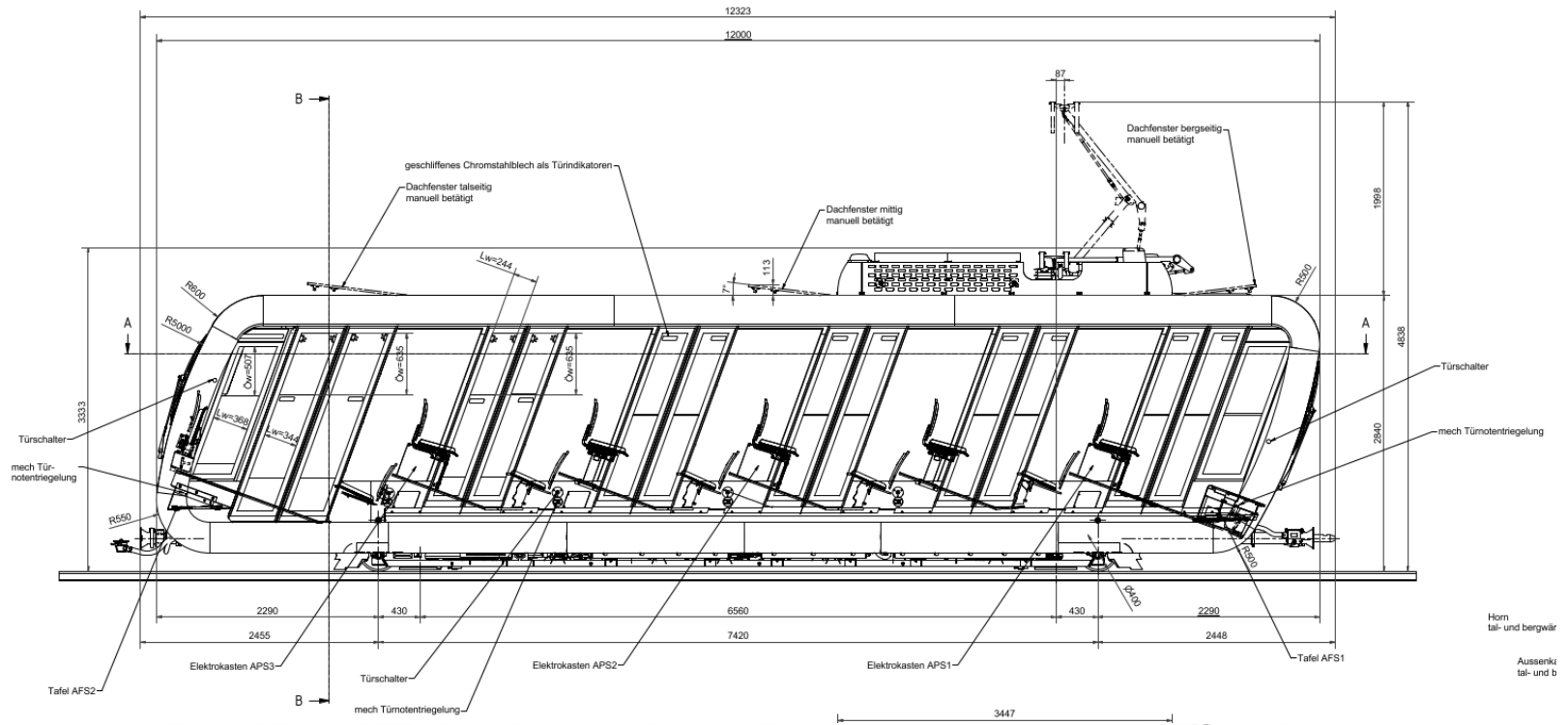
Personentriebwagen Bhe 2/2



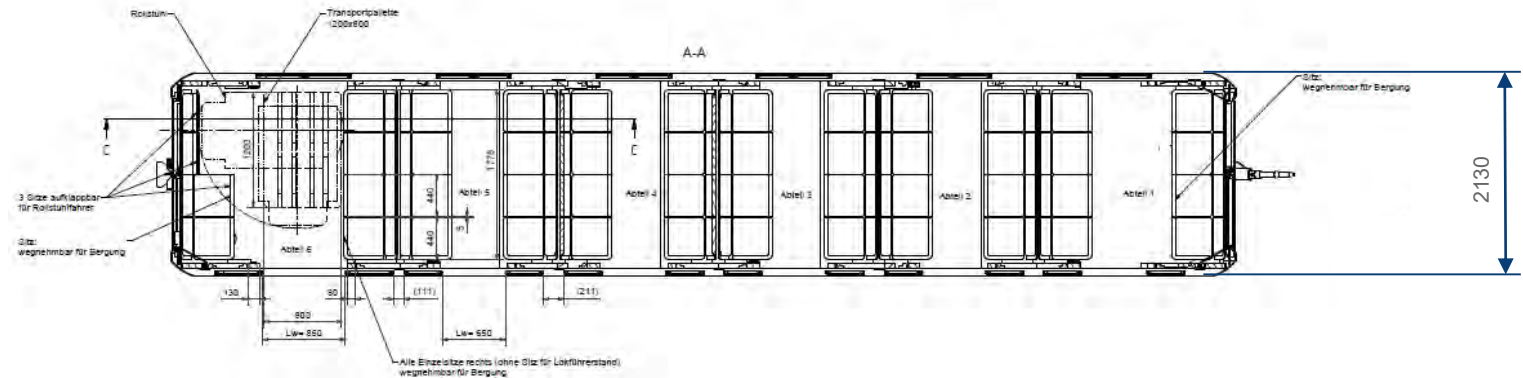
Gütertriebwagen Xhe 2/2



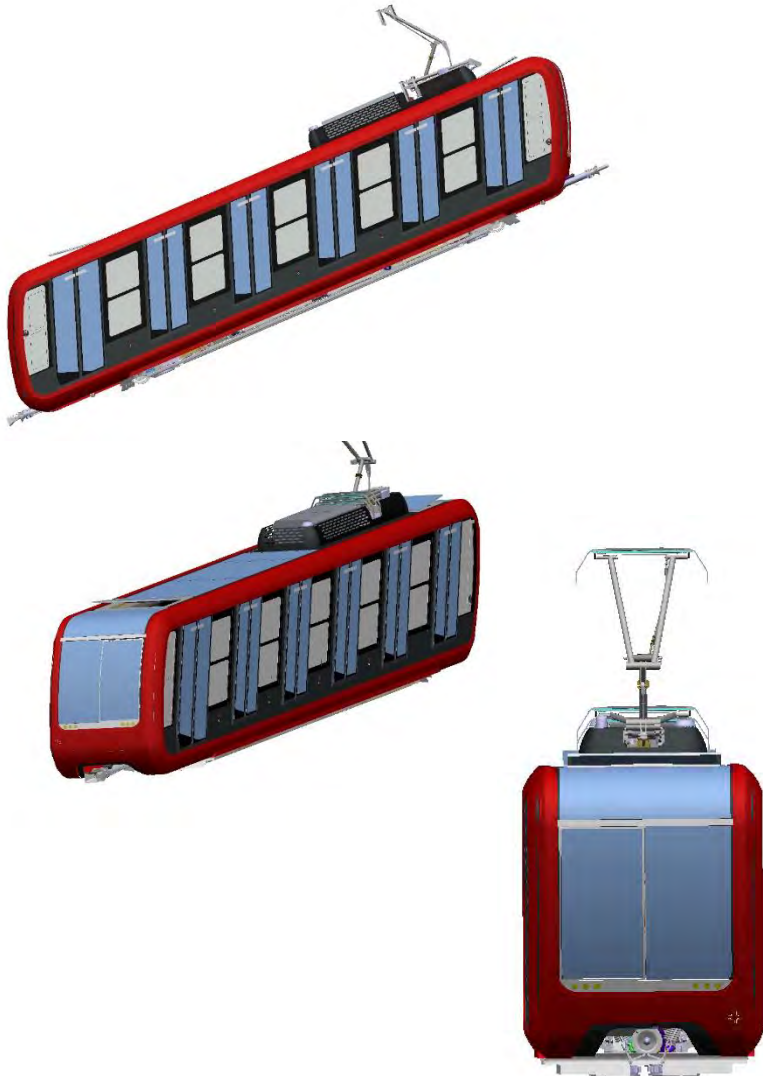
# PERSONENTRIEBWAGEN - TYPENBILD



Europalette im Behindertenabteil 6



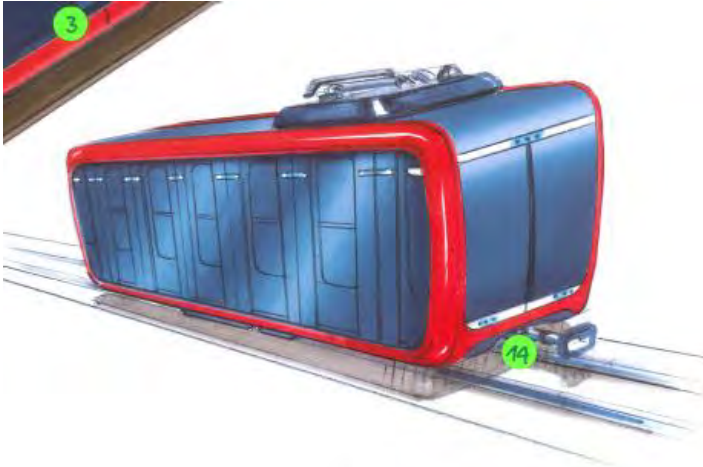
# PERSONENTRIEBWAGEN, TECHN. DATEN



- Max. Steigung 480 ‰
- Fahrdrahtspannung 1500 VDC
- Geschwindigkeit
  - > Bergwärts 15 km/h
  - > Talwärts > 390‰ 9 km/h
  - > Talwärts ≤ 390‰ 12 km/h
- Dauerleistung am Rad 358 kW
- Brems- / Zugkraft 85 kN
- Hydraulische Bremse, Panto mit Druckluft
- Doppeltraktion möglich
- Personenzahl = 46 begleitet, 48 unbegleitet
- 6 Einstiegstüren je Seite
- Hohe Designansprüche
- Hohe Gewichtsanforderung, Leichtbau erforderlich

Gesamt-Fahrzeug	Tara	12.8t
	Brutto	16.4t
Aufbau kpl		5'800 kg
Chassis kpl		7'000 kg
Getriebe kpl		2'200 kg

# AUSSENDESIGN



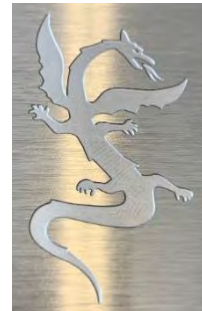
Vorlage Designer



Vorlage umgesetzt.



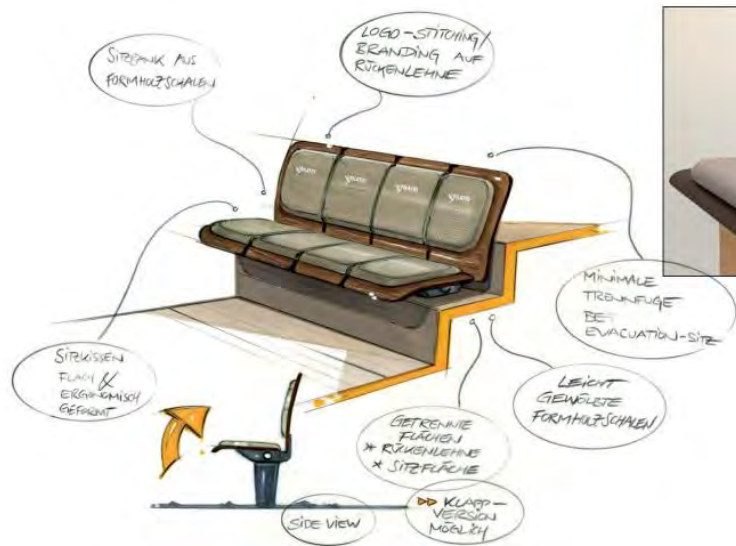
Virtual Reality





# INNENDESIGN

Vorlage  
Designer



# PERSONENTRIEBWAGEN – FST KONZEPT



Bedienpult im unbesetzten Abteil hinter Klappsitz verdeckt.

Klappsitz demontierbar und 180° gedreht steckbar.  
Bedienpult hochklappbar und verschiebbar



# AUFBAU - FESTIGKEITSNACHWEIS

## Vorgehen zur Auslegung des Aufbaus und des Chassis

- 1) Schwingungs- und Spannungsmessungen an bestehendem Fahrzeug durchgeführt
- 2) Ableitung der Lastannahmen aus der Messung auf die neuen Fahrzeuge
- 3) Validierungsmessung am neuen Fahrzeug und Vergleich der gemessenen Ergebnisse mit den getroffenen Lastannahmen innerhalb 11 Monaten nach Inbetriebnahme (gemäß Seilbahnnorm gefordert)

### Lastfälle Berechnungen Aufbau

Statische Lastfälle nach Seilbahnnorm EN-13796-1

- mit hohen Sicherheitsfaktoren (Im Normalbetrieb: Faktor 3)

Ermüdungslastfälle sind in der Regel mit der Seilbahnnorm und den statischen Lastfällen bereits abgedeckt. Wurden aber zusätzlich berechnet um die Erfahrung über die Lebensdauer zu erhalten.

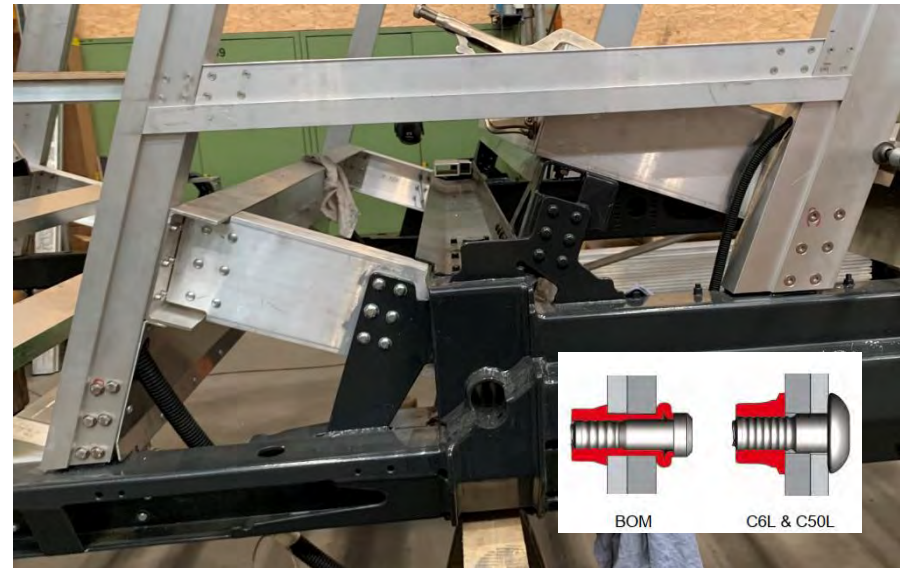
### FEM Berechnungen

Alle 7000 Nieten an der tragenden Struktur wurden über nicht lineare Modelle ausgewertet

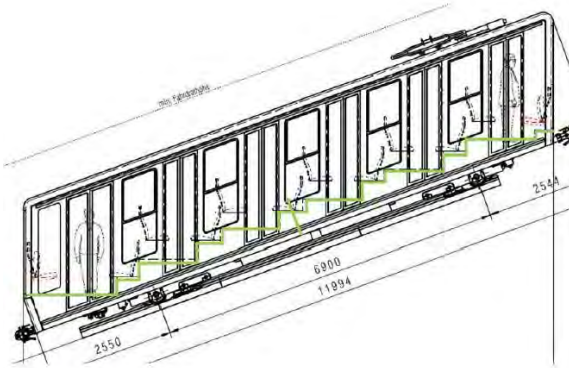


# TRAGENDE STRUKTUR WAGENKASTEN

- Lieferanteil Calag
- Alu-Gerippe (vernietet) auf Stahlchassis (geschweisst und vernietet)
- Tragende Struktur mit < 1'900kg bei Nutzlast von 3'600 kg

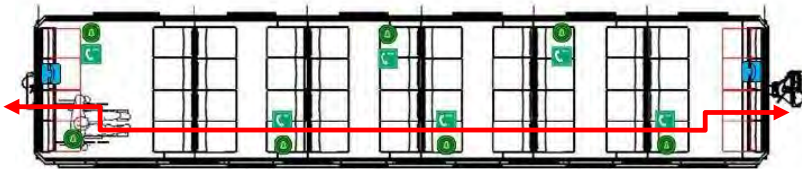


# BRANDSCHUTZ

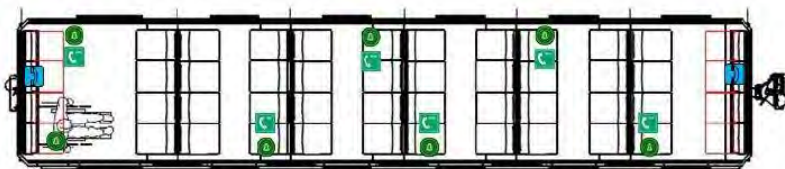


+ Feuerschutzabschluss EI15

EI15 Fussbodenabschluss zu aktiven Leistungskomponenten im Chassis



Seitliche Evakuierung auf Strecke nicht möglich, deshalb Evakuierung über Frontfenster und Brücke in anderes Fz



Notsprechstellen und Lautsprecher in jedem Abteil wegen unbegleitetem Fz in Doppeltraktion



# BRANDSCHUTZ PARKETTBODEN

Testaufbau einer „Stufe“ (Abteil 5/6)  
für den Feuerabschlusstest



Furnier aus afrikanischer Eiche  
(Iroko) auf Schichtenholz Birke

Brandschutzbeschichtung auf dem  
Aluminium-Gerippe



- 4 Personen müssen Hand in Hand arbeiten, ohne jeglichen Unterbruch!
- In 20 min bindet die Beschichtung ab!
- Je 1 Person spritzt, zeigt die offenen Flächen, füllt nach, ist Ersatz.

# BRANDSCHUTZ PARKETTBODEN

Brandschutzstufe 3 gemäss EN-45545



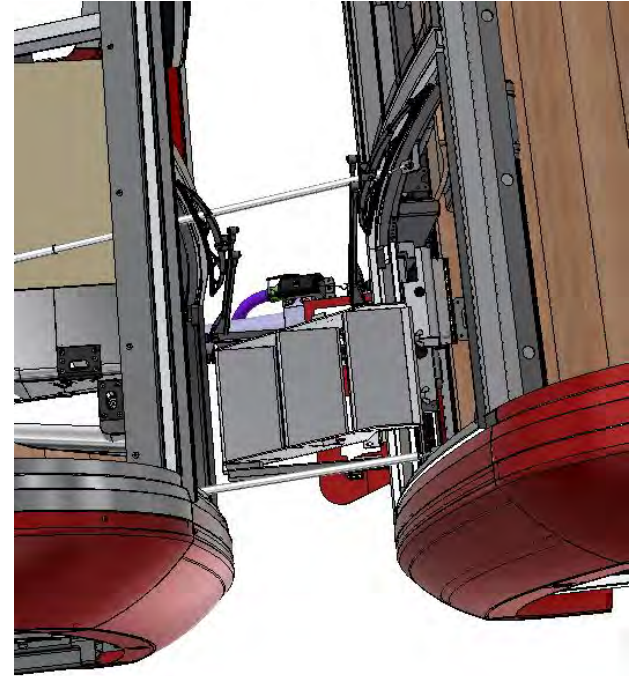
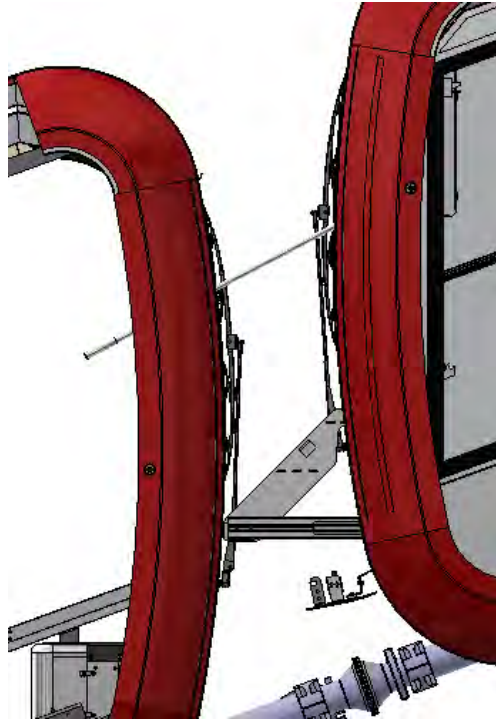
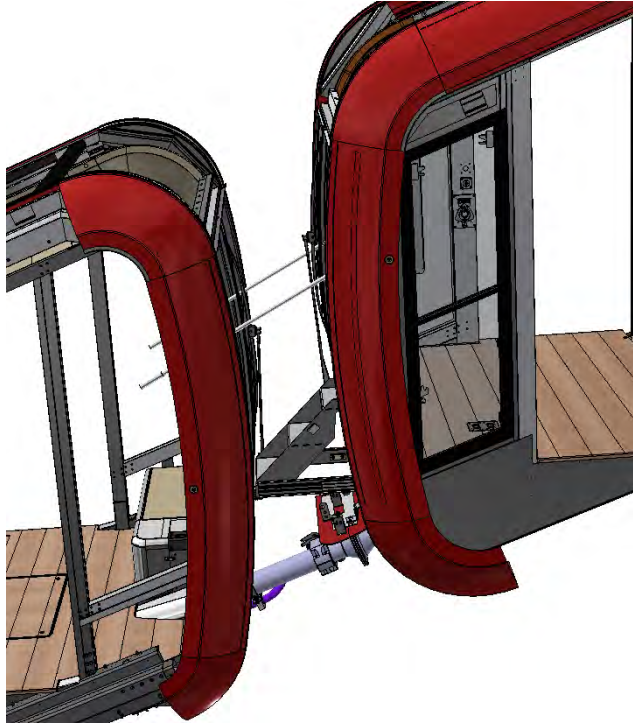
Fussbodenaufbau EN 45545-2:  
HL3



Feuerabschlusstest EN 45545-3:  
EI15



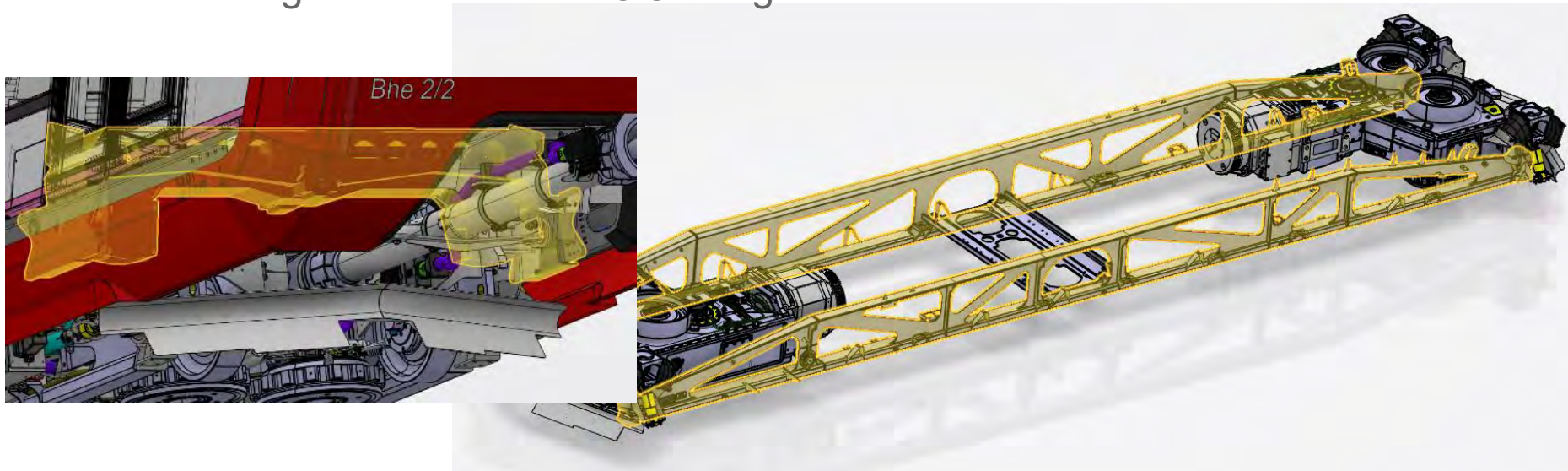
# BERGETREPPE



# FAHRWERKRAHMEN / CHASSIS

## Spezielle Anforderungen aus der Gleistrassierung:

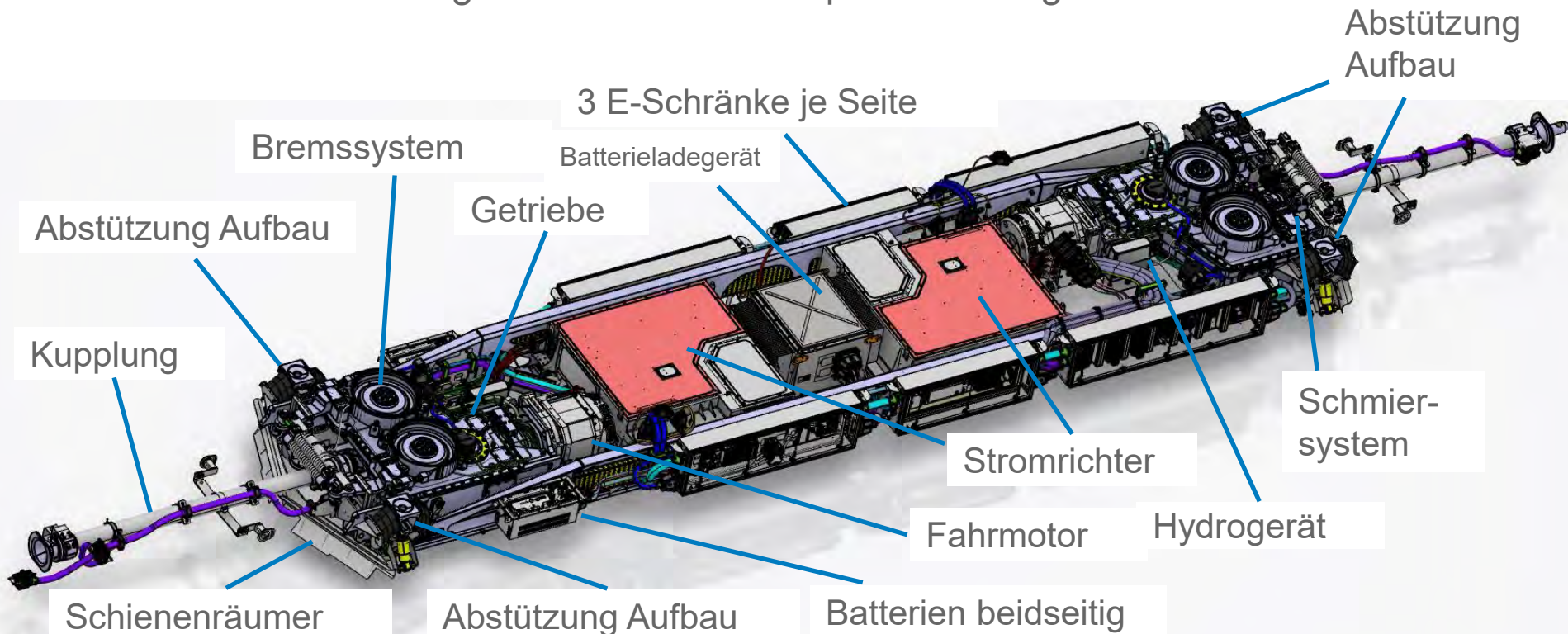
- Starke Verwindung im Gleis, hauptsächlich aufgrund enger Gleisbögen in sehr grosser Steigung (Helix)
- Verwindungsweiches, leichtes Stahlchassis, zwei beweglich gelagerte Längsträger
- Getriebegehäuse als tragende Bauteile
- Dreipunktlagerung des Aufbaus, Wippe an bergseitiger Lagerung und Gummilagerung
- Verdrehung der Antriebe um  $3.5^\circ$  möglich





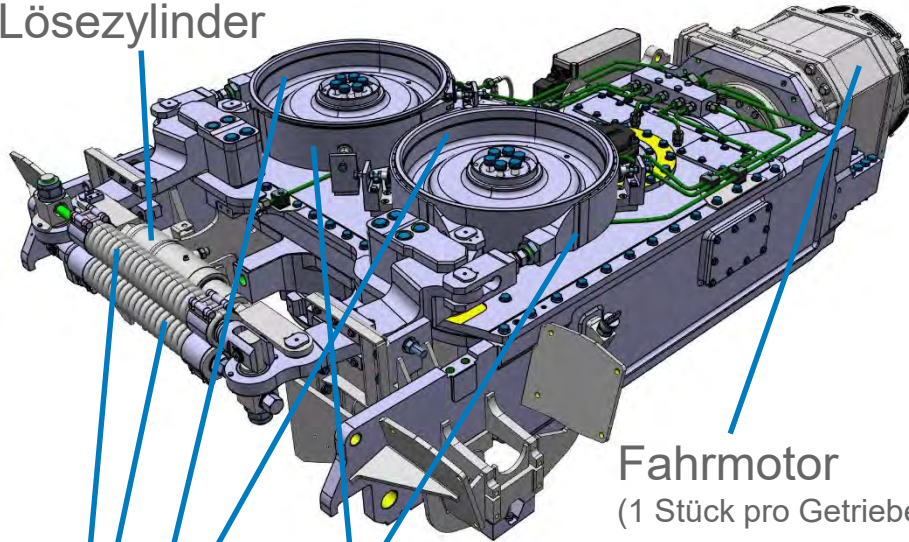
# FAHRWERKRAHMEN / CHASSIS

- 2 Antriebe mit hydraulischem Bremssystem
- 2 Stromrichter
- 1 Batterieladegerät, 2 Li-Ion-Batterien
- Manuelle Kupplungen direkt an Getriebegehäuse montiert, keine Kupplungskräfte im Aufbau
- Luftlose Zahnstangen- und Schienenkopfschmierung



# LOCHER ZAHNRADGETRIEBE

Lösezylinder



Neuentwicklung für Stadler

- Getriebegehäuse kann für Berg- und Talseite verwendet werden

Zusätzliche Funktionen:

- Frontkupplung direkt am Getriebegehäuse montiert
- Kastenabstützung direkt am Getriebegehäuse
- Laufräder an Getriebegehäuse gelagert

Bremsbänder

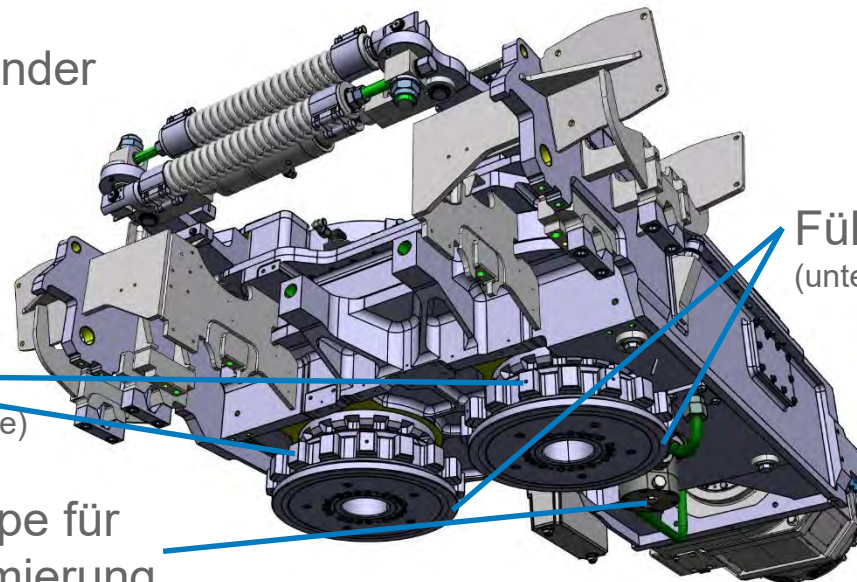
Bremstrommeln

Bremsfedern

Triebzahnrad

(auf beiden Seiten der Zahnstange)

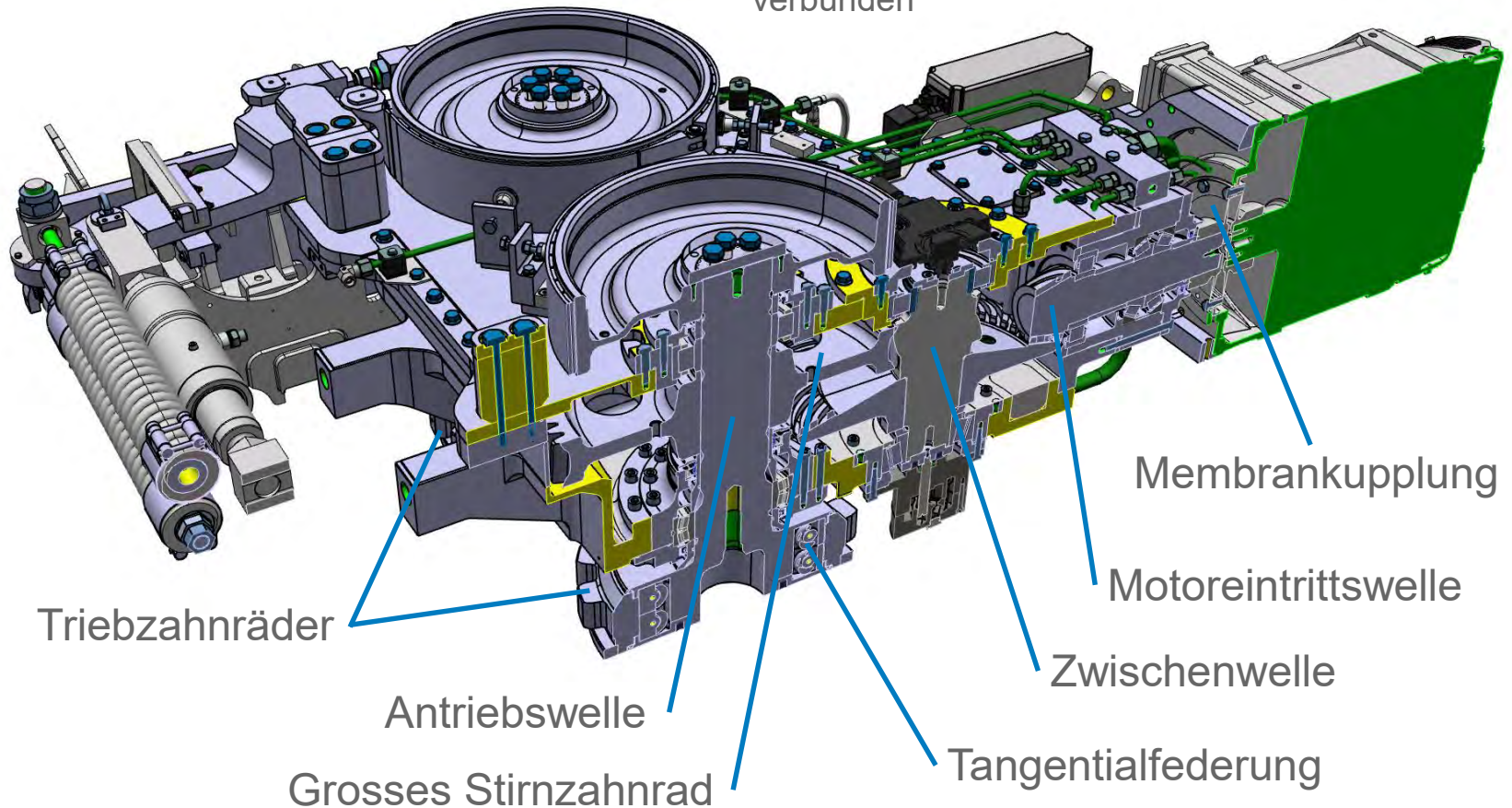
Zahnradpumpe für  
Getriebebeschmierung





# ZAHNRADGETRIEBE

- Fahrmotor direkt am Getriebegehäuse angeflanscht
- 1. Stufe Kegelstufe
- Triebzahnräder (mit Tangentialfederung ausgerüstet)
- Antriebswellen intern durch grosse Stirnzahnräder verbunden

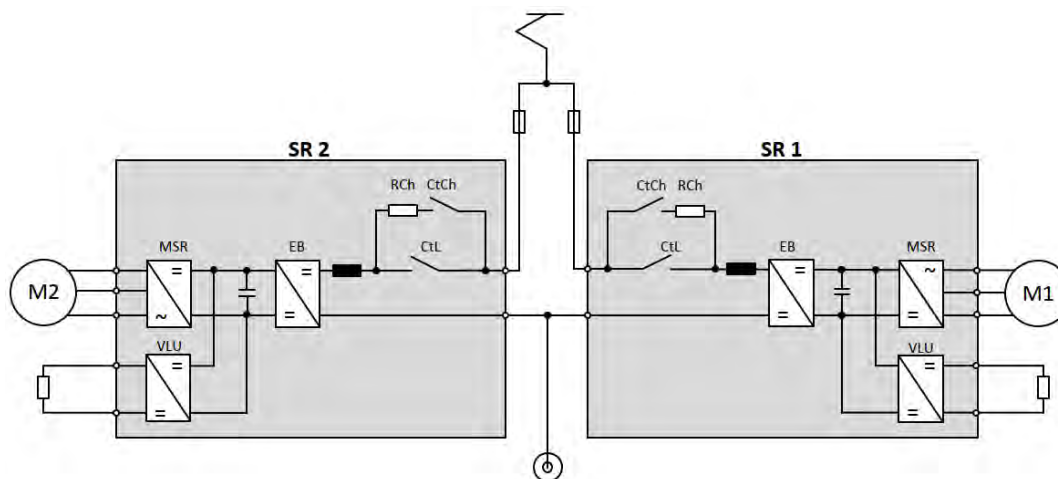


# LOCHER ZR-GETRIEBE - SCHMIERVERSUCH



# STROMRICHTER

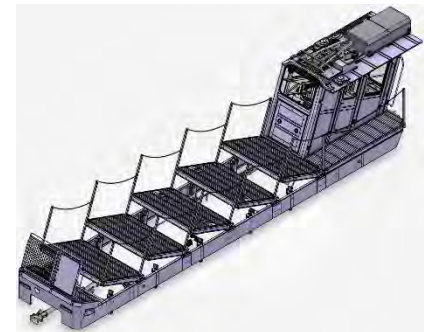
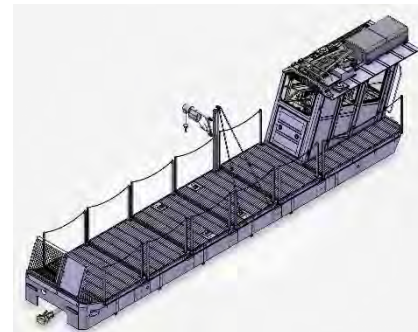
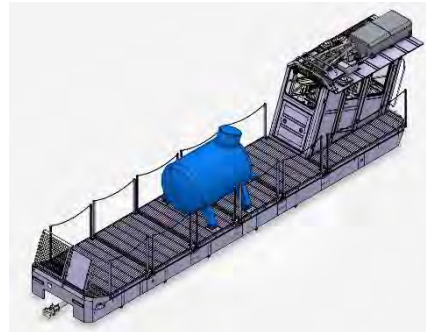
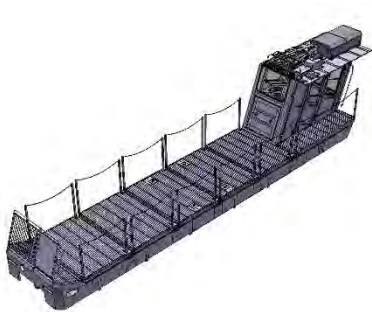
- Zwei redundante luftgekühlte Stromrichter
- Integriertes Eisbrechermodul für Rauhref an der Fahrleitung
- Zwischenkreis ist so ausgelegt, dass Fahrzeug im Stillstand gehalten werden kann bis mechanische Bremse anlegt. Somit kein Rückrollen bei einem Fahrleitungsausfall
- Ein Grossteil der Zug-/Bremskraft wird für den Hangabtrieb benötigt. Daher muss der v-Regler eine hohe Dynamik aufweisen. Anbindung über TRDP mit einer Zykluszeit von 20ms
- Bei Ausfall Kommunikation. Talfahrt über Kennlinie möglich





# GÜTERTRIEBWAGEN

- 5 t mögliche Transportlast
- Fünf Plattformen, wobei auf zwei Plattformen teilweise ein 3000l Dieseltank transportiert werden kann
- Kranmontage an jeder Plattform möglich
- Jede Plattform über Fernsteuerung einzeln einstellbar auf verschiedene Steigungen
- Kameras an beiden Enden für Kuppelfahrt und präzises Anfahren an andere Fz in Mittelstation Aemsigen



Jetzt hoffen wir,  
dass der Bhe  
zum Fliegen  
kommt  
und sind  
gespannt auf die  
ersten  
dynamischen  
Testfahrten



Danke für die Aufmerksamkeit !!