



# Frontends von Triebzügen – Konstruktionsbeispiele und Entwicklungstrends

Voith Turbo Scharfenberg  
GmbH & Co. KG

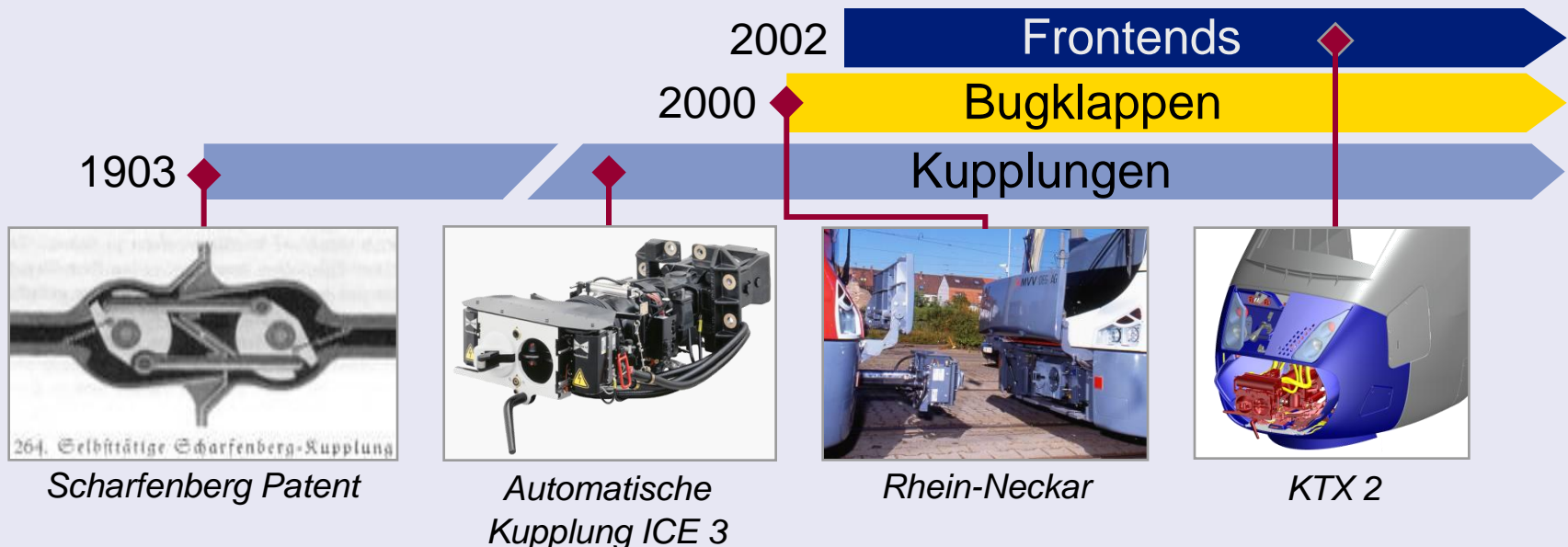
R. Krause, A. Heinisch, T. Koch

# Gliederung

- Einführung
- Beispiele von Frontends für Hochgeschwindigkeitszüge
- Aktuelle Anforderungen an Frontends von Schienenfahrzeugen
- Crashgerechtes, selbsttragendes Frontend in Faserverbundbauweise
- Zusammenfassung und Ausblick

## Vom Komponentenanbieter zum Systemlieferanten

- Seit über 100 Jahren steht Scharfenberg für automatische Kupplungen
- Das Produktspektrum hat sich bis hin zu Frontendmodulen erweitert
- Voith Turbo Scharfenberg hat sich vom reinen Kupplungshersteller zum Systemlieferanten der Schienenfahrzeugindustrie entwickelt



# Beispiele von Frontends für Hochgeschwindigkeitszüge

## Lieferumfang Talgo 250



- Automatische Scharfenberg Kupplung mit One4 Kopf
- Querträger mit integriertem Verformungsrohr und Aufkletterschutz
- Crashboxen
- Bugnasenmodul dreifarbig lackiert inkl. Kinematik, pneumatischer und elektrischer Steuerungskomponente
- Führerraum-Dach, dreifarbig lackiert
- Integration diverser Komponenten

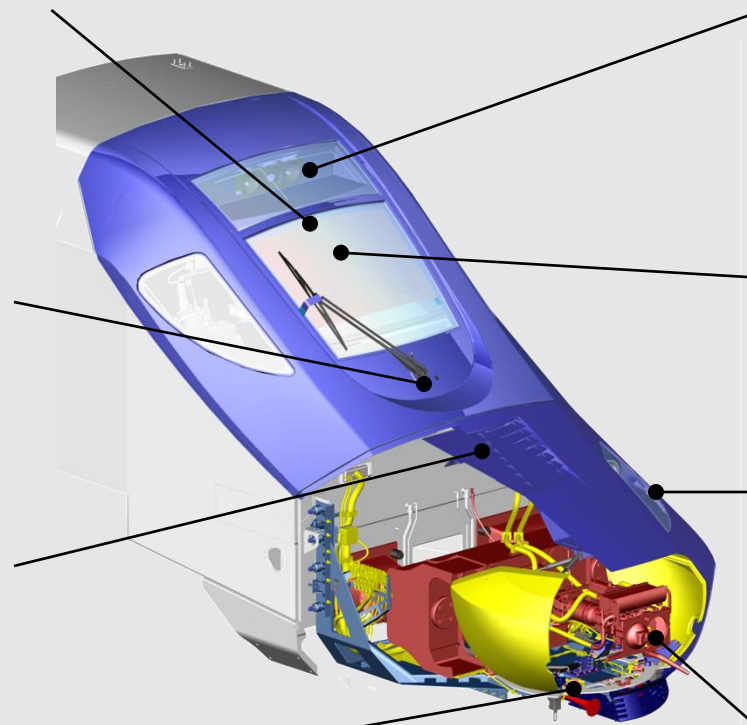
## Integrationsumfang Komponenten Talgo 250

Beschattung (Rollos)  
(Sichtbereich /  
Bedienbarkeit)

Scheibenwisch- und  
Waschanlage  
(Wischbereich /  
Waschqualität)

Luftzuführung  
(Querschnitt / Design)

Signalhörner nach  
TSI (Schallpegel)



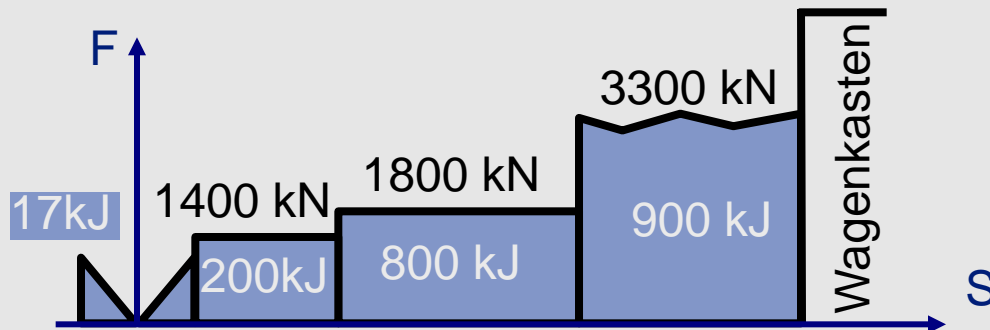
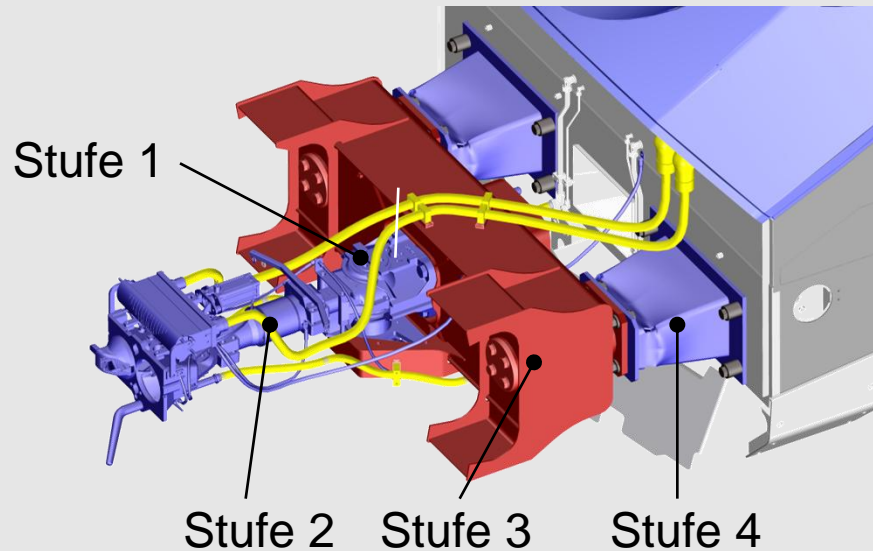
Dachscheinwerfer  
nach TSI  
(Einsehbarkeit /  
Leuchtweite)

Frontscheibe nach TSI  
(Beschusstest /  
Sichtbereich)

Frontscheinwerfer  
nach TSI  
(Einsehbarkeit /  
Leuchtweite)

Automatische  
Kupplung nach TSI  
(Bewegungsfreiheit /  
Energieverzehr)

## Crashkonzept Talgo 250



- Szenarien 1 und 2 der DIN EN 15227 werden erfüllt
- Energieverzehr ca. 2 MJ
- Deformationsweg ca. 995 mm



## Modulmontage Talgo 250

- Vollständig vorgeprüfte Bugnase wird in Einbauposition geliefert
- Alle elektrischen Anschlüsse sind mit Steckverbindern versehen
- Die Endmontage beim Fahrzeugbauer erfolgt in weniger als zwei Stunden



*Montagebeginn Bugnase*

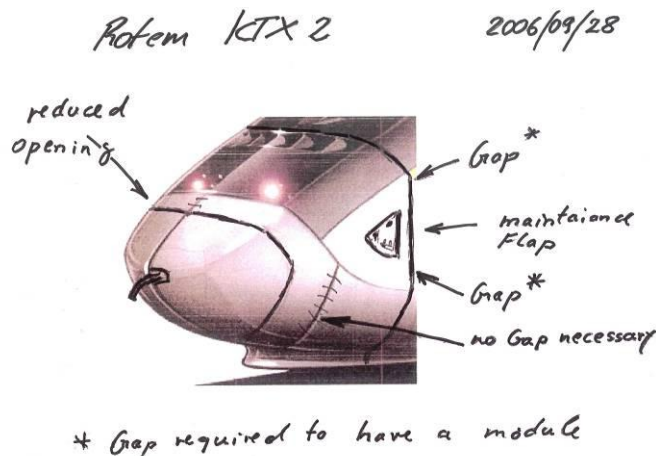


*Angesetzte Bugnase*



## Co-Design Korean-Train-eXpress (KTX 2)

- Enge Kooperation bereits in der Designphase des Zuges
- Bestmögliche Abstimmung der Einzelkomponenten
- Entwicklung einer hochintegrierten Bugnase auf Grundlage der gesammelten Erfahrungen



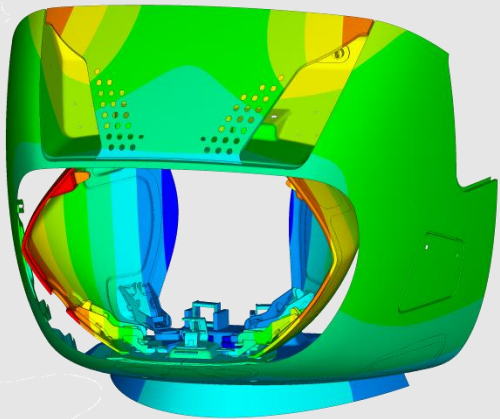
Komponentenaufteilung



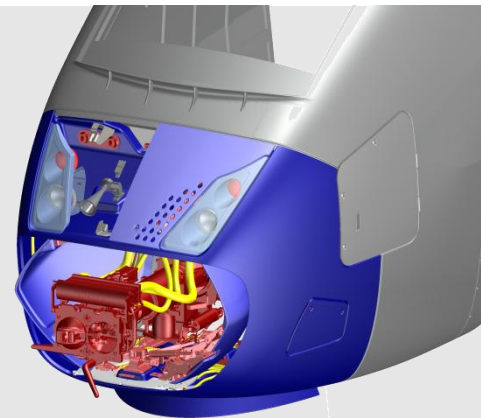
Endgültiges Design

## Entwicklung KTX 2

- Bugnase als freitragende Konstruktion in Faserverbund-Sandwichstruktur
- Brandschutzanforderungen entsprechend prEN 45545 durch verifiziertes Harzsystem erfüllt
- Bugnase wurde für höchste aerodynamische Lasten (350 km/h) mit Finite-Elemente-Methoden ausgelegt



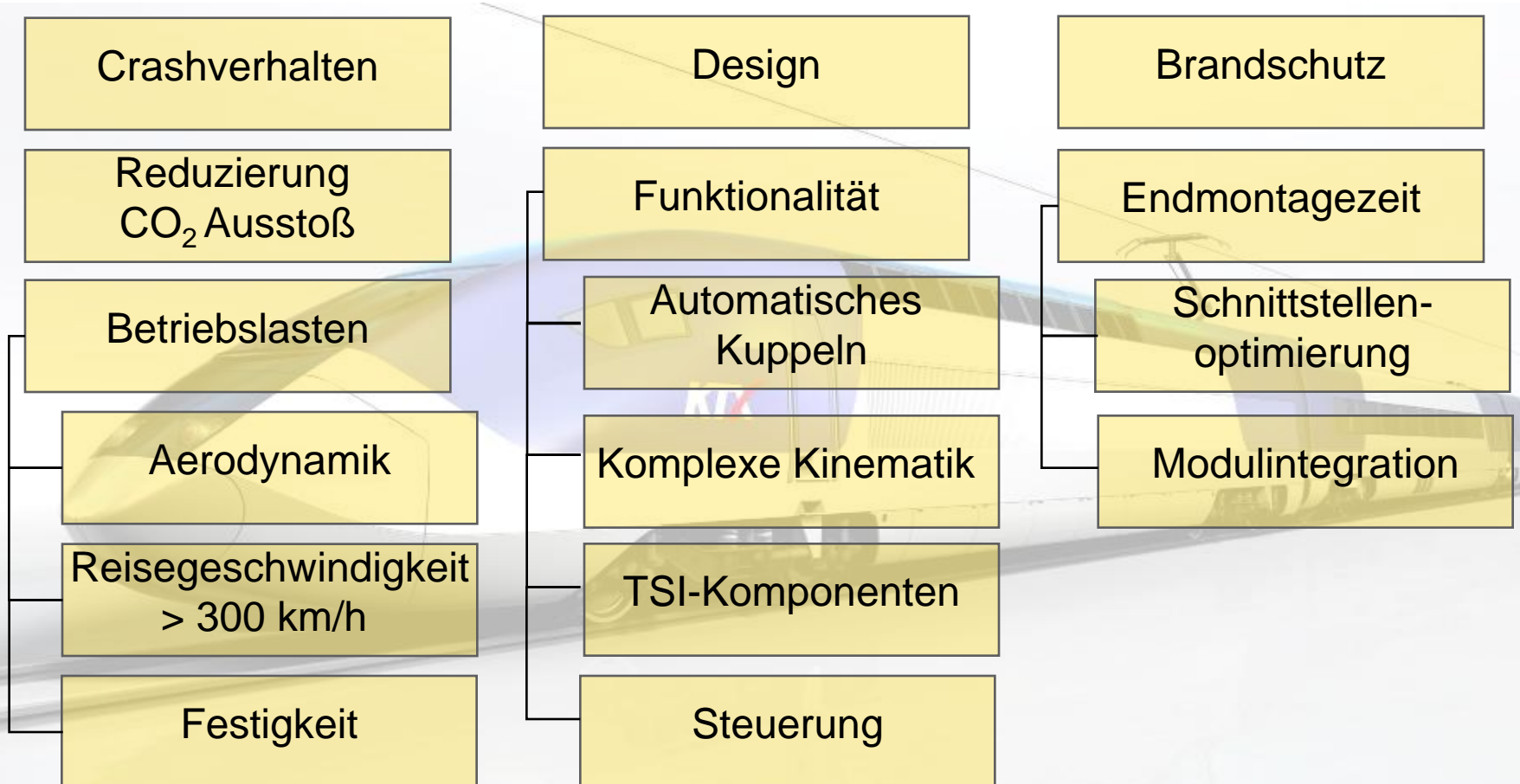
*FEM-Auslegung*



*Bugnase mit montierter Kupplung*

# Aktuelle Anforderungen an Frontends von Schienenfahrzeugen

# Aktuelle Anforderungen an Frontends von Triebzügen - Crash

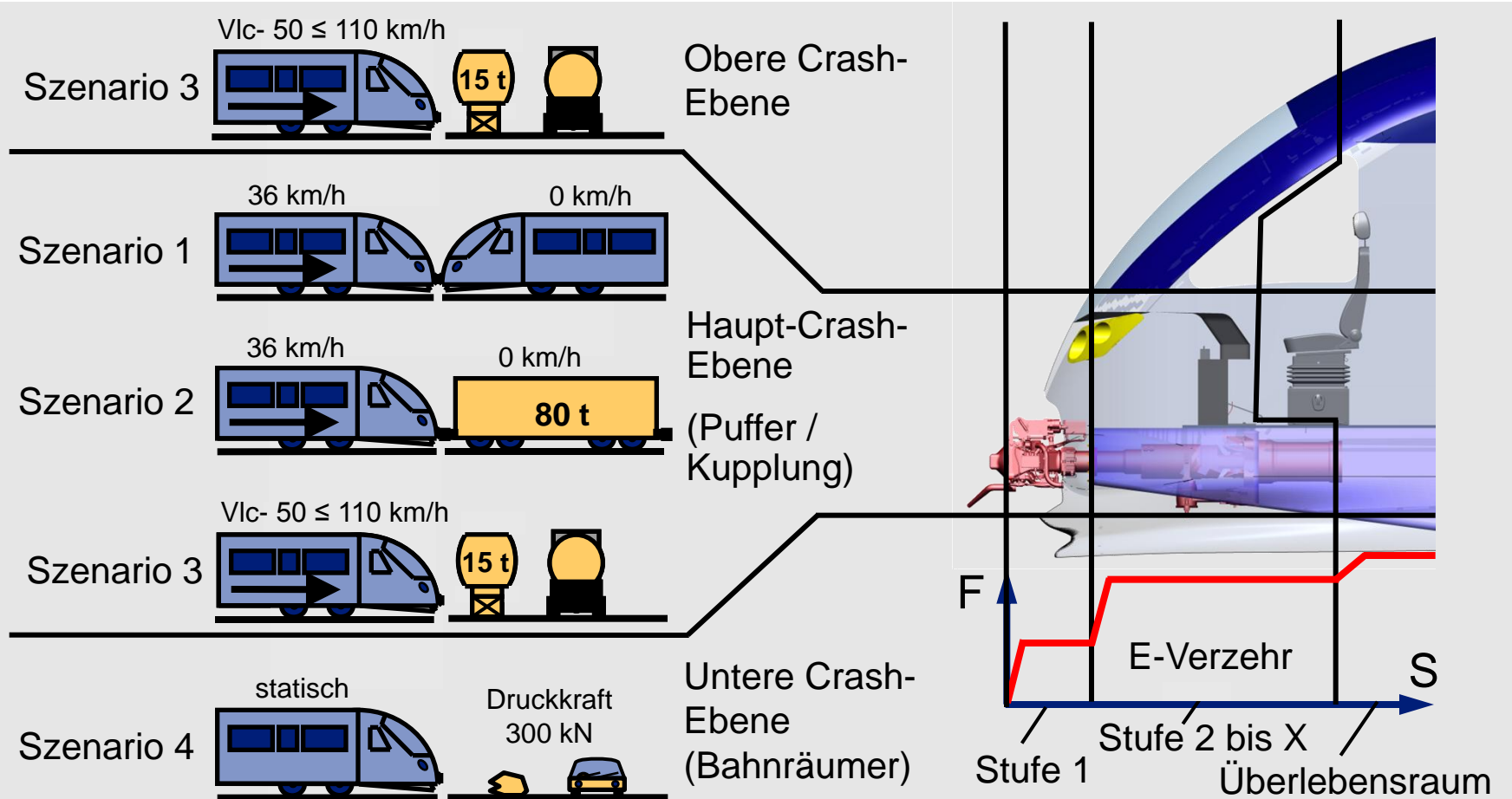


# Aktuelle Anforderungen an Frontends von Triebzügen - Crash

Ziele der TSI (Kapitel passive Sicherheit) und DIN EN 15227:

- Reduzierung Risiko des Aufkletterns
- Reduzierung Risiko der Entgleisung
- Verhindern des Eindringens von Hindernissen
- kontrollierte Absorption der Kollisionsenergie
- Erhaltung eines Überlebensraums
- Begrenzung der Verzögerungen auf max. 5 g für Szenarien 1 und 2 sowie max. 7,5 g für Szenario 3
- Verringerung der Reparaturkosten

# Aktuelle Anforderungen an Frontends von Triebzügen - Crash



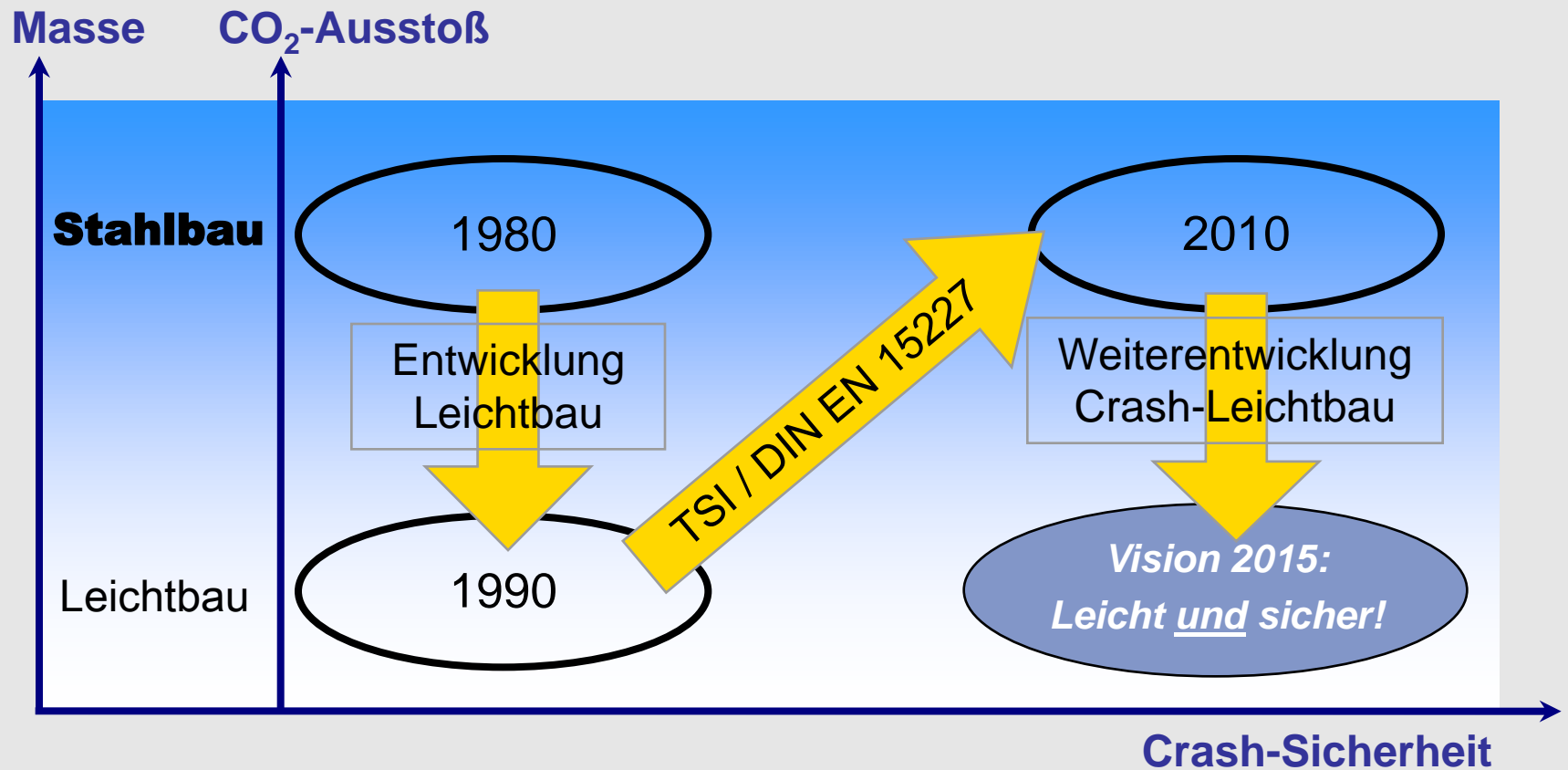
# Aktuelle Anforderungen an Energieeffizienz und Reduzierung CO<sub>2</sub>-Ausstoß



- Reduzierung Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoß wesentliche Herausforderung
- Ziel der DB AG:
  - ⇒ CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis 2020 um 20% verringern.
- Antriebsenergie- und somit CO<sub>2</sub>-Reduktion durch
  - besonders leichte Frontends
  - aerodynamisch optimierte Außenkonturen



# Zielkonflikt Leichtbau - Crashesicherheit



# Crashgerechtes, selbsttragendes Frontend in Faserverbundbauweise

# Faserverbund in der Verkehrstechnik

## Hochleistungssegelflugzeug

- ETA - das größte Segelflugzeug der Welt ist in Faserverbundbauweise hergestellt  
Flügelspannweite: 30,9 m                      Länge: 10 m



# Faserverbund in der Verkehrstechnik

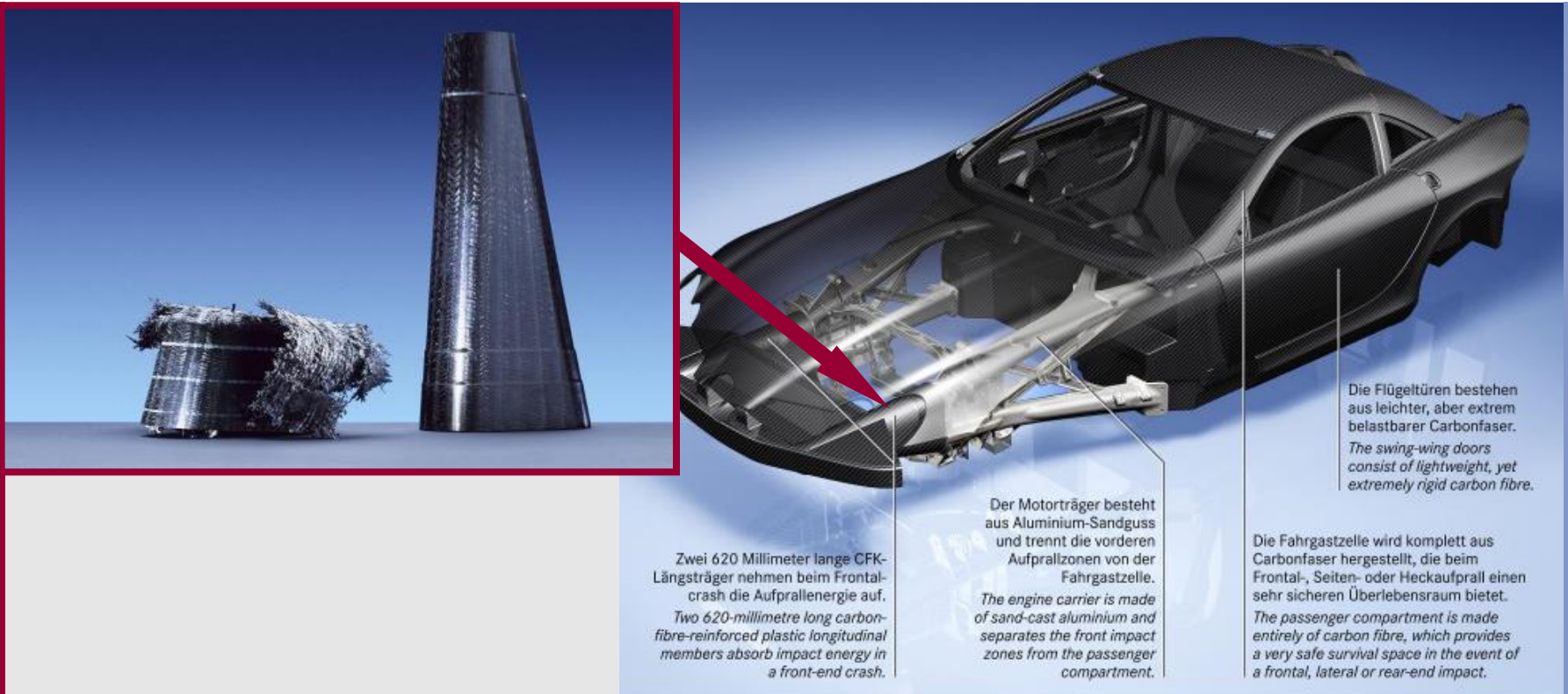
## Sattelzug „in Schwarz“



- Entwicklung einer CFK-Sattelzugmaschine bei TTT und MIRA
- Chassis, Fahrwerk, Fahrerhaus und diverse An- und Einbauteile werden aus CFK konstruiert
- Serienanlauf geplant für 2010

# Faserverbund in der Verkehrstechnik

## CFK im Mercedes-Benz SLR McLaren

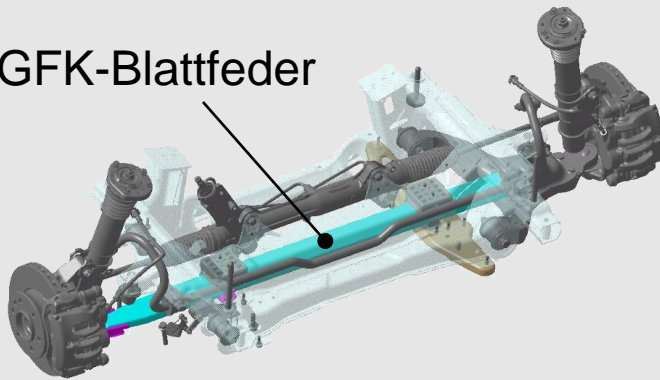




## Energieabsorption von Faserverbundbauteilen

- Faserverbundwerkstoffe sind durch Auswahl von Matrixharz sowie Art und Ausrichtung der Fasern vielseitiger als Metalle
- Die Spezifische Absorption und Festigkeit (Energieaufnahme bzw. Festigkeit bezogen auf Dichte) sind deutlich höher als bei Metallen

GFK-Blattfeder

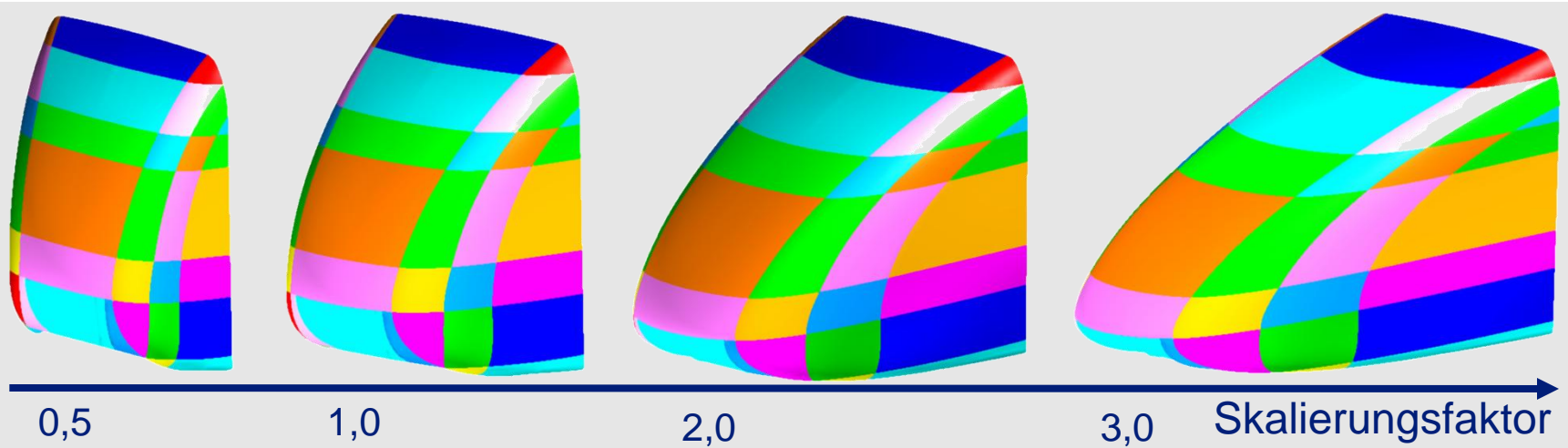


	Holz	Stahl	Alu	GFK	CFK
Zugfestigkeit [Mpa]	20 -180	220 -1200	160 -550	120 -1000	650 -2000
Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	0,2 -0,8	7,8	2,7	1,5 -1,8	1,4 -1,6
Spez. Festigkeit [Mpa/g/cm <sup>3</sup> ]	200	140	190	360	600

*Faserverbund Blattfeder  
Mercedes Sprinter / VW Crafter*

## Einteilung in Beanspruchungszonen

- verschiedene Fahrzeuggattungen bei der FEM-Simulation (Szenario 3) durch Skalierung einer konkreten Kopfgeometrie
- Ergebnisse bilden Basis für gezielten Einsatz von Faserverbundwerkstoffen
- Kopfbeanspruchung stark abhängig von Skalierung



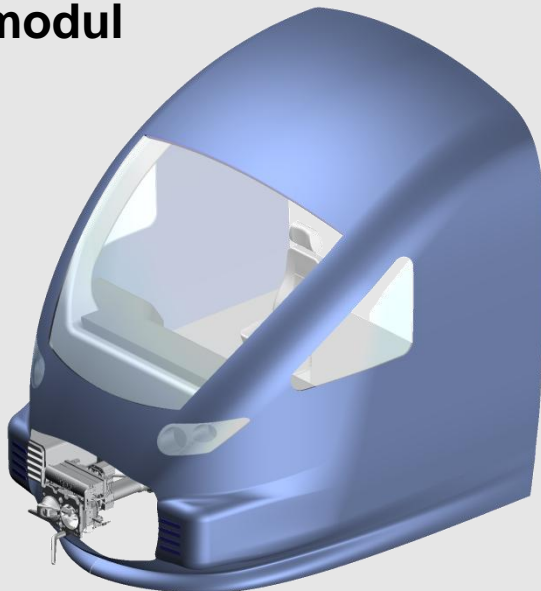
*Skalierte Fahrzeugfronten*



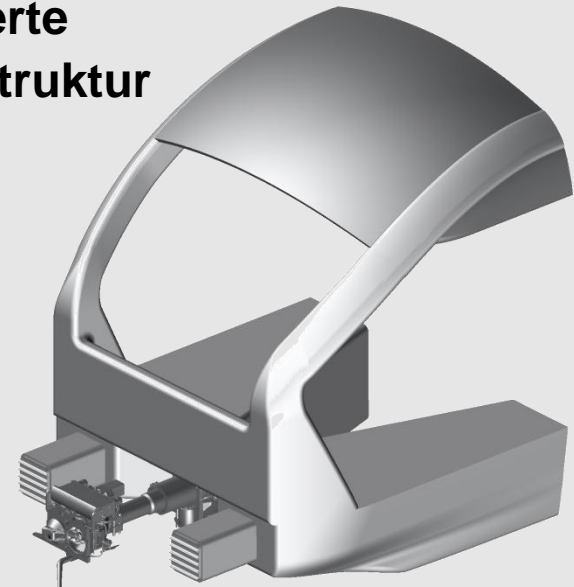
# Konzept einer integralen Crashstruktur in Leichtbauweise

- Voith entwickelt ein Kopfmodul mit integrierter Crashstruktur
- Ziel dieses Projektes ist die schrittweise Substitution von herkömmlichen Crashstrukturen durch Leichtbaukomponenten

**Kopfmodul**



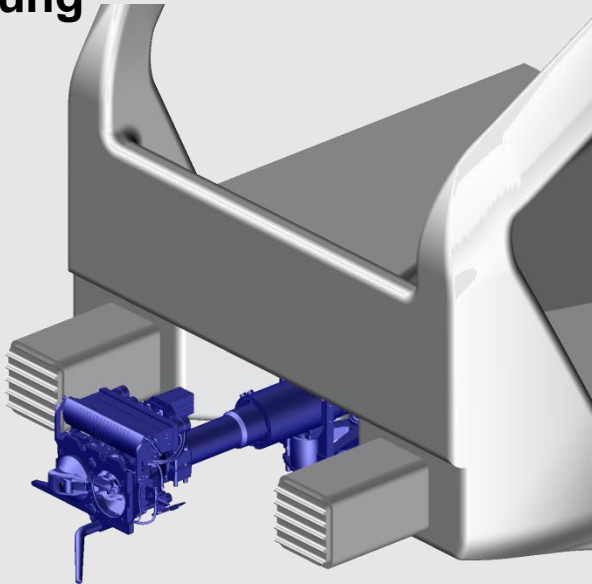
**Integrierte  
Crashstruktur**



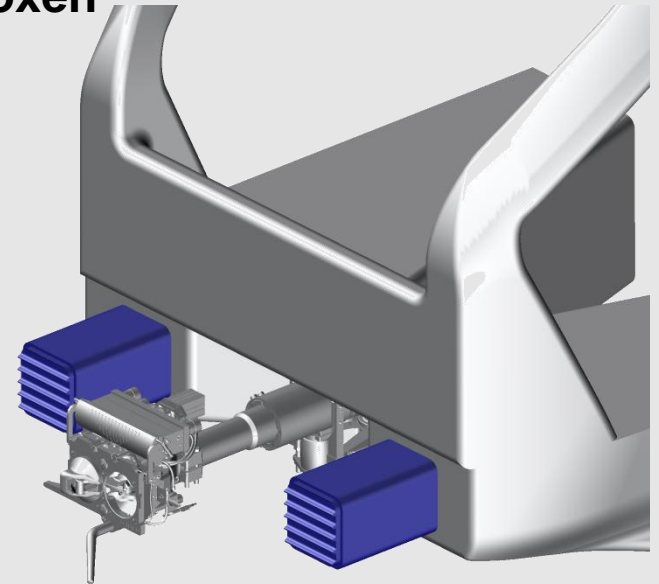
# Konzept einer integralen Crashstruktur in Leichtbauweise

- Kupplung mit reversiblen Zug- und Stoßeinrichtung sowie irreversiblen Energieverzehrelementen
- Seitliche Crashboxen aus hochfestem Aluminium oder Faserverbundkunststoff mit integriertem Aufkletterschutz

## Kupplung



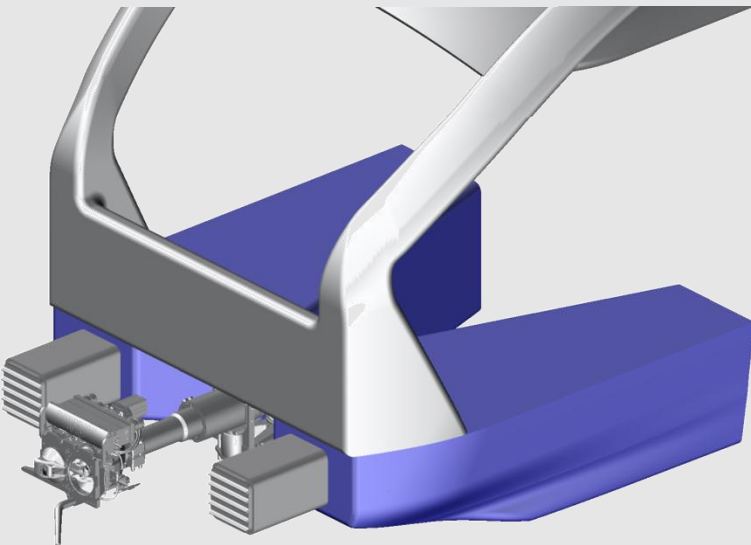
## Crashboxen



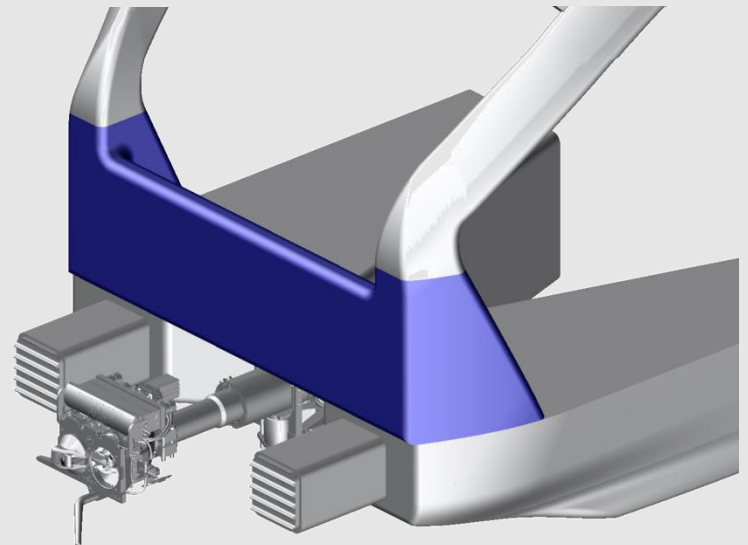
## Konzept einer integralen Crashstruktur in Leichtbauweise

- Untere Crashstruktur z.B. als Al-Schweißkonstruktion oder ausgeschäumtes Faserverbundbauteil
- Schutzwand zur Penetrationsvermeidung als leichtes Sandwichbauteil unter Verwendung eines Glas-/Aramid-Mischgewebes

### Untere Crashstruktur



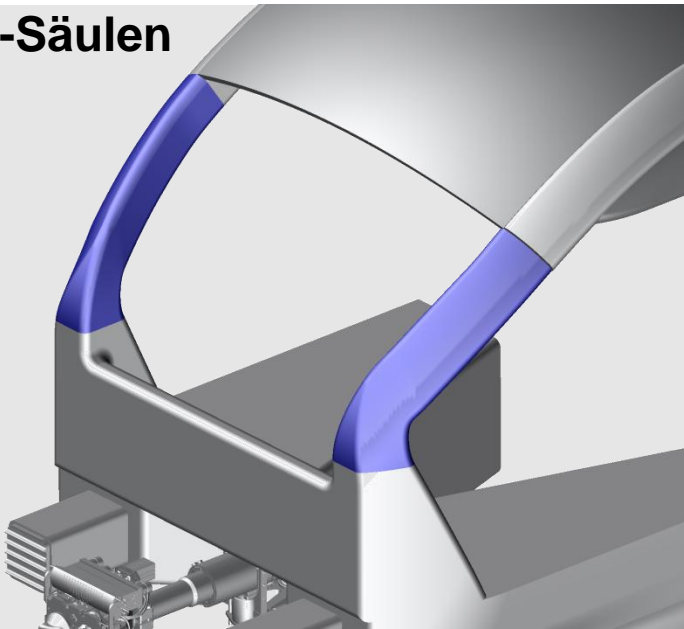
### Schutzwand



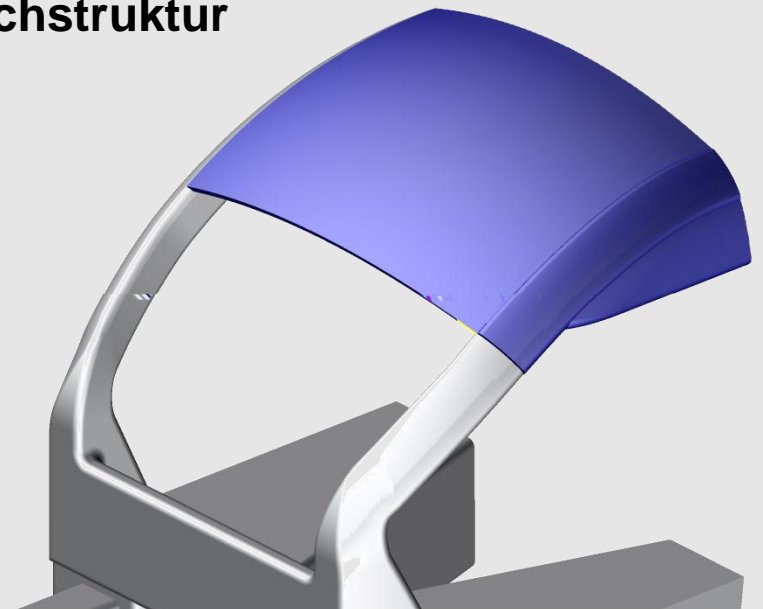
## Konzept einer integralen Crashstruktur in Leichtbauweise

- A-Säulen aus GFK/CFK-Kastenprofilen mit hoher elastischer Energieaufnahme und ausgedehntem quasiplastischem Bereich leiten die Lasten in Schutzwand und Dach ein
- Dachstruktur (GFK/CFK) nimmt die Drucklasten aus A-Säule auf (Szenario 3)

**A-Säulen**

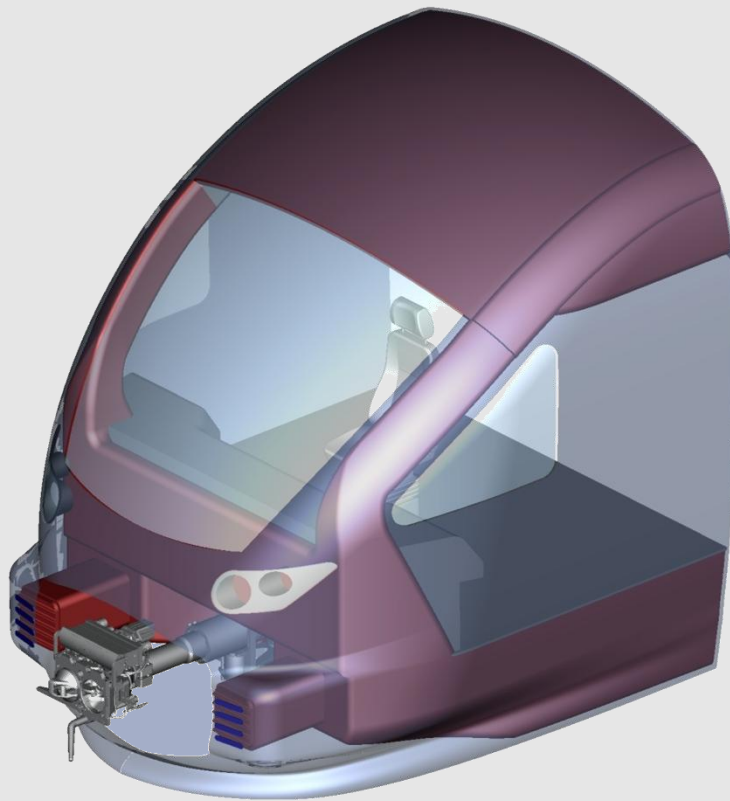


**Dachstruktur**



# Zusammenfassung und Ausblick

## Zusammenfassung und Ausblick



- Unternehmen sind heute prinzipiell in der Lage, Leichtbau-Frontmodule in „echter“ Modulbauweise zu bauen
- Einige wesentliche Anforderungen werden bereits erfüllt
- Die Herausforderung besteht in der Verknüpfung von Crashesicherheit und Leichtbau
- Die Voith Turbo Scharfenberg GmbH & Co. KG entwickelt ein Leichtbau-Frontmodul, das die Kollisionsszenarien der DIN EN 15227 erfüllt



**VOITH**  
*Engineered reliability.*