

An[⚡]W^{H₂}IAS

Purpose Design für H₂ Triebzüge

Gregor Malzacher, Nicolai Schmauder,
Konstantin Szengel, Dr.-Ing. Jens König, Dr. Ben
Boese

BÖLLHOFF



HÖRMANN
VEHICLE ENGINEERING

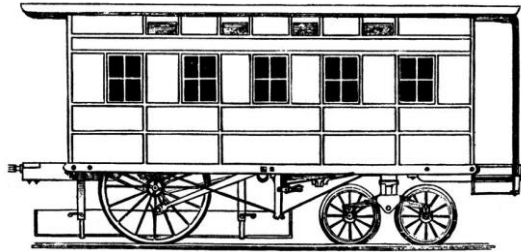


ALSTOM

DVS SLV BERLIN-
BRANDENBURG

elemag
SYSTEMKOMPONENTEN

Motivation



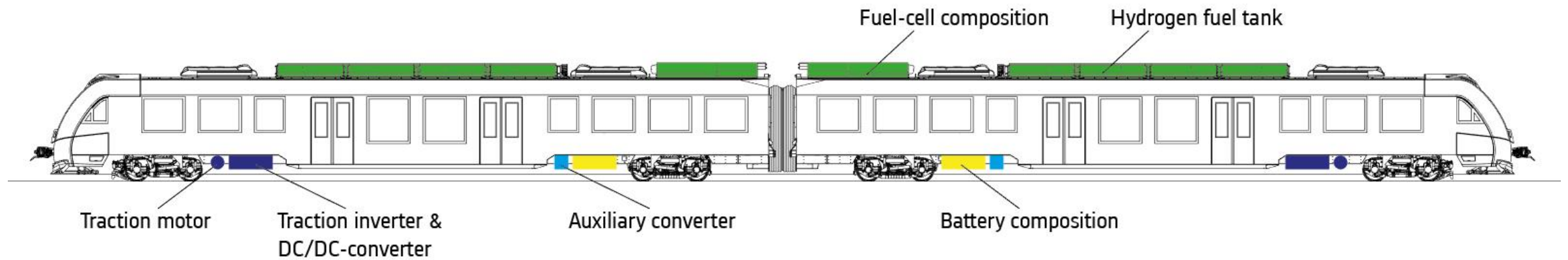


Conversion Design



Purpose Design

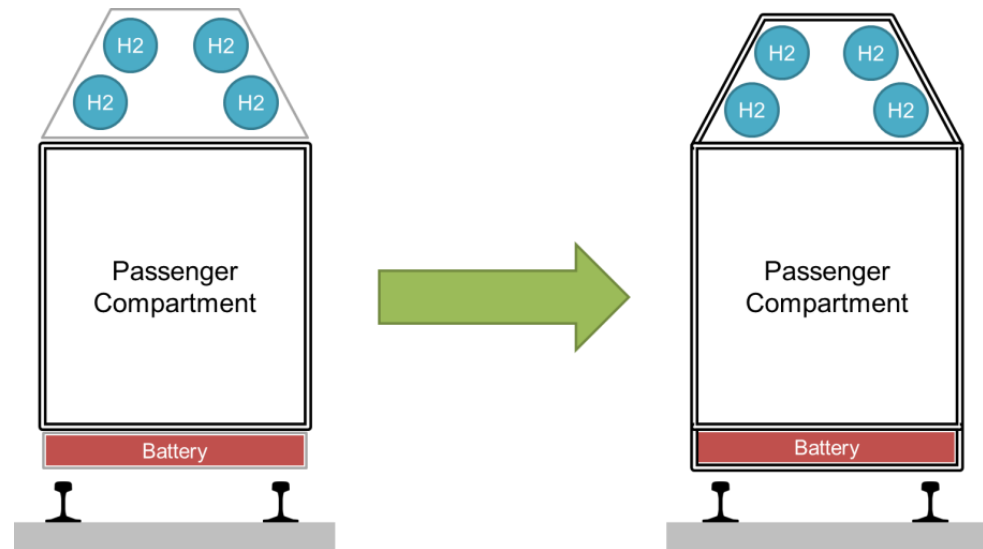
Packaging iLint



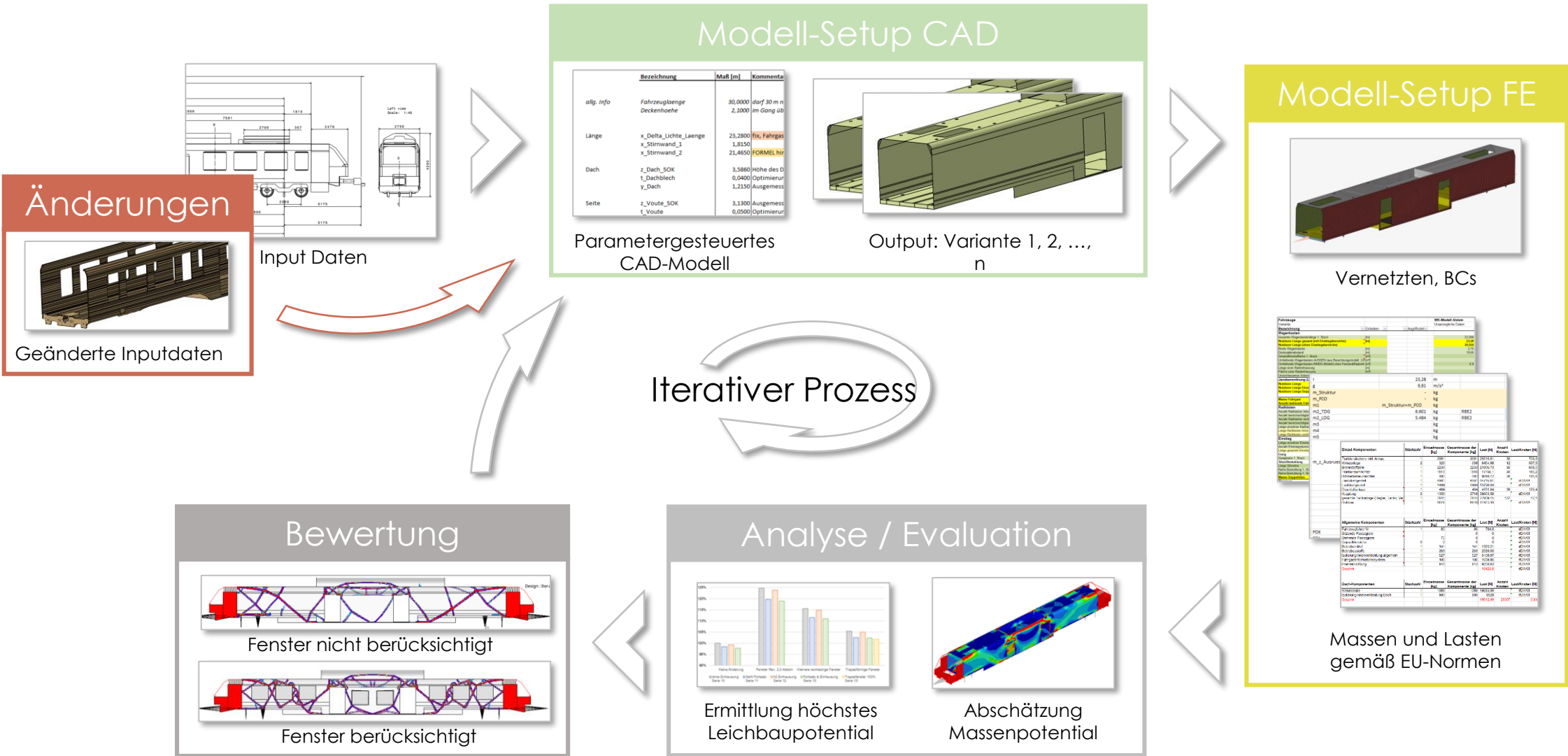
Forschungsleitfrage

- Wie kann eine Fahrzeugstruktur für ein Schienenfahrzeug mit Wasserstoffantrieb aussehen?

- Packaging
- Dynamisches Verhalten
- Bauweise
 - Einsatz alternativer Werkstoffe
 - Anwendung neuer Fügeverfahren
- Funktionsintegration
 - Mittragender Geräteträger



Methodische Vorgehensweise



Variantenableitung

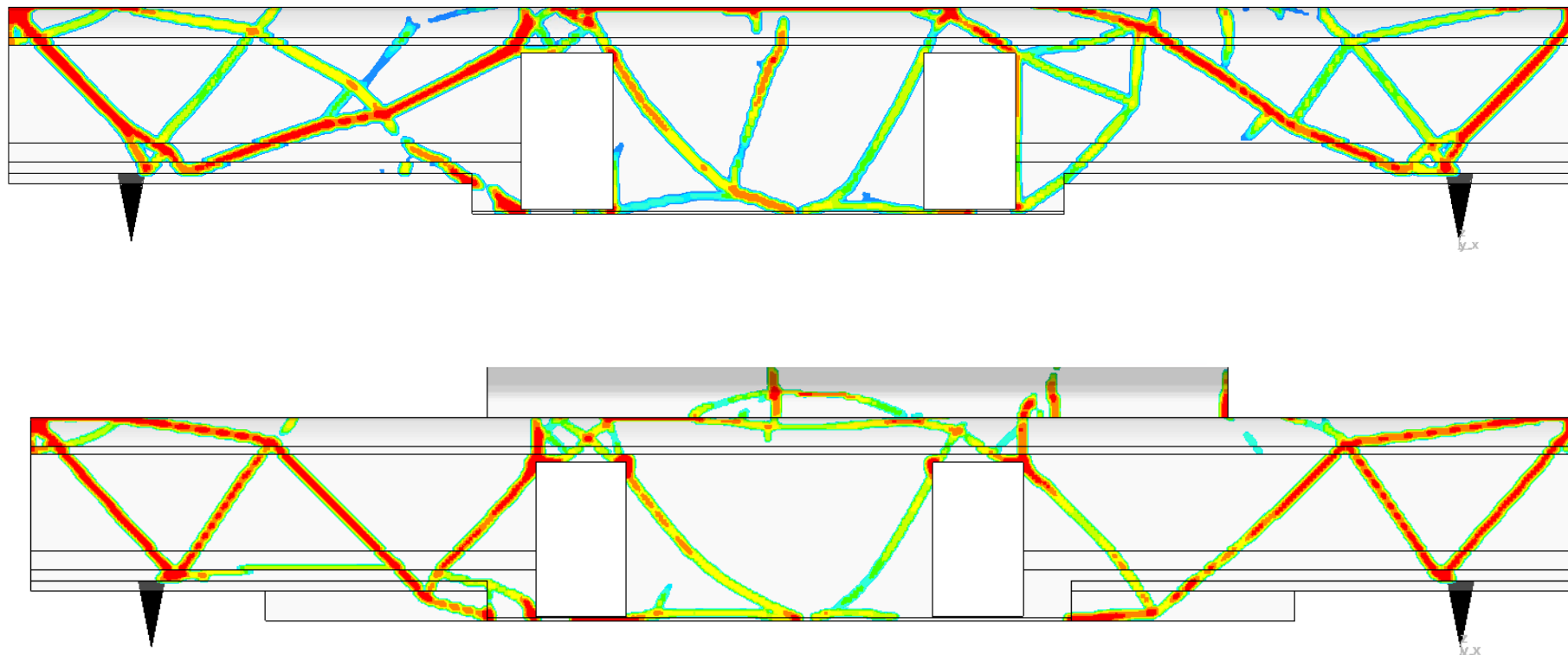
- 4 Varianten

Serie 10	Serie 11	Serie 12	Serie 13
Baseline keine Einhausungen	Beidseitiger Seitenwand-Fortsatz	Einhausung der Wasserstofftanks	Einhausungen der Serie 11 und 12 kombiniert
			

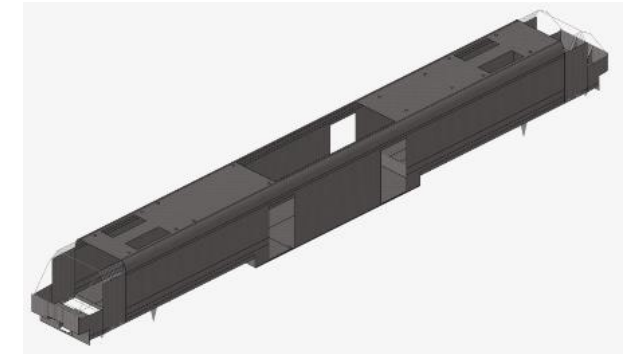
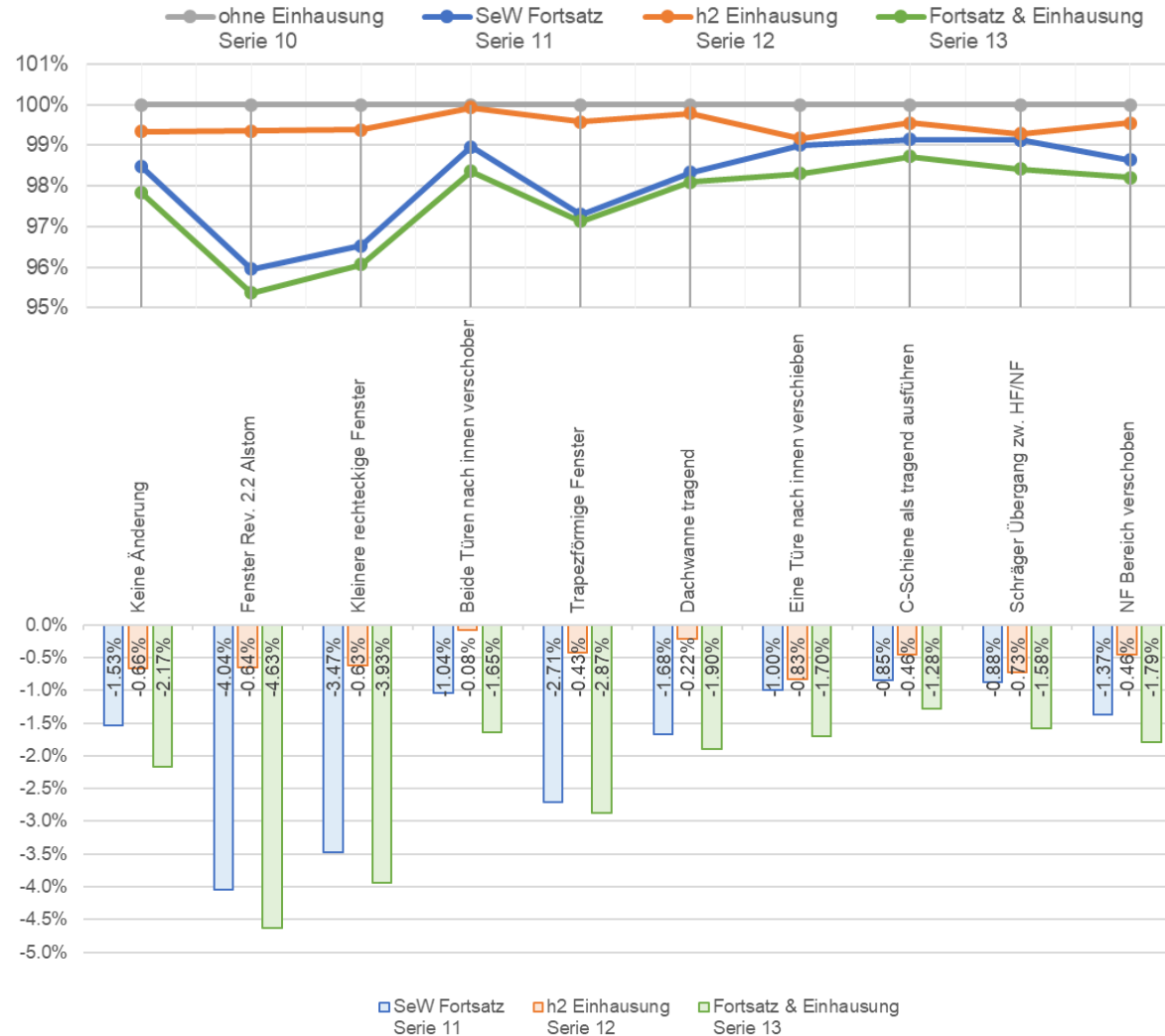
- Je 10 Untervarianten

• Keine Änderung am Modell	• Mit Fenstern entsprechend der Rev 2.2 von Alstom
• Mit kleineren Fenstern, Fensterfläche um 15 % verringert	• Mit trapezförmigen Fenstern, angepasst an Kraftfluss
• Eine Türe etwas nach innen verschoben (ohne Fenster)	• Beide Türen nach innen verschoben, Toilette mittig (ohne Fenster)
• C-Schiene als tragend ausgeführt (ohne Fenster)	• Dachwanne als tragend ausgeführt (ohne Fenster)
• Übergang zw. Hochflur & Niederflur leicht abgeschrägt (ohne Fenster)	• Niederflurbereich um 1 m verschoben (ohne Fenster)

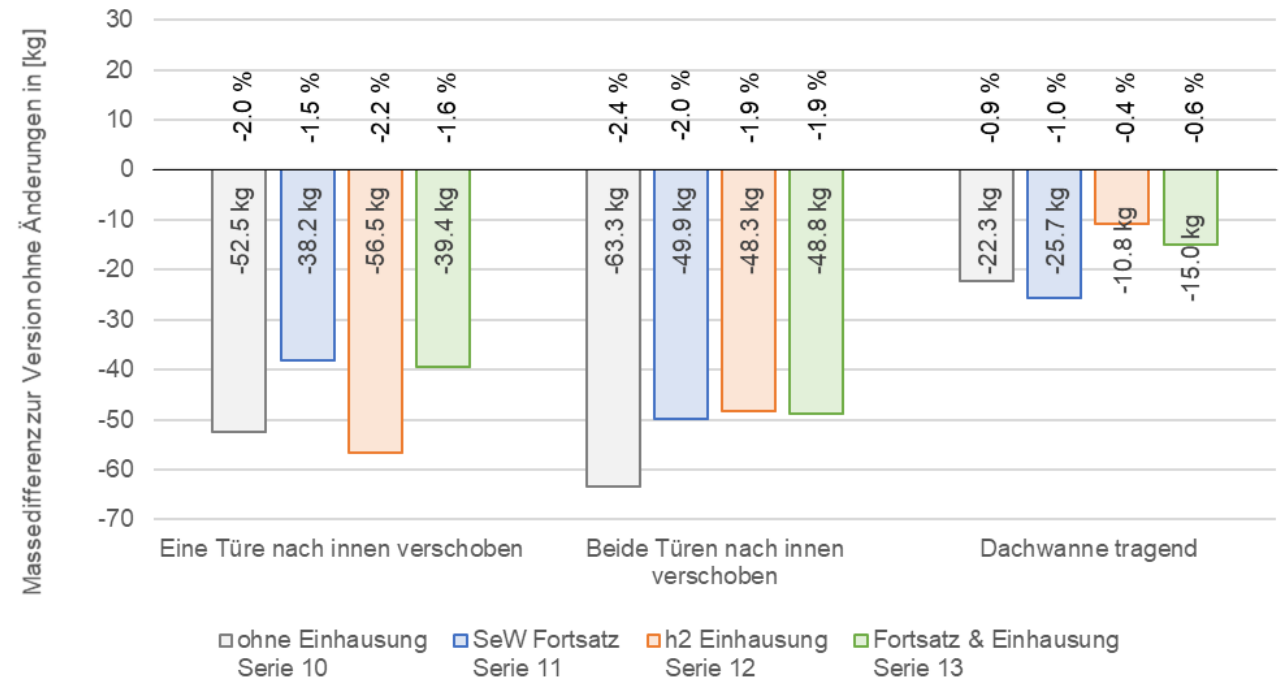
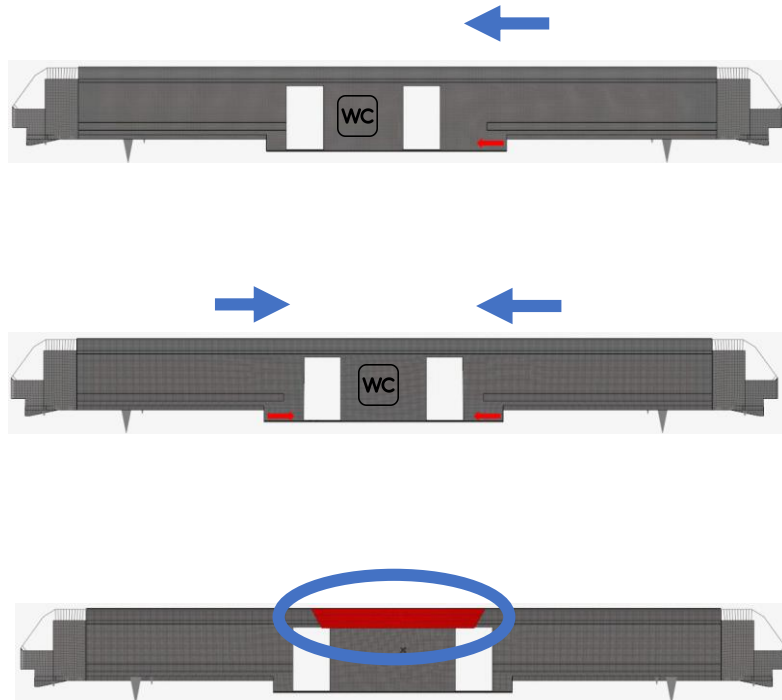
Lastfluss Seitenwand



Vergleich der relativen Massen

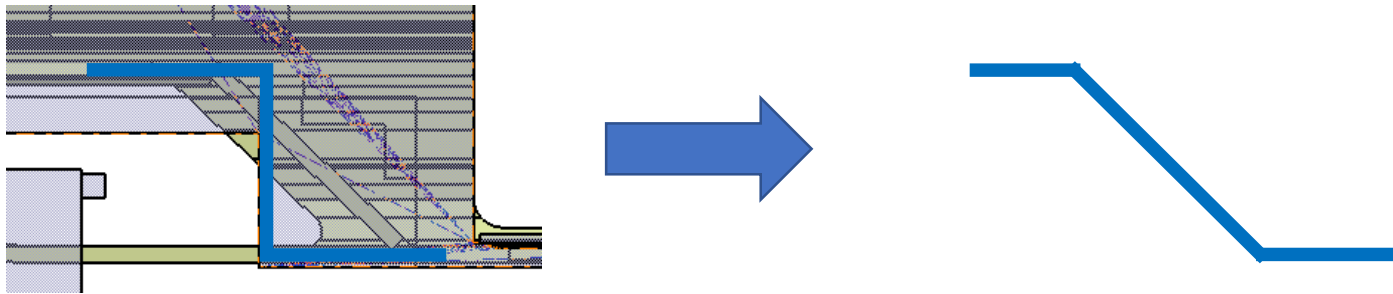


Türpositionen / Mittragende Struktur



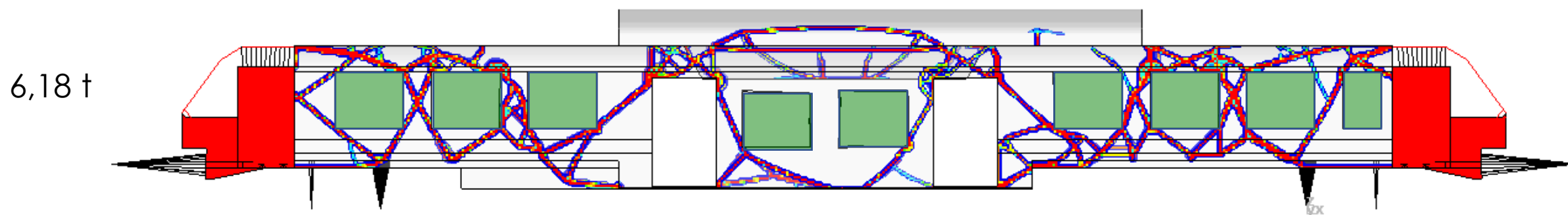
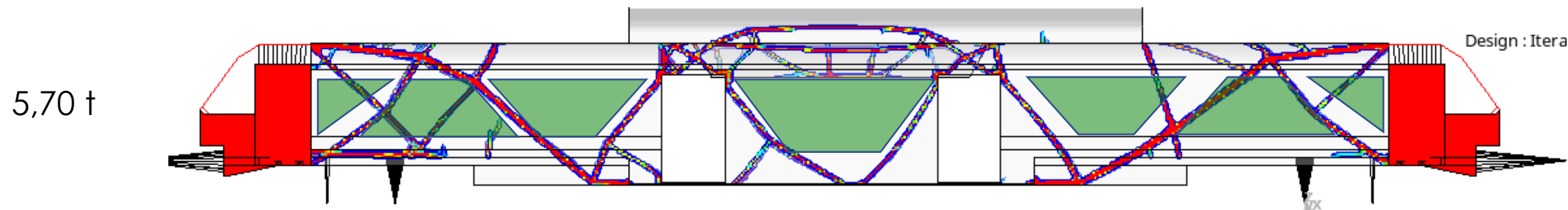
Niederflurbereich

- Schräger Übergang



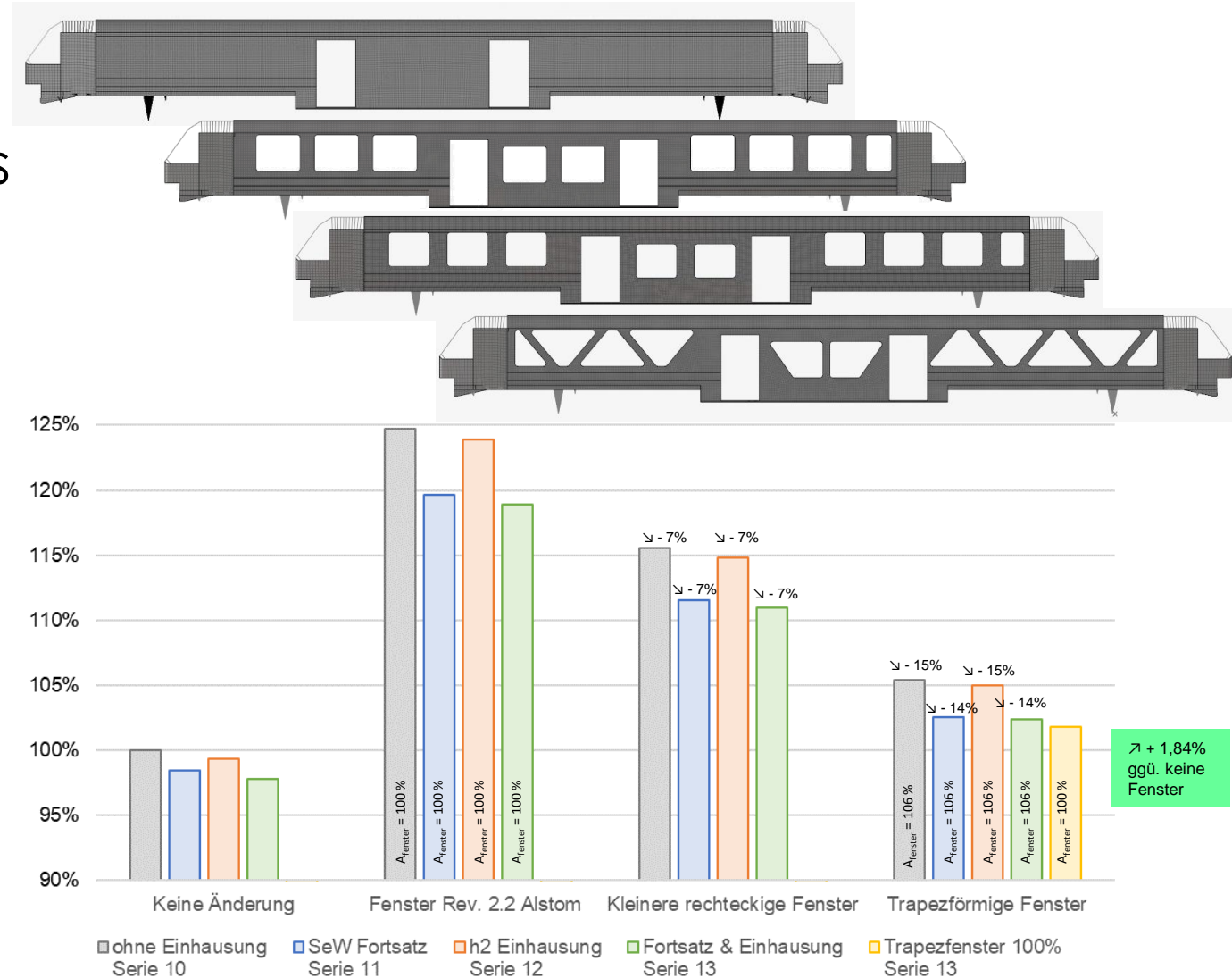
- Masse des Bodens reduziert sich zwischen 2,5 – 3,5 % ggb. gerade
- Gesamtmasse reduziert sich zwischen 1,0 – 1,8 %
- Verschieben des Niederflurbereichs
 - Gesamtmasse reduziert sich zwischen 0,7 – 1,0 % bezogen auf Grundposition
 - verstärkte Asymmetrien in Masse und Struktur
 - Geringerer Mehrwert als schräger Übergang

Exkurs: Fenstergeometrie

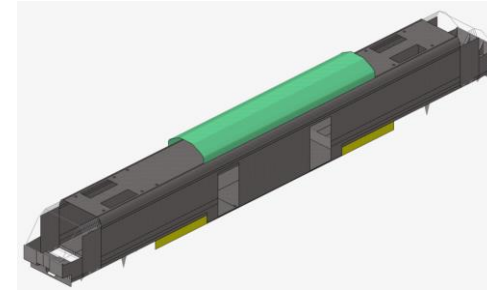








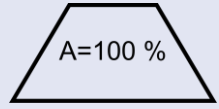
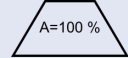

Einfluss Fenstergeometrie

- Mit Fenster bis zu 25% schwerer als Baseline
- Andere Geometrie
 - Kleinere Fenster
 - Fensterfläche: - 15 %
 - Masse: - 7 %
 - Trapezfenster
 - Fensterfläche: + 6%
 - Masse: - 14,7 %
- Trapezfenster: 1,84 % schwerer als Basisvariante ohne Fenster



Überlagerung von Änderungen



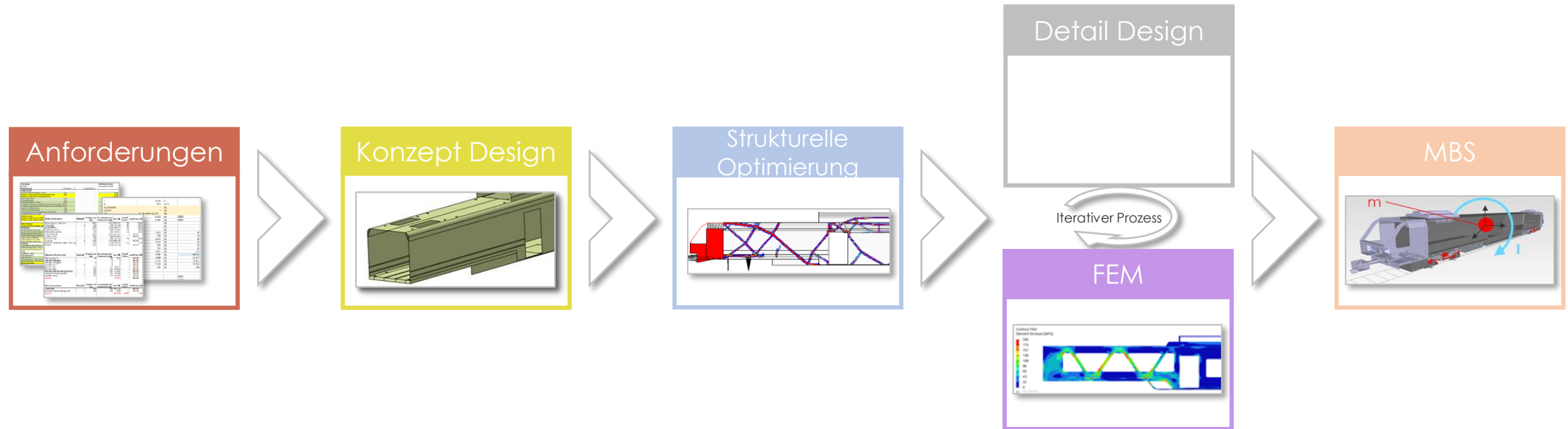
				 + 
	2,537 t	2,498 t	2,508 t	2,464 t
	100,0 %	98,4 %	98,9 %	97,1 %
	2,641 t	2,603 t	2,542 t	2,557 t
	100,0 %	98,6 %	96,3 %	96,8 %
 vs. 	+ 4,1 %	+ 3,8 %	+ 1,8 %	+ 3,8 %

• Strukturvorschlag

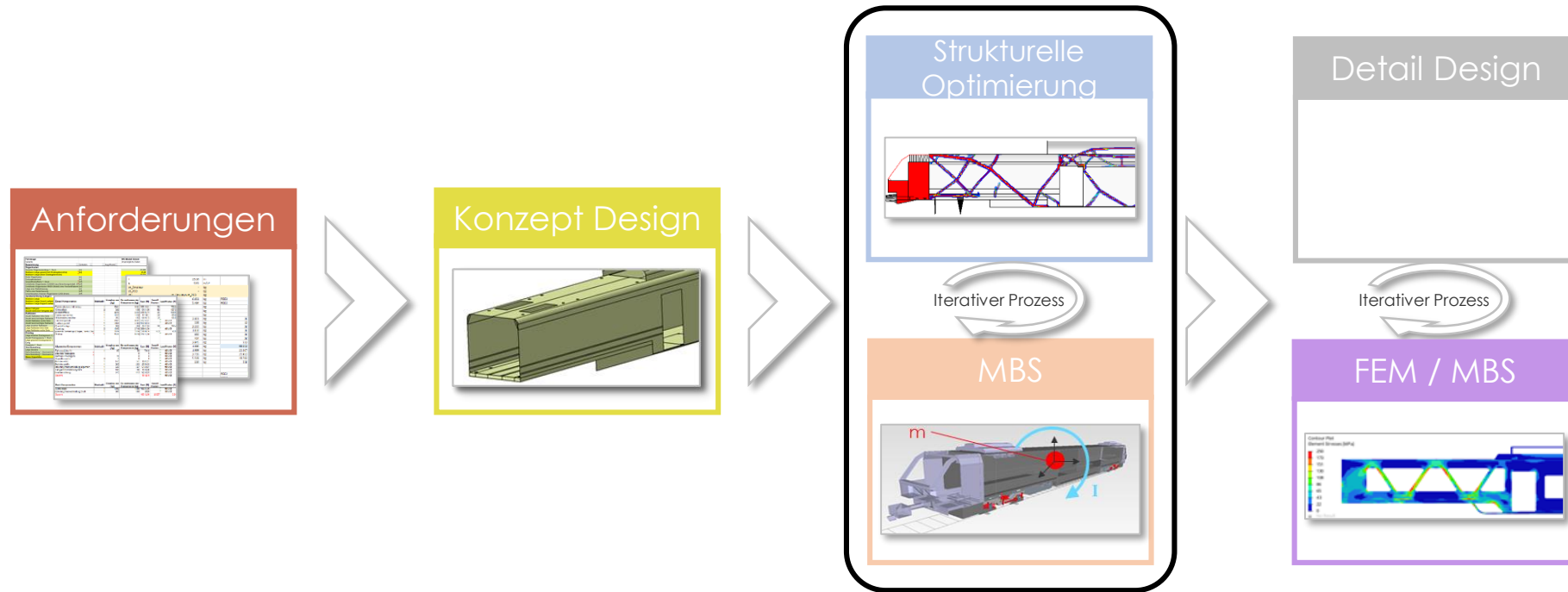
- Aktuell:  +  (mit SeW-Fortsatz und Einhausung)

Exkurs: Dynamik

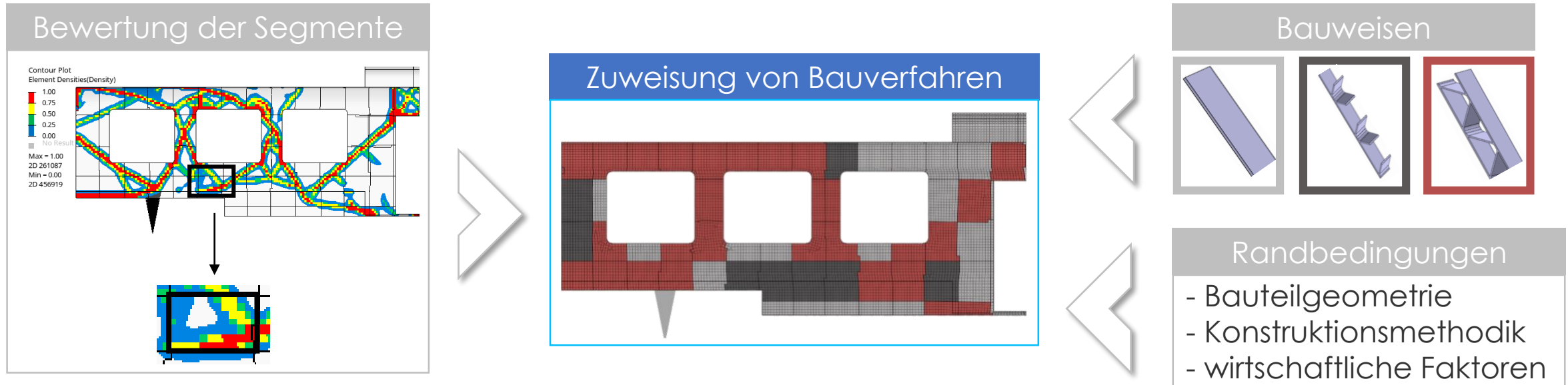
- Stand der Technik



Zielbild



Segmentierungsmethode - Schritt 1

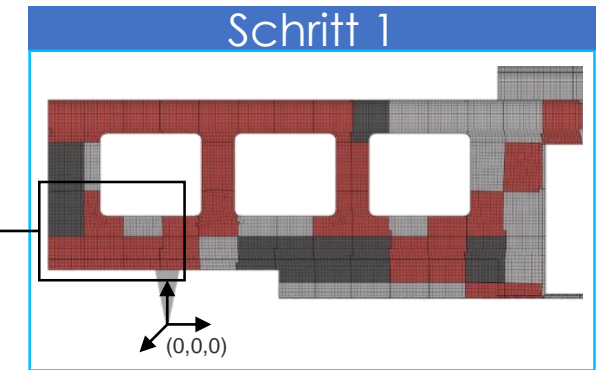
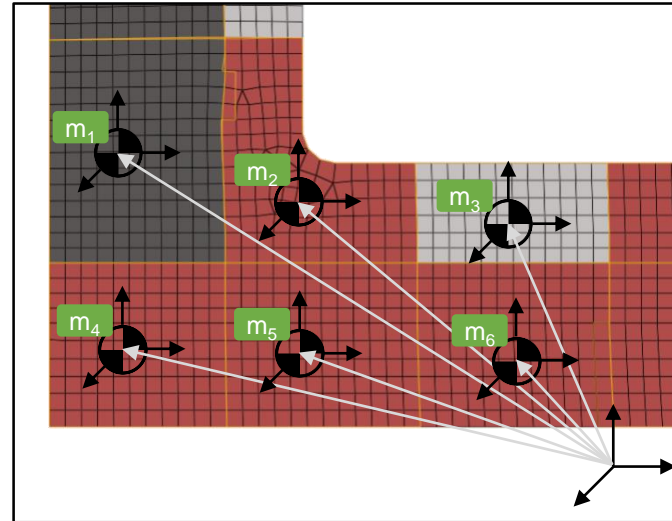


- Theoretische Strukturen werden **in einem frühen Stadium** in reale, gebrauchsfertige Entwürfe umgesetzt

Segmentierungsmethode - Schritt 2

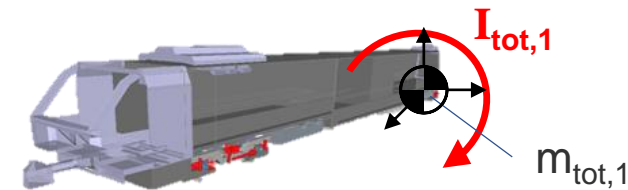
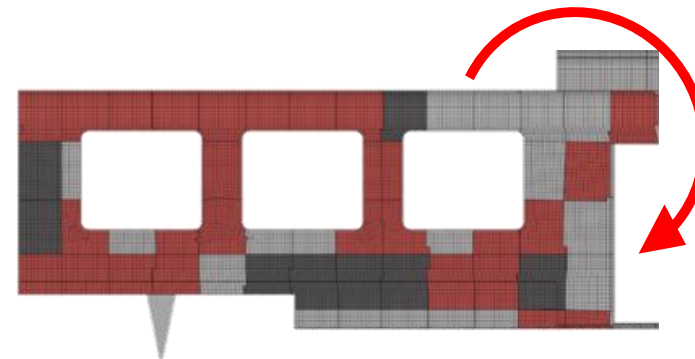
- Segmentebene

- Massen
- Schwerpunkte



- System Ebene

- Globales Massenträgheitsmoment



Zusammenfassung und Ausblick

- Leichtbaupotential etablierter Werkstoffe und Fertigungsverfahren noch nicht ausgeschöpft
- Quantifizierung der Topologieoptimierungsergebnisse
- Massereduktion trotz voluminöser und schwerer Ausrüstung durch gezielte Anpassungen der Fahrzeuggeometrie und des Packaging möglich
- Signifikanter Einfluss der Fenstergeometrie
 - Akzeptanz Trapezfenster → Optikvorgaben
- Leftshifting des Entwicklungsprozesses
- Konstruktive Umsetzung im weiteren Projektverlauf