

Aspekte der virtuellen Entwicklung von Cabriostrukturen für den IIHS-Seitenaufprall

10. Mai 2005

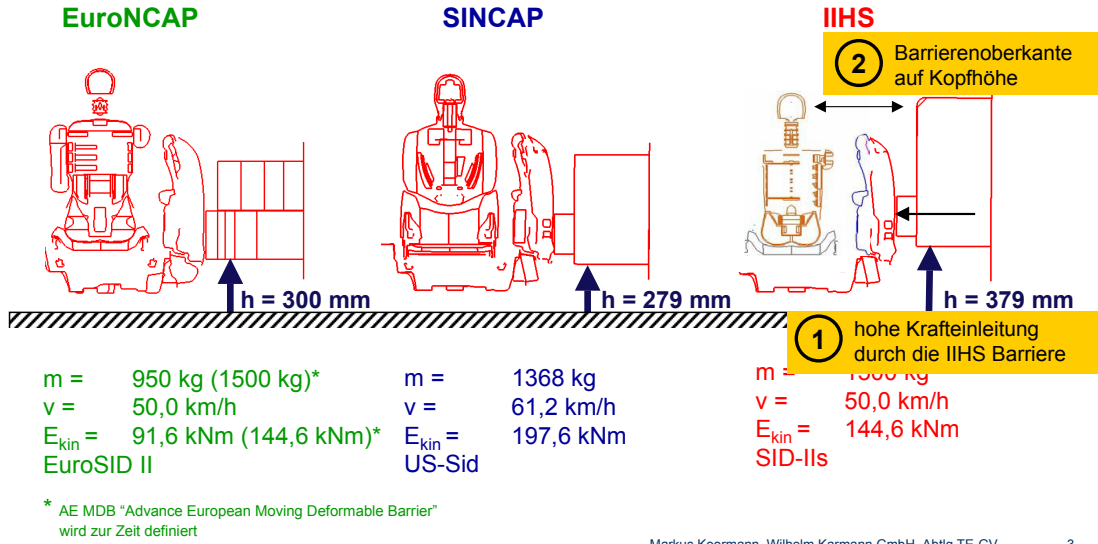
Markus Koormann
FEM-Strukturauslegung
Wilhelm Karmann GmbH

Motivation

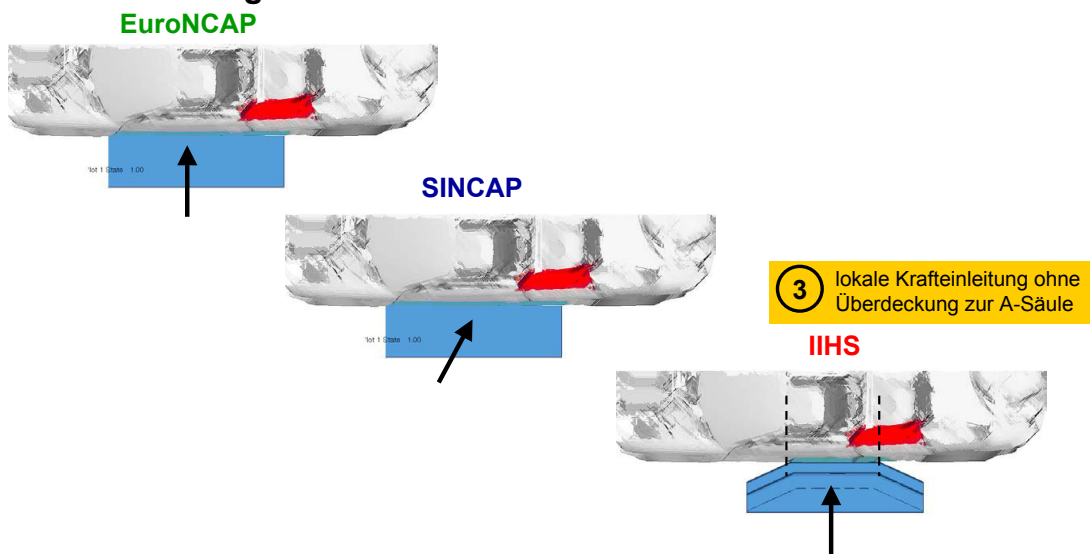
KARMANN
» fast forward

Warum eine Untersuchung am IIHS-Seitenaufprall?

Drei hochenergetische Seitencrashlastfälle

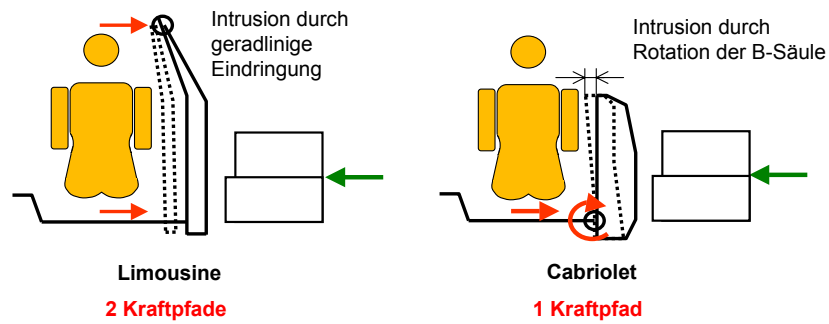


Drei hochenergetische Seitencrashlastfälle



Randbedingungen im Cabrio-Rohbau

Unterschiedliche Rohbaukinematik bei Cabrio und Limousine



Warum eine Untersuchung am IIHS Seitenaufprall?

Fazit

- Der IIHS-Seitenaufprall ist ein neuer Lastfall mit veränderten Anforderungen an die Seitenstruktur.
- Ein Cabrio stellt erhöhte Anforderungen an die Seitenstruktur.
- Durch die Interaktion Struktur mit Insasse können gleichzeitig Belastungen und Kinematik der SID-IIs 5% Frau betrachtet werden.

1. Statusaufnahme anhand aktueller Cabriomodelle

- Rohbau
- Insasse

2. Ermittlung der Sensitivitäten des SID-IIs Dummies

3. Auf die Kinematik des SID-IIs abgestimmte Optimierung der

- Rohbaustruktur
- Türstruktur

1. Statusaufnahme anhand aktueller Cabriomodelle

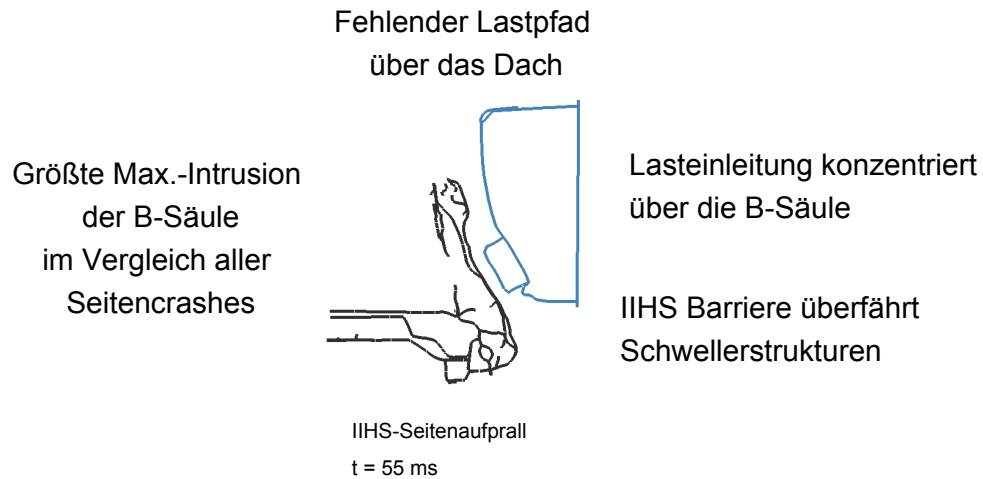
- Rohbau
- Insasse

2. Ermittlung der Sensitivitäten des SID-IIs Dummies

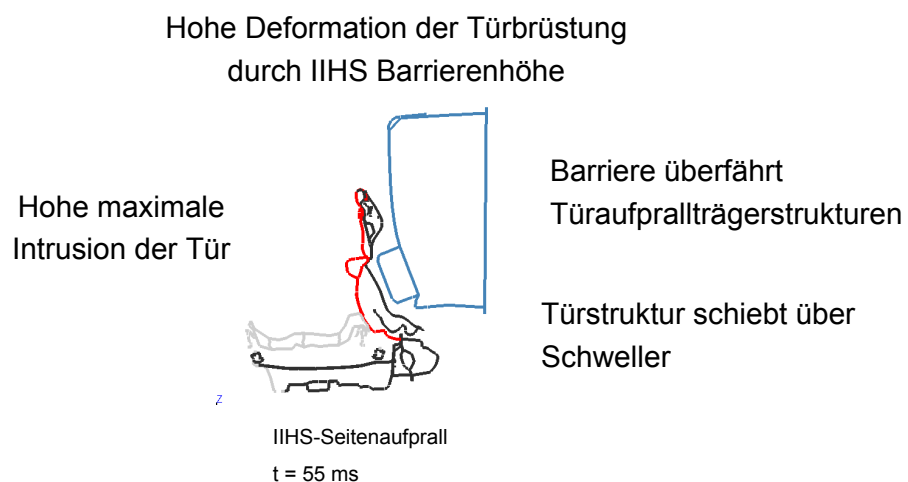
3. Auf die Kinematik des SID-IIs abgestimmte Optimierung der

- Rohbaustruktur
- Türstruktur

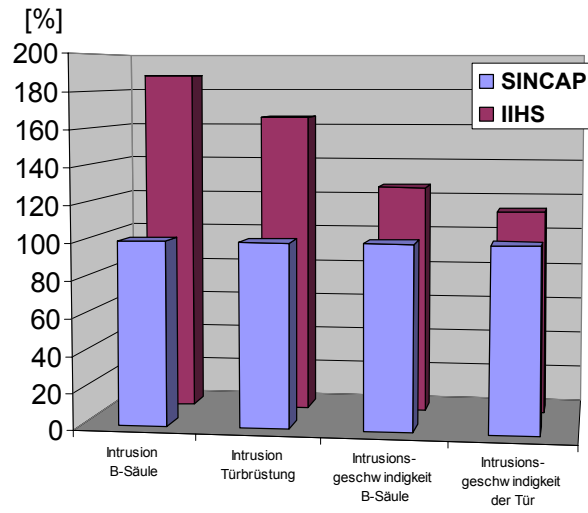
Belastungen der Rohbaustruktur beim IIHS-Seitenaufprall mit einem heutigen Cabrio:



Belastungen der Türstruktur beim IIHS-Seitenaufprall mit einem heutigen Cabrio:



Rohbaubelastungen im Vergleich



Fazit der Gesamtfahrzeugsimulationen

Rohbau

- keine Krafterleitung in den Schweller
- Belastung der B-Säule weit über den Belastungen heutiger Lastfälle

Tür

- starkes Türüberschieben über den Schweller
- Intrusion der Tür weit über den Werten heutiger Lastfälle

1. Statusaufnahme anhand aktueller Cabriomodelle

- Rohbau
- **Insasse**

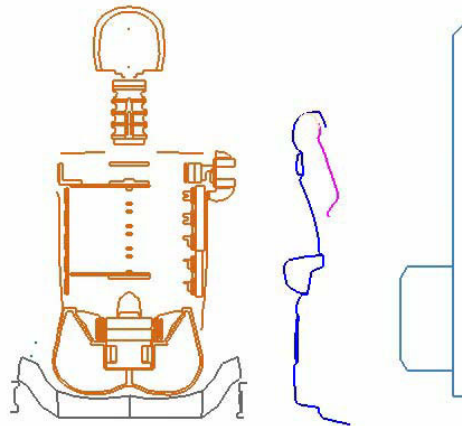
2. Ermittlung der Sensitivitäten des SID-IIs Dummies

3. Auf die Kinematik des SID-IIs abgestimmte Optimierung der

- Rohbaustruktur
- Türstruktur

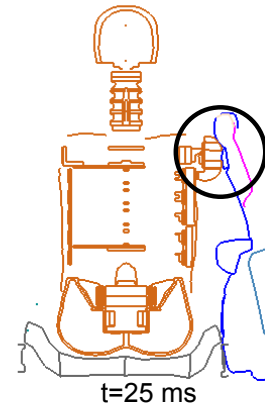
Statusaufnahme anhand aktueller Cabriomodelle

Belastungen des Dummy beim IIHS-Seitenaufprall mit einem heutigen Cabrio:



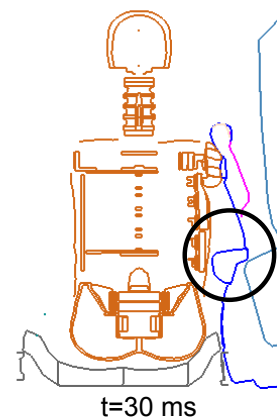
Belastungen des Dummy beim IIHS-Seitenaufprall mit einem heutigen Cabrio

- **Rotation der Tür in die Fahrgastzelle**
 - erster Kontakt zwischen Dummy und Tür mit der Schulter
 - sehr wenig Zeit für die Entfaltung eines Airbagsystems
- **hohe Belastung im Schulterbereich**
 - „Bottom Out“ Effekt der Schulter



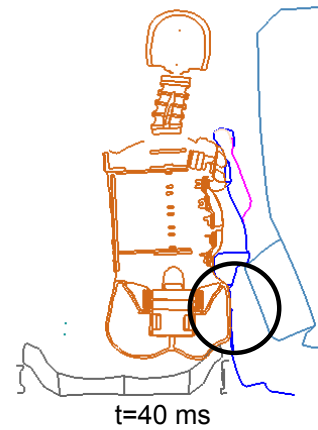
Belastungen des Dummy beim IIHS-Seitenaufprall mit einem heutigen Cabrio

- **Kontakt obere Abdomenrippe mit Armlehne**
 - hohe Eindrückung der unteren Abdomenrippe



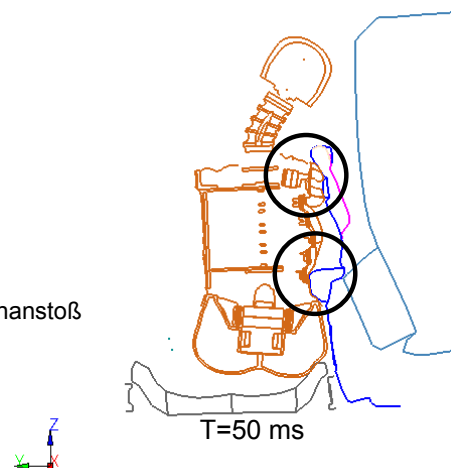
Belastungen des Dummy beim IIHS-Seitenaufprall mit einem heutigen Cabrio

- **Später Beckenkontakt mit Türverkleidung**
 - keine Entlastung der Rippen durch Beckenanstoß
 - geringe Beckenkräfte



Fazit der Gesamtfahrzeugsimulationen

- **Hohe Belastung im Schulterbereich**
 - Risiko Schultereindrückung „Bottom out“
- **Hohe Belastung im Rippenbereich**
 - VC Belastungen
 - hohe Rippeneindrückung
- **Später Beckenkontakt mit Türverkleidung**
 - keine Entlastung der Rippen durch späten Beckenanstoß
 - geringe Beckenkräfte

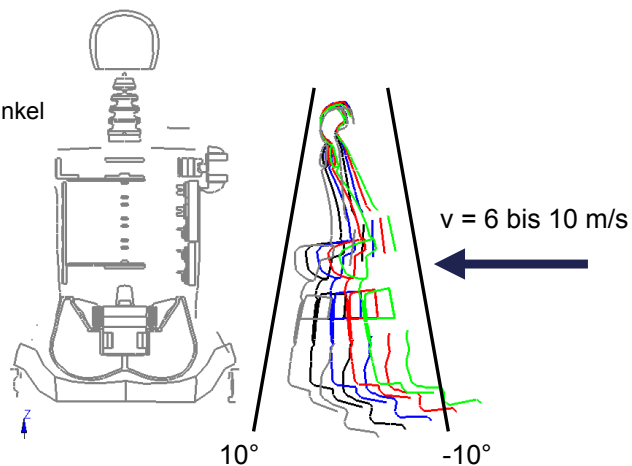


1. Statusaufnahme anhand aktueller Cabriomodelle
2. Ermittlung der Sensitivitäten des SID-IIs Dummies
3. Auf die Kinematik des SID-IIs abgestimmte Optimierung der
 - Rohbaustruktur
 - Türstruktur

Simulation von unterschiedlichen Anstoßkonstellationen

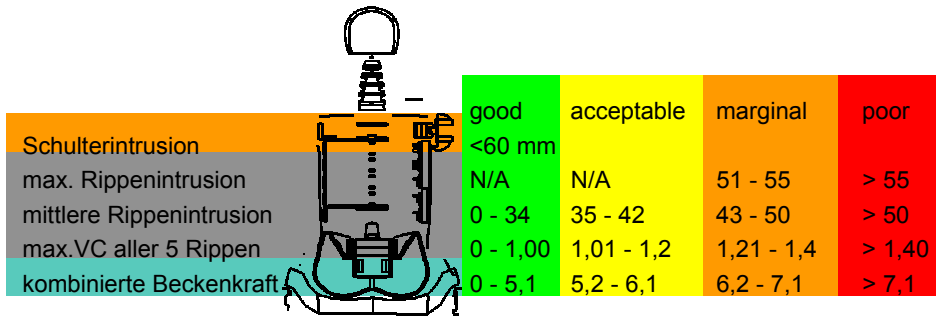
Randbedingungen:

- starres Türinnenblech mit deformierbarer Türverkleidung
- statisch veränderter Türstellwinkel von -10° bis $+10^\circ$
- konstante Türintrusionsgeschwindigkeiten von 6 bis 10 m/s

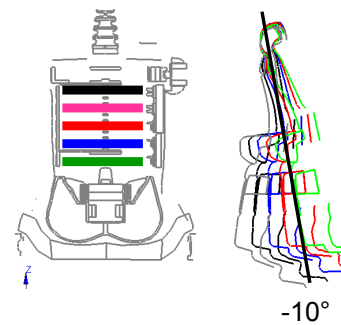
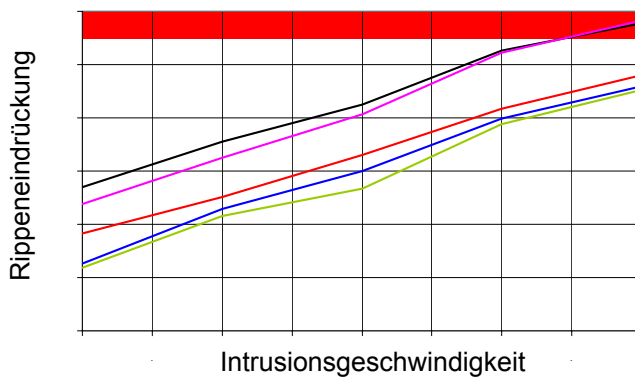


Simulation von unterschiedlichen Anstoßkonstellationen

Auswertegrößen und Grenzwerte

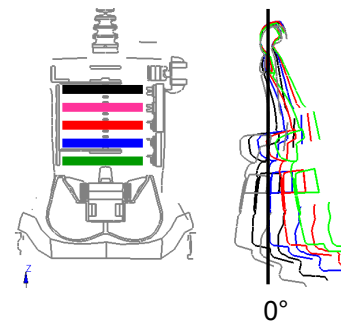
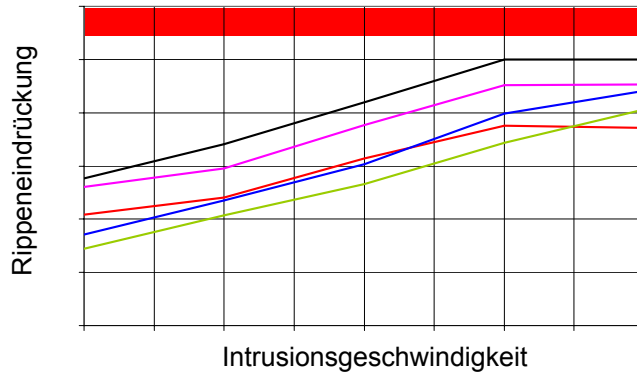


Ergebnisse der Simulationen



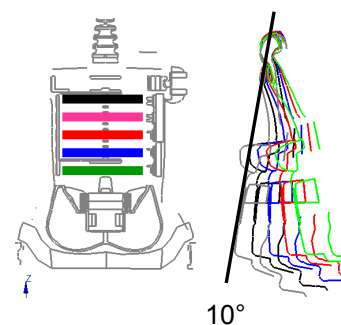
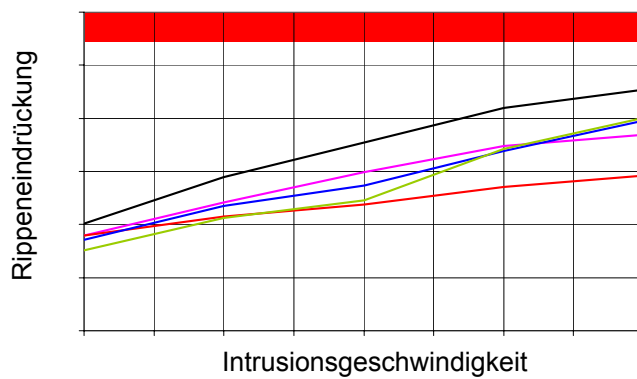
- hohes Niveau der Rippeneindrückung
- maximale Eindrückung der oberen Thoraxrippe
- Belastung der Abdomenrippen durch Armllehne

Ergebnisse der Simulationen



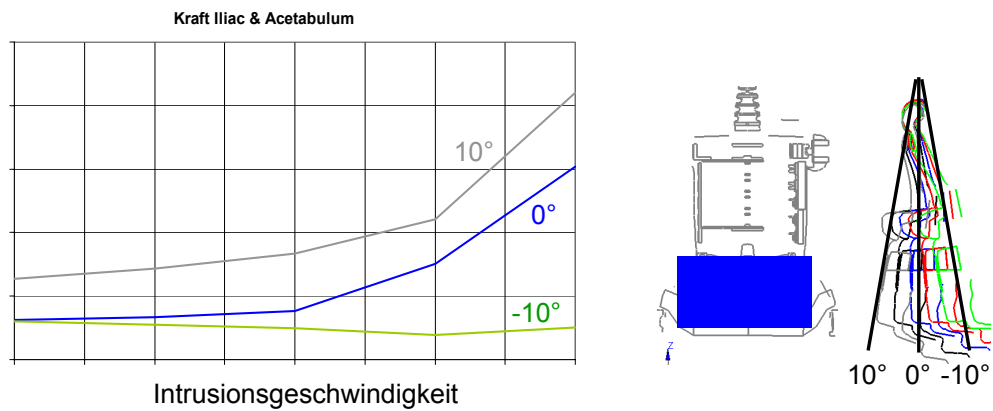
- Niveau der Eindrückung der oberen Rippen reduziert
- maximale Eindrückung der oberen Thoraxrippe
- Belastung der Abdomenrippen durch Armlehne

Ergebnisse der Simulationen



- bis auf Abdomenrippen reduziertes Niveau der Eindrückung
- maximale Rippeneindrückung der oberen Thoraxrippe
- Entlastung der Rippen durch vorseilenden Beckenstoß

Ergebnisse der Simulationen



- höhere Beckenkräfte durch vorseilenden Beckenanstoß
- Beckenkräfte steigen progressiv
- Niveau der Beckenkräfte moderat

Zusammenfassung der Simulationen

- **Intrusionsgeschwindigkeit**
 - Rippeneindrückung steigt linear mit der Intrusionsgeschwindigkeit
 - hohes Niveau der Rippenbelastungen
 - Beckenbelastung steigt progressiv mit der Intrusionsgeschwindigkeit
- **Türrotation**
 - bei vorseilendem Beckenanstoß wird die Belastung der Thoraxrippen reduziert, die Beckenbelastung steigt
 - moderates Niveau der Beckenkräfte
- **Kontur Türverkleidung**
 - prominente Bereiche der Türverkleidung wie die Armlehne belasten die Abdomenrippen

Abgeleitete Schutzstrategien

- **Rohbauverhalten**
 - Rotation der B-Säule so gering wie möglich
 - Intrusion der B-Säule so gering wie möglich

- **Türverhalten**
 - Intrusion der Tür gering halten, früher Beckenanstoß
 - Intrusionsgeschwindigkeiten möglichst klein
 - keine prominenten Interieurteile, welche die Körperpartien punktuell belasten

Ablauf der Untersuchungen

1. Statusaufnahme anhand aktueller Cabriomodelle

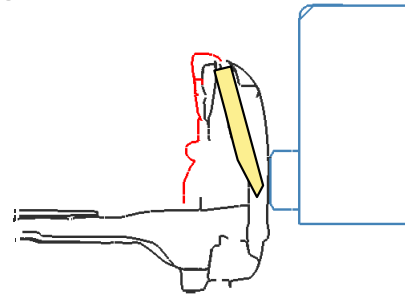
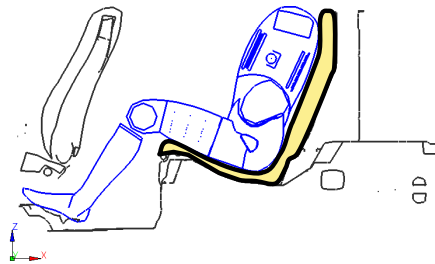
2. Ermittlung der Sensitivitäten des SID-IIs Dummies

3. Auf die Kinematik des SID-IIs abgestimmte Optimierung der
 - Rohbaustruktur

 - Türstruktur

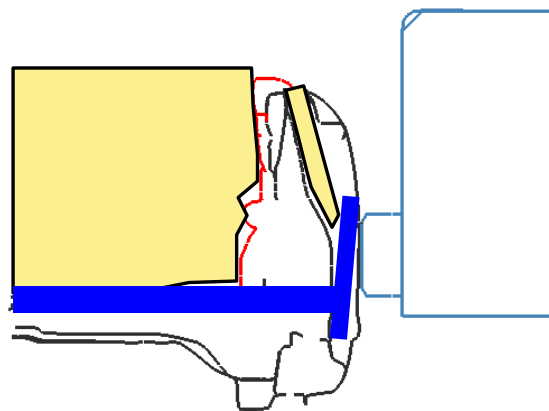
Ausgangsbasis für die Rohbauauslegung im Cabrio

- hohe Position der Barriere
- Bauraumeinschränkung durch Verdeck-Hauptlager und hintere Seitenverkleidung
- Bauraumeinschränkung durch Fensterkinematik
- Bauraumeinschränkung durch hintere Sitzanlage

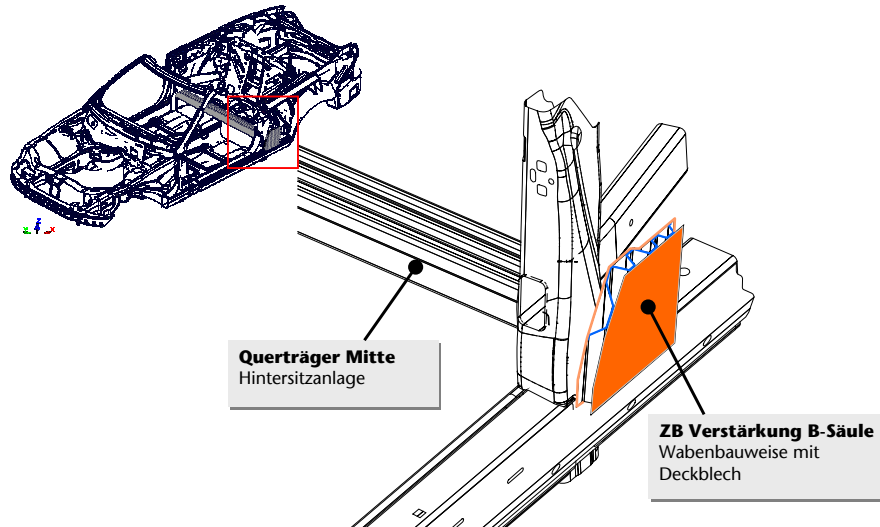


Lösungskonzept für Cabrios

- vertikale Tragstruktur zur Aufnahme der Barrierenkräfte
- horizontale Tragstruktur leitet die Kräfte in den Rohbau

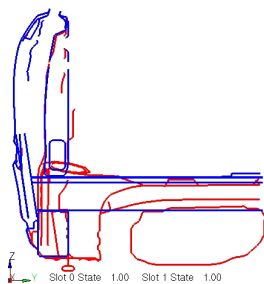


Darstellung mit dem Karmann CPM-Modul

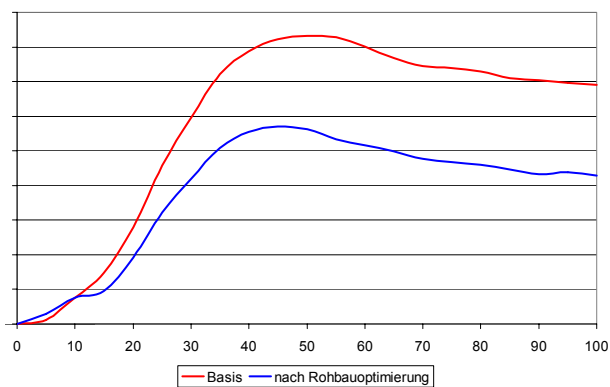


Ergebnisse der Rohbauoptimierung

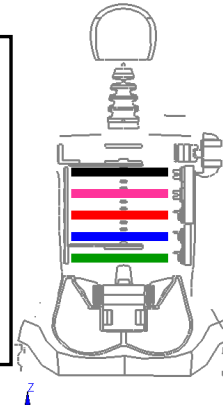
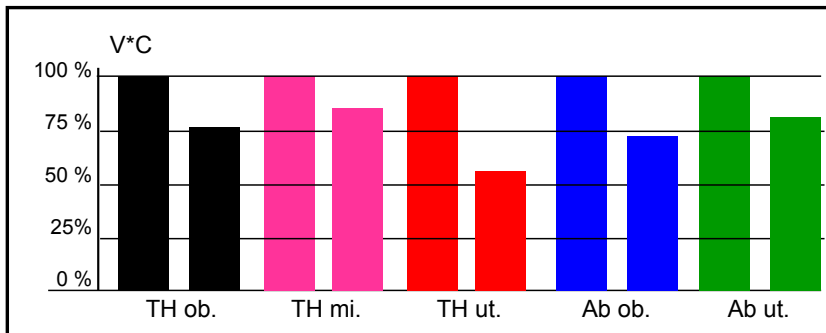
Reduzierung der dynamischen B-Säulenintrusion um 27 %



Vergleich verstärkter und herkömmlicher Rohbau bei IIHS-Seitencrashbelastung

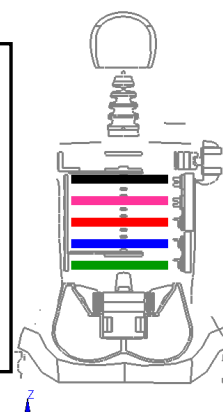
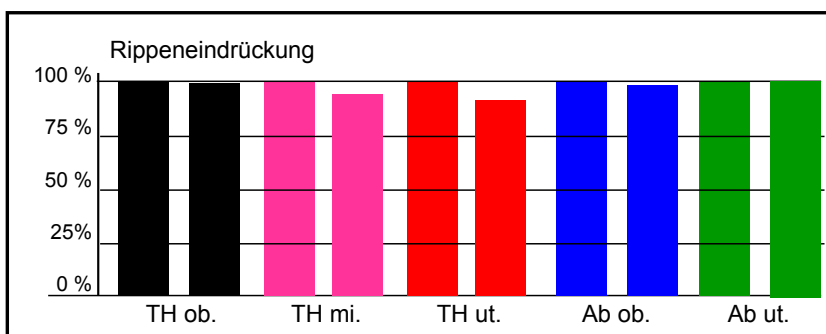


Vergleich der Insassenbelastungen vor und nach der Rohbauoptimierung



Reduzierung des VCs auf etwa 75% des Ausgangswertes

Vergleich der Insassenbelastungen vor und nach der Rohbauoptimierung



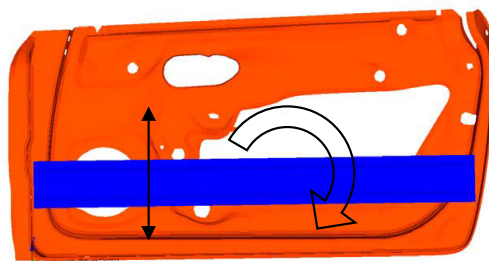
Geringer Einfluss auf Rippeneindrückung. Rohbauoptimierung alleine nicht ausreichend. Weitere Maßnahmen notwendig.

1. Statusaufnahme anhand aktueller Cabriomodelle
2. Ermittlung der Sensitivitäten des SID/Is-Dummies
3. Auf die Kinematik des SID/Is abgestimmte Optimierung der
 - Rohbaustruktur
 - Türstruktur

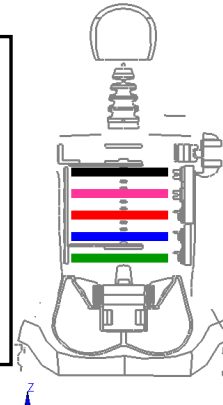
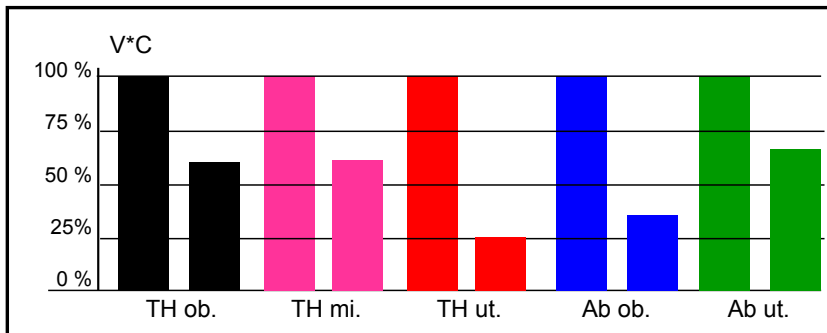
Untersuchungen zur Auslegung eines IHS-optimierten Türaufprallträgers

Randbedingungen

- Basis ist die optimierte Rohbaustruktur
- Variation der vertikalen Türaufprallträgerposition
- Variation des Türaufprallträgerwinkels

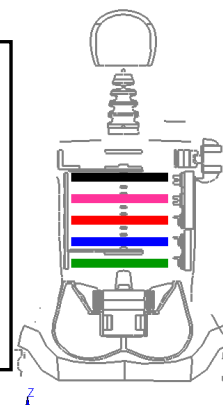
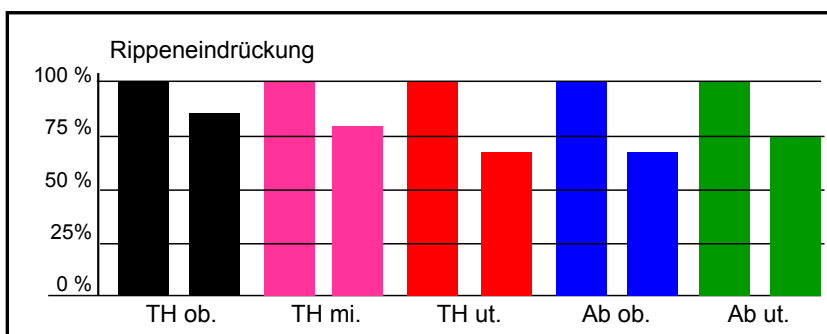


Vergleich der Insassenbelastungen vor und nach der Optimierung



Reduzierung des VCs auf etwa 60% des Ausgangswertes

Vergleich der Insassenbelastungen vor und nach der Optimierung



Reduzierung der Rippeneindrückung auf etwa 80% des Ausgangswertes

Aspekte der virtuellen Entwicklung von Cabriostrukturen für den IIHS-Seitenaufprall

- Die für den IIHS Lastfall notwendigen Strukturmaßnahmen für Cabriolets übersteigen das Anforderungsprofil heutiger Lastfälle deutlich.
- Die cabriospezifische Intrusionscharakteristik ist prägend für die Belastung des SID-II Dummy.
- Cabriolets erfordern somit ein sehr spezifisches Fachwissen über die Potentiale zur Reduzierung der Insassenbelastung.
- Unter diesem Sachverhalt sind die Insassenschutzsysteme neu zu bewerten.

