HyPAC Leichtbauhybridstrukturen in hochdynamisch belasteten Sicherheitssystemen

Udo Gaumann

Global Engineering

Plastic Competency Management

Takata AG

Dipl.-Ing. Julian Haspel

Global Application Development

LANXESS Deutschland GmbH

Agenda

- Leichtbauprojekt HyPAC
- Das Bauteil
- Bauteildesign
  - Topologieoptimierung
  - Dynamische Festigkeitssimulation
- Prozesssimulation
- Teileerstellung
- Validierung
- Fazit

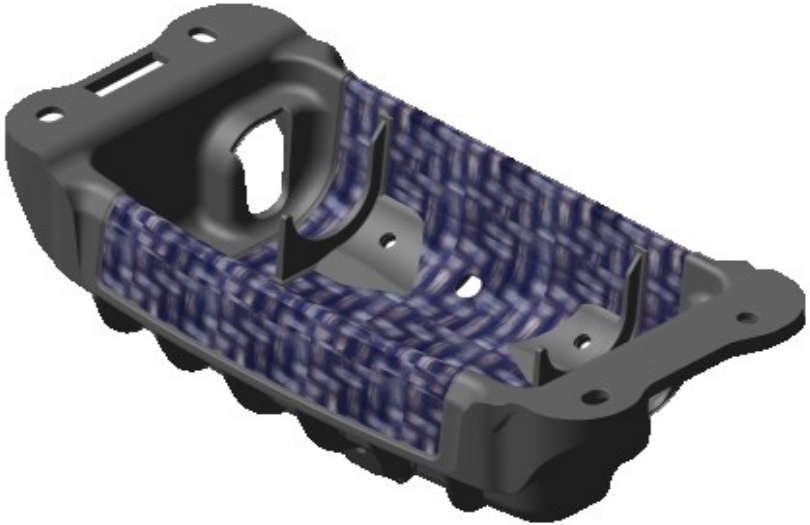
Leichtbauprojekt HyPAC:

Projektziel:

- Mind. 35% Gewichtsreduktion
- Geringe Kostenerhöhung zulässig

Motivation:

- Regelungen CO2-Reduzierung
- Höhere Energiekosten
- Selbstverstärkende Effekte



TAKATA

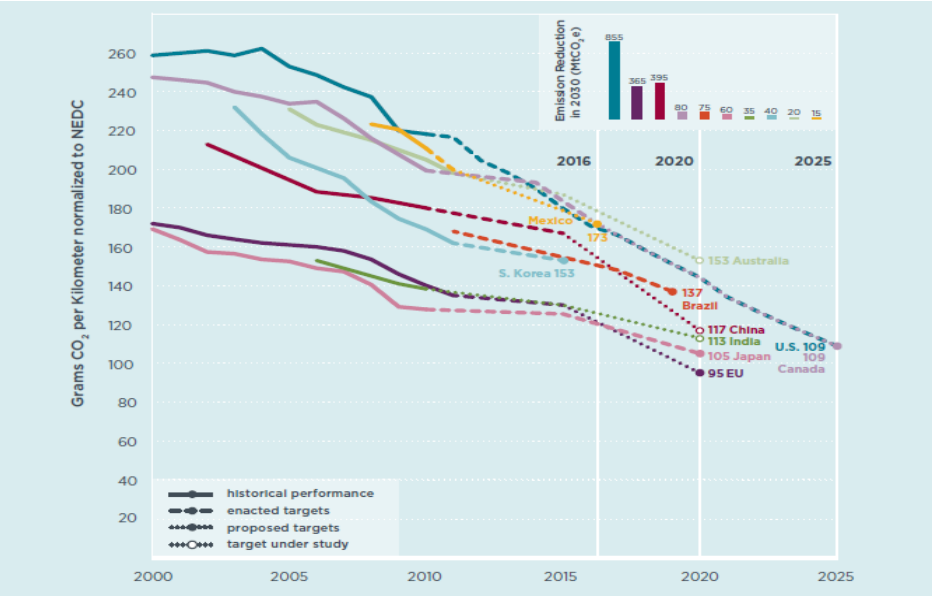
Leichtbauprojekt HyPAC:

Projektziel:

- Mind. 35% Gewichtsreduktion
- Geringe Kostenerhöhung zulässig

Motivation:

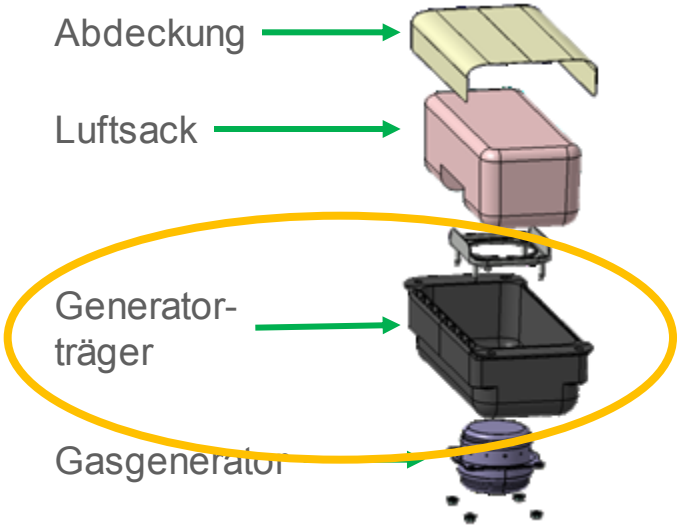
- Regelungen CO2-Reduzierung
- Höhere Energiekosten
- Selbstverstärkende Effekte



Quelle: ICCT

TAKATA

Das Bauteil:



TAKATA

Entwicklungspartner:

LANXESS Energizing Chemistry

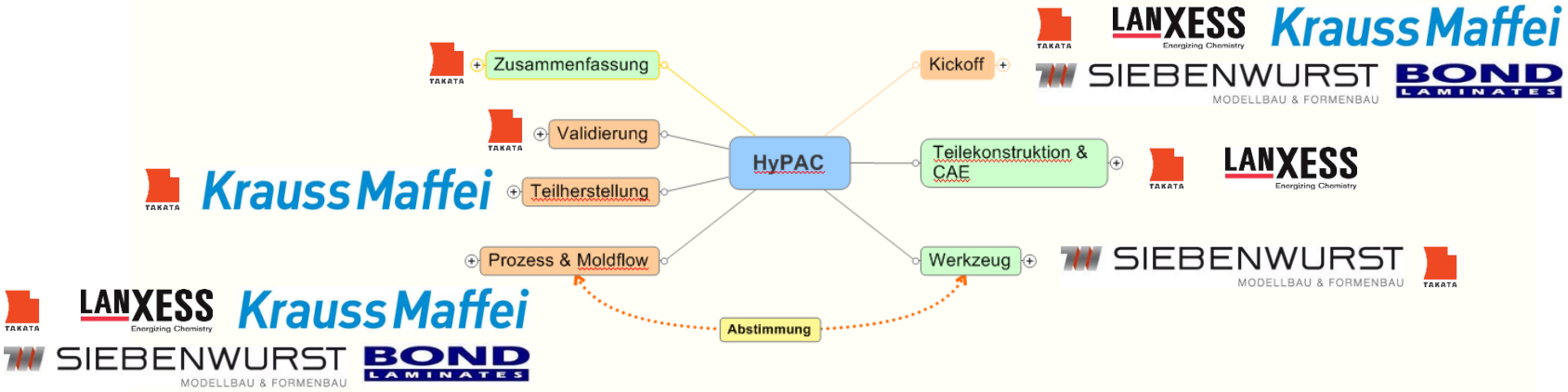
TAKATA

KraussMaffei

SIEBENWURST MODELLBAU & FORMENBAU

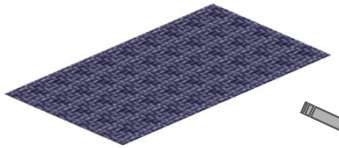
BOND LAMINATES

Aufgabenverteilung:



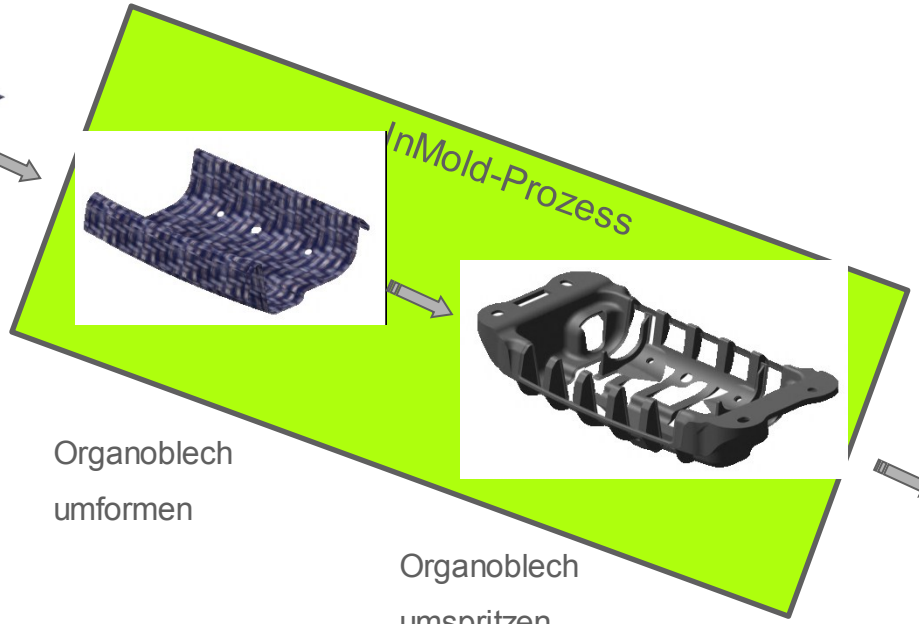
Zum Ziel in 20 Monaten

Kickoff und Konzepterarbeitung:



Organoblech

TEPEX® *dynalite*



Organoblech

umformen

Organoblech

umspritzen

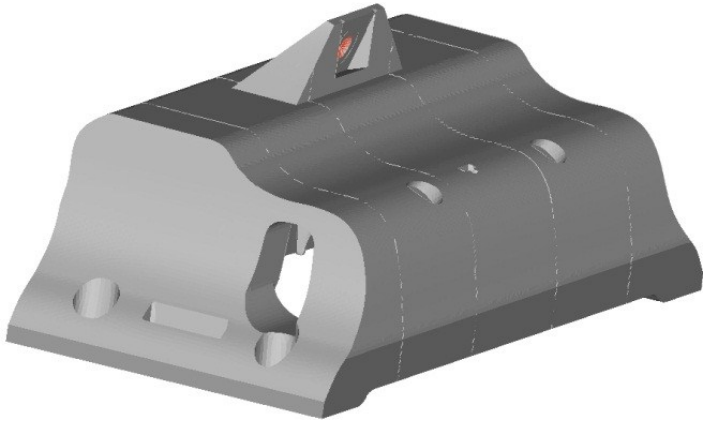
Airbaggehäuse

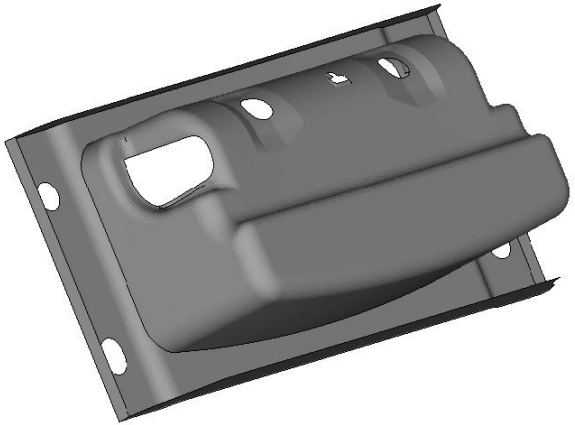
TAKATA

Bauraumbestimmung und Einlegergeometrie:

- Bauraumbestimmung aufgrund von Serienstand des Bauteils (Luftsack-Package, Gasgenerator, …) und Peripherie (I-Tafel, Querträger, Luftkanäle, …)

- Erste Einlegergeometrie (empirisch festgelegt)
- Noch nicht optimiert



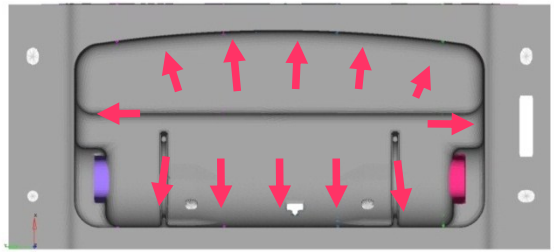


TAKATA

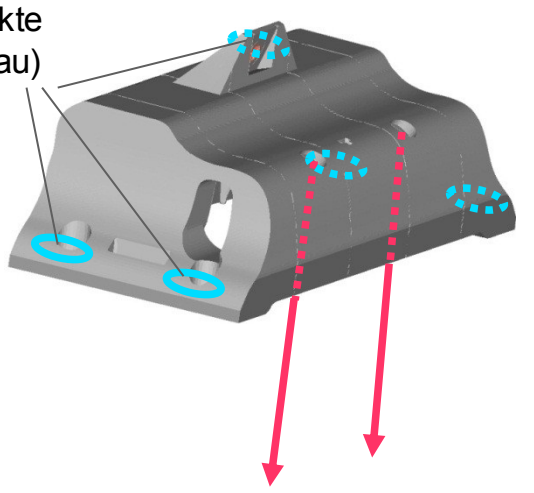
Topologieoptimierung HyPAC Zielsetzung / Fragestellungen:

- Welche Rippenstrukturen ergeben sich grundsätzlich bei einer Optimierung mit einem Organoblecheinleger?
- Welche Einlegergeometrien (=Beschnitte) sind sinnvoll im Hinblick auf Gewicht und Steifigkeit?
- Wie wirkt sich eine Wanddickenänderung des Einlegers auf das Optimierungsergebnis aus?
- Welches Gewichts-/Steifigkeitspotential besteht gegenüber der Serienlösung?
- Ableitung eines optimalen Geometriekonzeptes für die weiteren Entwicklungsschritte

Topologieoptimierung Randbedingungen und Lasten:



Lastfall 1
5-15 bar Innendruck



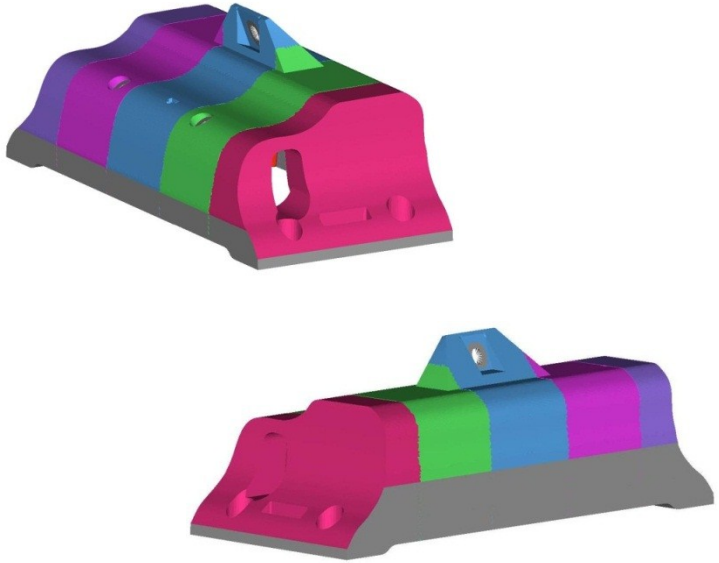
Innendruck und Trägheitskräfte qualitativ

Randbedingungen

- Airbaggehäuse ist mit 5 Schrauben fixiert
- Lastfall 1: Innendruck
- Lastfall 2: Zugkräfte an Verschraubungspunkten des Gasgenerators
- Gewichtung der Lastfälle für die Optimierung

TAKATA

Topologieoptimierung Einteilung in Bereiche:

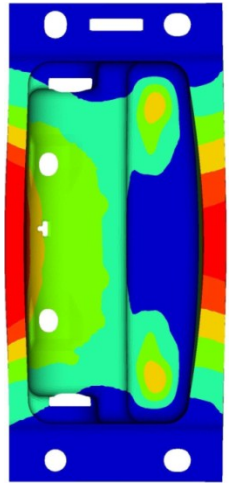


- Unterteilung des Bauraumes in mehrere Bereiche
- Dadurch kann die Struktur gezielter interpretiert werden
- Unterschiedliche Gewichtung der Lastfälle möglich

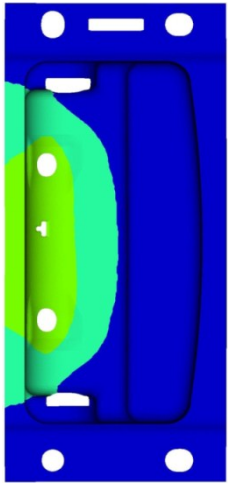
Bestmögliche Ausnutzung des Bauraums

Topologieoptimierung Ergebnisse:

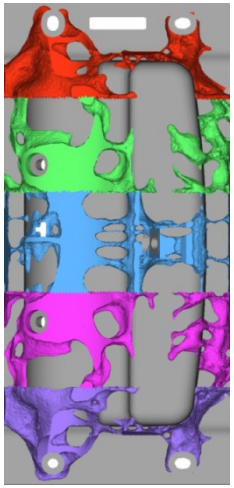
Verformung durch Innendruck



Verformung durch Zugkräfte



Resultierende Struktur

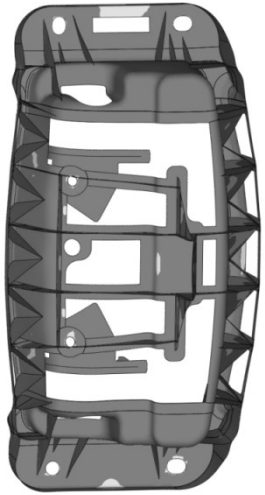


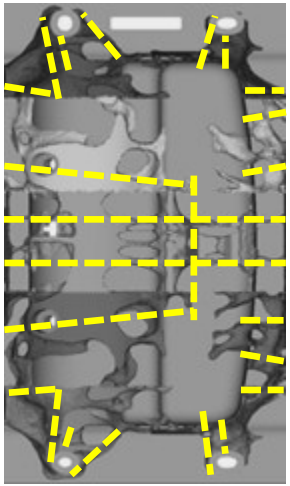
TAKATA

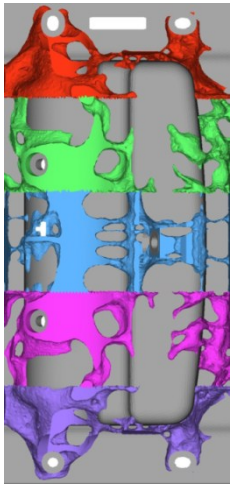
Topologieoptimierung “Übersetzen” in Rippenlayout:

Skizze der Rippengeometrie → Umsetzung in CAD

Resultierende Struktur







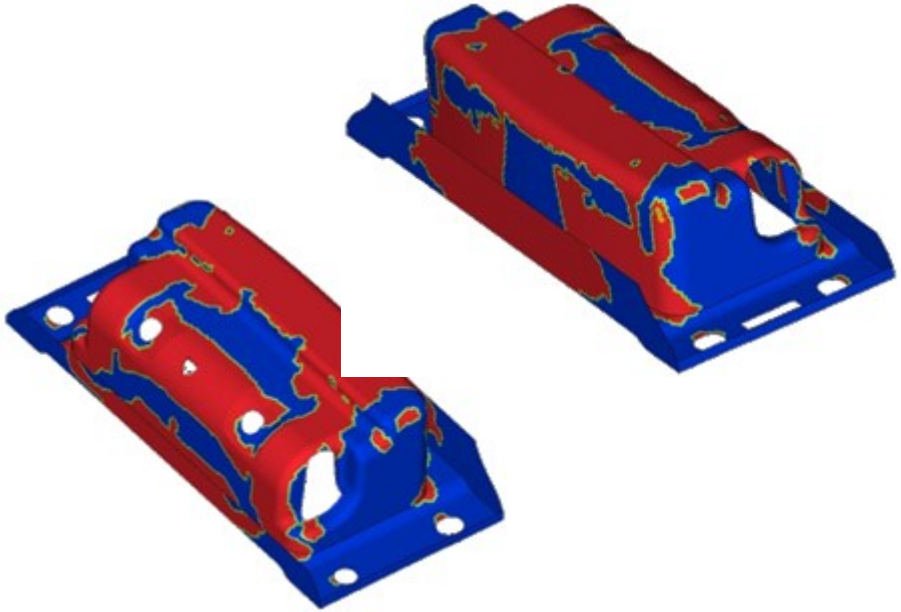
TAKATA

Topologieoptimierung Variation der Einlegerdicke:

TEPEX-Einleger…

- Legende:
  - blau: niedrige Beanspruchung
  - rot: hohe Beanspruchung
- Geringer Beitrag der Stirnflächen
- Bereich um Verschraubung wird gering beansprucht

…als Designvariable

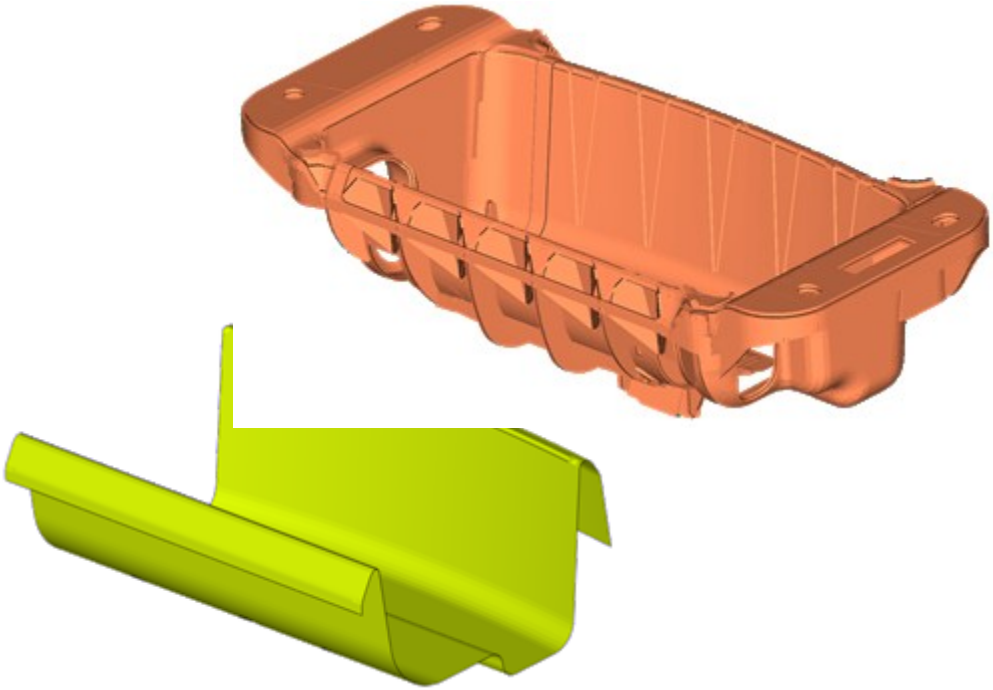


Topologieoptimierung - Resultierende Einleger- und Rippengeometrie:

Materialauswahl

- Spritzguss:
  Durethan DP BKV 240 H2.0
  PA 6-Copolymer, 40% Glasfasern, wärmestabilisiert, schlagzähmodifiziert

- Einleger:
  TEPEX® *dynalite* 102-RG600(1)/47%
  Matrix: PA6
  Glasfaserverstärkung



TAKATA

Topologieoptimierung - Entwicklungsschritte

Vergleich einzelner Varianten

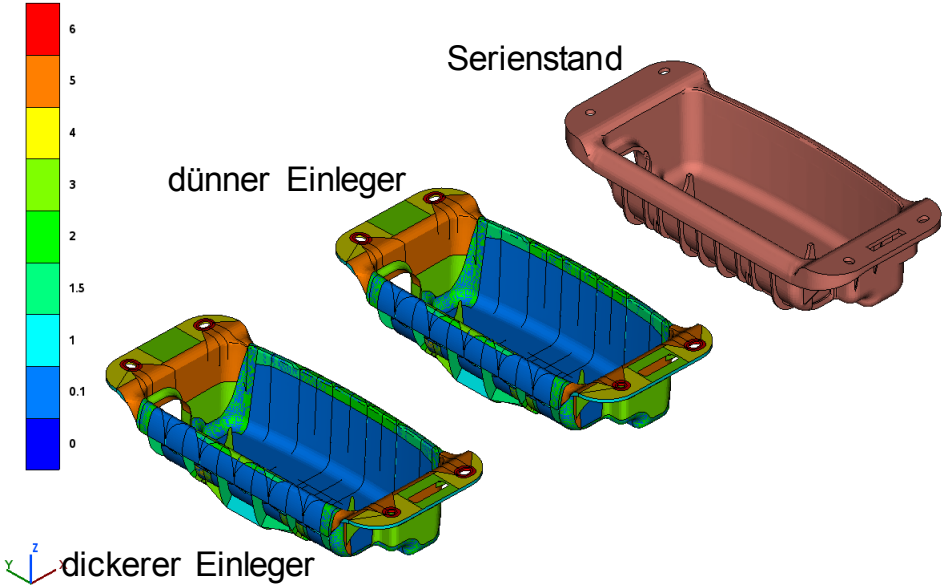
Variante	1	2	3	…	7	Referenz
Gewicht [g]	760	790	1190	…	351	559
Maximale Deformation [%]	55	48	23	…	95	100
Spezifische Deformation [%]	49	41	13	…	60	100

Entwicklungsschritte

- Erste gerechnete Varianten lagen über dem Zielgewicht
- Schrittweise Anpassung der
  - Einlegerdicke und
  - Rippengeometrie
- Erreichen der maximalen Aufweitung bei deutlich niedrigerem Gewicht

TAKATA

Vergleich dyn. Berechnung Serienstand vs. neues Design

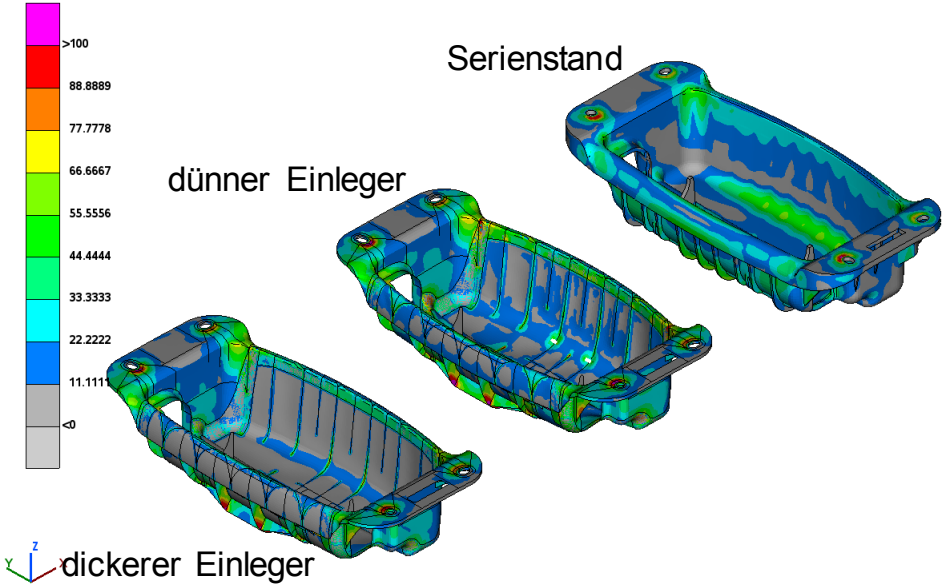


Wichtigste Simulationskriterien

- Anisotropie
- Nichtlinearität
- Dehnratenabhängigkeit
- Versagenskriterien
- Temperaturabhängigkeit
- Berücksichtigung der Faserorientierung
- …

TAKATA

Vergleich dyn. Berechnung Serienstand vs. neues Design

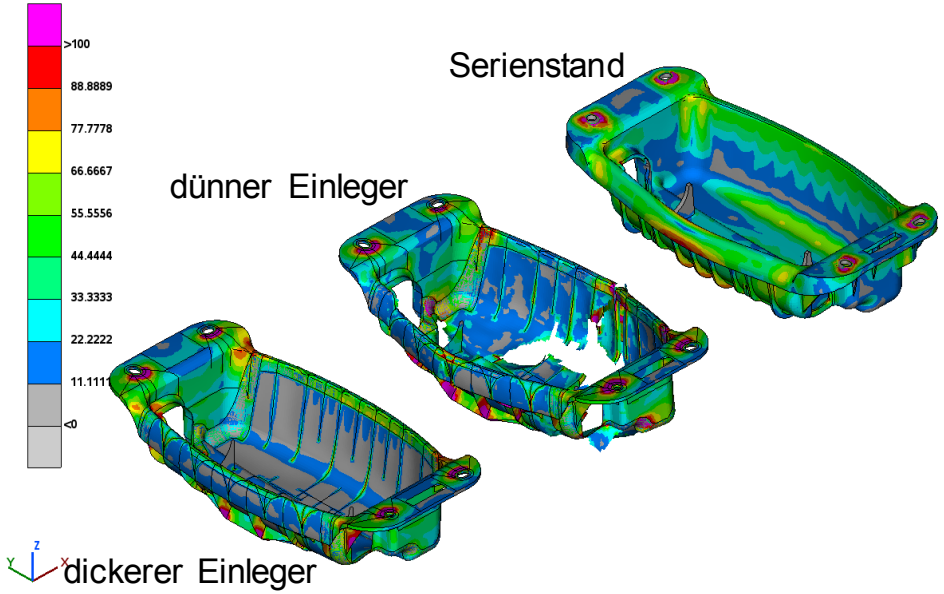


Spannungshaushalt

- Belastung bei ca. 75% der Maximallast
- Unterschiedliche Spannungsverteilung
- Alle Varianten ertragen die Lasten

TAKATA

Vergleich dyn. Berechnung Serienstand vs. neues Design



Spannungshaushalt

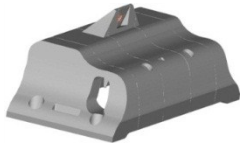
- Kurz vor Erreichen der Maximallast
- Erstes Versagen im Boden der dünneren Variante
- Dickere Variante funktioniert problemlos
- Serienstand erträgt Lasten (bei höherem Gewicht!)

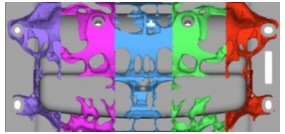
→ weitere Optimierung

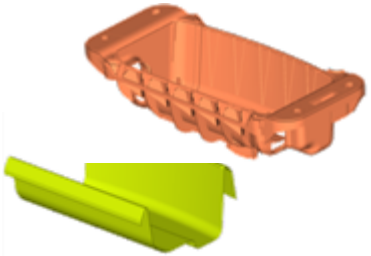
TAKATA

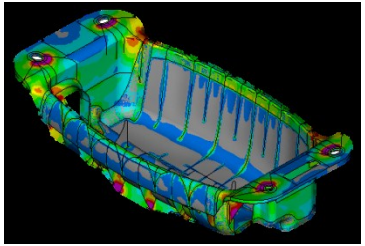
Entwicklungsschritte in der Übersicht

Randbedingungen	Topologieoptimierung und Interpretation	Verifizierung durch dynamische Simlation





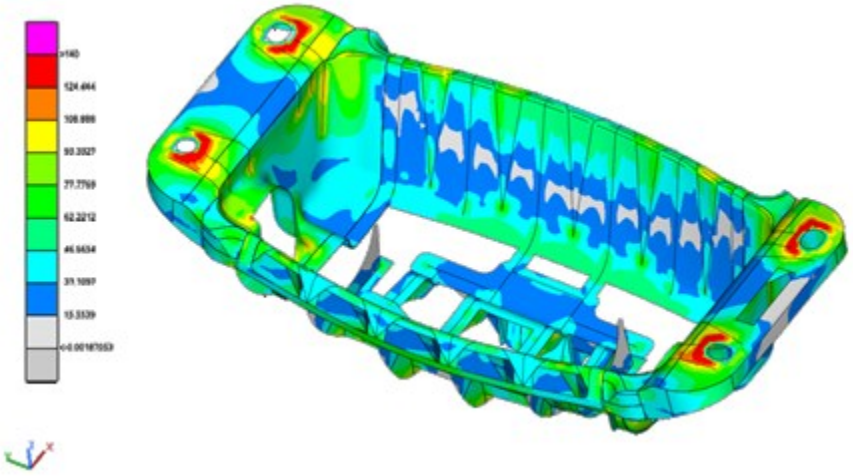


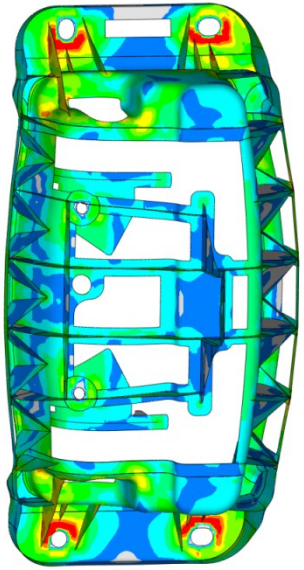


Optimierung

TAKATA

Ergebnisse finaler Optimierung – SG-Komponente

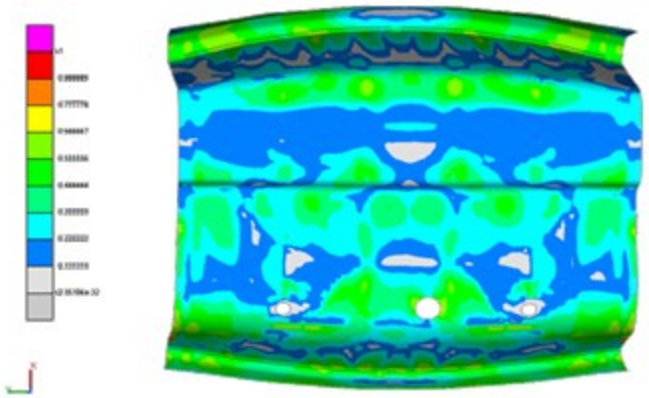




Maximale Belastung im Kunststoff im Bereich der Verschraubungen

TAKATA

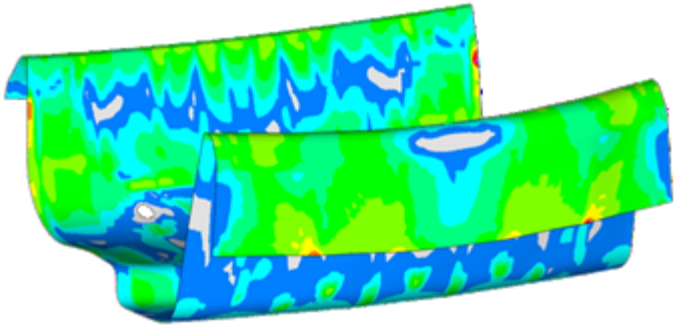
Ergebnisse finaler Optimierung - Tepexeinleger



Versagensindikator:

rot / 1.0 bedeutet Versagen

Maximum lokal aufgrund Kontaktanbindung Einleger/Kunststoff

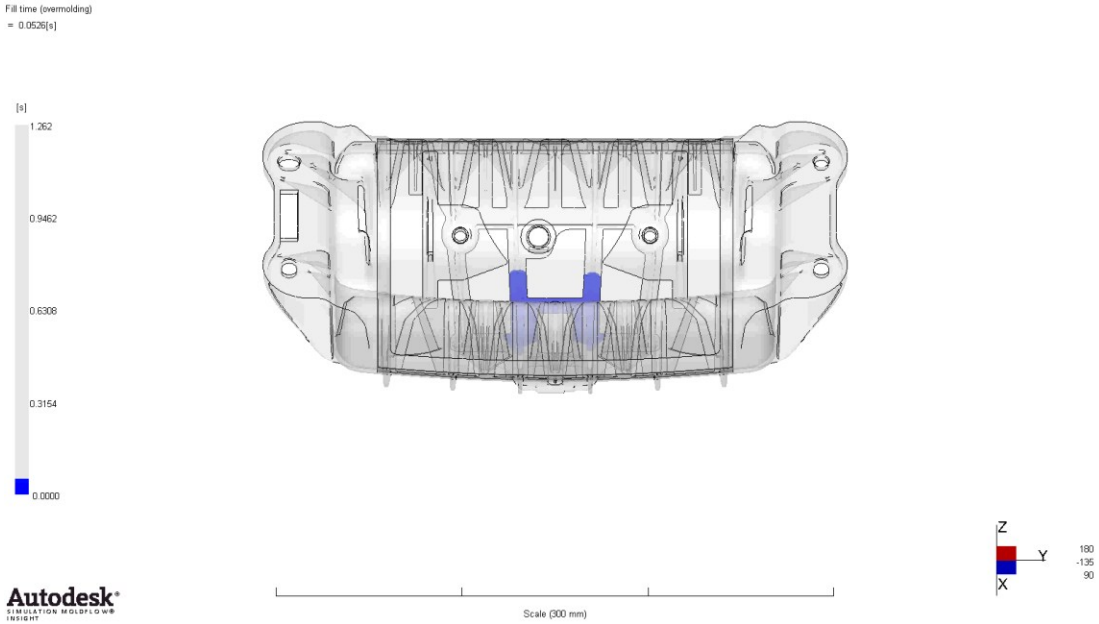


TAKATA

Prozesssimulation Moldflow:

Aufgabe:

- Keine Daten für Prozesssimulation verfügbar
- Kein Simulationsmodell für Organoblech verfügbar



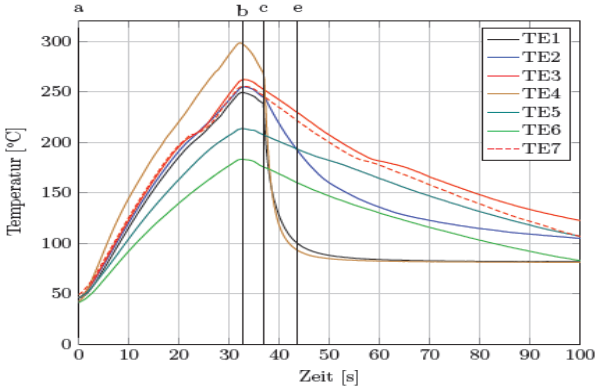
TAKATA

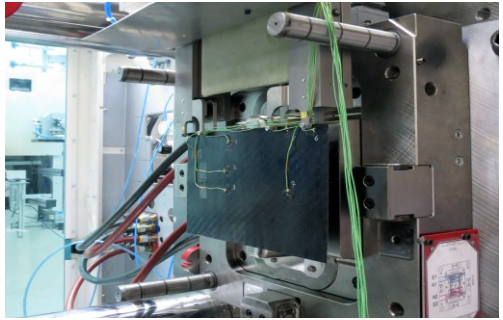
Prozesssimulation Materialdatenermittlung:

Ermittelte Daten:

Mechanisch:
- E-Modul
- Querkontraktionszahl
- Schubmodul
- Therm. Ausdehnungskoeffizient

Thermisch:
- Schmelzetemperatur
- Glasübergangstemperatur
- Entformungstemperatur
- Spez. Wärmekapazität
- Wärmeleitfähigkeit
- Kontakttemperatur





TAKATA

Prozesssimulation:

Vorgehensweise:

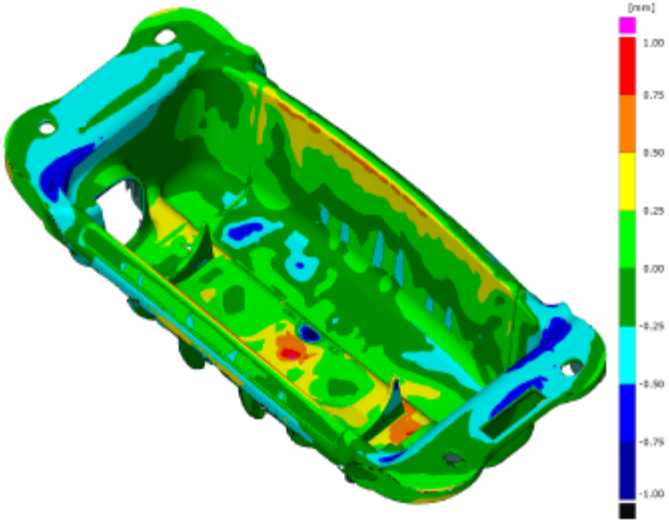
- Analyse Fertigungsprozess
- Abgleich mit existierenden Simulationsmodellen
- Anpassung vorhandener Simultionsmodelle
- Einbinden einer Organoblechmaterialkarte

Ergebnis:

- Ein validiertes Moldflowsimulationsmodell für Organoblechhybridbauteile welches vergleichbar genaue Ergebnisse wie die Standardspritzgusssimulation erzeugt.

TAKATA

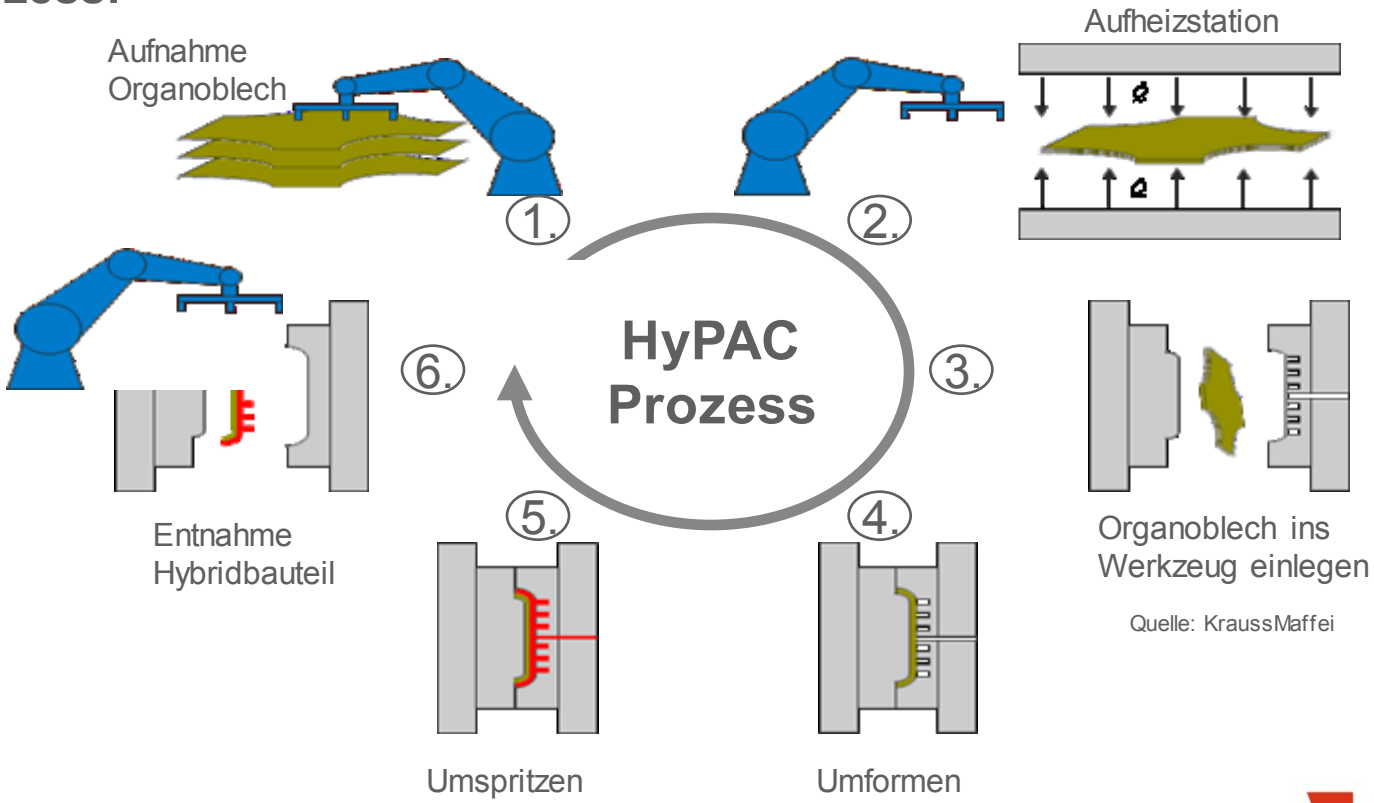
Prozesssimulation:



Vergleich Schwundgeometrie Moldlfow zu Bauteil zeigt vergleichbare Genauigkeit wie Spritzgusssimulation

TAKATA

Prozess:



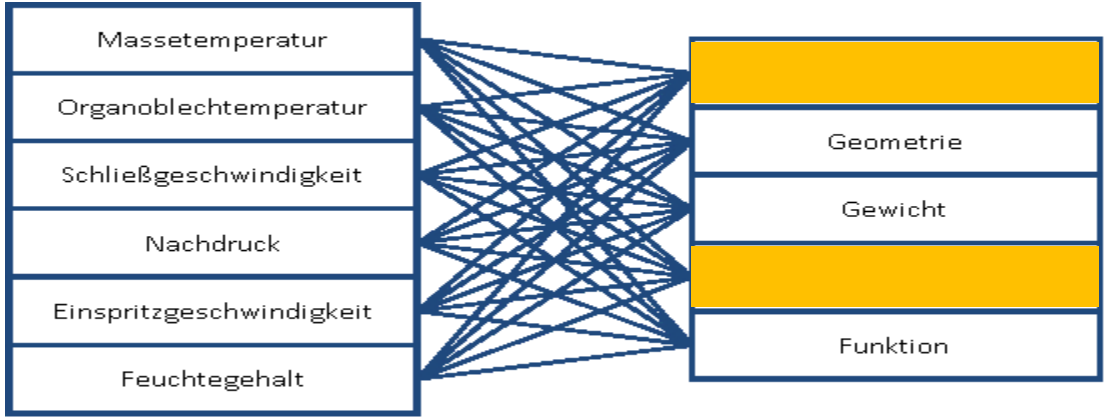
Quelle: KraussMaffei

TAKATA

Prozess Teileerstellung:

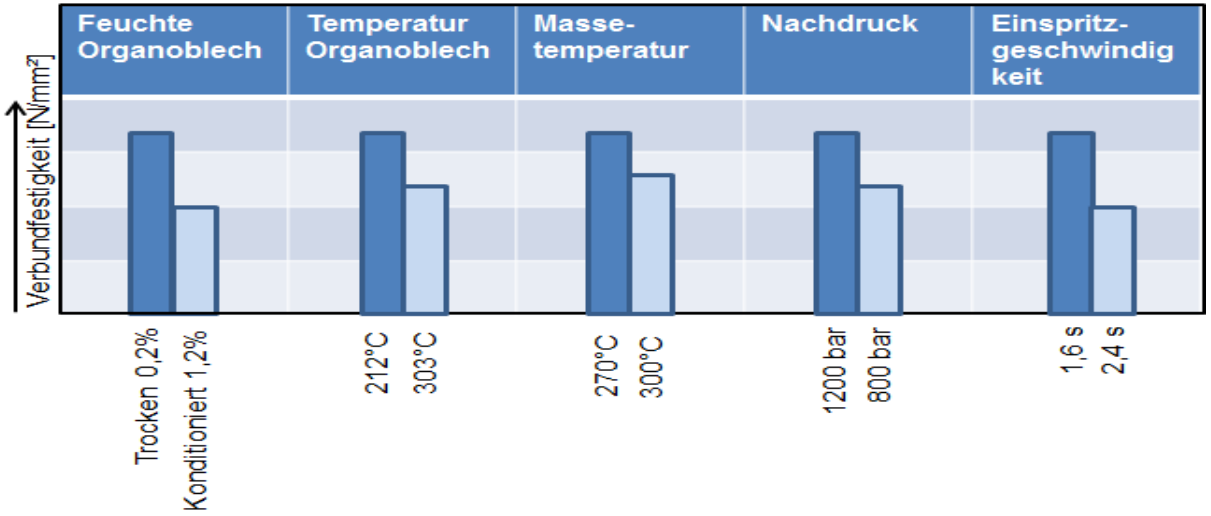
TAKATA

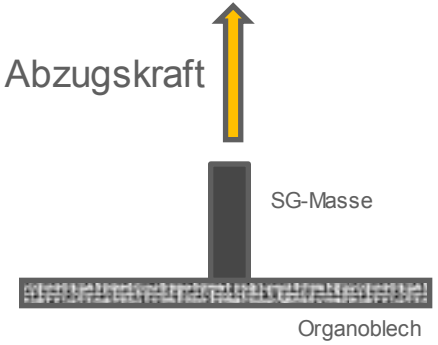
Prozess Eigenschaftskorrelation:



TAKATA

Prozess Eigenschaftskorrelation:





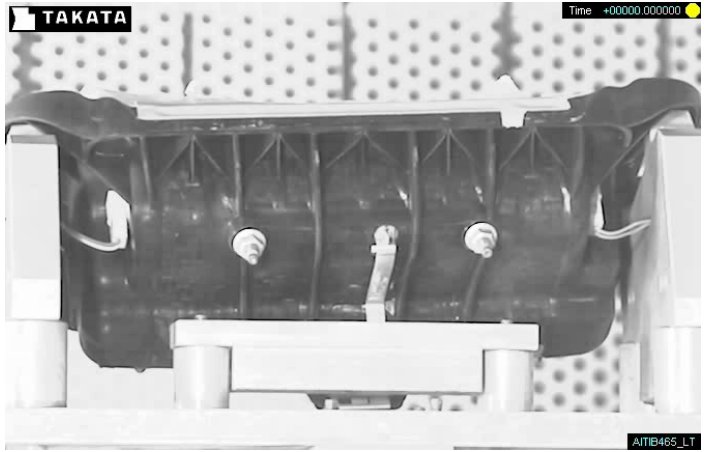
TAKATA

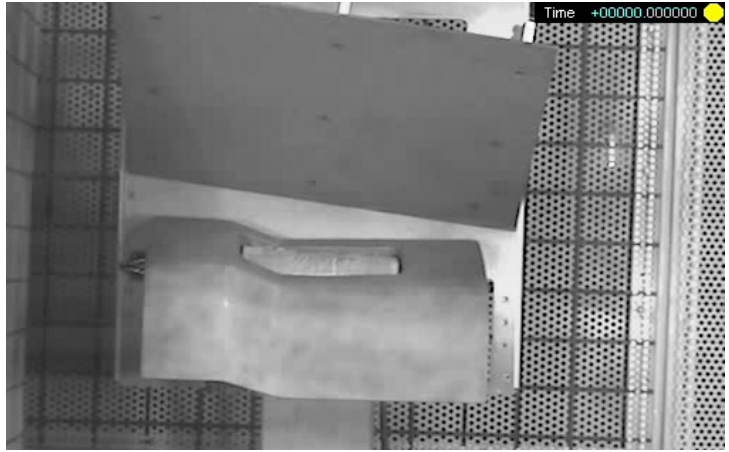
Validierung:

- Bauteiltests gemäß AKLV 01
  Bei -35°C, 23°C & +85°C
  trocken und hoch konditioniert
- Schussversuche mit und ohne Instrumententafel
- Alterung gemäß Kunden-Spezifikationen

TAKATA

Validierung Schussergebnisse:





Fazit:

- Eine gemeinschaftliche Entwicklung reduziert die Entwicklungsdauer und den Aufwand deutlich

- Voraussetzung sind:
  - Eine durch rechtliche Vereinbarungen geschützte Basis
  - die Konzentration der Projektpartner auf Ihre Kernkompetenz
  - eine saubere Schnittstellendefinition
  - ein koordinierten Informationsfluss

- HyPAC
  - wurde in 20 Monaten entwickelt
  - 35% leichter wie das Serienteil
  - die Bauteilkosten bewegen sich im angestrebten Bereich

- Auf Grund des Erfolges haben die Projektpartner eine weitere Zusammenarbeit vereinbart.

Zusammenkommen ist ein Beginn,
zusammenbleiben ist ein Fortschritt,
zusammenarbeiten ist ein Erfolg.

Henry Ford

TAKATA

Thank you
for your attention

Disclaimer

This presentation and the information included therein was compiled with the greatest care possible. This presentation serves as general information and does not contain any offer, acceptance, or contract of any kind. The information contained in this presentation can only become contractually binding when it is included in a written contract by or with TAKATA-PETRI AG or its affiliates.

The information contained in this presentation is confidential and is the sole property of TAKATA–PETRI AG or its affiliates. Any use, divulgement, publication, or reproduction of any kind of any of the information contained in this presentation, whether in whole or part, requires prior written approval from TAKATA-PETRI AG or its affiliates.

TAKATA