

Physikalisches Schäumen und Negativprägen: Leichtbaupotenziale und Praxiseinsatz

5 Divisionen:

Automotive

Industrial Solutions

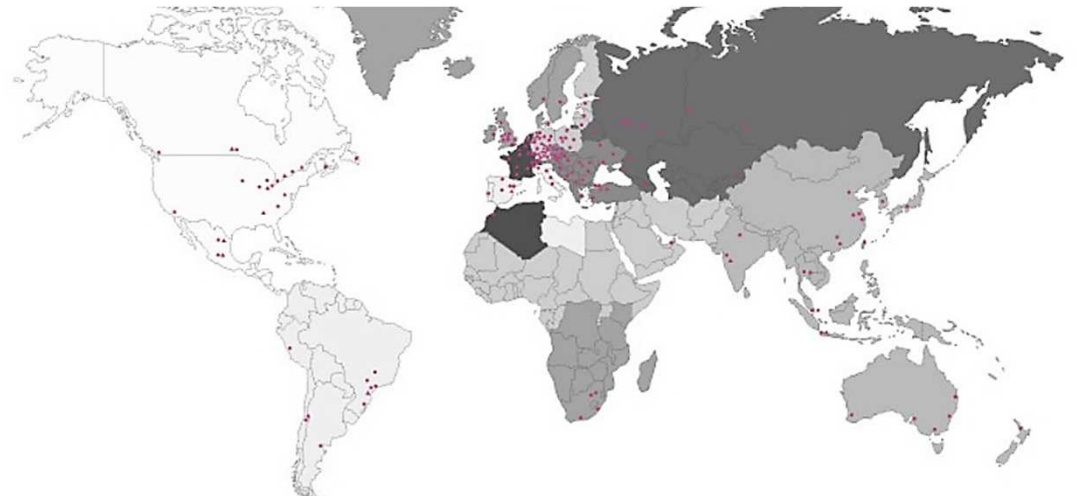
Building &
Infrastructure
Solutions

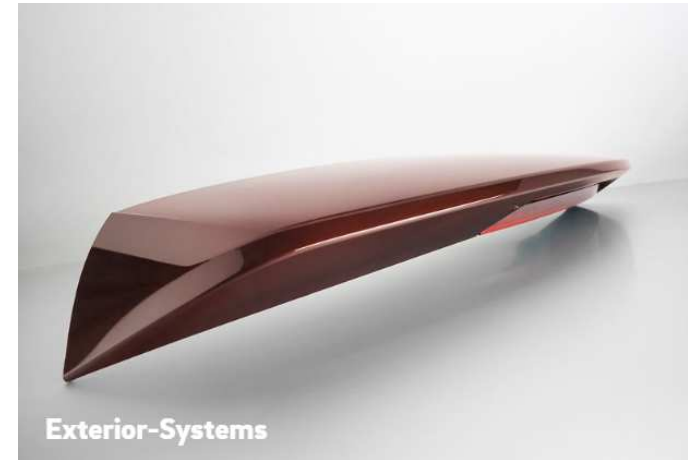
Furniture Solutions

Window Solutions

ca. 20 000 Mitarbeiter weltweit

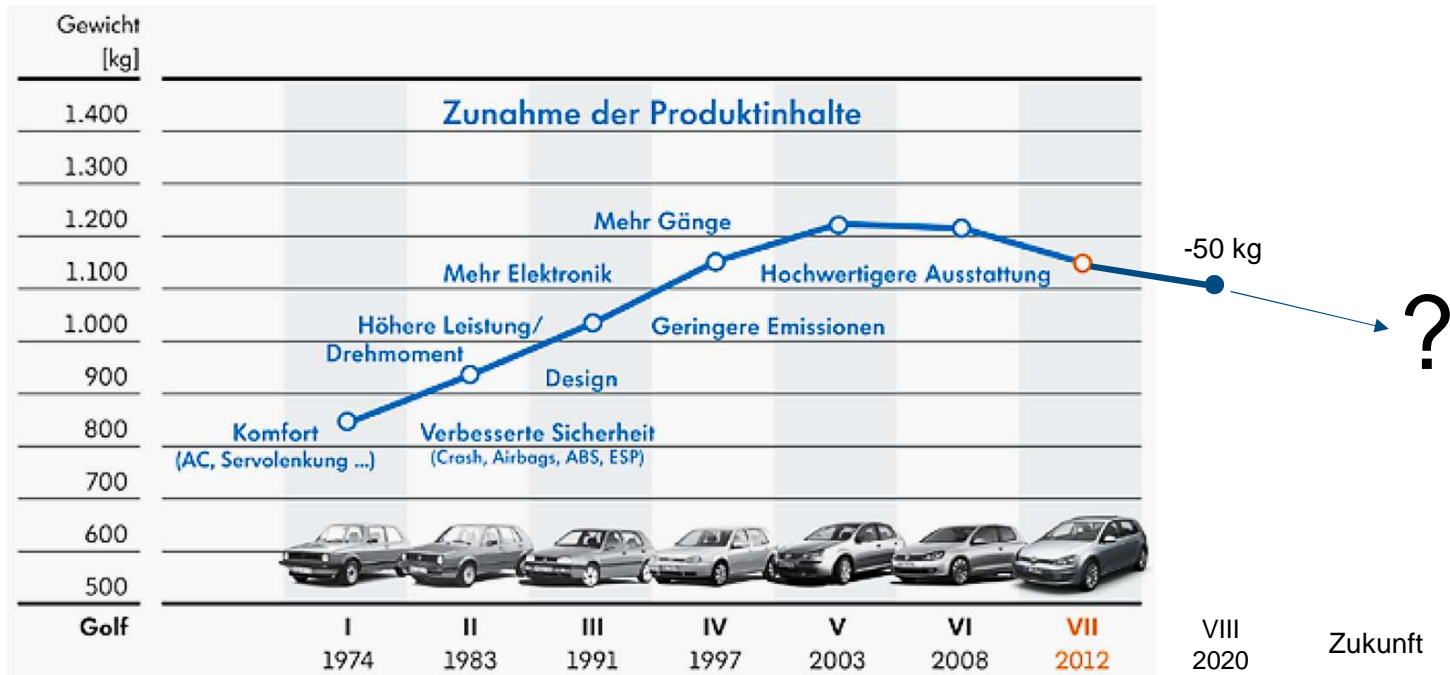
mehr als 170 Standorte in 54 Ländern





**»Wir müssen der Wandel sein,
den wir in der Welt zu sehen wünschen.«**

Mahatma Ghandi

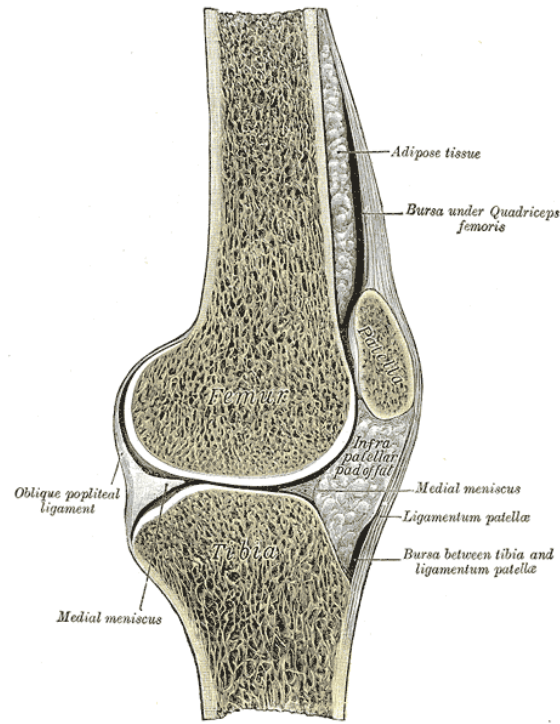


Quelle: atzonline

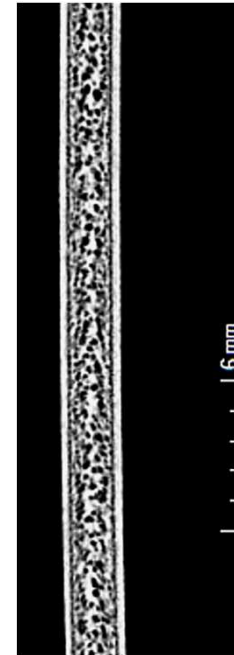
physikalisches Schäumen + Negativprägen



Quelle: med-library.com



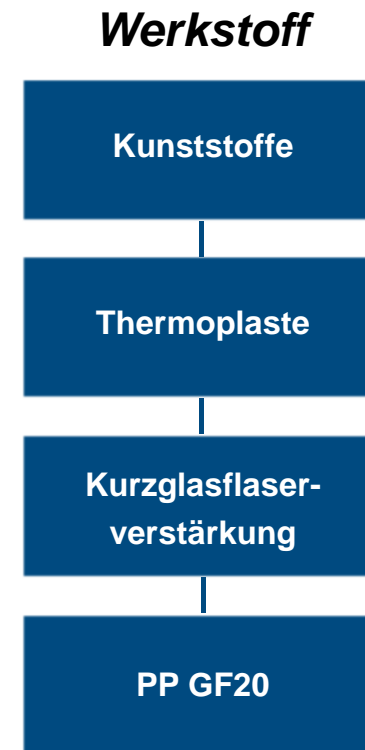
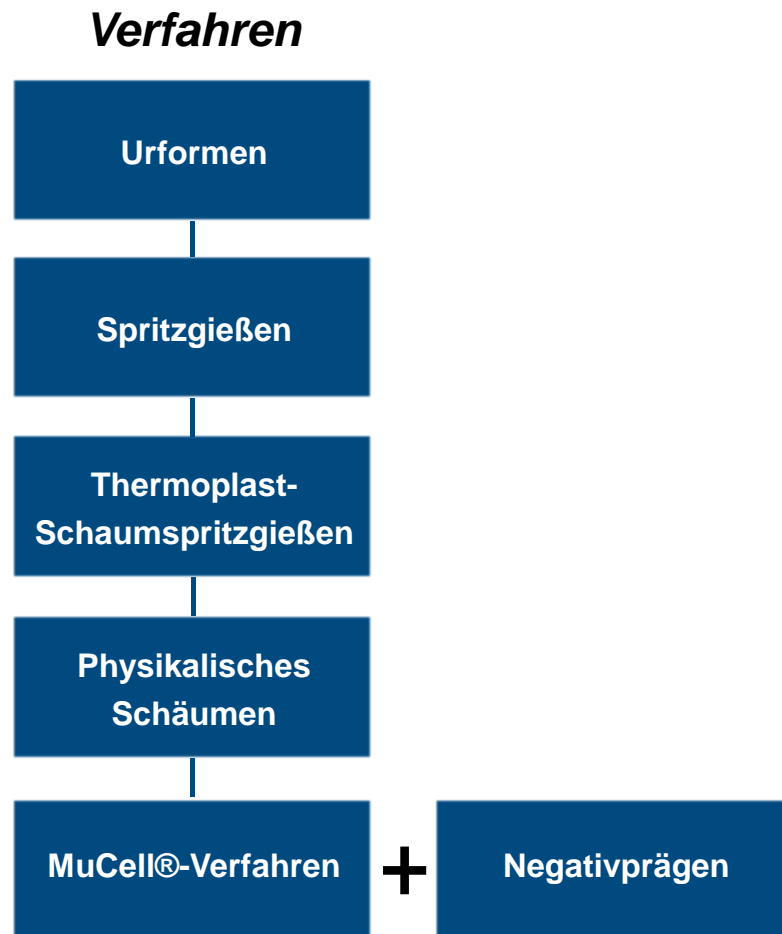
Quelle: wikimedia.org



Quelle: Rehau AG+Co

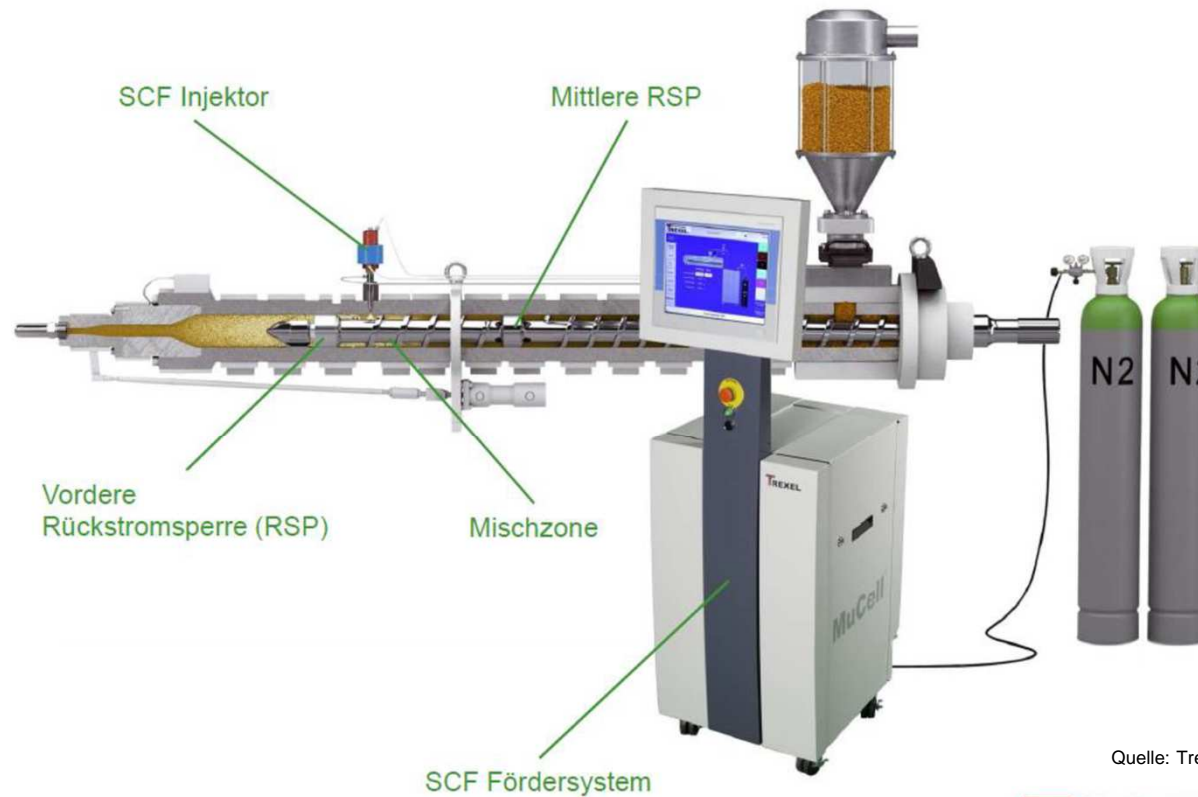
Verortung Verfahren + Werkstoff

thermoPre®



MuCell®-Verfahren (physikalisches Schäumen)

thermoPre®



Quelle: Trexel

MuCell Processes
TREXEL INC.

MuCell® + Negativprägen

thermoPre®

Begriffe: Negativprägen / Öffnungsprägen / Präzisionsöffnen / atmendes Werkzeug / core-back ...

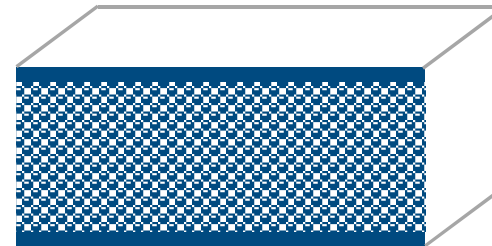
schematischer Prozessablauf:



Ausgangswandstärke



Endwandstärke



zusätzliche Prozessparameter:

Verzögerungszeit, Öffnungshub (definiert Expansionsgrad), Öffnungsgeschwindigkeit

technische Umsetzung Öffnungshub:

A – maschinenseitig über die Schließeinheit

B – werkzeugseitig mittels Schiebertechnik / Kernzug

Randbedingungen MuCell® + Negativprägen

thermoPre®

Maschinenanforderung

- MuCell®-Peripherie + Plastifiziereinheit
- erhöhte Einspritzleistung (Druckakku)
- aktive Staudruckregelung
- aktive Staudrucküberwachung bei unterbrochenem Prozess
- sicherheitsrelevante Anpassungen

zusätzliche Maschinenausstattung für

Negativprägen:

- Präzisionssteuerung Schließeinheit für Prägen (hydraulische Druckkissen)
- Parallelitätsüberwachung Schließeinheit

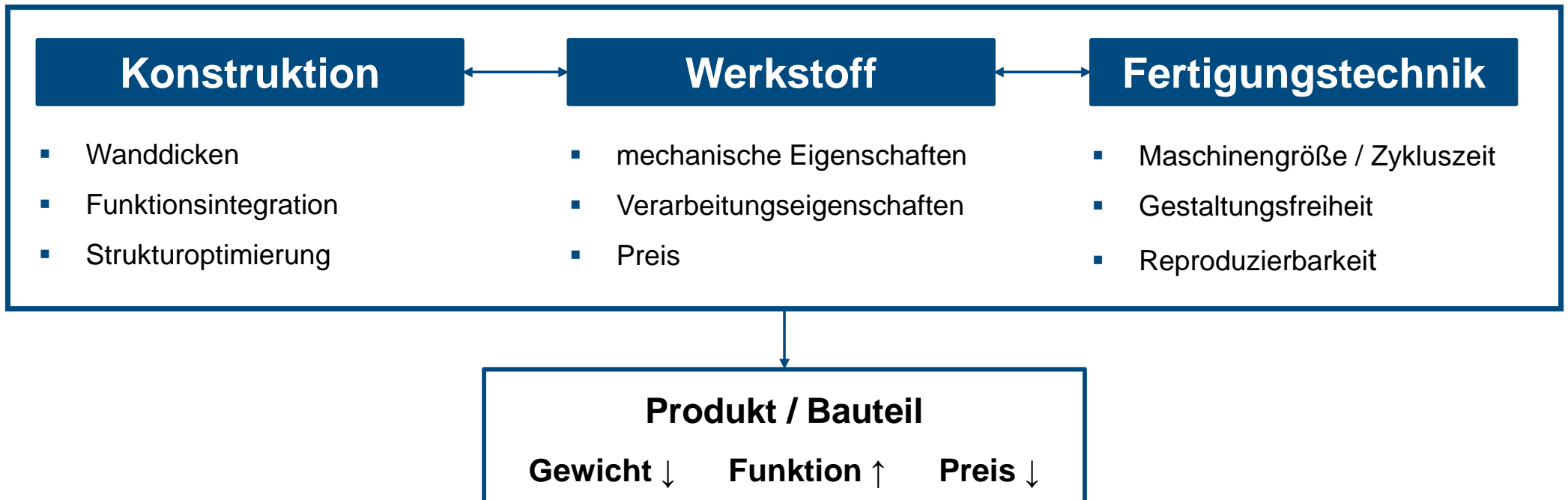
Werkzeuganforderung

- Heißkanalsystem + Nadelverschlussdüsen
- leistungsstarke Temperierung
- effektive Entlüftung – speziell Fließwegende
- Niederhalter für Funktionsbereiche
- Per se sind keine Tauchkanten notwendig – maximal aus kosmetischen Zwecken
- Schieber wenn möglich vermeiden
falls nicht vermeidbar Öffnungshub beachten!

Bauteilanforderung

- schäumgerechte Bauteilauslegung
- Vermeidung von Masseanhäufungen
- Wanddickensprünge verziehen
- kraftflussgerechte Bauteilgestaltung
- Bauteilgeometrie möglichst flächig + Hauptteil quer zur Öffnungsrichtung
- Schieber / unsachgemäße Verrippung vermeiden

Zielstellung und allgemeiner Ansatz



Motivation für TSG-Verfahren + Negativprägen thermoPre®

Wettbewerbsvorteile

- Kostenpotenzial Gewichtseinsparung
- Herstellkostensenkung

Prozessvorteile

- Zykluszeitverkürzung möglich
- Schließkraftreduzierung (Achtung Werkzeugdimensionen!)
- Reduzierung von Verzug

(Fahrzeug) - Gewichtsreduzierung

- Steigender Funktionsumfang
- WLTP (inkl. RDE!), CO2-Grenzwerte etc.
- Gewichts-Zielvorgaben für Baugruppen

wirtschaftlicher Leichtbau

- Gewichtseinsparung bei gleichzeitiger Kostensenkung
- Gebrauchsgüte erhöhen (Funktionsintegration)

Anwendungsbeispiel Heck-STF BMW Z4 2019 thermoPre®

Werkstoff: PP GF20

Ausgangswandstärke: 1,8 mm

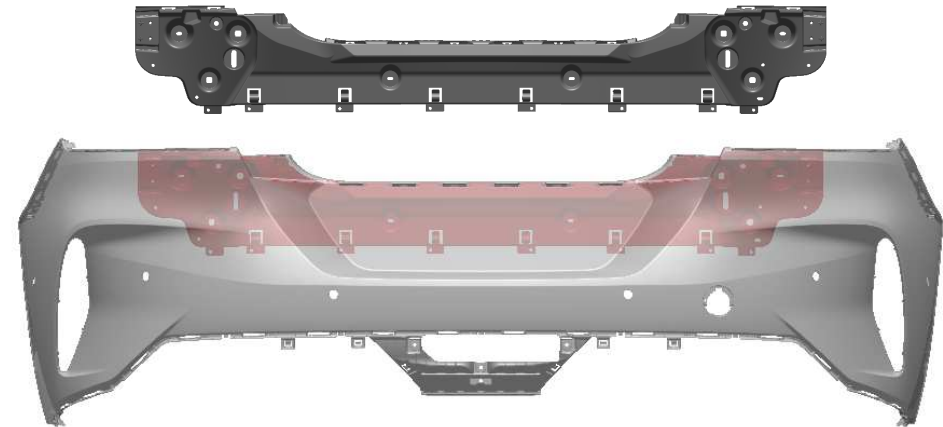
Standard-Wandstärke
zum Vergleich:
2,5 – 3,0 mm

Dimensionen (Y/Z):
1372 x 214 mm

Endwandstärke: 3,5 mm



Quelle: BMW AG



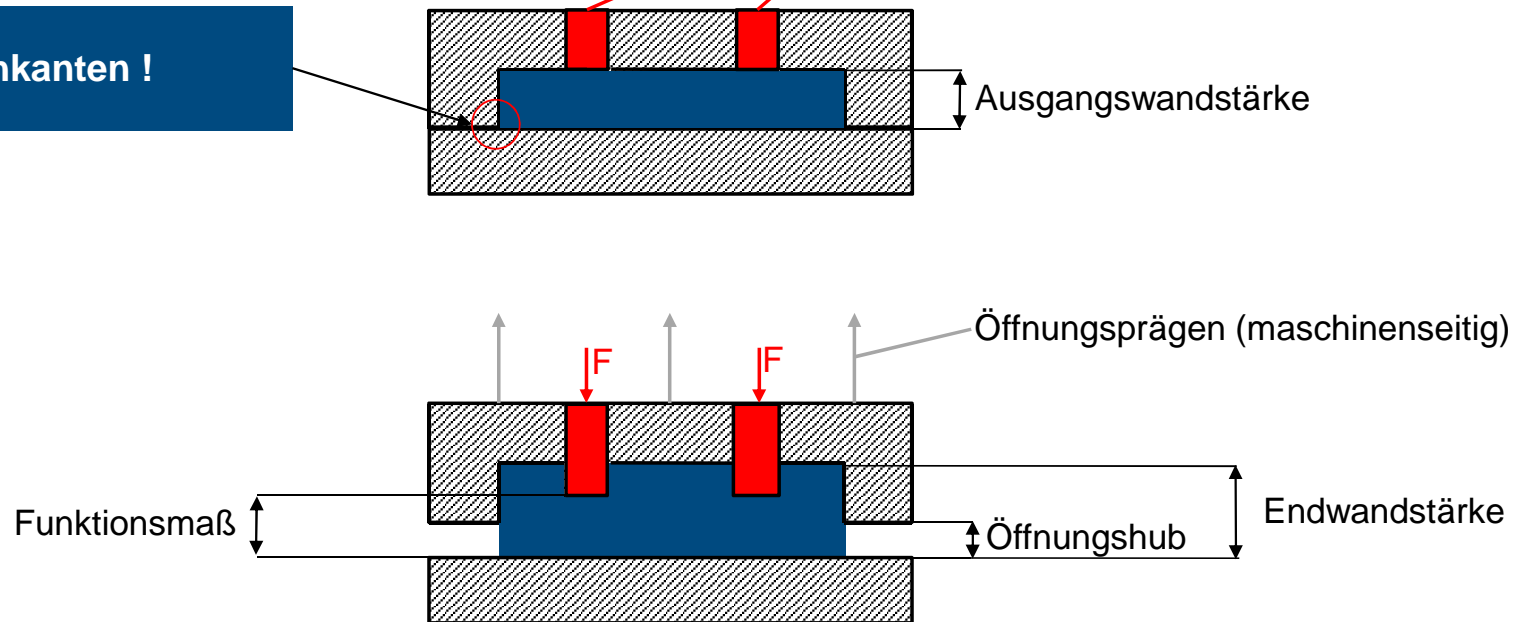
Quelle: Rehau AG+Co

Werkzeugkonzept

Fokus auf Temperierung & Entlüftung

Keine Tauchkanten !

Niederhalter für Funktionsflächen
(Anlageflächen, Anschraubbereiche etc.)



Bauteilmechanik

Fehlende eigenständige Norm für TSG-Bauteile

- Daimler DBL 5423
- keine Prüfnorm für TSG + Negativprägen

gängige Praxis:

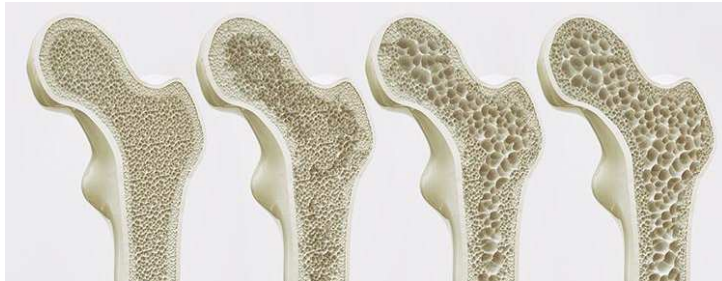
- Gesamtbauteilprüfung bzgl. Funktionsprüfungsumfang

Voraussetzung für gute mechanische Eigenschaften:

- möglichst feinzellige Schaumstruktur + hohe Randschichtdicke

Parallele: Osteoporose

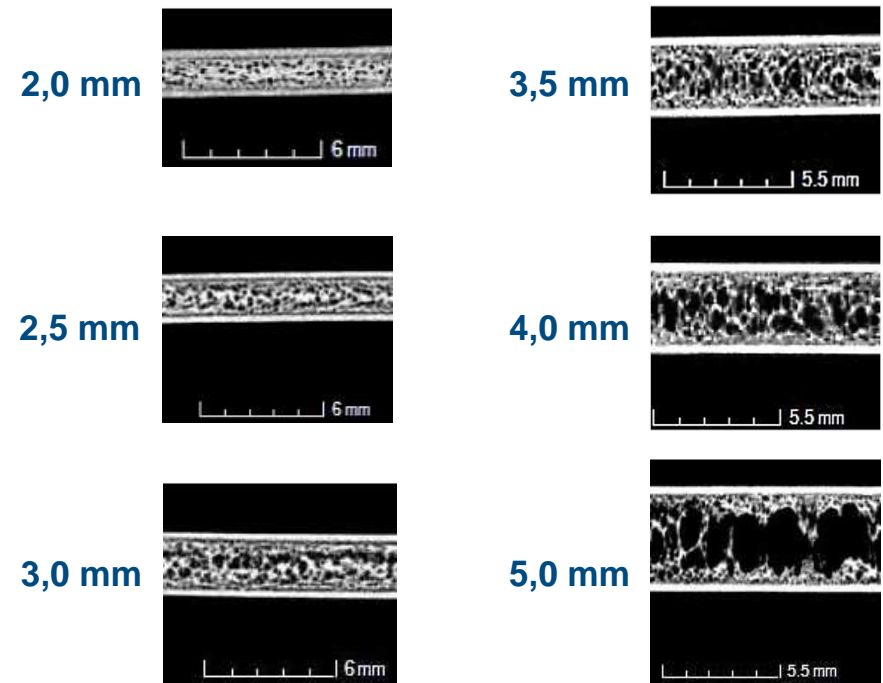
→ „ je niedriger die Dichte der geschäumten Kernstruktur – desto schlechter die Mechanik des Bauteils“



Quelle: focus-arztsuche.de

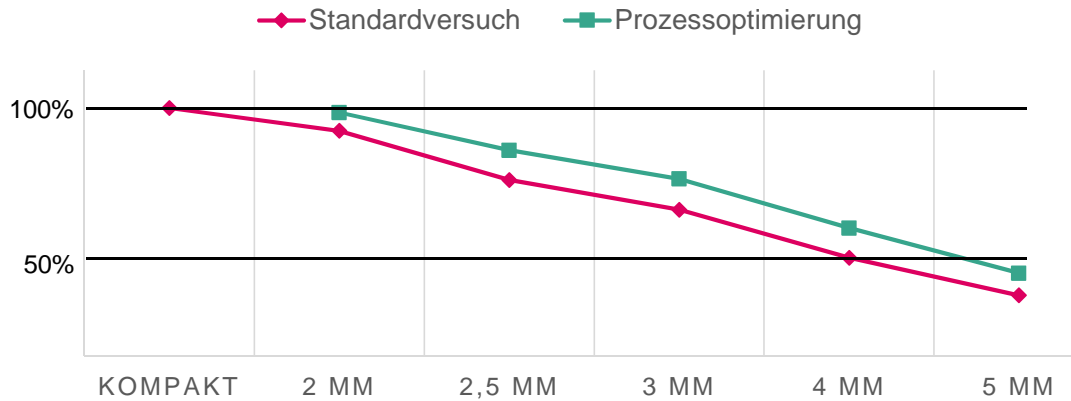
Einfluss Expansionsgrad (Öffnungshub):

Ausgangswandstärke: 1,8mm

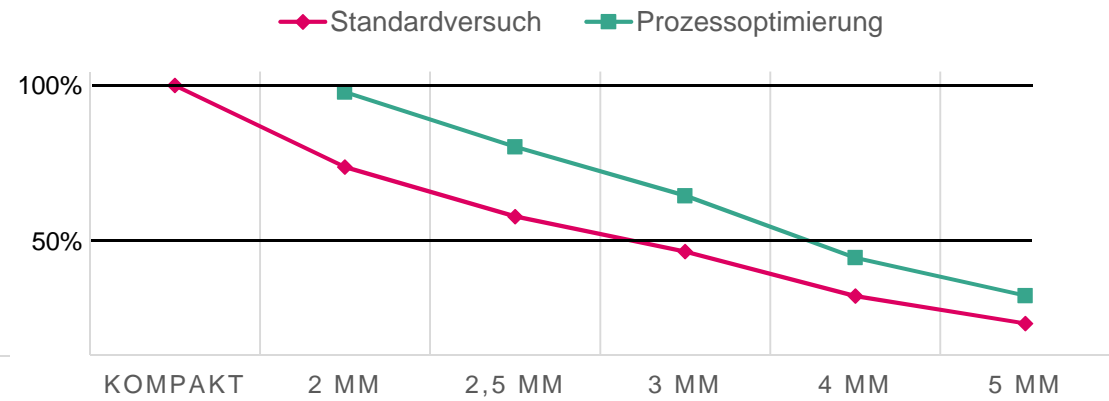


Biegekennwerte in Abhängigkeit der Dichte

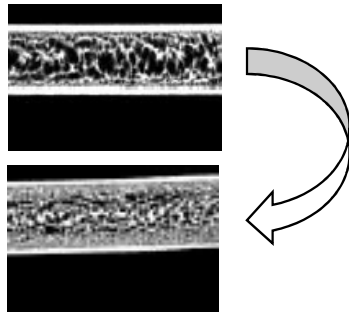
BIEGE-E-MODUL IN ANLEHNUNG AN DIN EN ISO 178



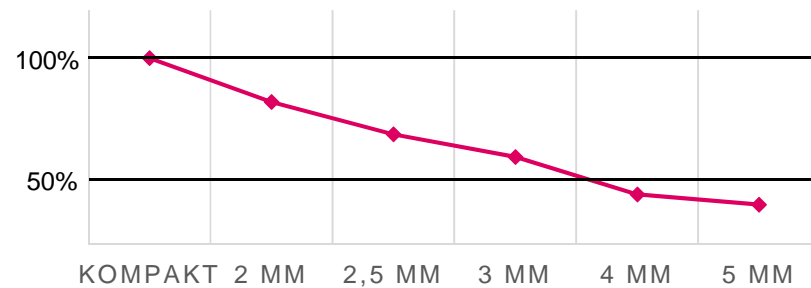
BIEGE-FESTIGKEIT IN ANLEHNUNG AN DIN EN ISO 178



Prozessoptimierung



DICHTE - DIN EN ISO 1183-1

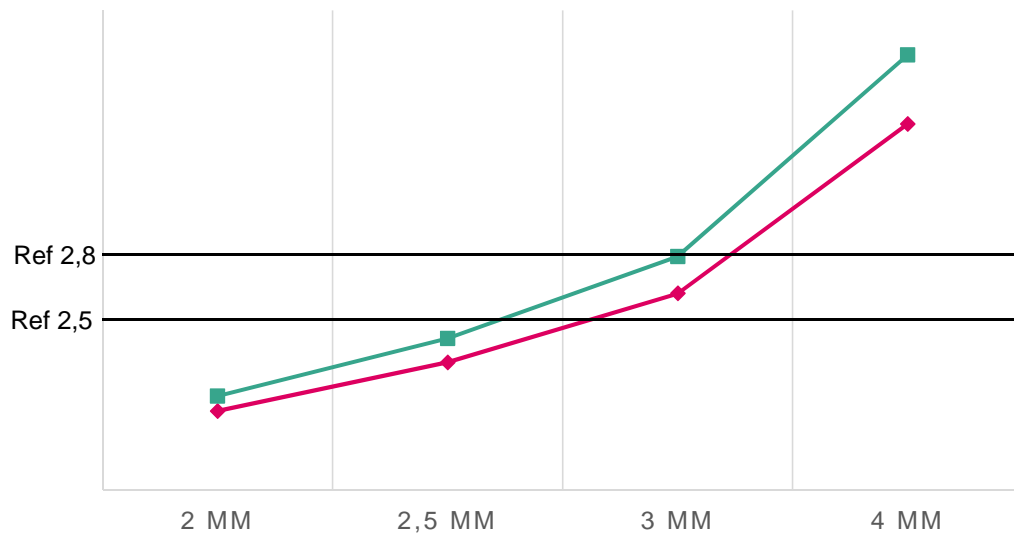


Werkstoff:
PP GF20
Ausgangswandstärke:
1,8 mm

Biegesteifigkeit & Leichtbaueffekt

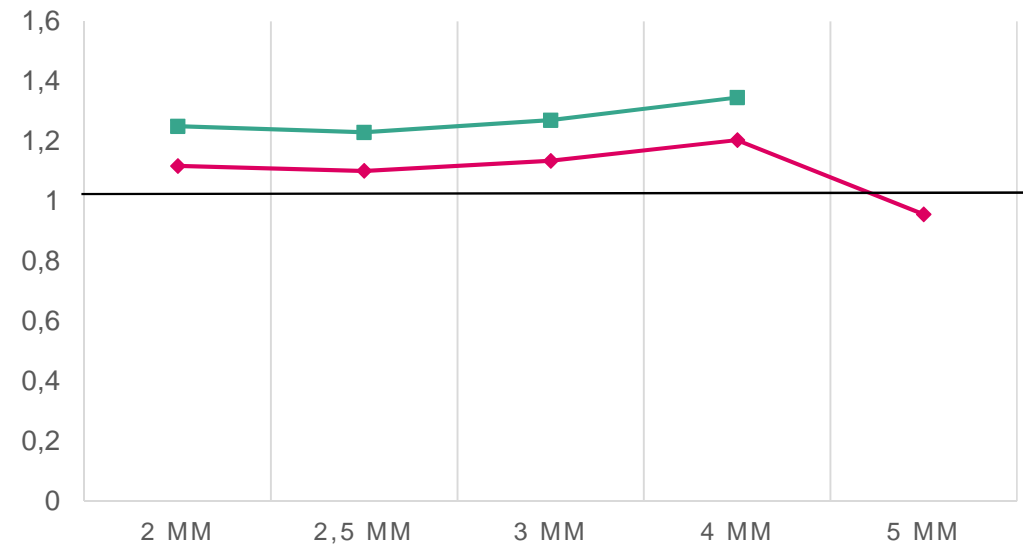
BIEGE-STEIFIGKEIT

◆ Standardversuch ■ Prozessoptimierung



LEICHTBAUEFFEKT

◆ Standardversuch ■ Prozessoptimierung



Einflussfaktoren Negativprägen

thermoPre®

Verzögerungszeit [s]

Einfluss auf:

- Schaumstruktur / Morphologie
- Randschichtdicke

Öffnungshub [mm]

Einfluss auf:

- Schaumstruktur / Morphologie
- Randschichtdicke
- Biege-Steifigkeit
- Gewichtseinsparung

materialabhängiger Expansionsgrad!

i.d.R. zwischen 1,5 – 2,0 selten über 2,0

Öffnungsgeschwindigkeit [mm/s]

Einfluss auf:

- Schaumstruktur / Morphologie

weitere Einflussgrößen auf Bauteilmechanik:

Werkzeugtemperatur, Werkstoffeigenschaften, Werkzeugqualität (Entlüftung, Temperierung...), Prozessparameter MuCell®

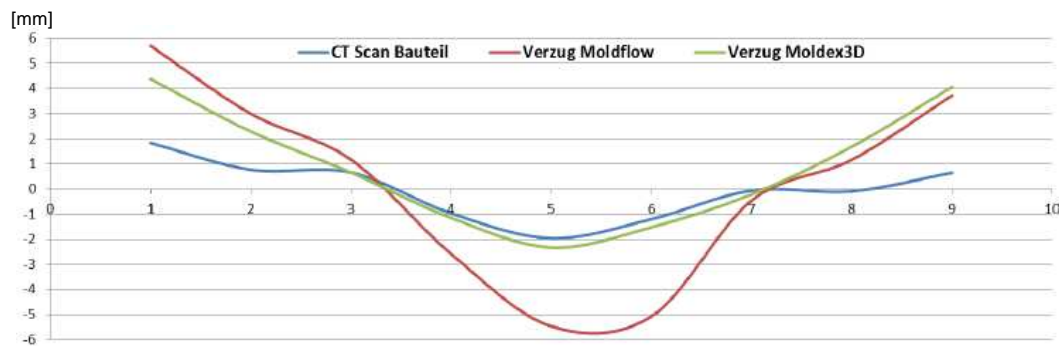
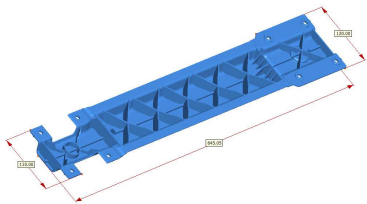
Simulation MuCell® + Negativprägen

thermoPre®

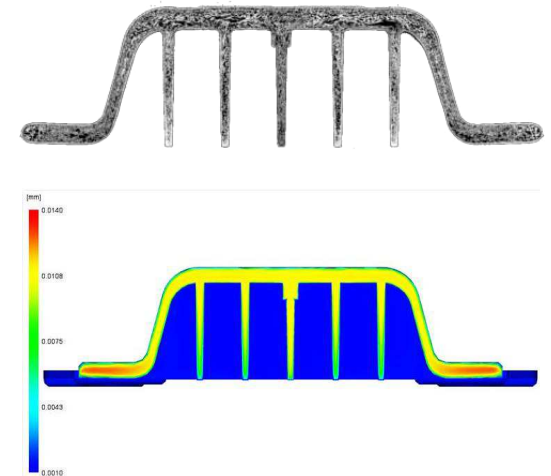
- grundsätzlich möglich – aber sehr aufwändig / rechenintensiv (3D-Berechnung!)
- Simulationsprogramme: Autodesk Moldflow, Simpatex Moldex3D

Fazit:

- qualitativ richtige Tendenzen – quantitativ (z.T. deutliche) Abweichungen



Quelle: Rehau AG+Co



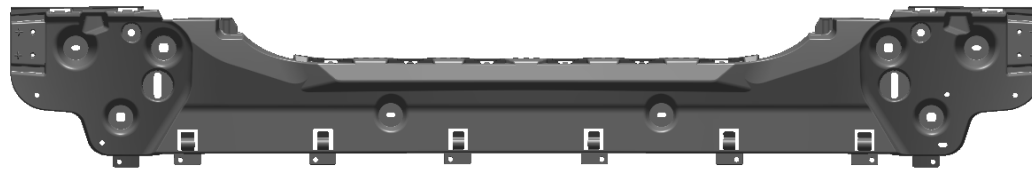
Wirtschaftlichkeit

thermoPre®

- Notwendige Investitionen beachten (Maschine + Peripherie, Werkzeug)
- Stückzahlabhängigkeit beachten (Einsatzbereich mittlere bis hohe Stückzahlen)
- ganzheitlichen Ansatz umsetzen (Konstruktion / Werkstoff / Fertigungstechnik)
- für niedrige Stückzahlen – ggfls. chemisches Schäumen in Betracht ziehen
(hohe Treibmittelpreise + Abhängigkeit Expansionsgrad beachten) → kein „plug & play“

Leichtbaupotenzial im Praxisbeispiel

thermoPre®



- Gewichtseinsparung 32% ggü. Bauteil im Standard-Spritzguss mit Standard-Wanstärke
- Zykluszeiteinsparung
- Anwendbarkeit auf diverse Materialien bestätigt (PP GF20, PA6 GF, ABS/PC, PP+Talkum...)

Physikalisches Schäumen + Negativprägen

- ganzheitlicher Ansatz Konstruktion / Werkstoff / Fertigungstechnik ist grundlegend für
 - Gewichtseinsparung in der Größenordnung 30% und mehr
 - veritable Zykluszeitreduzierungen (Werkzeugauslegung + Artikeldesign maßgeblich)
- aktuell Fokus auf Nichtsichtanwendungen
(flächige Trägerteile, Führungsteile, Unterbodenverkleidungen, I-Tafelträger,)
- Anwendung für Sichtteile aus PP (genarbte Oberfläche) noch in Entwicklung
- Wirtschaftlichkeit ist stückzahlabhängig