

Sascha Kilian, Fraunhofer Institut für Chemische Technologie ICT

Innovative Prozesstechnik für die Verarbeitung kreislauffähiger
Mono-Materialien

Gesellschaftspolitische und gesetzliche Rahmenbedingungen

Blick auf EU und Bundesebene

Gesetzgebung

EU

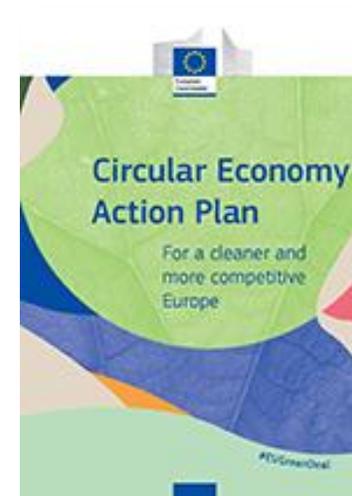
- European Green Deal
- Circular Economy Action Plan
- Altfahrzeugverordnung [5]

Deutschland

- Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS)
- Normungsroadmap: Circular Economy (DIN/DKE/VDI)
- ...

„Entwurfsrundschriften“: Die Förderung der Kreislaufwirtschaft bei der Auslegung und Herstellung von Fahrzeugen wird dazu beitragen, dass diese leicht abgebaut werden können. Die Automobilhersteller müssen den Demontagebetrieben klare und detaillierte Anweisungen dazu geben, wie Teile und Bauteile während der Nutzung und am Ende der Lebensdauer eines Fahrzeugs ersetzt und entfernt werden können.

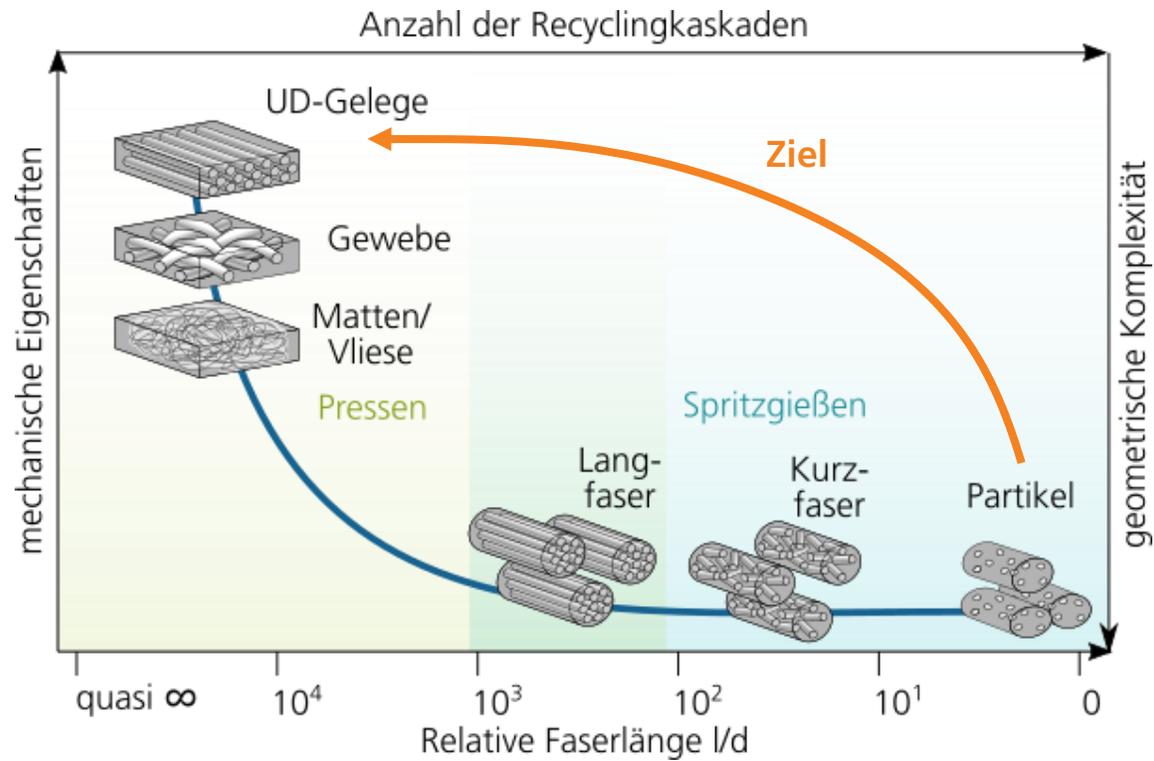
„Recyclat-Verbrauchsanteil“: 25 Prozent des Kunststoffs, der für den Bau eines neuen Fahrzeugs verwendet wird, müssen aus dem Recycling stammen, von denen 25 Prozent aus Altfahrzeugen rezykliert werden müssen. [5]



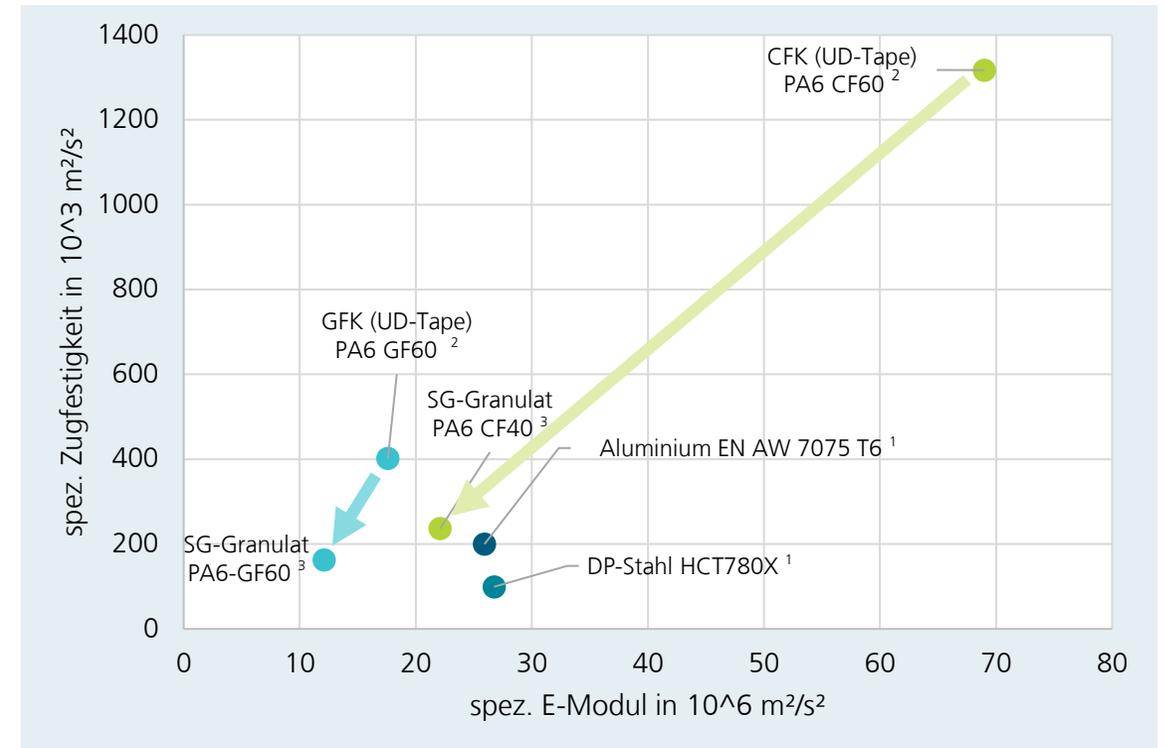
Recycling konventioneller Faserverbundkunststoffe (FVK)

Herausforderungen für die Kreislaufführung

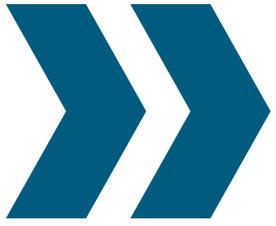
Eigenschaften FVK über Faserlänge



Spezifische Zugfestigkeiten und –steifigkeiten verschiedener Werkstoffe



Eigene Darstellung; Datenbasis; ¹ThyssenKrupp [1;2]; ²Celanese[3;4;6;7];



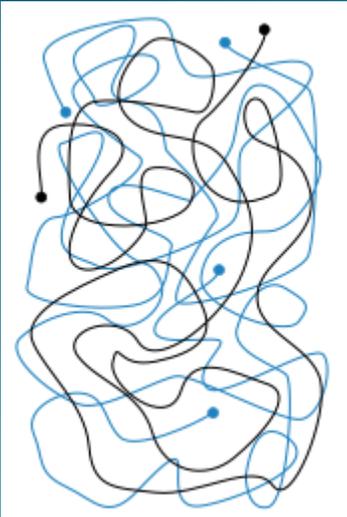
**Hybrider Aufbau und die fehlende
Möglichkeit die Verstärkungsfasern
wieder zu Endlosfasern zu transformieren,
verhindern Kreislaufführung**

Lösungsansatz – selbstverstärkte Polymere (srP)

Prinzip

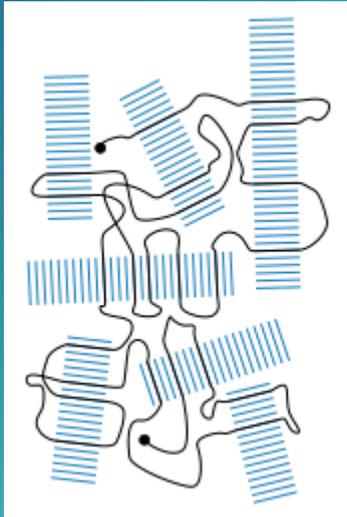
Orientierung der Polymermoleküle

Schmelze



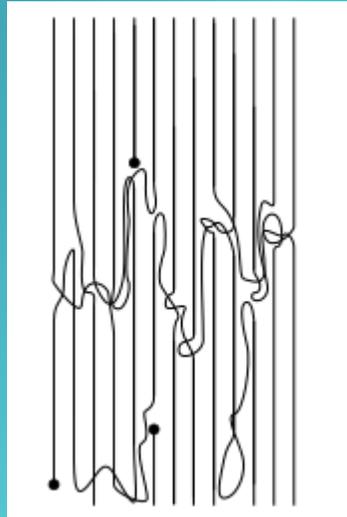
Amorph

Fest



Teil-kristallin

Faserform



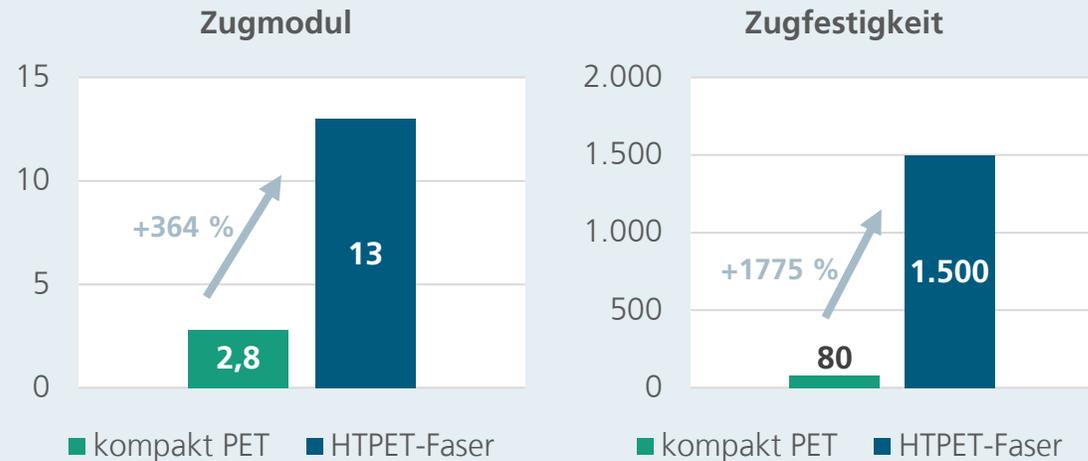
Teil-kristallin und orientiert

Zunehmender Grad der Orientierung

Bindungsenthalpie

- Kovalente Bindung (C-C aliphatisch): ≈ 350 kJ/mol
- Wasserstoffbrückenbindung: 10-50 kJ/mol
- Van-der-Walls-Bindung: 0,1-10 kJ/mol

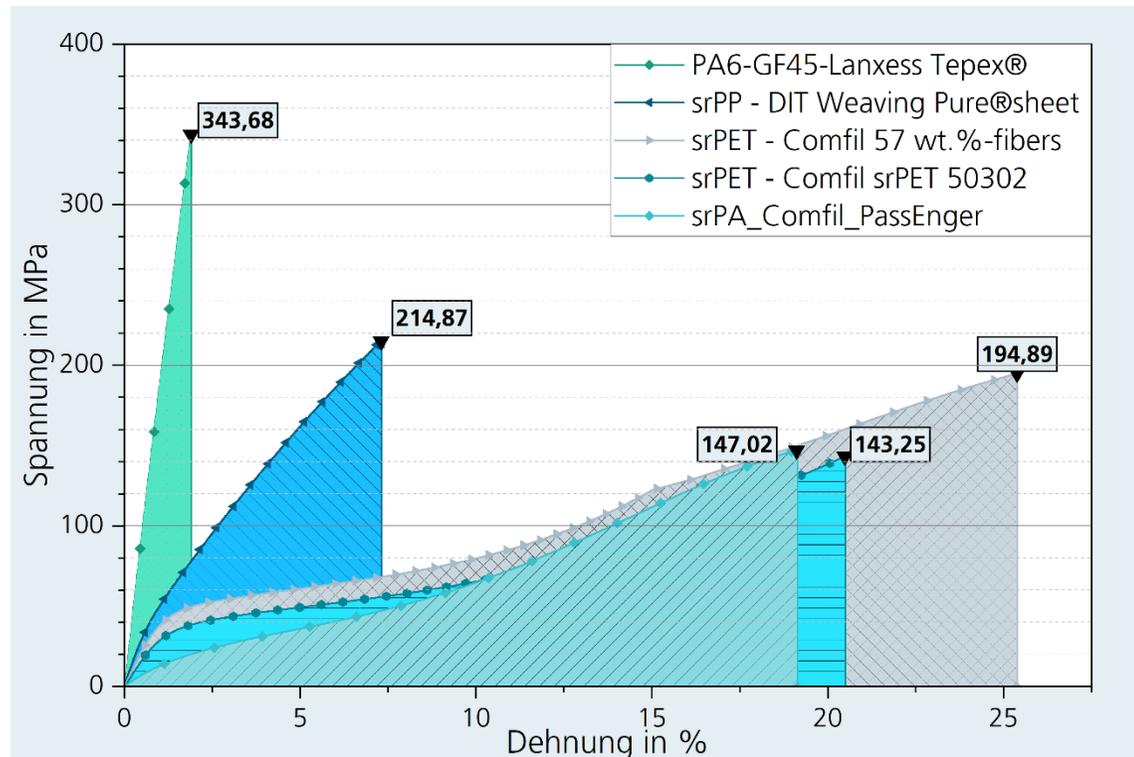
Vergleich der Zugeigenschaften kompakt zu Faser (PET) [8]



Eigenschaften selbstverstärkter Kunststoffe

Vergleich unterschiedlicher Organobleche

Zugeigenschaften



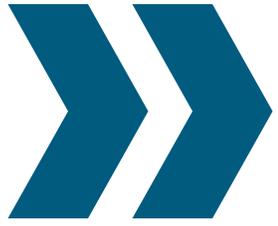
Leichtbaupotential durch geringe Dichte

Zugeigenschaften nach DIN EN ISO 527-1

Eigenschaft	Einheit	PA6-GF47 ¹	srPP ²	srPET 57% ³	srPA ⁴
Dichte	$\frac{g}{cm^3}$	1,8	0,78	1,38	1,14
Zugmodul	<i>GPa</i>	19,9	6,4	4,6	1,5
Gew.-spez. Zugmodul	$10^6 \frac{m^2}{s^2}$	11,06	8,21	3,33	1,21
Zugfestigkeit	<i>MPa</i>	343	215	195	147
Gew.-spez. Zugfestigkeit	$10^3 \frac{m^2}{s^2}$	190,56	275,64	141,30	128,95
Bruchdehnung	%	1,9	7,7	24,7	18,78

¹PA6-GF47 Lanxess Tepex®; ²srPP DIT Weaving Pure®sheet; ³srPET 57% Comfil srPET 57 wt. %;

⁴srPA Comfil PassEnger



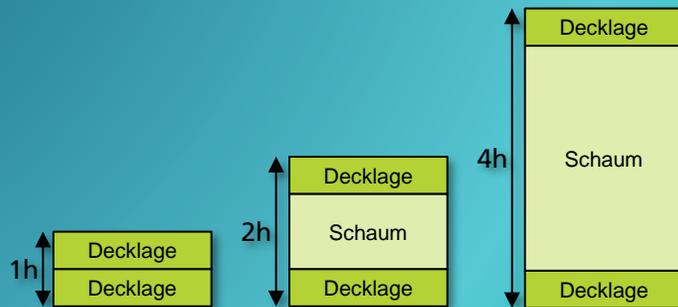
Steifigkeitseigenschaften vermindern Potential zum Einsatz selbstverstärkter Polymere

Sandwichansatz im Schmelzfügen

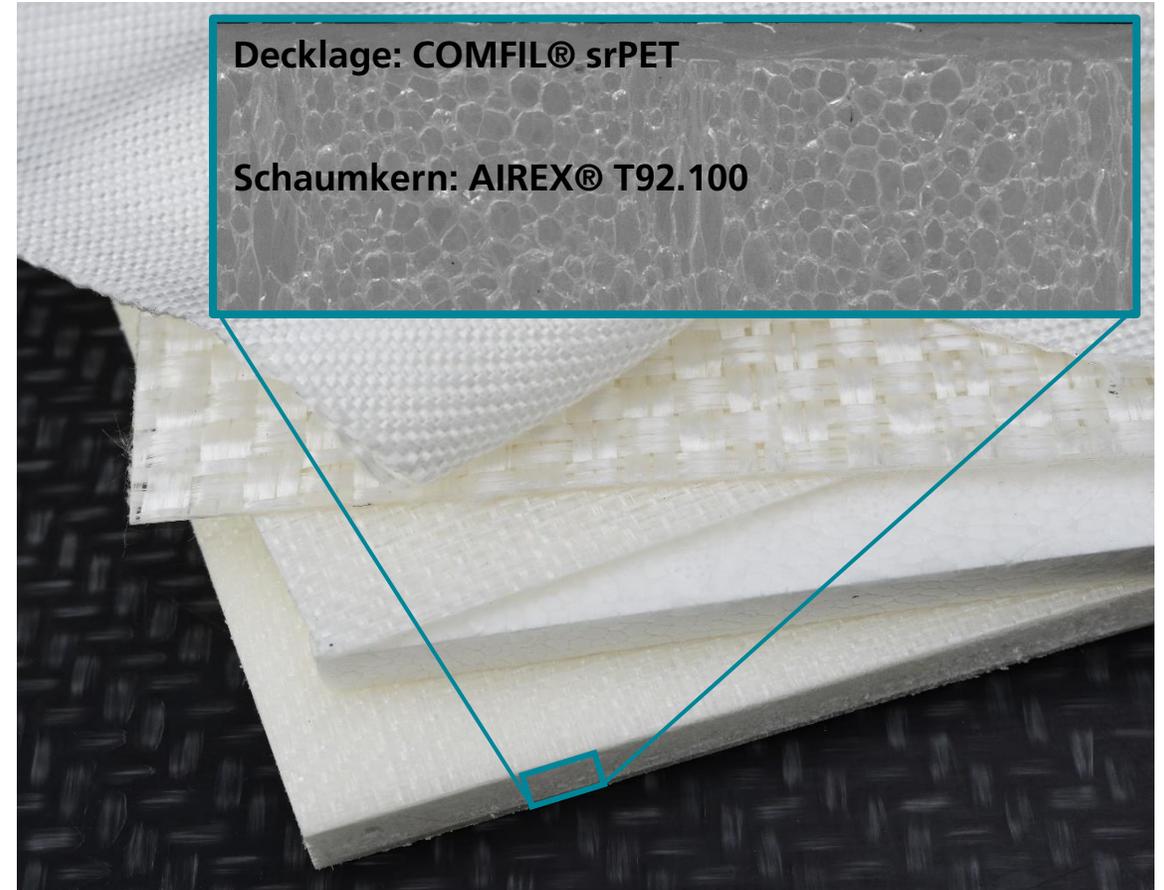
Ausnutzung der thermoplastischen Eigenschaften

Sandwichansatz

- Erhöhung des Flächenträgheitsmoments
- Optimierte Biegeigenschaften
- Fügen der Sandwichstruktur ohne Klebstoff

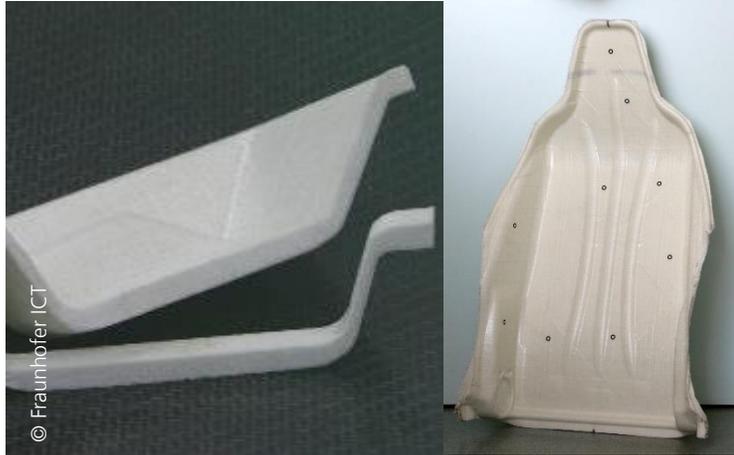


Norm. Masse	1	1,07 (+7%)	1,22 (+22%)
Norm. Steifigkeit	1	7 (+600%)	37 (+3600%)



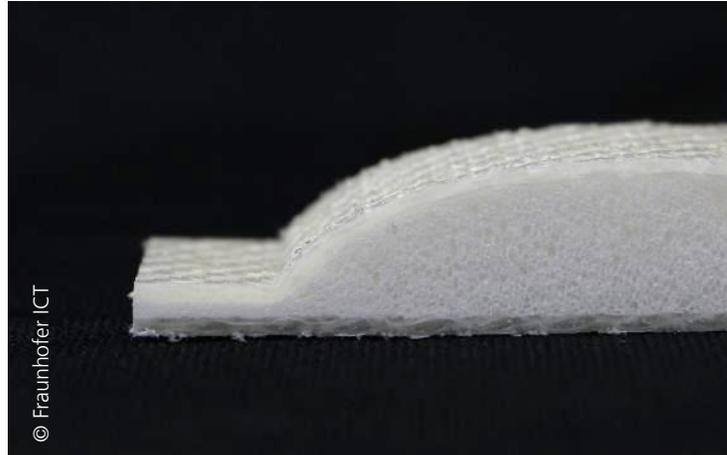
Potentiale durch weitere Funktionalisierung

Beispiel: srPET-Sandwich



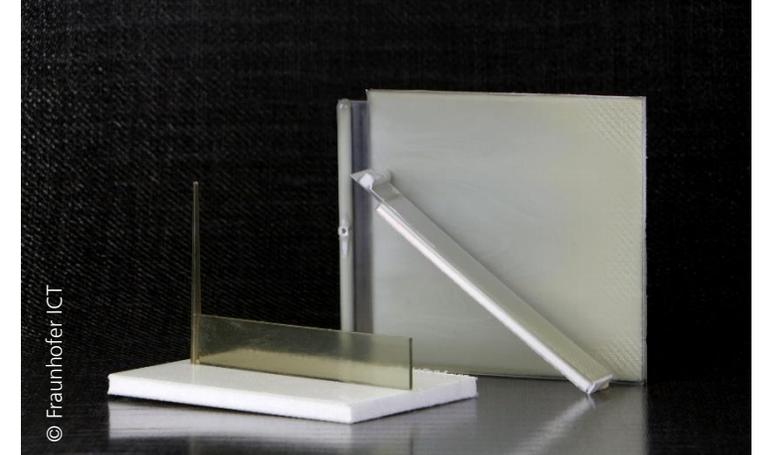
Thermoformen

thermoplastische Sandwichverbunde als Halbzeuge in großseriennahen Prozessen weiter verarbeitbar



Kernkompaktierung

Graduierte Schaumdichte einstellbar;
Anpassung der Steifigkeit

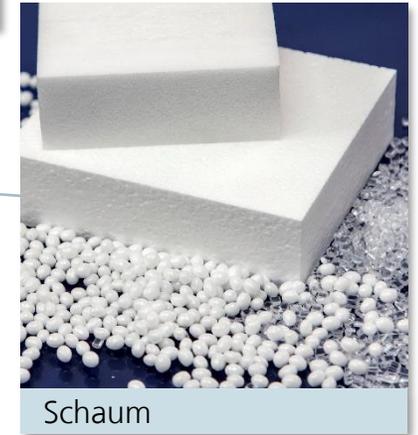
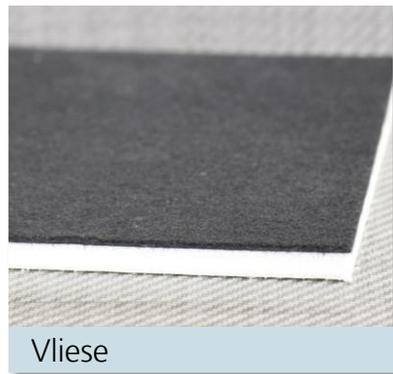


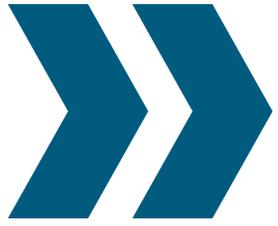
Funktionalisierung im Spritzgießen

Funktionserweiterung durch Rippen, Klipse, etc.

Morphologieleichtbauansatz

Maximierung des Leichtbaupotential eines einzigen Werkstoffes



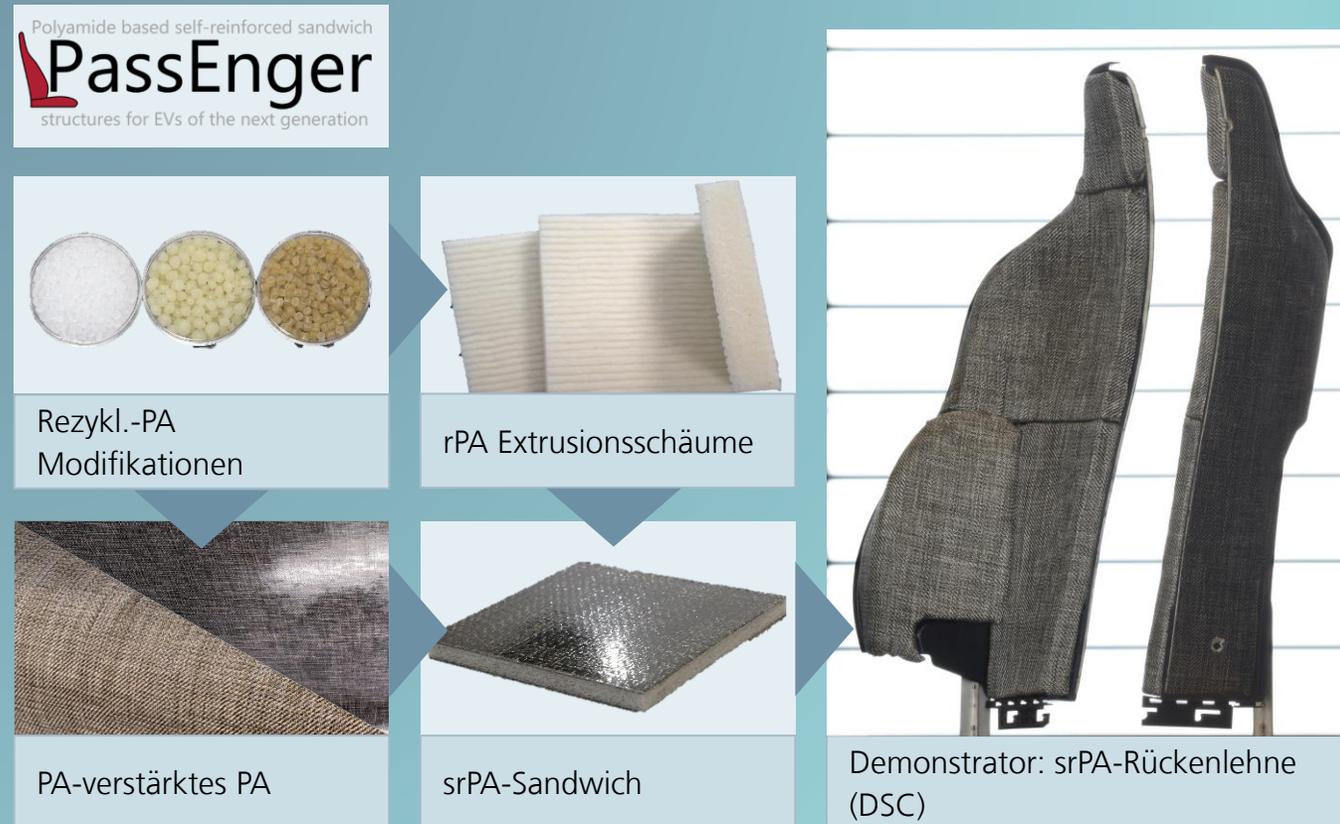


**Jede Morphologie weißt individuelle
Prozess-Eigenschafts-Beziehungen auf,
welche sich untereinander beeinflussen.**

Umsetzbarkeit und Ausblick

Kreislauffähige Leichtbaumaterialien basierend auf selbstverstärkten Kunststoffen

Umsetzbarkeit



Ausblick:

- Detaillierteres Verständnis der Schaumperformance
- Erweiterung der Anwendungsbereiche durch Optimierung des Morphologiebaukastens
- Vereinfachte Bauteilauslegung durch Erstellen eines Simulationsmodells

Kontakt

Sascha Kilian, M.Sc.
Polymer Engineering | Strukturleichtbau
Tel. +49 721 4640-448
sascha.kilian@ict.fraunhofer.de

Fraunhofer ICT
Joseph-von-Fraunhofer Str. 7
76327 Pfinztal
www.ict.fraunhofer.de

Anna Krüger, M.Sc.
Polymer Engineering | Spritzgießen und Fließpressen
Tel. +49 721 4640-521
anna.krueger@ict.fraunhofer.de