

Verarbeitungsergebnisse des Biaxial-Geleges DRAPFIX

Die Ergebnisse und Darstellungen sind einem internen Untersuchungsbericht „Einflussnahme verschiedener Gelegearten auf den Hochdruck-RTM-Prozess“ des Herstellers von Composite-Komponenten KTM_Technologies GmbH entnommen. Diese sind in einer Kooperationsarbeit mit dem Unternehmen Gustav Gerster GmbH & Co. KG entstanden.

Zielsetzung



Ziel war die Auswahl alternativer Gelege zur Herstellung eines Schlosscover im HD-RTM-Verfahren. Getestet wurden unterschiedliche Gelegearten.

Materialauswahl

Textilien

Bezeichnung	Material	Struktur	Flächengewicht [g/m²]	Bindung	Rovingtiter [tex]
XY Glas 612	E-Glas	Biax-Gelege ±45°	612	Franse	300
XY Glas 444	E-Glas	Biax-Gelege ±45°	444	Franse	300
Gerster DRAPFIX Glas 1000 (15060)	E-Glas	Biax-Gelege 0°/90°	1000	*	1200/2400
Gerster DRAPFIX Carbon 320 (15066)	HTA/HTS- Carbon	Biax-Gelege 0°/90°	320	*	400/800

(*) spezielle Bindung Gerster TechTex

- lockere Verwirkung
- Roving wird nicht durchstoßen
- Jeder Roving besitzt eigenen „Wirkmaschenkanal“

- Bei der Auswahl wurde darauf geachtet, dass bei einer Plattendicke von 2 mm ein Faservolumengehalt von 50% eingehalten werden kann.
- Vergleich zwischen Standardgelegen und Spezialgelegen

Matrix

Hochreaktives Harz

Drapierversuche

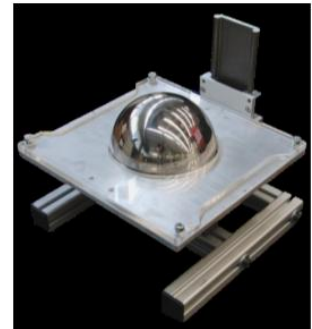
Drapierteststand (KTM_Technologies)

Ermittlung von:

- Scherung (Haupteffekt beim Drapieren)
- Faserverschiebung
- Falten, Schlaufen
- usw.

Halbkugel als Prüfgeometrie (doppelt gekrümmt)

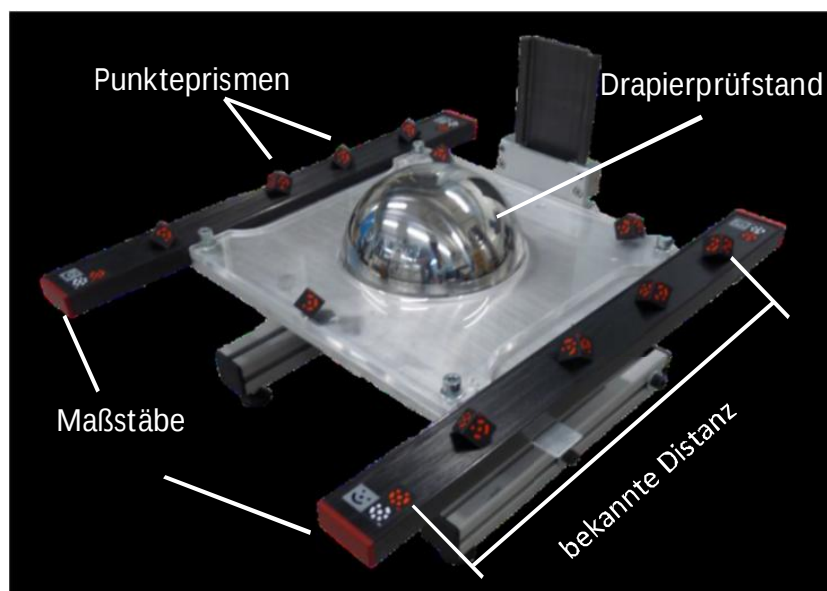
Häufig verwendete Prüfgeometrie bei Drapierversuchen



Optische Messtechnik (ARGUS)

Validierung der Versuche erfolgte mit einem optischen Messsystem (ARGUS, Fa. GOM mbH Braunschweig) am Institut für Textiltechnik, RWTH Aachen

- Messsystem arbeitet nach dem Prinzip der Photogrammetrie
- Messung der Scherwinkelverteilung, Faserdehnung (längs/quer), Formänderung usw. des Textils mit System möglich
- Modifizierung des Prüfstandes und Bedruckung des Textils mit Punkteraster notwendig



Bedruckung

- Bedruckung mit Foliendruckverfahren (bekannt aus der T-Shirt-Bedruckung)
- Punkte werden durch einen Cutter in rote Bedruckungsfolie geschnitten
- Umrandung wird entfernt, sodass nur die Punkte auf der Trägerfolie verbleiben
- Auflegen der Trägerfolie mit Punkten auf Textilprobe (Punkte in Rovingrichtung)
- Übertragung der Punkte aufs Textil durch Transferpresse (bei 150 °C für 25 sec.)



Transferpresse



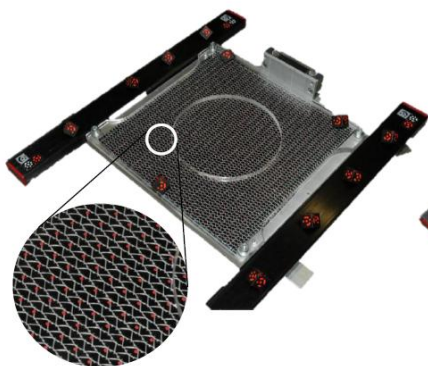
Abzug der Trägerfolie
in Rovingrichtung



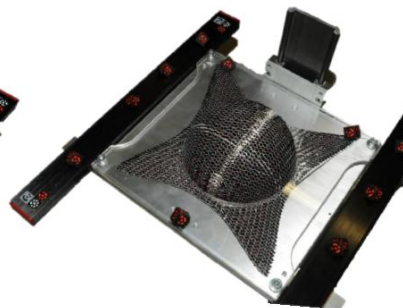
Bedruckte Textilprobe

Berechnung u.a. der Scherwinkelverteilung aus Positionsänderung der Punkte

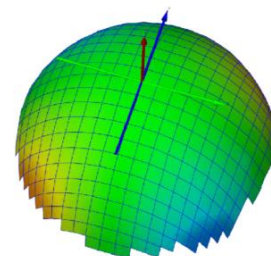
Optische Messtechnik (ARGUS):



Vermessung
der Referenz



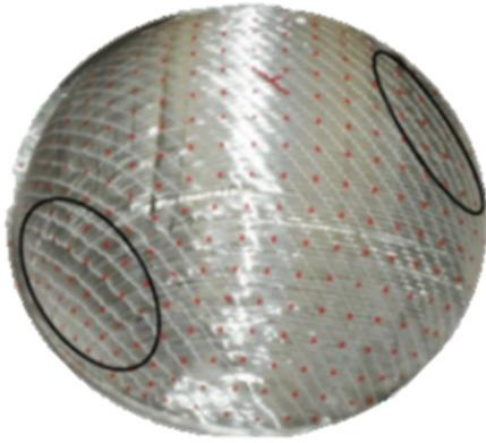
Vermessung des
drapierten Textils



Auswertung Scherwinkel-
verteilung (farbcodiert)

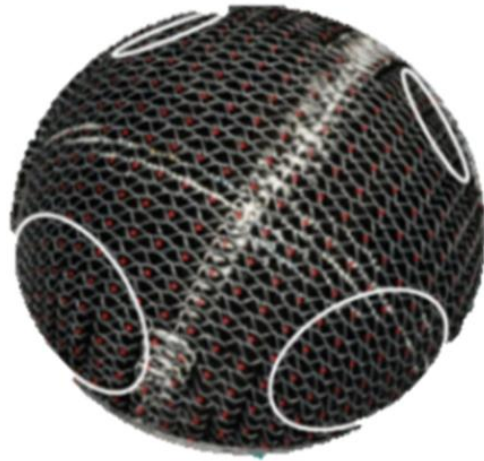
Vergleich und Auswertung Scherwinkelverteilung

XY Glas 444 g/m²
±45°-Orientierung; Wirkrichtung 0°



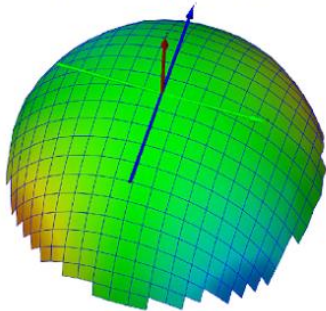
$\gamma_{\max} = |57,83^\circ|$

Gerster DRAPFIX Carbon 320 g/m²
0°/90°-Orientierung; Wirkrichtung 0°



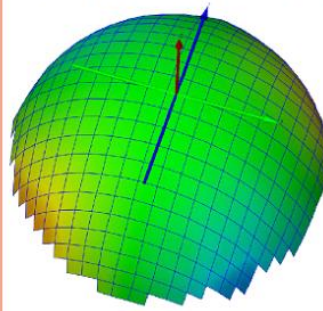
$\gamma_{\max} = |40,38^\circ|$

Gerster Drapfix Carbon 320 g/m²



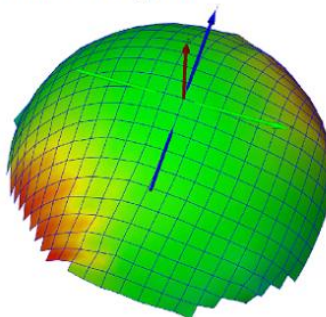
$\gamma_{\max} = 40,38^\circ$

Gerster Drapfix Glas 1000 g/m²



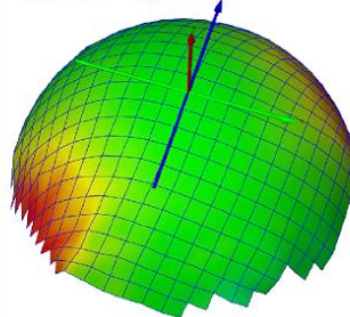
$\gamma_{\max} = 40,34^\circ$

Glas 444 g/m²



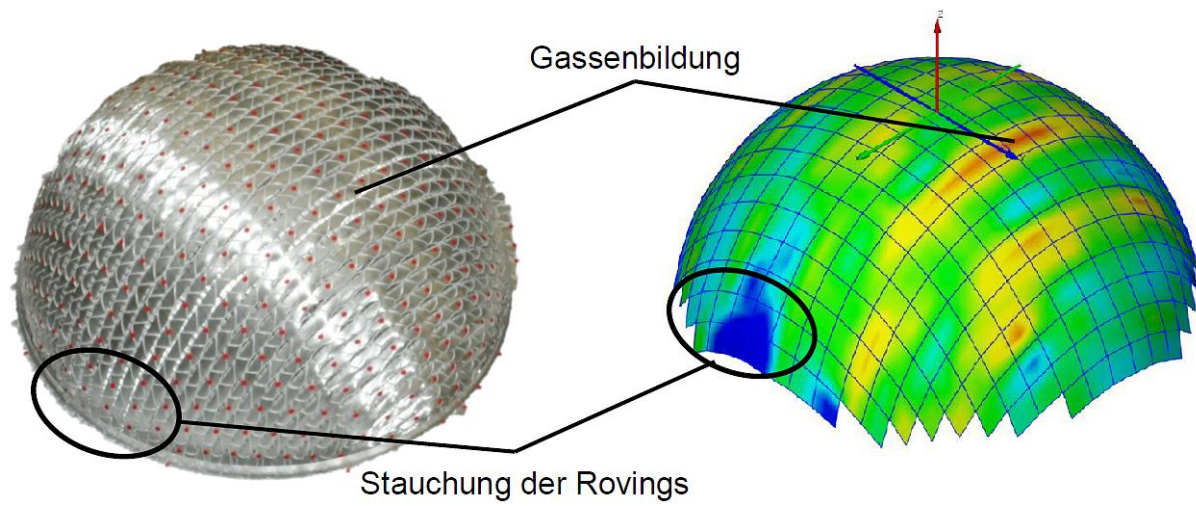
$\gamma_{\max} = 57,83^\circ$

Glas 610 g/m²



$\gamma_{\max} = 61,53^\circ$

Auswertung quer zur Faserrichtung



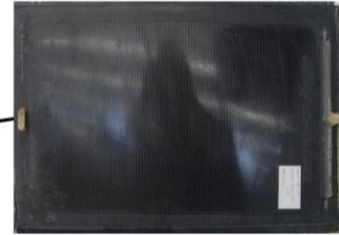
- Gassen erhöhen lokal die Permeabilität
- Stauchung verringert lokal die Permeabilität

Prozessverhalten

Musterplatten

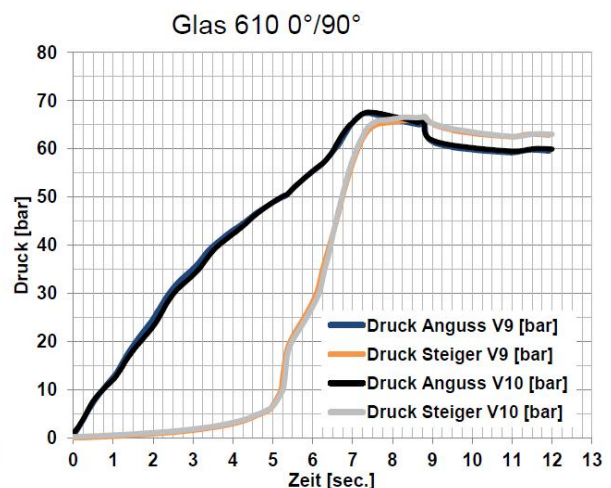
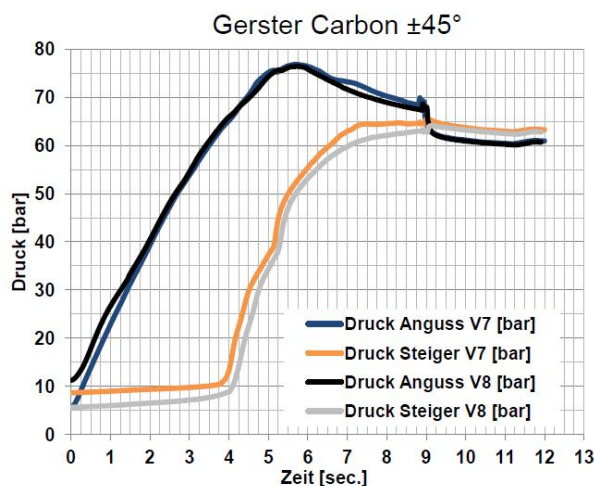
Die Herstellung der Musterplatten mit verschiedenen Gelegearten und Lagenaufbauten diente mehreren Zwecken:

Musterplatte aus Gerster
Drapefix Carbon-Gelege



- Es wurden Erkenntnisse über die Prozessstabilität gewonnen.
- Es wurde der Einfluss der Verschiedenen Materialien, Lagenorientierungen und der Effekt der Scherung auf das Prozessverhalten ermittelt.
- Es wurden Zugprüfungen zur Ermittlung der mechanischen Kennwerte des Verbundes durchgeführt.

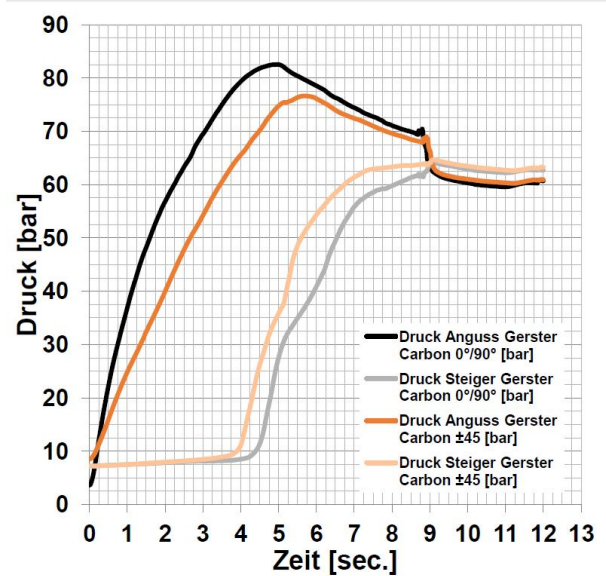
Prozessstabilität



- Vergleich zwischen zwei Versuchen mit identischen Parametern
- sehr gute Prozessstabilität aufgrund von reproduzierbaren Druckverläufen

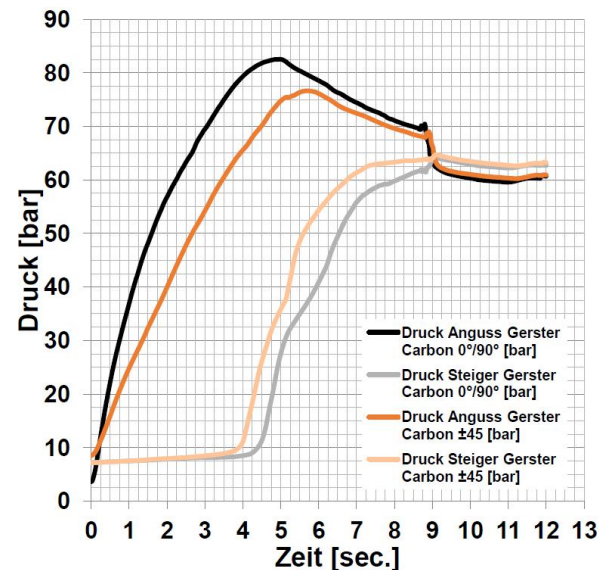
Einfluss der verschiedenen Fasermaterialien

- höhere Werkzeuginnendrucke beim Carbongelege
- Grund ist der geringere Einzelfilamentdurchmesser beim Carbon
- Phänomen ebenfalls bei Niederdruck-RTM beobachtbar



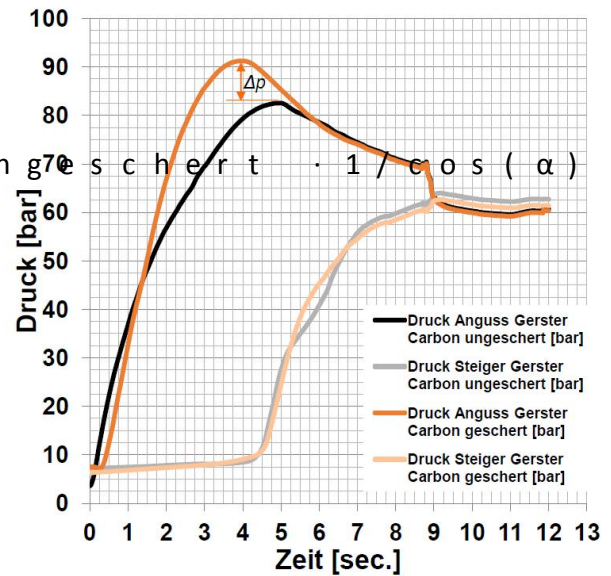
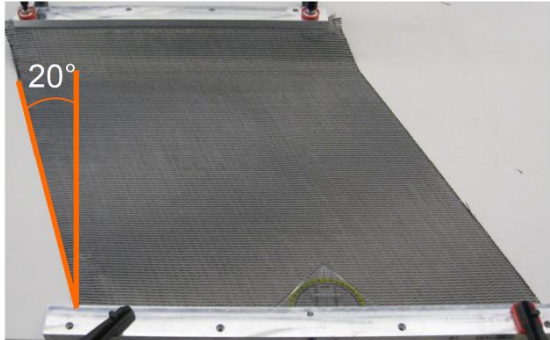
Einfluss der verschiedenen Lagenorientierungen

- Vergleich zwischen 0°/90° und ±45°
- Steilerer Anstieg der Druckkurve bei 0°/90°
- Lagenaufbau ±45° zur Fließfront orientierte Gelege lassen sich unter geringeren Werkzeuginnendrücken infiltrieren als die mit 0°/90°-Orientierung



Einfluss gescherter Textilien auf den Prozess

- Scherung der Textilien um 20°
 - Durch Scherung steigt bei gleicher Kavitätshöhe der Faservolumengehalt
- $$FVG_{\text{gescherter}} = FVG_{\text{ungescherter}} \cdot \frac{1}{\cos(\alpha)}$$

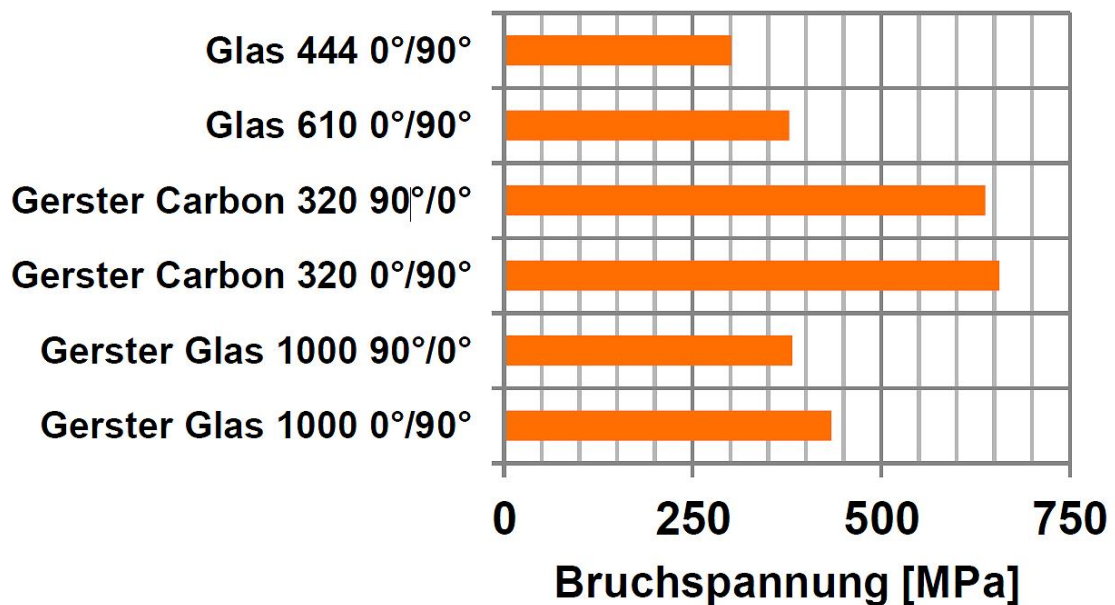


- Die Druckkurve wird steiler und der Maximaldruck steigt um ca. 10% an.
- Die Permeabilität wird verringert,
um ca.8% bei Gerster Carbon,
um ca.15% bei Vergleichsgelege Glas.

Ermittlung mechanischer Kennwerte

Ermittlung mechanischer Kennwerte des Verbundes

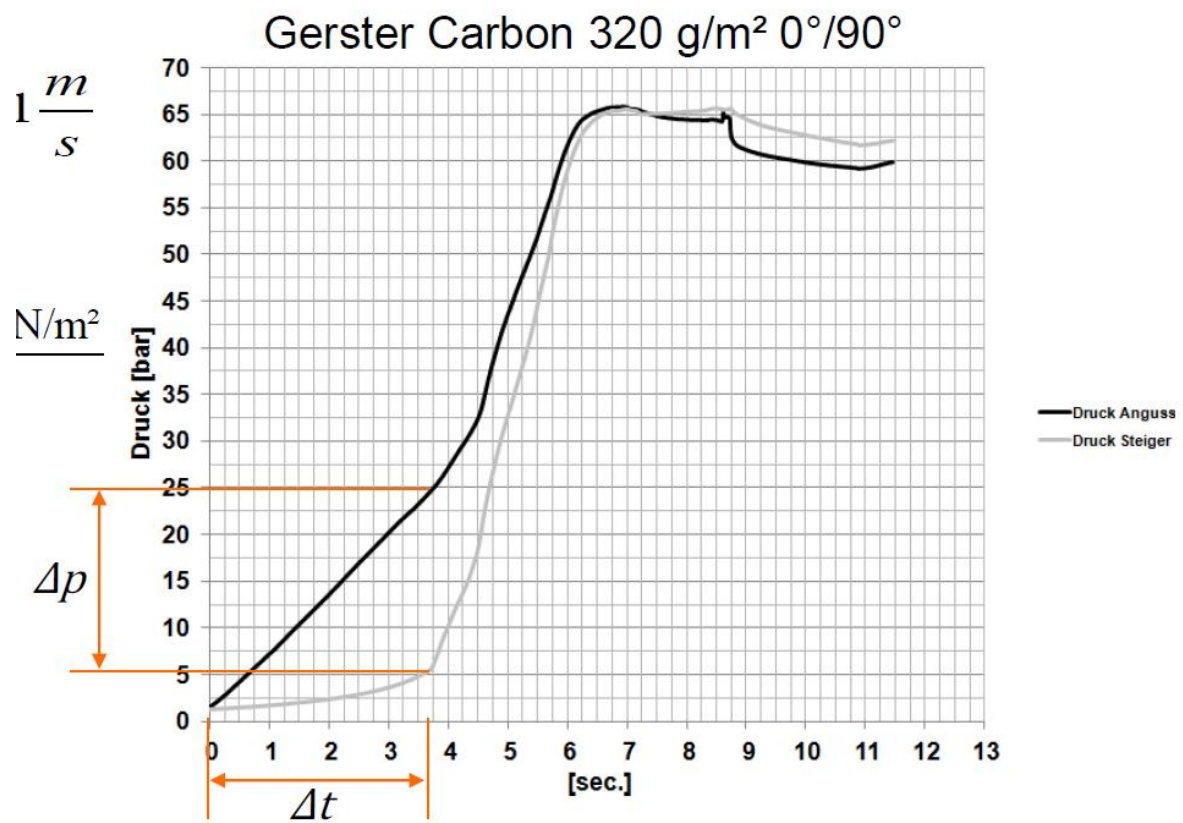
- durch Zugprüfungen nach DIN EN ISO 527-4
- durch Zug-Scherprüfungen nach DIN EN ISO 14129



Bezeichnung	Versuchsauswertung							
	E_t [MPa]	Stdabw [MPa]	σ_M [MPa]	Stdabw [MPa]	ϵ_M [%]	Stdabw [%]	G_{xy} [MPa]	Stdabw. [MPa]
Gerster Glas 1000 0°/90°	22303,15	200,09	433,70	29,14	2,40	0,19	-	-
Gerster Glas 1000 90°/0°	21999,46	410,83	382,20	22,40	2,07	0,07	-	-
Gerster Glas 1000 ±45°	-	-	-	-	-	-	3809,08	110,80
Gerster Carbon 320 0°/90°	50564,06	442,68	656,66	22,40	1,24	0,05	-	-
Gerster Carbon 320 90°/0°	48571,08	484,48	638,31	23,47	1,30	0,06	-	-
Gerster Carbon 320 ±45°	-	-	-	-	-	-	4366,88	230,39
Glas 610 0°/90°	20758,39	465,29	377,97	5,07	2,17	0,01	-	-
Glas 610 ±45°	-	-	-	-	-	-	3586,87	90,34
Glas 444 0°/90°	21315,05	731,33	301,31	34,51	1,65	0,17	-	-
Glas 444 ±45°	-	-	-	-	-	-	3527,91	66,27

Ermittlung der Permeabilität

Bestimmung der Permeabilität (Durchlässigkeit) K
basierend auf dem Gesetz von D'Arcy

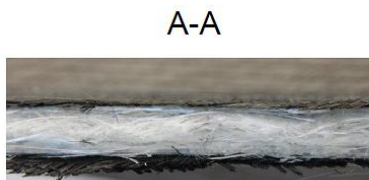


Preform-Herstellung

Aktueller Stand im Preform-Prozess

Aktueller Stand im Preformprozess:

10 Lagen (8 Wirrglas, 2 Biax-Carbongelege als Decklagen)
Material bebindert → schlecht drapierbar
Einschnitte an krit. Stellen notwendig
nach jeder Lage Heizvorgang (Aktivierung Binder)
2 Arbeitskräfte benötigen 30 min / Preform



Vergleich der Preform-Herstellung

Mit derzeit verwendeten Gelegen

aufwendiger Drapiervorgang



Einschnitte notwendig



!!!Binder beeinträchtigt Drapierprozess!!!

Mit ausgesuchten Gelegen

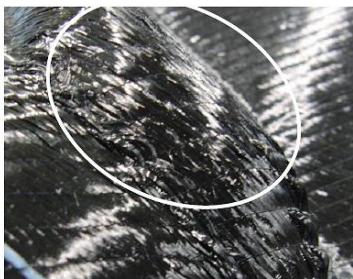
Drapiervorgang nur durch
Preformwerkzeug



Keine Einschnitte notwendig

Mit derzeit verwendeten Gelegen

Entstehung von Drapierfehlern



Mit ausgesuchten Gelegen

Drapierfehler treten nicht auf



Kostenvergleich

Zwischenlagen verschiedene Glaslege	10,5%
Decklagen 2 Lagen Gerster Carbon 320 g/m ²	42,1%
Reine Materialkosten pro Preform inkl. V-VGK :	73,0%
Fertigungskosten pro Preform inkl. V-VGK und Ausschuss:	17,0%
Weitere	10,0%
	=====
Kosten pro Bauteil:	100%

Vergleich:

Derzeitige Kosten in der Herstellung eines Preforms: 123,6%

Kontakt

Composite Expertise by KTM-Technologies:

KTM-Technologies
St. Leonharder Str. 4
5081 Anif, Salzburg
Österreich
www.ktm-technologies.com

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. (FH) Hans Lochner
Leiter Technologieentwicklung & Prototypenbau
Tel: +43 (6246) 734 88 - 9026
E-Mail: hans.lochner@ktm-technologies.com

Dipl.-Ing. (FH) Martin Perterer
Leiter Simulation & Berechnung
Tel: +43 (6246) 734 88 - 9036
E-Mail: martin.perterer@ktm-technologies.com

Partner

