MONTAN UNIVERSITÄT
WWW.UNILEOBEN.AC.AT

Flüssigimprägnierung von Naturfasertextilien im Vergleich mit synthetischen Faserverstärkungen
-
4a Technologietag 2017

Yannick Blößl, M.Sc.*
Prof. Ralf Schledjewski*

***Lehrstuhl für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen**

24.03.2017

Inhalt

- **Definition Naturfaserverstärkter Kunststoff (NFK)**
- **Projektvorstellung: Green Composites for Green Technologies (Green2Green)**
- **Motivation für Permeabilitätsanalysen**
- **Methodik der Permeabilitätsuntersuchungen**
- **Ergebnisse und Diskussion**

Naturfaserverstärkter Kunststoff (NFK)
Definition

Verbundwerkstoff bestehend aus:

Naturfaser	**Kunststoff**
Pflanzliche Basis: • Bastfasern (Flachs, Hanf, Jute, Kenaf, Ramie) • Blatt- und Hartfasern (Sisal, Kokos) • Samenfaser (Baumwolle, Kapok)	Duromere: • Epoxidharze • Acrylatharze • Polyesterharze Verstärkt im Fokus der aktuellen Forschung: • Reaktive Harz-Härter-Systeme auf Basis nachwachsender Rohstoffe
Tierische Basis	Thermoplaste: • Polypropylen (PP) • Polyethylen (PE)
Mineralische Basis	

Die Anordnung der Verstärkungsfaser wird bei der Herstellung des Faser-Matrix-Verbundes kontrolliert durchgeführt.

Projektvorstellung
Green Composites for Green Technologies (FFG 848668)

Rohstoffbasis
Nutzhanf

Matrixkomponente
Hanfsamen > Öl > Epoxidharz

Verstärkungskomponente
Bastfasern > Verstärkungstextilien

Verarbeitung
Flüssigimprägnier-verfahren

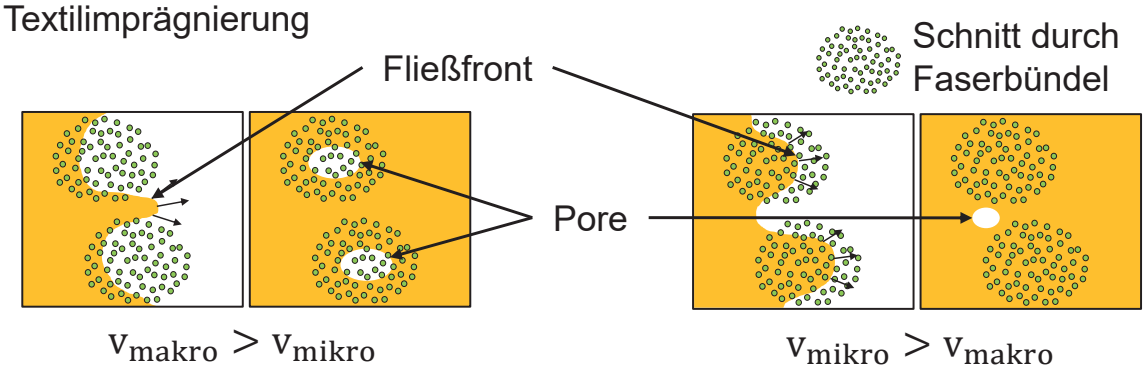
Strukturbauteil
KWKA Rotorblatt

Projektpartner:
- Kompetenzzentrum Holz GmbH
- MUL – Department für Kunststofftechnik
- Waldland Naturstoffe GmbH
- Differences Kunststoffproduktions GmbH
- R&D Consulting GmbH
- C6 GmbH

Permeabilitätsanalyse
Motivation

Wichtige geometrische Kenngröße für poröse Materialien:

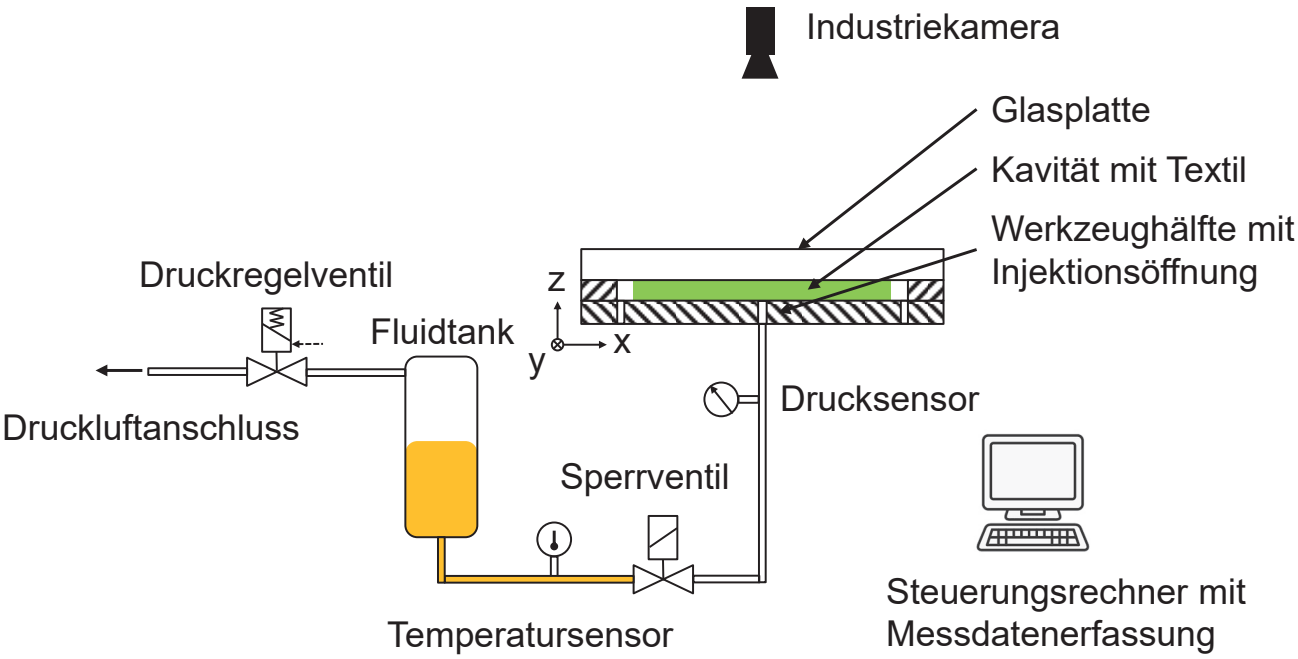
- Beschreibung der Durchlässigkeit gegenüber durchströmender Fluide
- Verwendung im Bereich der Flüssigimprägnierprozesse (Prozessentwicklung, Werkzeugdesign)
- Inputgrößen für Füllsimulationen (Parameteroptimierung, An- und Abgussstrategie)
- Berücksichtigung verschiedener Mechanismen bei der Textilimprägnierung



Flüssigimprägnierung auf Mikro- und Makroebene – Gefahr der Porenbildung bei ungünstiger Fließfrontgeschwindigkeit

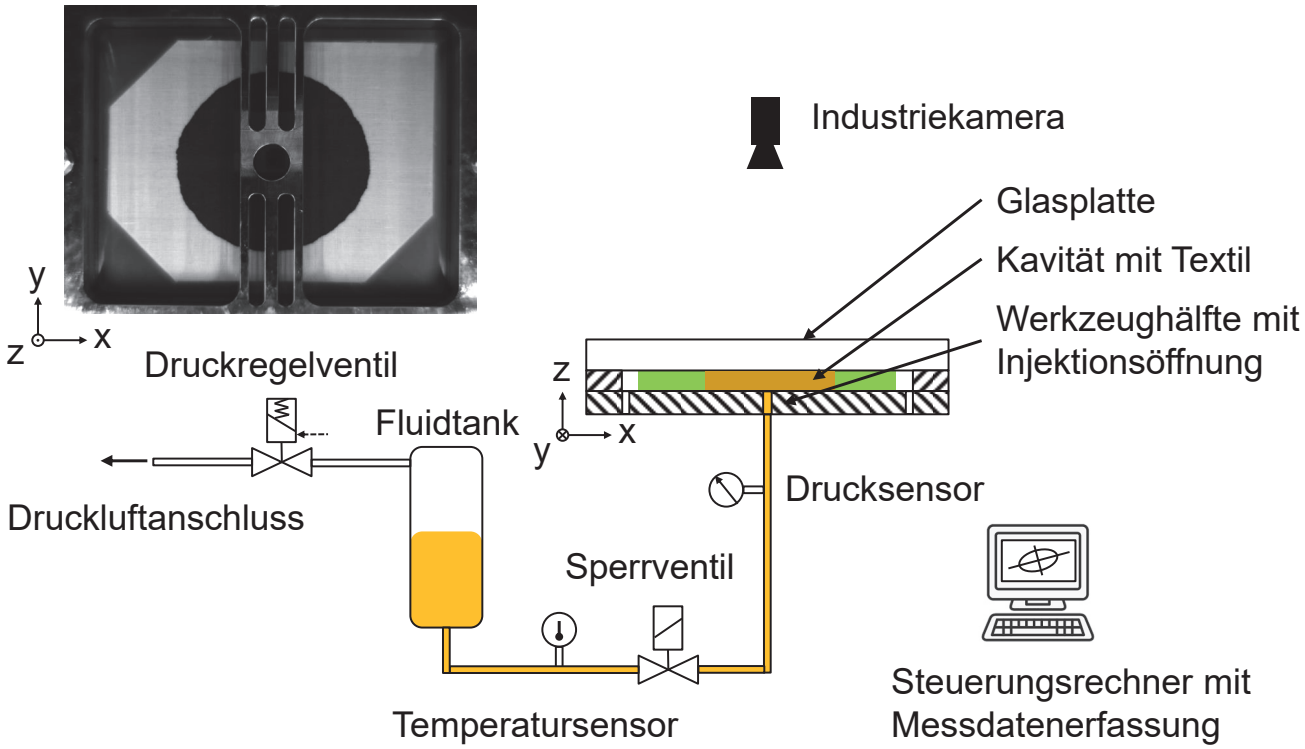
© Lehrstuhl Verarbeitung von Verbundwerkstoffen
Yannick Blößl, M.Sc.

Methodik der Permeabilitätsuntersuchungen - Schematischer Aufbau des Prüfstandes

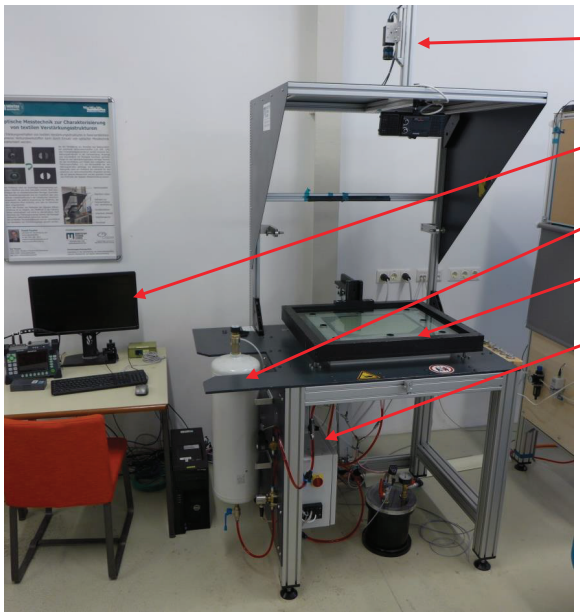


© Lehrstuhl Verarbeitung von Verbundwerkstoffen
Yannick Blößl, M.Sc.

Methodik der Permeabilitätsuntersuchungen - Schematischer Aufbau des Prüfstandes



Methodik der Permeabilitätsuntersuchungen - Realer Aufbau des Prüfstandes



In-Plane Permeabilitätsprüfstand

Methodik der Permeabilitätsuntersuchungen - Auswertung der Permeabilitätskennzahlen (1)

Gesetz von Darcy

$$\vec{v}_{front} = -\frac{\mathbf{K}}{\Phi \cdot \eta} \cdot \vec{\nabla} p$$

mit

$$\Phi = (1 - \varphi_f)$$

$\vec{v}_{front}$ … Fließfrontgeschwindigkeit

$\mathbf{K}$ … Permeabilitätstensor

η … Fluidviskosität

$\vec{\nabla} p$ … Druckgradient

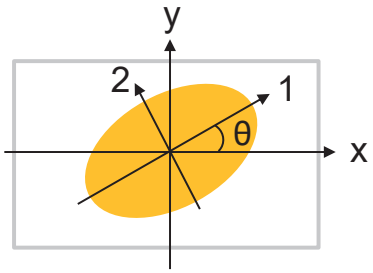
Φ … Porosität

φ_f … Faservolumengehalt

Permeabilitätstensor

2D (In-Plane):

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} k_{xx} & k_{xy} \\ k_{yx} & k_{yy} \end{bmatrix} \quad \blacktriangleright \quad \mathbf{K} = \begin{bmatrix} k_1 & 0 \\ 0 & k_2 \end{bmatrix}$$

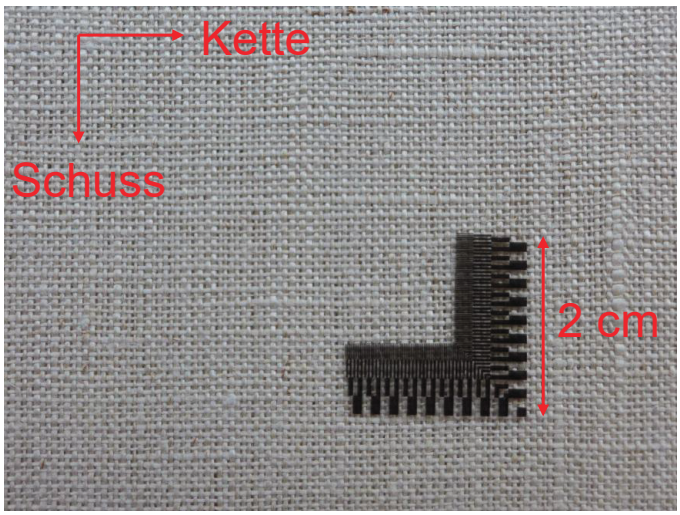


Lösungsansatz nach Adams, Russel und Rebenfeld[1)]

[1)] Adams, K. L.; Russel, B.; Rebenfeld, L. (1988): Radial penetration of a viscous liquid into a planar anisotropic porous medium. In: *Int. J. Multiphase Flow*.

Methodik der Permeabilitätsuntersuchungen - Analysierte Textilien

Cavvas FW Klara

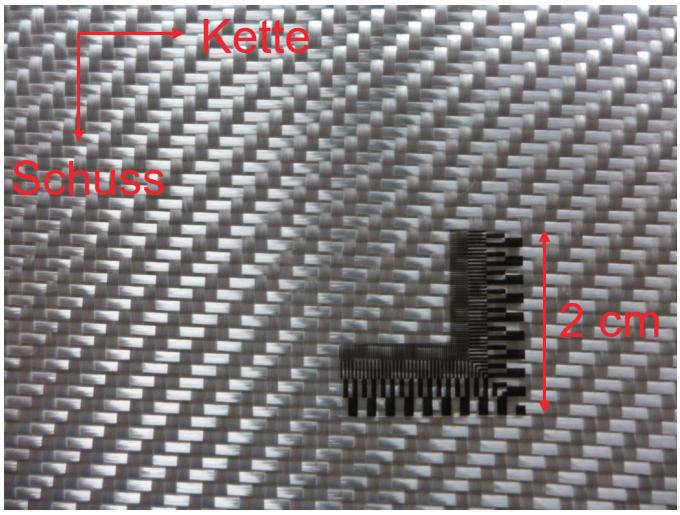


Hanffasergewebe
Bindungsart: 1/1 Leinwand
Flächengewicht: 210 g/m²

Webdichte:
Kettfaden: 12,5 Garne/cm
Schussfaden: 15 Garne/cm
Verhältnis K/S: 1:1,2

Methodik der Permeabilitätsuntersuchungen - Analysierte Textilien

Hexcel® HexForce™ 1202

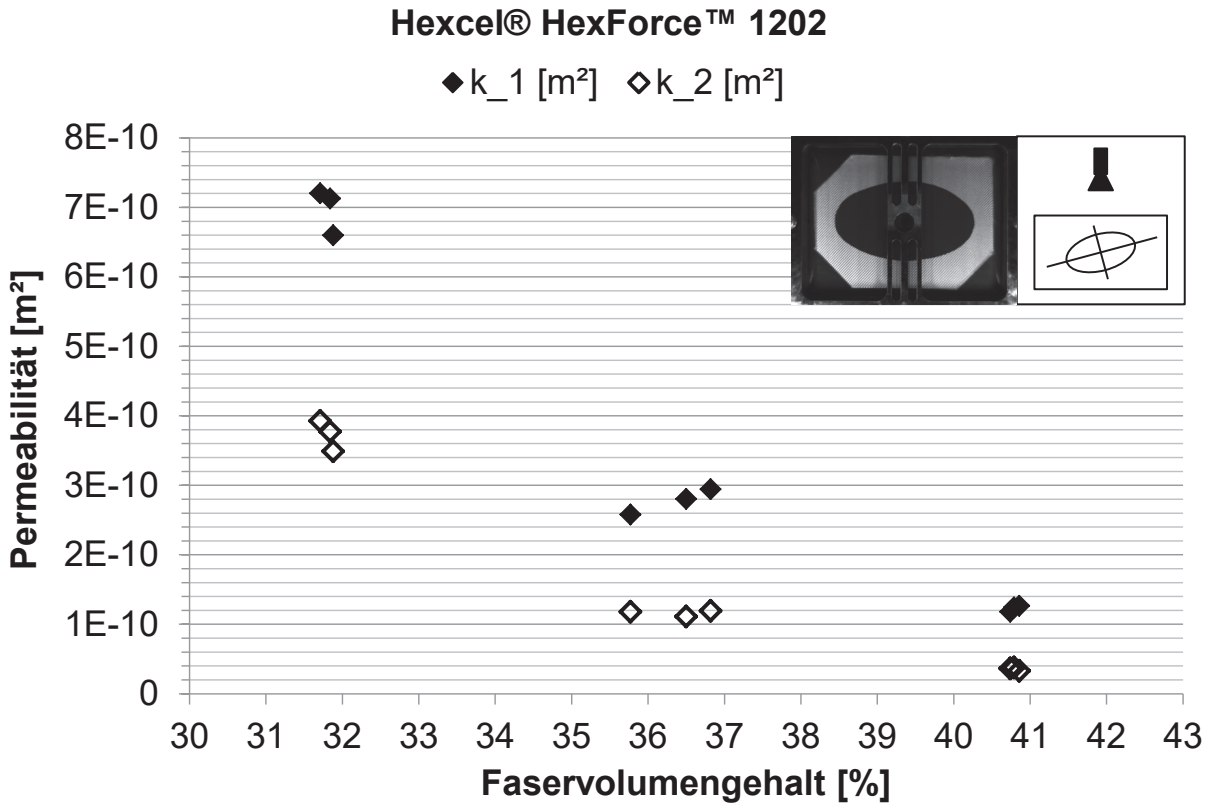


Glasfasergewebe
Bindungsart: 2/2 Köper
Flächengewicht: 290 g/m²

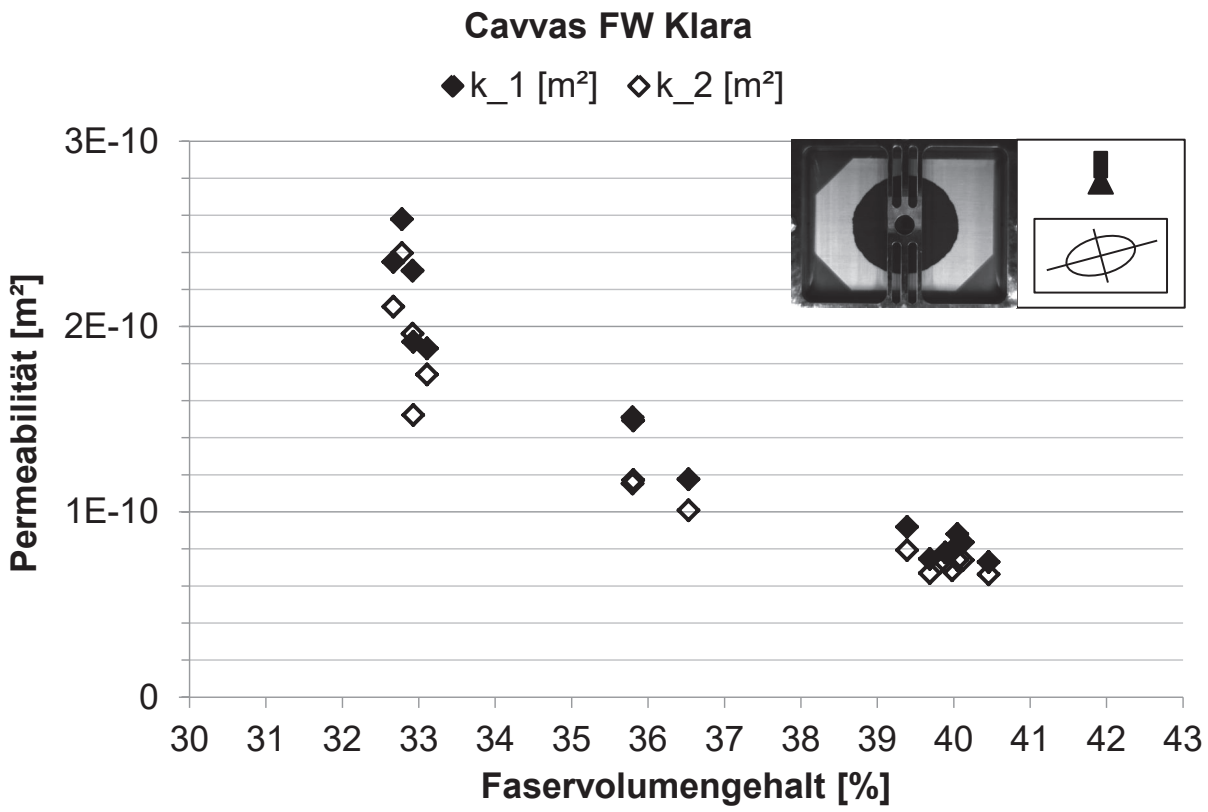
Nahezu ausgeglichene Kett- und Schussfadendichte

Webdichte:
Kettfaden: 7 Rovings/cm
Schussfaden: 7,2 Rovings/cm
Verhältnis K/S: 1:1,03

Ergebnisse und Diskussion



Ergebnisse und Diskussion



Ergebnisse und Diskussion

Vergleich der Textilien unter Verwendung des geometrischen Mittels der Permeabilitätskennzahlen:

$$k_m = \sqrt{k_1 \cdot k_2}$$

Modellierung der Permeabilität-Porosität Beziehung mit Hilfe der angepassten Carman-Kozeny Gleichung [2) 3)]

$$k = \frac{\Phi^{n+1}}{C(1-\Phi)^n}$$

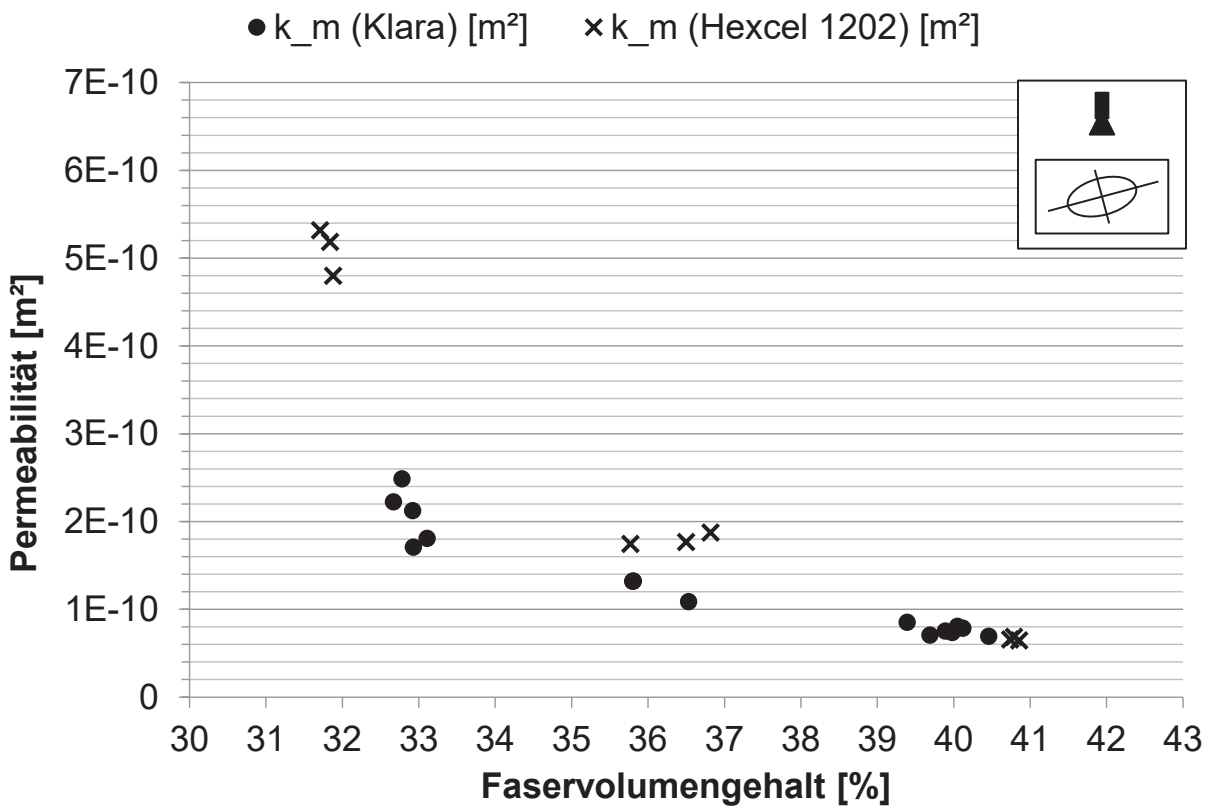
Φ… Porosität

n, C… empirische Modellkonstanten

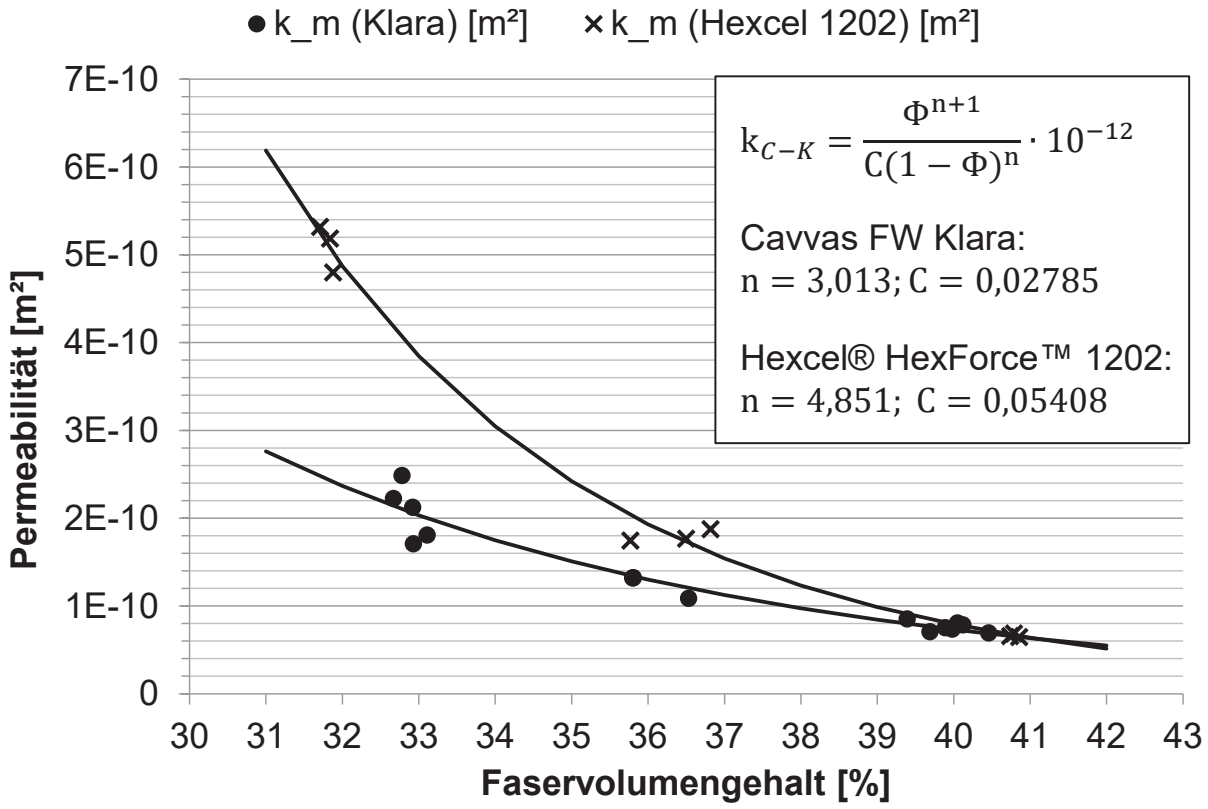
[2)] Rodriguez, E.; Giacomelli, F.; Vazquez, A. (2004): Permeability-Porosity Relationship in RTM for Different Fiberglass and Natural Reinforcements. In: *Journal of Composite Materials* 38 (3), S. 259–268. DOI: 10.1177/0021998304039269.

[3)] van Nguyen, Hau; Lagardère, Mylène; Park, Chung Hae; Panier, Stéphane (2014): Permeability of natural fiber reinforcement for liquid composite molding processes. In: *J Mater Sci* 49 (18), S. 6449–6458. DOI: 10.1007/s10853-014-8374-1.

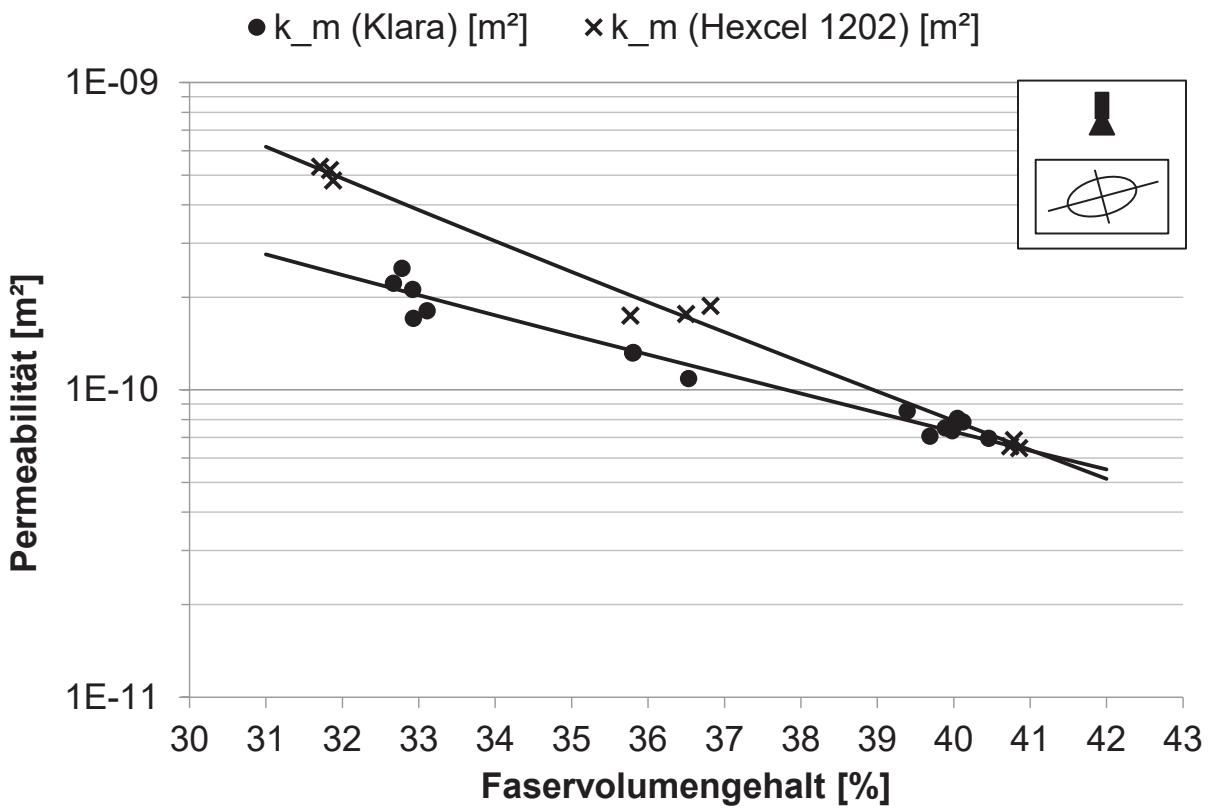
Ergebnisse und Diskussion



Ergebnisse und Diskussion

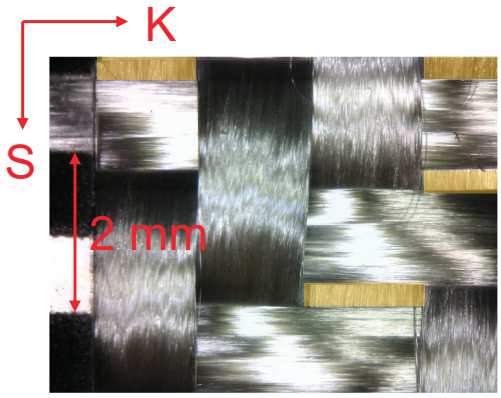


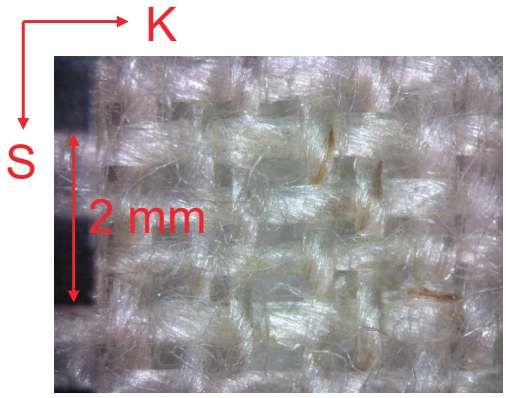
Ergebnisse und Diskussion



Ergebnisse und Diskussion

Vergleich der Textilien





- Lücken zwischen Kettfäden sind bevorzugte Fließwege des Fluids.
- Mit höherem Faservolumengehalt nimmt der Einfluss der Fließkanäle zu (höherer Anisotropiegrad).

- Markoskopische Freiräume sind vergleichsweise groß.
- Kleinere Permeabilitätswerte aufgrund der stapelfaserspezifischen Garnarchitektur (Verdrillung, abstehende Fasern, runder Querschnitt)

KUNSTSTOFF TECHNIK LEOBEN
VERARBEITUNG VON VERBUNDWERKSTOFFEN

Danksagung

Die vorgestellten Ergebnisse sind Teil des Projektes „Green Composites for Green Technologies“. Dieses Projekt wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) gefördert und im Rahmen des Programms “Produktion der Zukunft” der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) durchgeführt. Die Autoren danken den Fördergebern für die finanzielle Unterstützung.

bmvit Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

FFG

KUNSTSTOFF TECHNIK LEOBEN
VERARBEITUNG VON VERBUNDWERKSTOFFEN

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Yannick Blößl
Lehrstuhl für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen
Montanuniversität Leoben
Otto Glöckel-Str. 2/III
8700 Leoben

Tel.: +43 (0)3842 402 2723
Email: yannick.bloessl@unileoben.ac.at