

Herstellung definiert gerichtet verstärkter Bauteile Wickeltechnologie, Legeverfahren und Pultrusion

4a Technologietag 2011
Leichtbau auf dem Prüfstand
3&4 März 2011, Schladming

Ralf Schledjewski

1

Inhalt

- **Einleitung**
- **Herausforderungen bei der Herstellung von Verbundwerkstoffbauteilen**
- **Verfahren zur Herstellung von Bauteilen mit gerichteter Verstärkung**
 - ↪ **Pultrusion**
 - ↪ **Wickeltechnik**
 - ↪ **Legetechnik**
- **Zusammenfassung**

Profil des LVV

Der zum 1. Oktober 2010 gestartete Lehrstuhl widmet sich der Verarbeitung von Verbundwerkstoffen und rundet als sechster Lehrstuhl die Kunststofftechnik an der Montanuniversität Leoben ab

Der Lehrstuhl verfügt über Planstellen für

- ↪ 4 wissenschaftliche MitarbeiterInnen
- ↪ 2 technische MitarbeiterInnen
- ↪ 1 Sekretärin

460 qm Labor- und Technikumsfläche

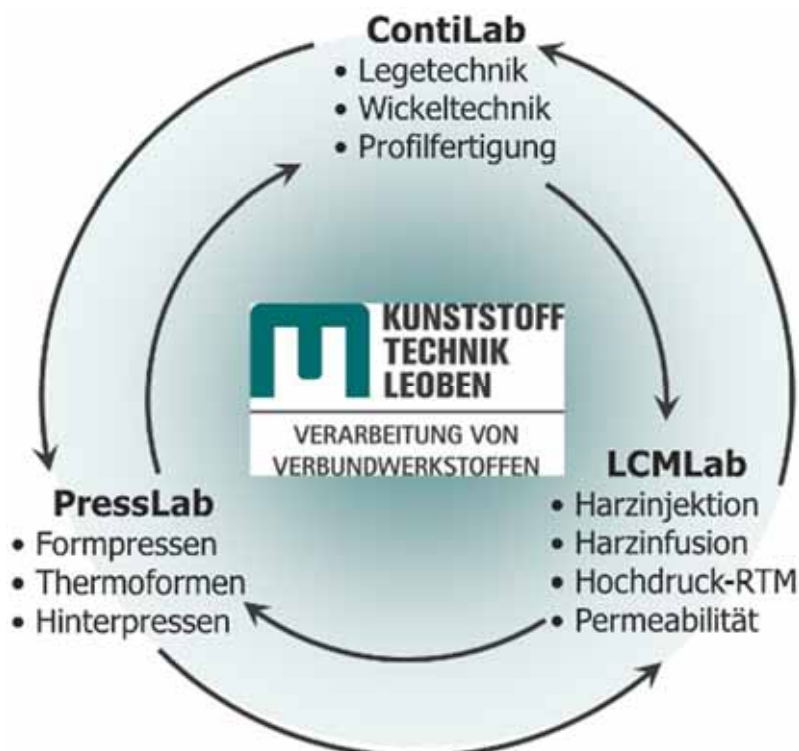
- ↪ Industrienaher Verarbeitungstechnik
- ↪ Abstrahierende Versuchsstände
- ↪ Ergänzende Laboreinrichtung



© Lehrstuhl Verarbeitung von Verbundwerkstoffen
Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski



Prozesstechnische Schwerpunkte



© Lehrstuhl Verarbeitung von Verbundwerkstoffen
Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski



Inhalt

- **Einleitung**
- **Herausforderungen bei der Herstellung von Verbundwerkstoffbauteilen**
- **Verfahren zur Herstellung von Bauteilen mit gerichteter Verstärkung**
 - ↪ **Pultrusion**
 - ↪ **Wickeltechnik**
 - ↪ **Legetechnik**
- **Zusammenfassung**



Einsatz von Verbundwerkstoffen steigt ständig

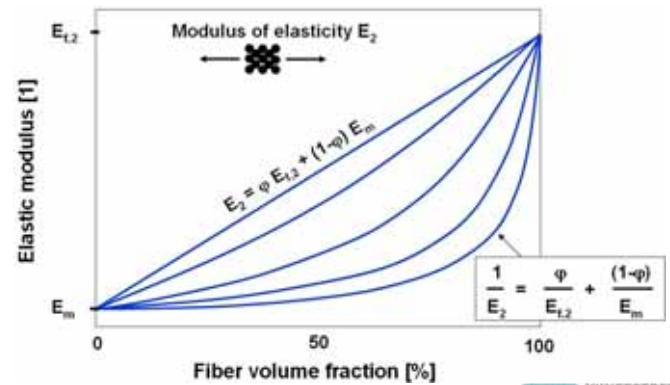
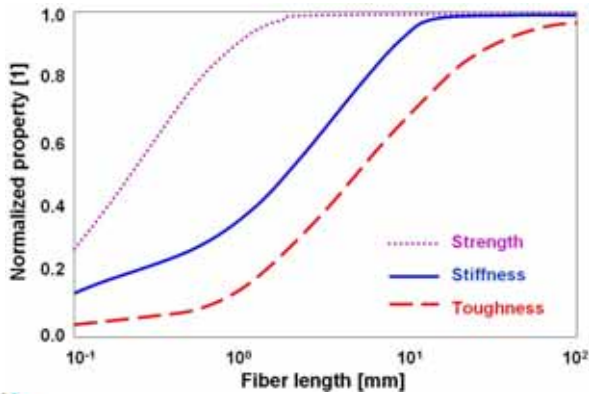
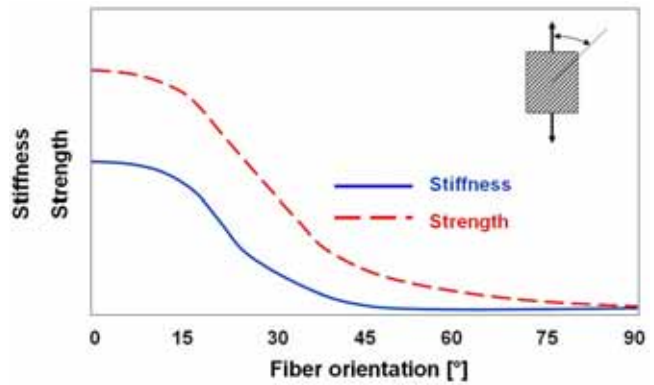
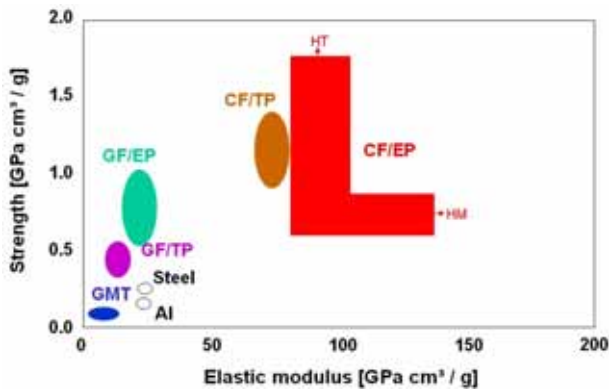
**Faserverstärkte Kunststoffe bieten
ein hohes mechanisches Eigenschaftsprofil
in Kombination mit
äußerste geringem Gewicht
wenn
hochgradig ausgerichtete Faser eingesetzt werden**



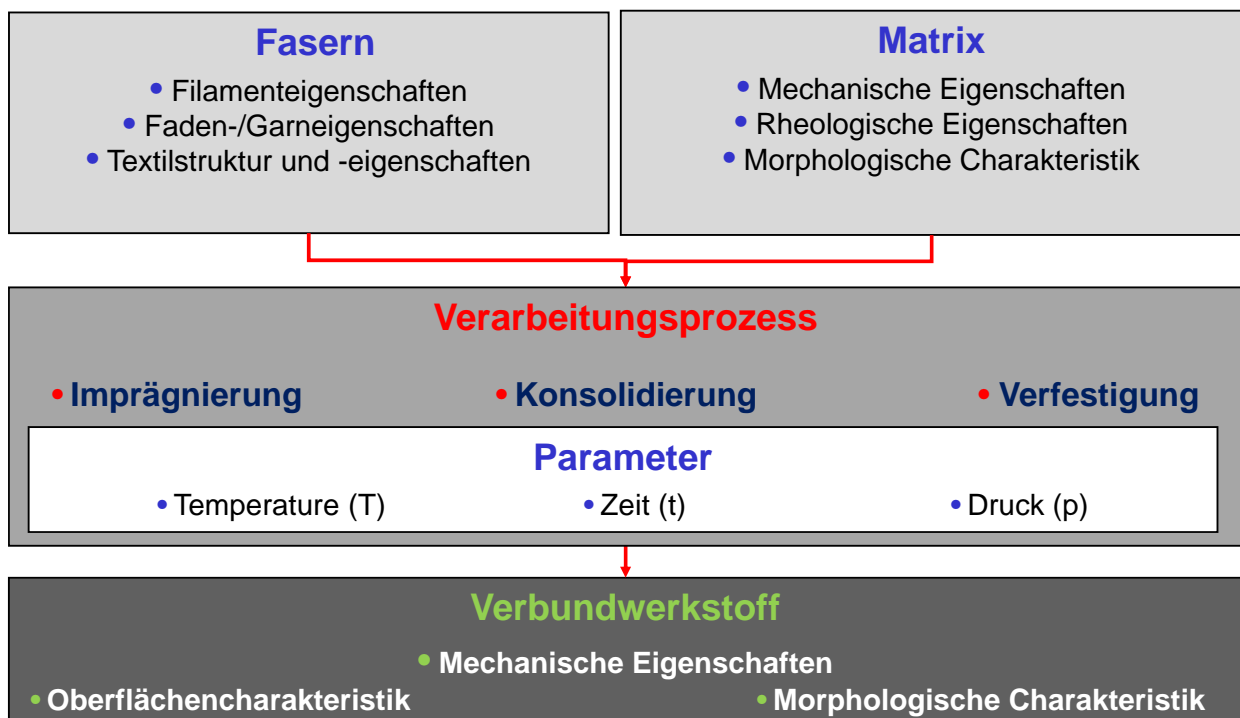
Quelle: Airbus



Charakteristik der Faserverbundwerkstoffe



Grundlagen der Verbundwerkstoffverarbeitung



PULTRUSION



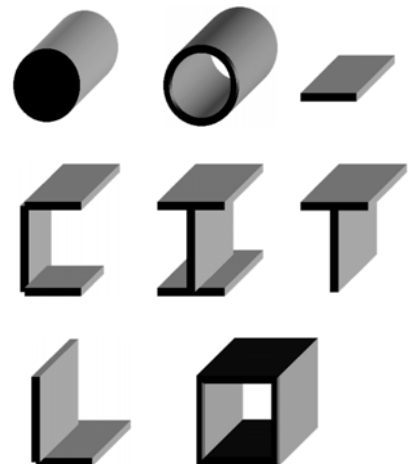
Pultrusionsprozess und -produkte

- Kontinuierlich arbeitender Prozess
- Preiswertes Verfahren
- Gute Reproduzierbarkeit
- Geringe Abfallrate ...



Quelle: EPTA,
www.pultruders.com

Examples of profile structures:



Anwendungen

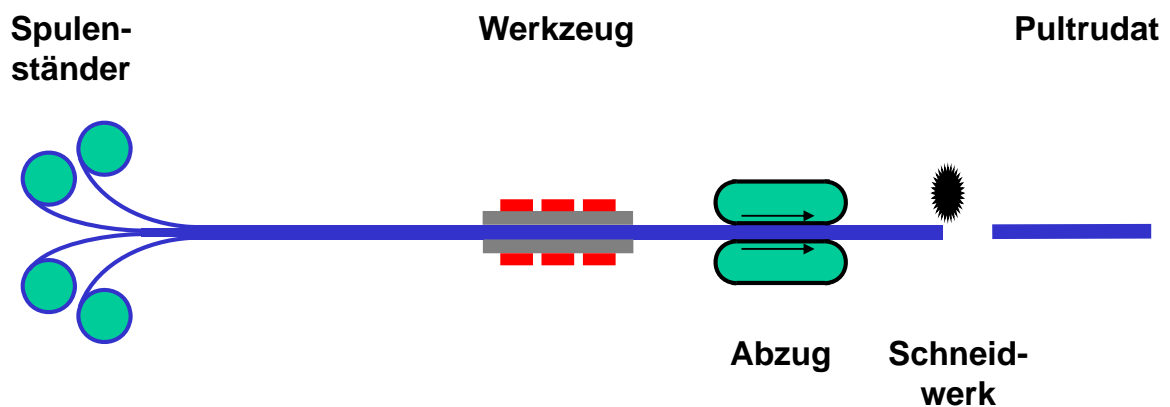
- Tragkonstruktionen (Brücken, ...)
- Thermische / elektrische Isolierung (Kabelschächte, Fensterrahmen, ...)
- Transport (Verkleidungsprofile, ...)
- Freizeit (Angelruten, ...)
-



© Lehrstuhl Verarbeitung von Verbundwerkstoffen
Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski

M KUNSTSTOFF
TECHNIK
LEBEN
11 VERARBEITUNG VON
VERBUNDWERKSTOFFEN

Pultrusionslinie Hauptkomponenten

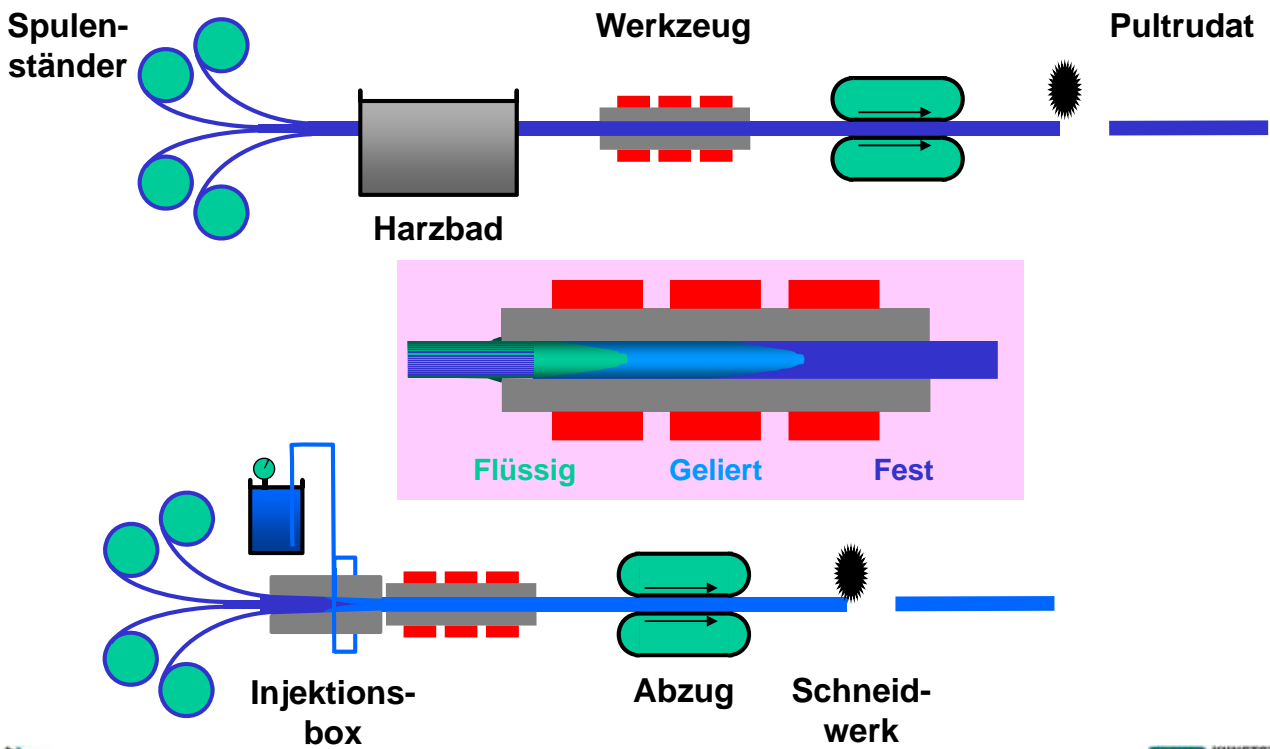


© Lehrstuhl Verarbeitung von Verbundwerkstoffen
Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski

M KUNSTSTOFF
TECHNIK
LEBEN
12 VERARBEITUNG VON
VERBUNDWERKSTOFFEN

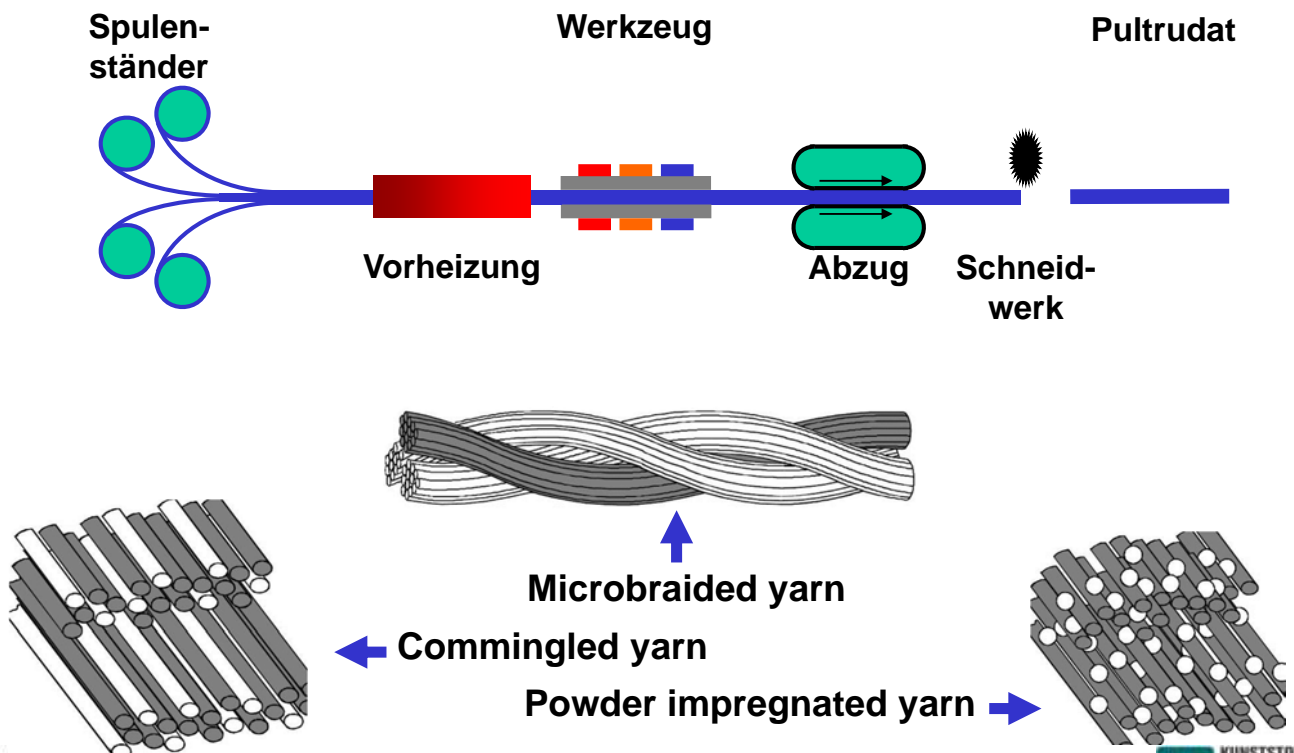
Pultrusion

Duroplastverarbeitung (auch in-situ Thermoplaste)

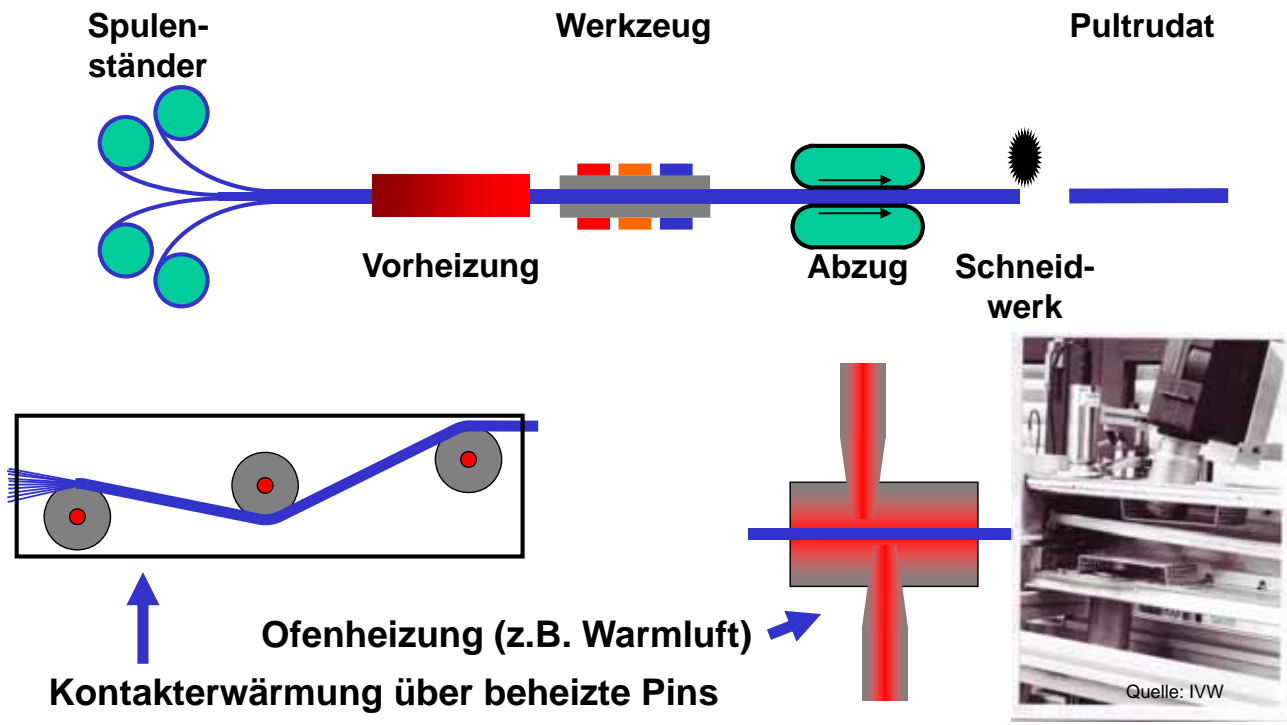


Pultrusion

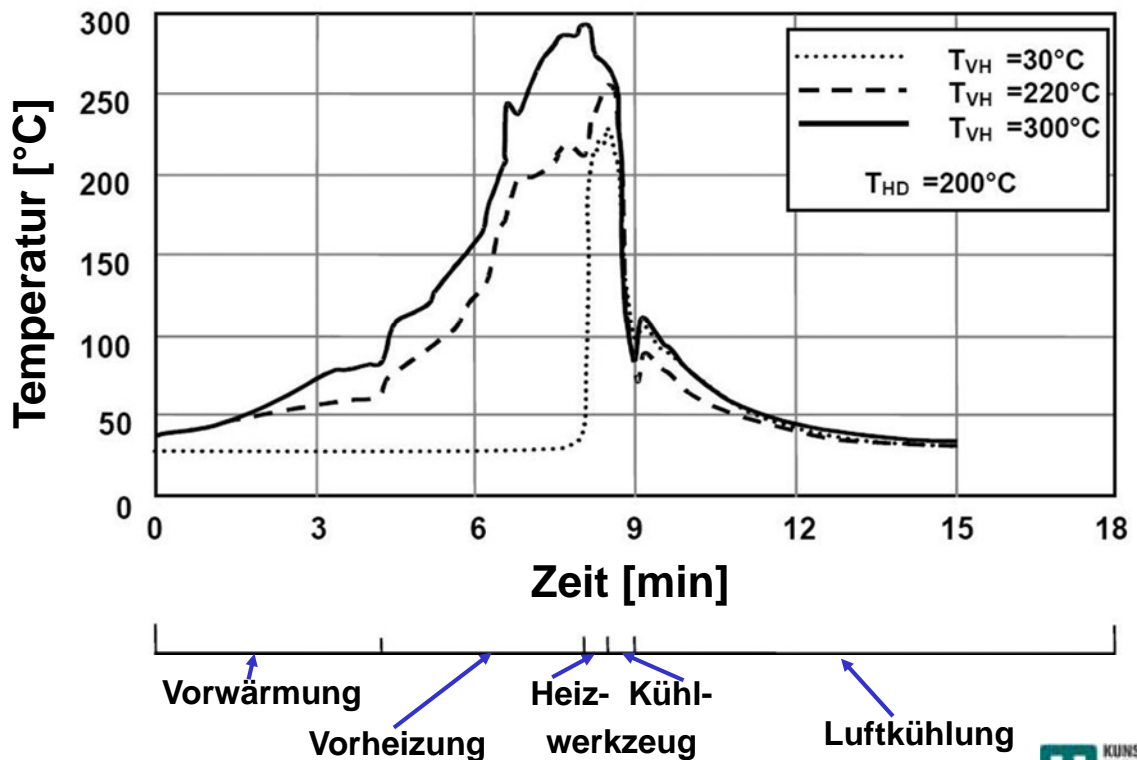
Thermoplastverarbeitung



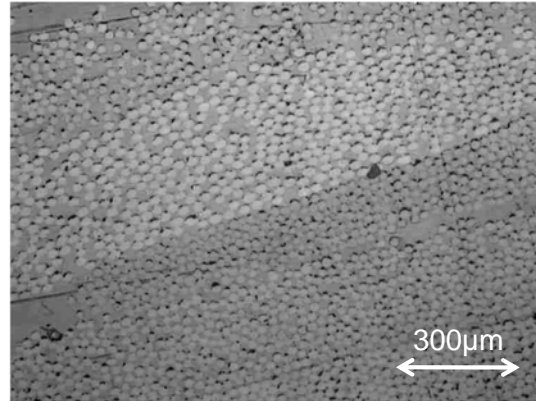
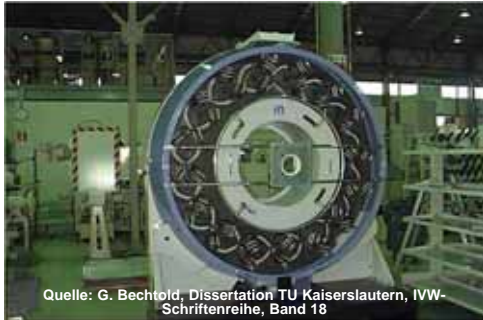
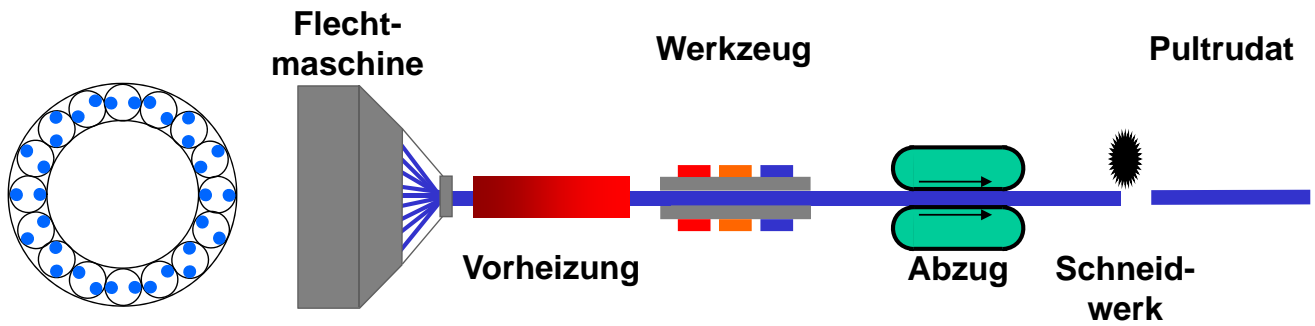
Pultrusion Vorheizung



Temperaturverlauf



Pultrusionslinie mit vorgeschalteter Flechtanlage



© Lehrstuhl Verarbeitung von Verbundwerkstoffen
Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski



17 KUNSTSTOFF
TECHNIK
LEOBEN
VERARBEITUNG VON
VERBUNDWERKSTOFFEN

WICKELTECHNIK

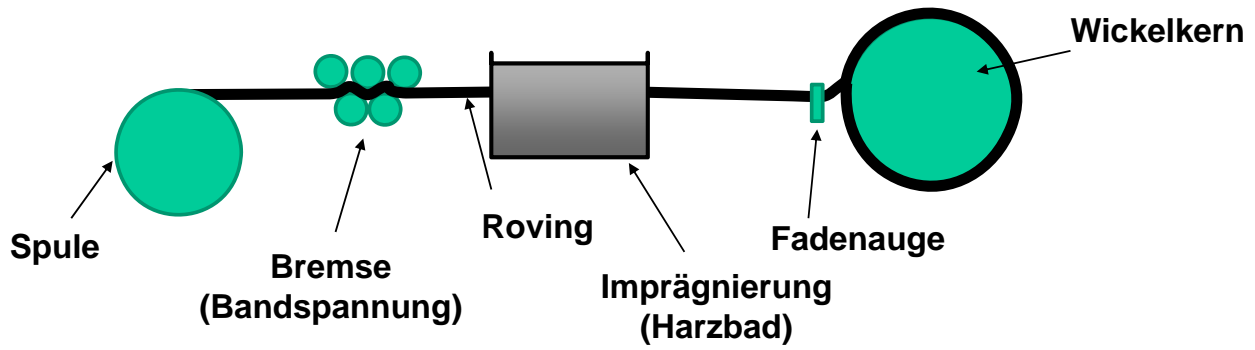
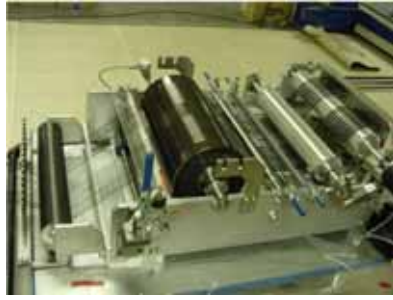


© Lehrstuhl Verarbeitung von Verbundwerkstoffen
Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski



18 KUNSTSTOFF
TECHNIK
LEOBEN
VERARBEITUNG VON
VERBUNDWERKSTOFFEN

Nasswickeln



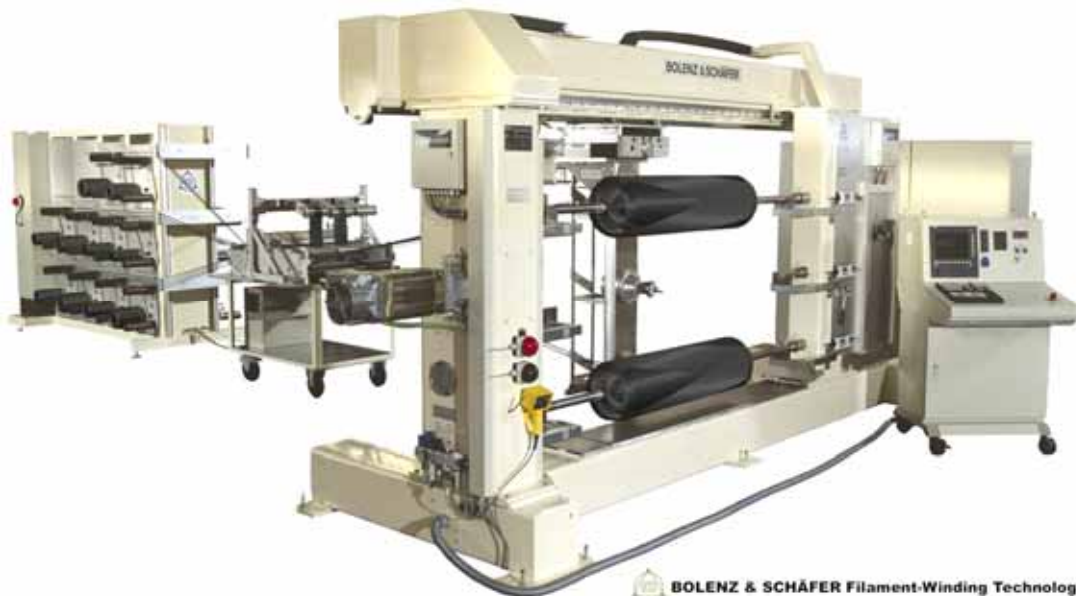
© Lehrstuhl Verarbeitung von Verbundwerkstoffen
Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski

Bilderquelle: EHA (Bolenz&Schäfer)



19

Wickelanlage



BOLENZ & SCHÄFER Filament-Winding Technology



© Lehrstuhl Verarbeitung von Verbundwerkstoffen
Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski



20

Produktivitätssteigerung

Mehrspindelkonfiguration



Bilderquelle: EHA (Bolenz&Schäfer)

Ringwickelkopf



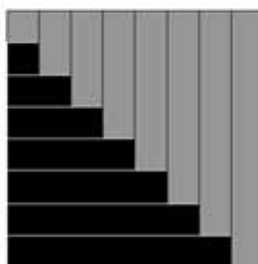
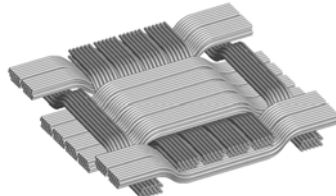
Bilderquelle: IVW



Wickelmuster

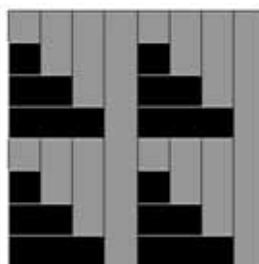


Unterschiedliche Wickelmuster bei Verwendung unterschiedlicher Anzahl von Fadenaugen



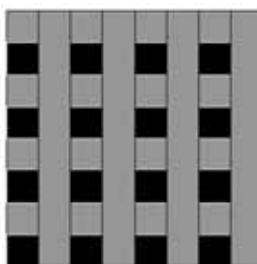
RWH 1 arm

$N_u = 28$ undulations



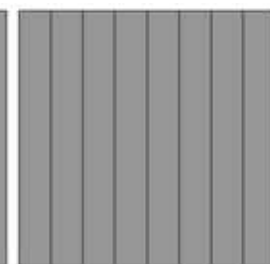
RWH 2 arms

$N_u = 48$ undulations



RWH 4 arms

$N_u = 64$ undulations



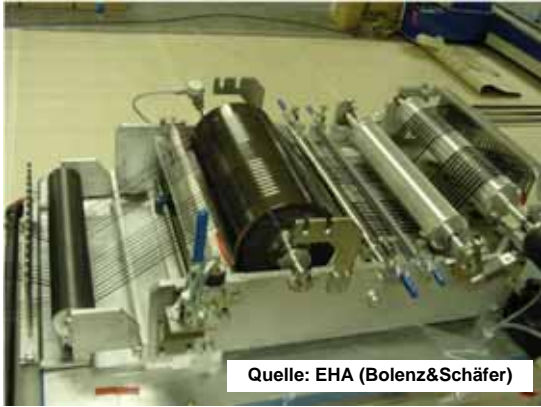
RWH 8 arms

$N_u = 0$ undulations



Alternative Imprägniertechnologie

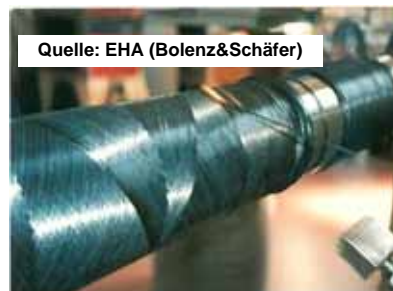
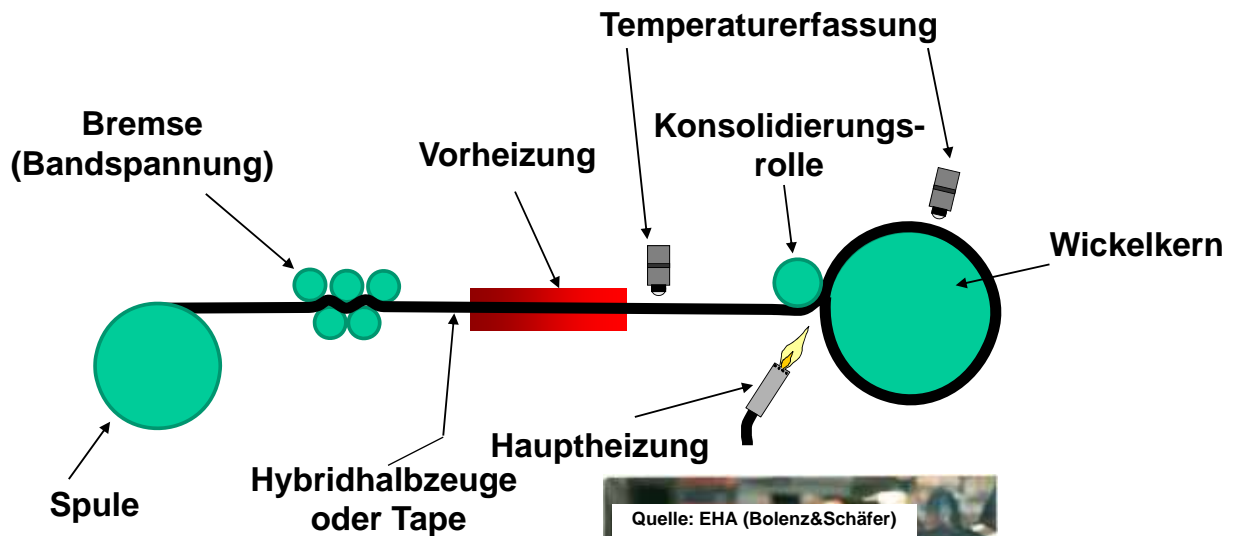
Harzbad



Siphonimprägnierung

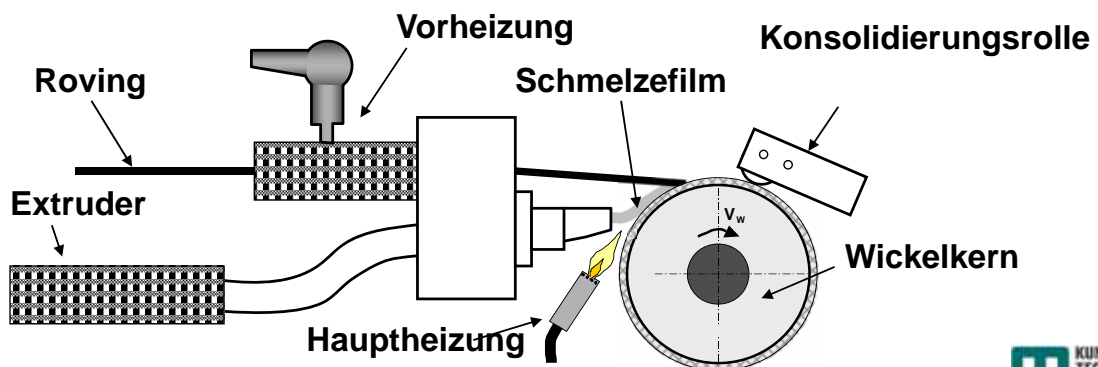


Thermoplastwickeln



Thermoplastwickeln mit online Imprägnierung

- Im Extruder aufgeschmolzener Kunststoff wird unter den zulaufenden Roving platziert
- Fadenspannung und Konsolidierungsrolle sorgen für einwandfreie Imprägnierung und Konsolidierung
- Aufgrund der hohen Schmelzviskosität ist die Verarbeitungsgeschwindigkeit limitiert



© Lehrstuhl Verarbeitung von Verbundwerkstoffen
Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski

Quelle: IVW



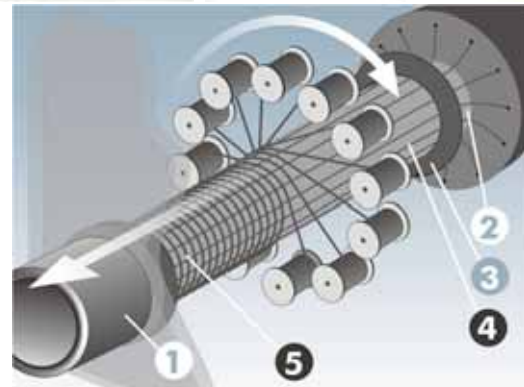
25

VERARBEITUNG VON
VERBUNDWERKSTOFFEN

DExWin Verfahren

DExWin-Prozess für die industrielle
Fertigung von FKV-Rohren:

- Hohe Festigkeit
- Geringes Gewicht
- Korrosionsfrei
- Geringe Kosten
- Rezyklierbar



- (1) Äußerer Liner (2) Innerer Liner (3)
Führungsblende (4) Axiale Verstärkung
(5) Radiale Verstärkung



© Lehrstuhl Verarbeitung von Verbundwerkstoffen
Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski



26

VERARBEITUNG VON
VERBUNDWERKSTOFFEN

LEGETECHNIK



Begriffsklärung

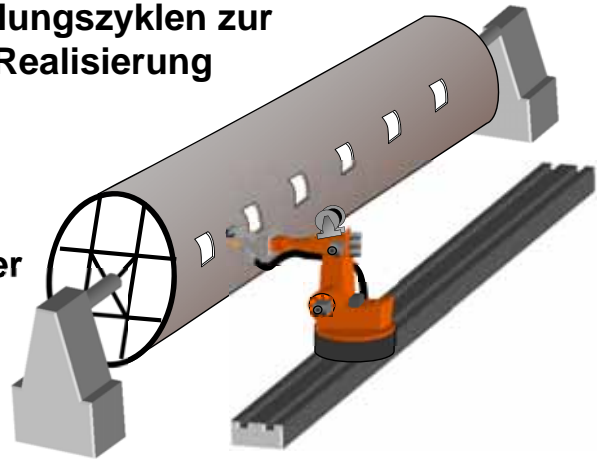
- **Tapelegen (Tape Placement/Fiber Placement):**
 - ↪ **Automatisierte richtungs- und positionsunabhängige Ablage von (unidirektional) faserverstärkten Kunststoffbändchen**
 - ↪ **Ebene oder gekrümmte flächige Strukturen**
 - ↪ **Beanspruchungsgerechte Faserorientierung im Bauteil**
- **Tow Placement**
 - ↪ **Gleichzeitiges Ablegen mehrerer schmaler Tapes**
 - ↪ **Einzelnes Transportieren und Schneiden der Tapes**
- **Tailored Fiber Placement**
 - ↪ **Preformtechnik: Sticken eines einzelnen Rovings/Mischgarns auf einer textilen Oberfläche**



Vorteile der Legetechnik

- **Reduktion von Montage- und Herstellungszyklen zur Fertigung sehr großer Bauteile bzw. Realisierung neuer Einzelteildimensionen**

- **Definierter, beanspruchungsgerechter Lagenaufbau im Bauteil**



- ⇒ **Chance:**
Senkung der Fertigungszeiten und -kosten, Optimierung der Leistungsfähigkeit von FKV-Bauteilen



© Lehrstuhl Verarbeitung von Verbundwerkstoffen
Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski



29
KUNSTSTOFF
TECHNIK
LEBBER
VERARBEITUNG VON
VERBUNDWERKSTOFFEN

Verfahrenscharakteristik

• Herstellbare

- **Faserpositionierung:** sehr hoch
- **Faserorientierung:** sehr hoch
- **Formkomplexität:** gering bis mittel
- **Bauteilgewicht:** keine Beschränkung
- **Bauteilgröße:** min.: 50 mm - 100 mm; max.: anlagenabhängig
- **Bauteilbreite:** min.: Bändchenbreite; max.: anlagenabhängig
- **Bauteildicke:** min.: Bändchendicke; max.: anlagenabhängig



• Verarbeitbare

- **Fasern:** alle, sofern als Bändchenhalbzeug erhältlich
- **Matrices:** alle, sofern als Bändchenhalbzeug erhältlich



© Lehrstuhl Verarbeitung von Verbundwerkstoffen
Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski



30
KUNSTSTOFF
TECHNIK
LEBBER
VERARBEITUNG VON
VERBUNDWERKSTOFFEN

Zusammenfassung

- Um das Leichtbaupotential der Faserverbundwerkstoffe voll auszuschöpfen werden Prozesstechnologien benötigt, welche die Faserverstärkung definiert gerichtet im Bauteil umsetzen können
- Pultrusion, Wickel- und Legetechnik bieten diese Möglichkeit
- Die Verfahren sind sehr flexibel bezüglich der zu verwendenden Materialbasis
- Außerdem sind die Verfahren weitgehend automatisierbar



© Lehrstuhl Verarbeitung von Verbundwerkstoffen
Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski



31
KUNSTSTOFF
TECHNIK
LEOBEN
VERARBEITUNG VON
VERBUNDWERKSTOFFEN

VIELEN DANK FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ralf SCHLEDJEWSKI
Lehrstuhl Verarbeitung von Verbundwerkstoffen
Department Kunststofftechnik
Montanuniversität Leoben

Otto Glöckel Str. 2, 8700 Leoben, Österreich
Tel.: +43 (0)3842 402 2700
e-mail: Ralf.Schledjewski@unileoben.ac.at
Web: www.kunststofftechnik.at

Bitte vormerken:

20. Leobener Kunststoffkolloquium
Thematischer Schwerpunkt: LEICHTBAU
10. und 11. November 2011



© Lehrstuhl Verarbeitung von Verbundwerkstoffen
Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski



32
KUNSTSTOFF
TECHNIK
LEOBEN
VERARBEITUNG VON
VERBUNDWERKSTOFFEN