

Kurze Einführung in (Faser-)Verbundmaterial (engl.: composite)

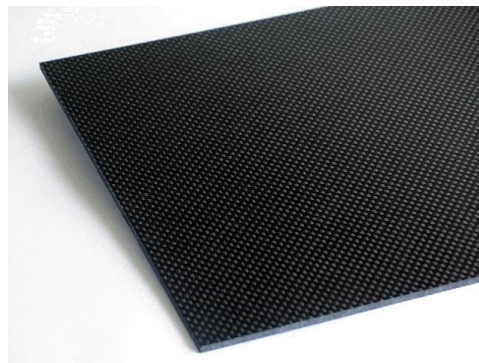
Definition

Ein Verbund- bzw. **Composite**-Material wird definiert als die Kombination aus zwei (oder mehr) Materialien, welches zu besseren Eigenschaften führt als die beiden Ausgangsstoffe alleine aufweisen.

Bei einem Faserverbund-Material sind die beiden Bestandteile eine **Verstärkung** und eine **Matrix** (in die die Verstärkung eingebettet ist)“



Verstärkung
(hier: Carbonfasern)



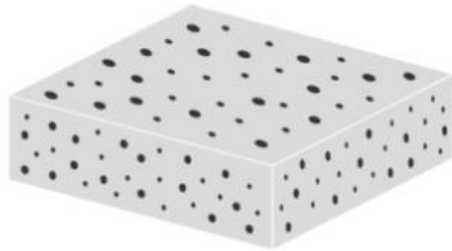
CFK Platte als Beispiel



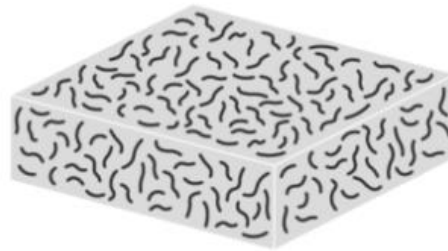
Matrix
(hier: Kunststoffharz)

Kurze Einführung in (Faser-)Verbundmaterial (engl.: composite)

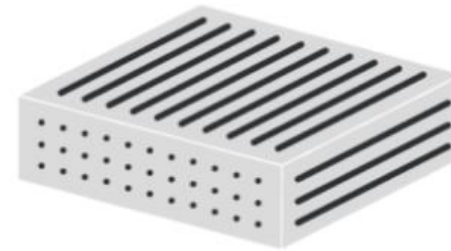
Faserverbund Verstehen



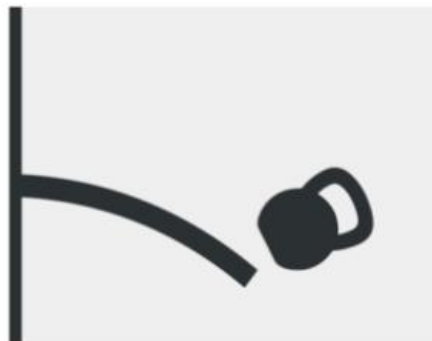
**Faserverbund
mit Partikeln**



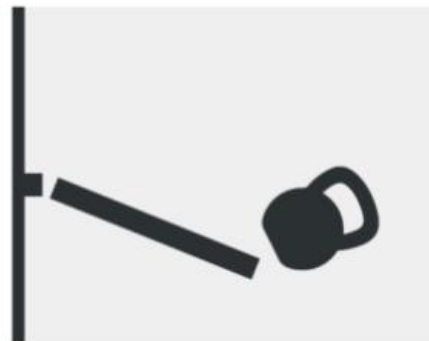
**Faserverbund
mit Kurzfasern**



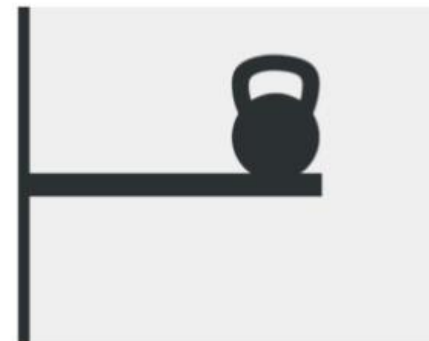
**Faserverbund
mit Endlos-Fasern**



Nicht steif genug



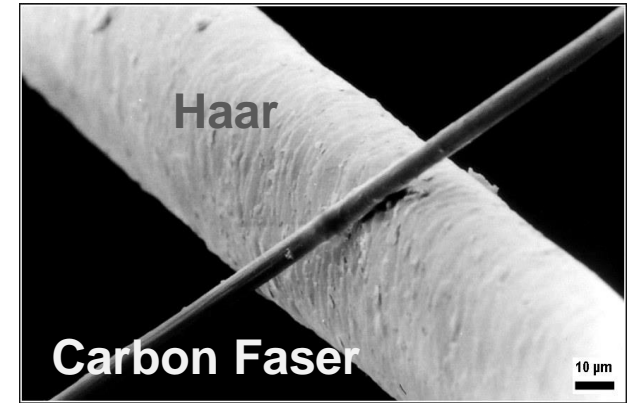
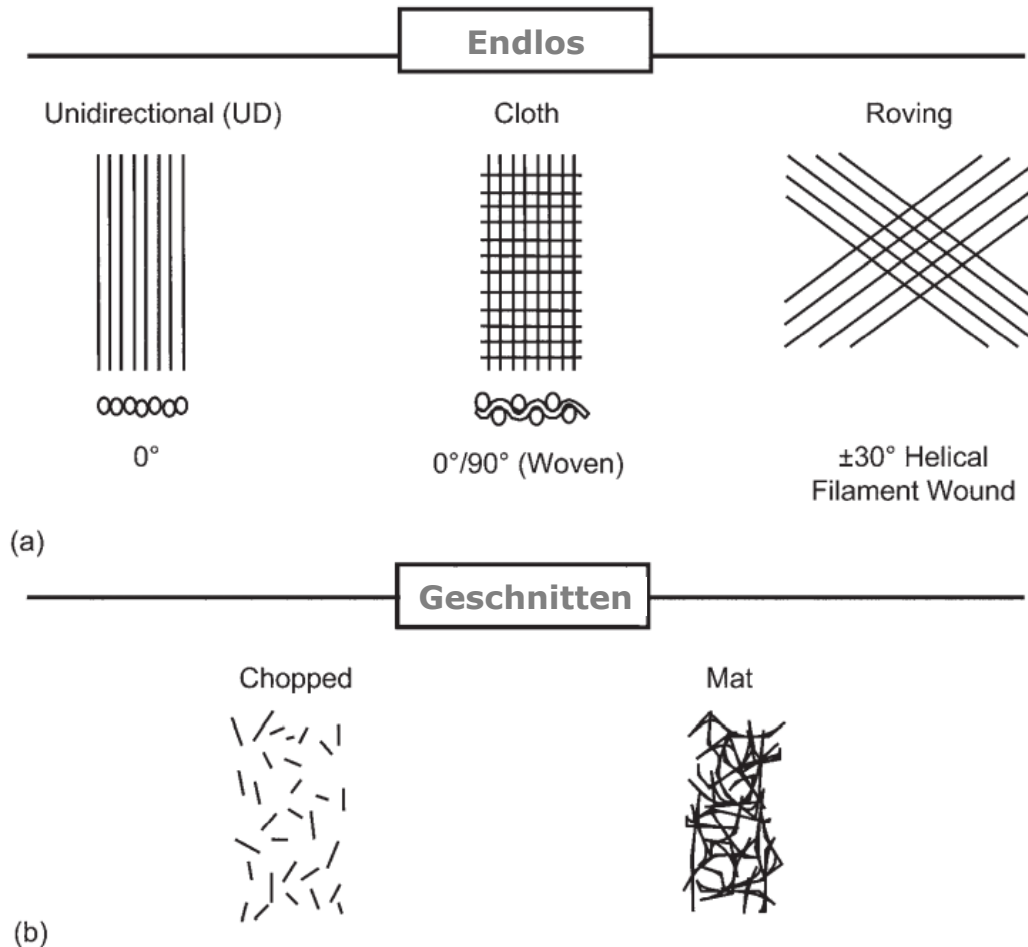
Nicht fest genug



Steif & fest

Kurze Einführung in (Faser-)Verbundmaterial (engl.: composite)

Verstärkungsfasern



Typische Verstärkungsfasern:

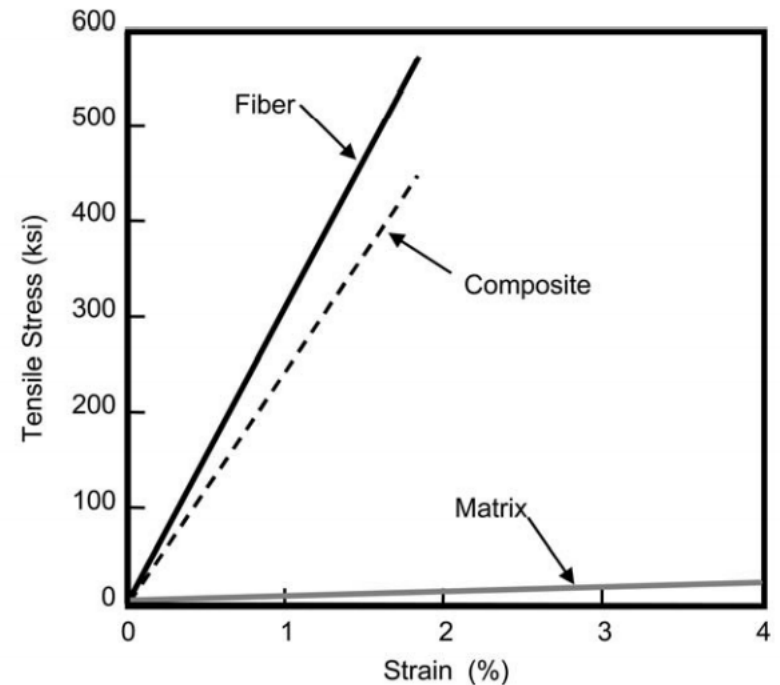
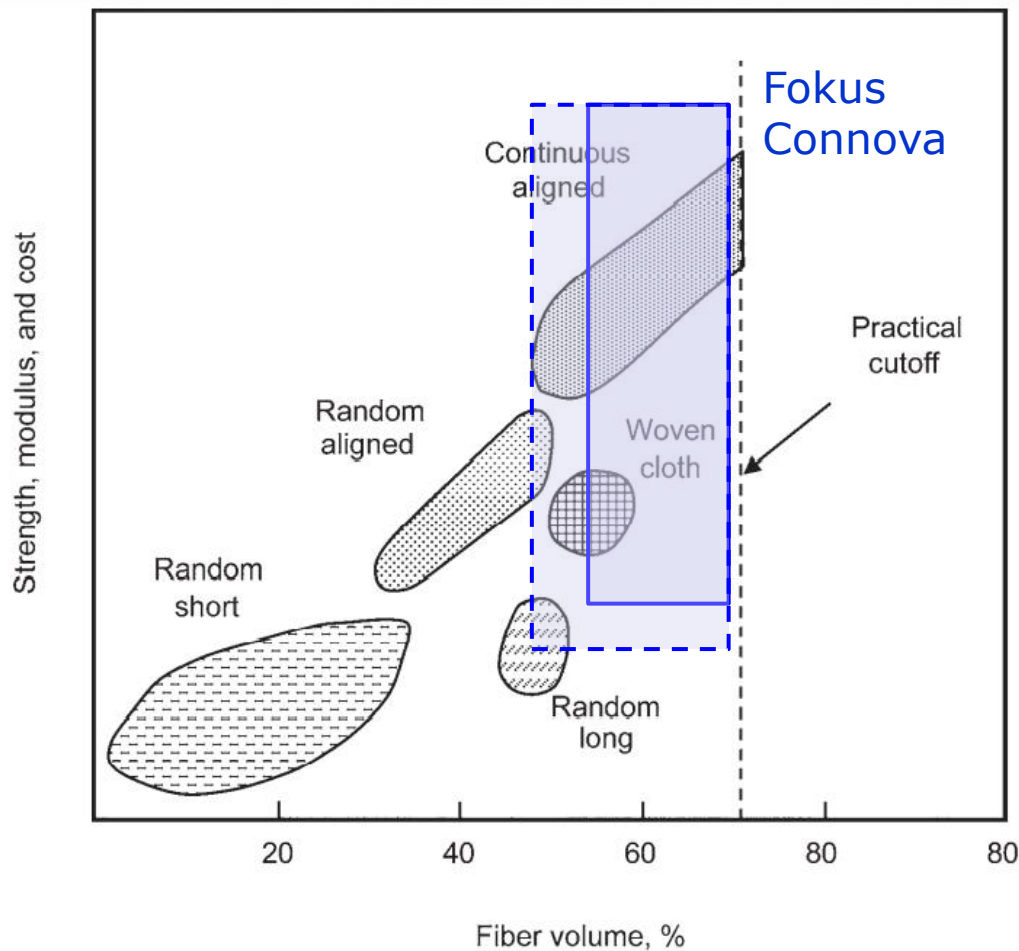
- Carbon
- Glas
- Aramid
- Naturfasern

Verschiedene Kategorien von Carbon-Fasern:

- High strength HT (hoch-fest)
- Intermediate IM (dazwischen)
- High modulus HM (hoch-steif)
- Ultra high mod. UHM (ultra-steif)

Kurze Einführung in (Faser-)Verbundmaterial (engl.: composite)

Verstärkungsfasern



Die mechanischen Eigenschaften als auch die Kosten werden im Wesentlichen von der Faser dominiert, weniger vom Harz.

Kurze Einführung in (Faser-)Verbundmaterial (engl.: composite)

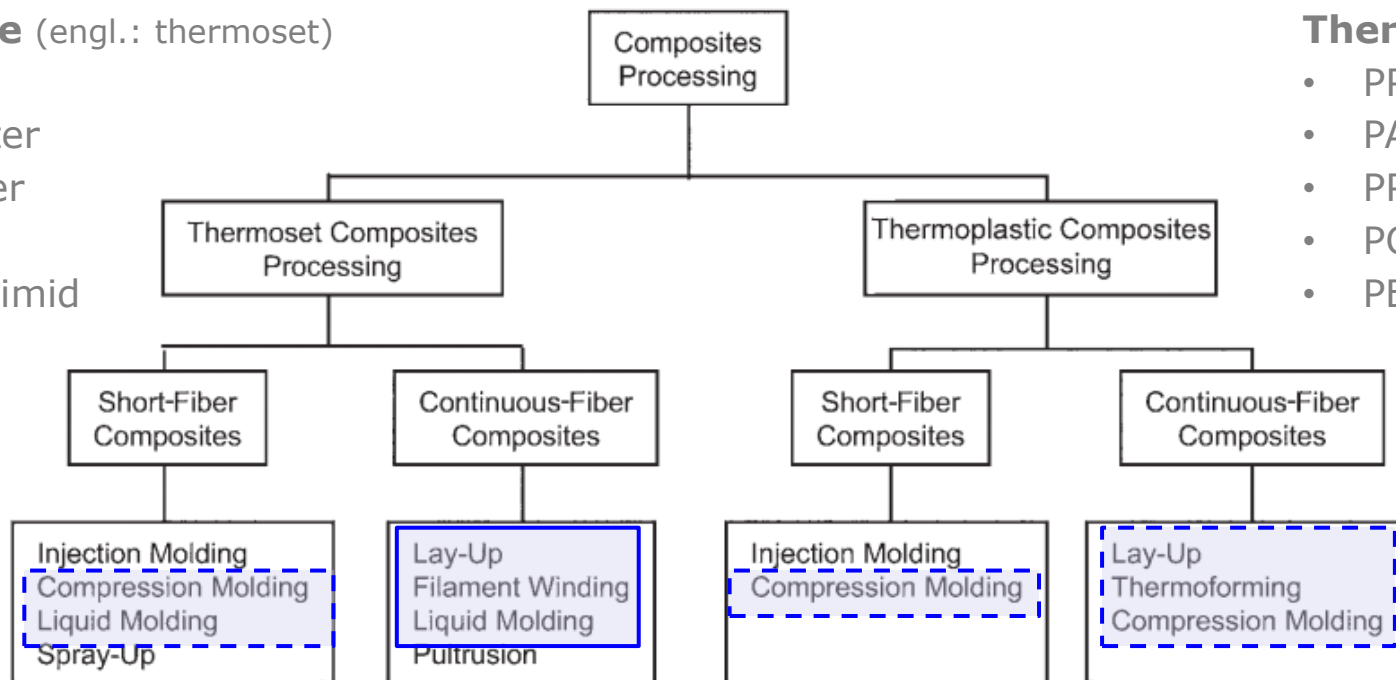
Einordnung nach Harzen und Fasertypen

Duroplaste (engl.: thermoset)

- Epoxid
- Vinylester
- Polyester
- Phenol
- Bismaleimid

Thermoplaste

- PP
- PA
- PPS
- PC
- PEEK



Prozess
möglich

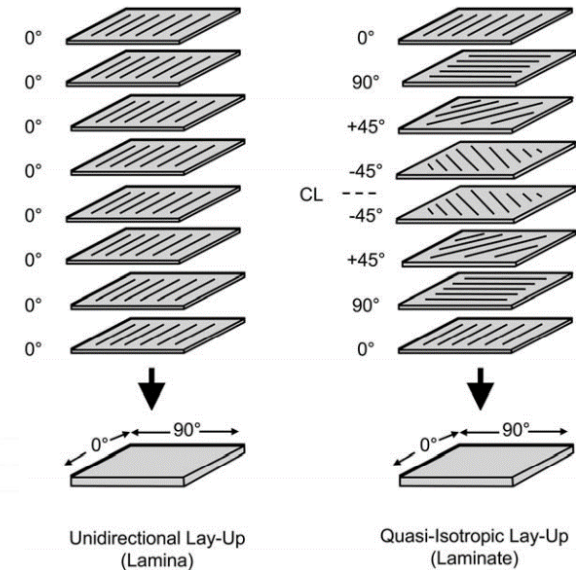
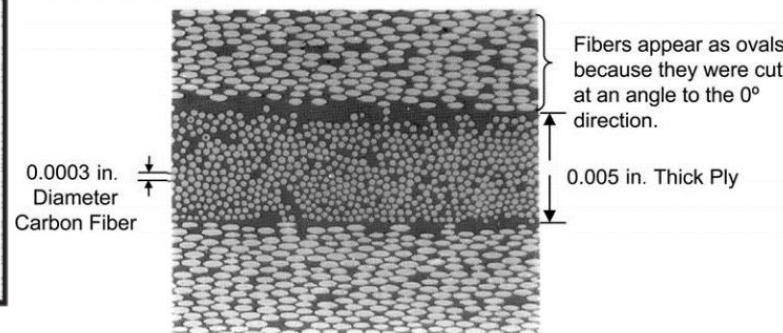
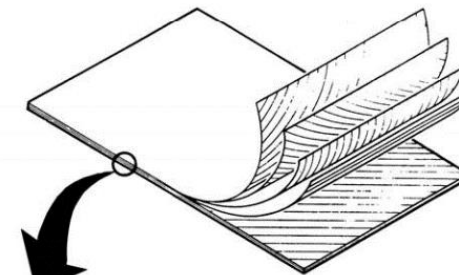
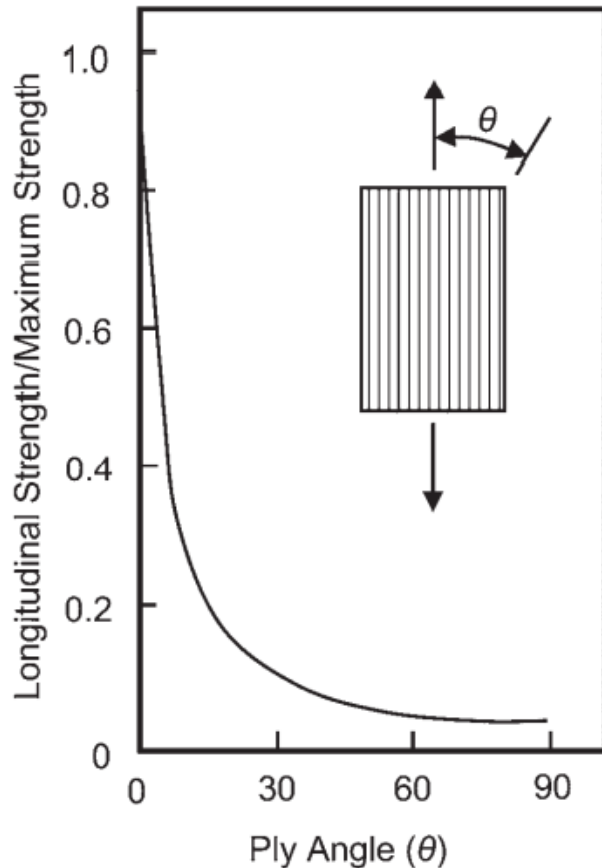
Fokus
Connova

Prozess
möglich

Prozess
möglich

Kurze Einführung in (Faser-)Verbundmaterial (engl.: composite)

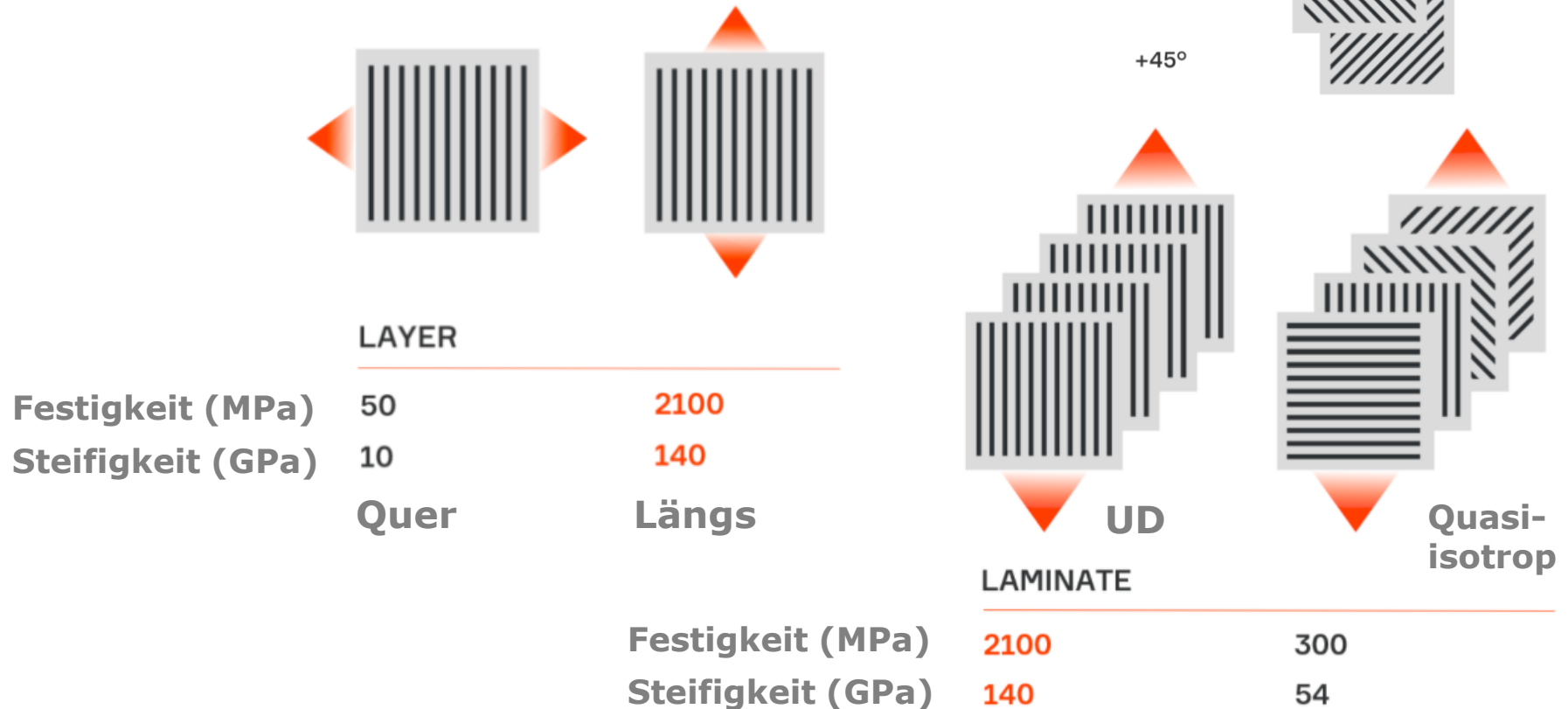
Das Prinzip von Laminaten bzw. die Bedeutung der Faserausrichtung



Die Kombination aus verschiedenen Faserwinkeln ergibt unterschiedliche Eigenschaften von Laminaten (Schichtaufbau aus versch. Lagen)

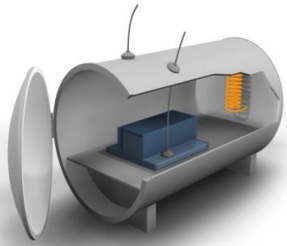
Kurze Einführung in (Faser-)Verbundmaterial (engl.: composite)

Mechanische Eigenschaften von Laminaten (einer Standard HT-Faser)



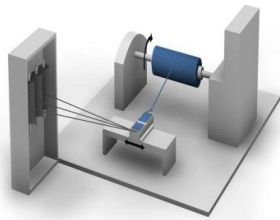
Kurze Einführung in (Faser-)Verbundmaterial (engl.: composite)

Herstellverfahren von Faserverbund-Werkstoffen



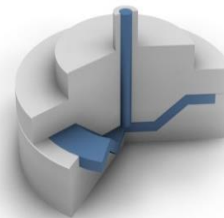
Autoclaving

- Component quality
- Reproducibility
- Design freedom
- Costs



Filament winding

- Automation
- Low tool costs
- Rotational symmetrical



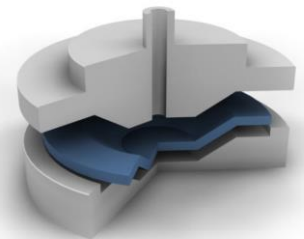
RTM

- Component quality
- Reproducibility
- Serial production



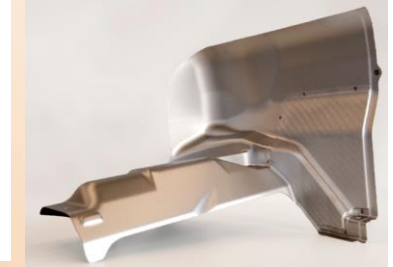
Infusion

- Big components
- Fiber volume
- Lower numbers of parts



Hot-pressing

- Component quality
- Flat components
- Serial production



Anwendungen von Faserverbund-Material

Typische Industrien & Marktsegmente

- Luftfahrt – Flugzeug- und Drohnen-Hersteller
- Raumfahrt – Raketen, Satelliten, Raumfahrzeuge, Raumteleskope
- Motorsport – Formel1 und weiteren Rennklassen inkl. Motorräder
- Automobil – GT-Fahrzeuge, Super-Sportwagen, Premium-Fahrzeuge
- Medizin – Röntgen-transparente Produkte, klinische aber leichte Produkte
- Automatis. – Roboterarme, schnell-bewegende bzw. -drehende Bauteile
- Öl & Gas – Pipelines, Behälter, Tanks
- Energie – Windrotorblätter, Hochdrucktanks (u.a. Wasserstoff-Tanks)
- Marine & Yacht – Segelboote, Renn-Yachten, Luxus-Yachten
- Sport & Freizeit – Fahrräder, Surfbretter, Tennis- & Golfschläger, Angelruten

Vorteile von Faserverbund-Material

Typische Eigenschaften

- Leichtes Gewicht aufgrund der höheren spezifischen Festigkeit bzw. Steifigkeit bezogen auf die Dichte (besonders bei Endlos-Verstärkung)
- Möglichkeit durch Ausrichtung der Fasern ein optimales und effizientes Tragverhalten einzustellen (“belastung-gerechtes Design”)
- Keine Korrosion im Vergleich zu Metallen
- Exzellente Widerstandsfähigkeit gegen einer Reihe von Chemikalien als auch gegen harsche Umgebungsbedingungen
- Deutliche geringere Werkstoff-Ermüdung bei dynamischen Lasten und somit längere Lebensdauern möglich
- In der Regel erreicht man mit Konstruktionen aus Faserverbund-Material eine höheren Integrationsgrad (weniger Einzelteile/Komponenten)

Vorteile von Faserverbund-Material

Brandschutz

- Chemisch betrachtet bestehen alle Polymere aus Kohlenwasserstoff-Ketten; wenn Feuer ausgesetzt, entflammen sie daher recht schnell und geben dabei eine große Menge an Wärme, Flammenbildung und Rauch ab
- Synthetische Fasern aus Glas, Carbon, Keramik sind von Haus aus schwer entflammbar wo hingegen natürliche Fasern stark brennbar sind
- Es gibt prinzipiell zwei Arten Brandschutz-Eigenschaften zu erreichen
 1. Beigabe von Additiven in die Polymer-Matrix (wie z.B. Alu-Hydroxid)
 2. Auftrag einer Brandschutz-Schicht auf die Bauteiloberfläche
- Das Angebot an Brandschutz-Additiven bzw. fertigen Brandschutz-Harzen ist sehr breit und für viele Anwendungen vorhanden und getestet
- Auch Angebote für Brandschutz-Beschichtungen oder Farben – meistens intumeszierend – gibt es immer mehr, aber sind tendenziell jedoch teurer
- Für extreme Bedingungen können auch Kombinationen aus beiden Prinzipien sinnvoll sein

Back-up: UL 94 (from Wikipedia)

UL 94, the Standard for Safety of Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances testing, is a plastics flammability standard released by Underwriters Laboratories of the United States.

The standard determines the material's tendency to either extinguish or spread the flame once the specimen has been ignited.

UL-94 is now harmonized with IEC 60707, 60695-11-10 and 60695-11-20 and ISO 9772 and 9773.

Classifications from lowest (least flame-retardant) to highest (most flame-retardant):

- HB slow burning on a horizontal specimen; burning rate < 76 mm/min for thickness < 3 mm or burning stops before 100 mm
- V-2 burning stops within 30 seconds on a vertical specimen; drips of flaming particles are allowed.
- V-1 burning stops within 30 seconds on a vertical specimen; drips of particles allowed as long as they are not inflamed.
- **V-0 burning stops within 10 seconds on a vertical specimen; drips of particles allowed as long as they are not inflamed.**