

Gestalten von Werkstücken aus FVK + Verklebungen



Triathlon-Fahrrad aus Kohlefaser/Epoxydharz
(Karl Bodenhöfer, Waltenhofen)

Quellen:

Gestalten von Werkstücken aus FVK
VDI-Richtlinie 2012 *Gestalten von Werkstücken aus GFK*, Beuth-Verlag

Einführung in die Technologie der Faserverbundwerkstoffe, Hanser-Verlag, bei R&G erhältlich unter
Bestell-Nr. 380 109-1

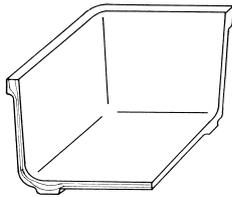
Kleben
Der Text enthält Auszüge und Grafiken aus dem Buch **Kleben** von Gerd Habenicht, Vieweg-Verlag,
R&G Bestell-Nr. 380 125-1

Gestalten von Werkstücken aus FVK

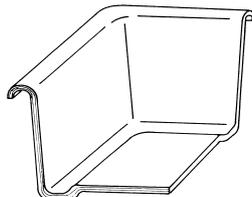
Grundregeln nach VDI-Richtlinie

Wanddicken

- Die Wanddicke und der Laminataufbau sollten möglichst gleichmäßig sein.
- Harzanreicherungen z.B. in Vertiefungen und Kanten führen zu Eigenspannungen, Verzug und Reißbildungen.
- Ecken und Kanten müssen mit ausreichenden Radien versehen sein.

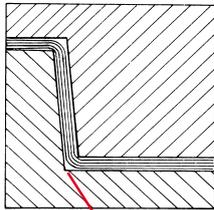


Ungünstige Bauteilgestaltung
Harzansammlungen in der Kante und der Verdickung des Behälterbodens führen zu Schwindungsrissen.

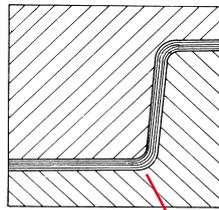


Günstige Bauteilgestaltung
Spannungsrisse werden vermieden, besserer Kraftfluß im Verstärkungsmaterial. Höhere Formsteifigkeit bei geringerem Gewicht.

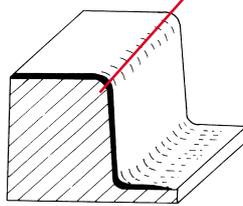
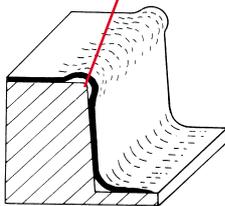
Gestaltung von Ecken und Kanten



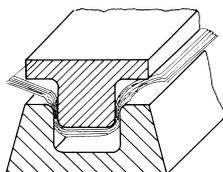
Ungünstig! Zu kleine Radien



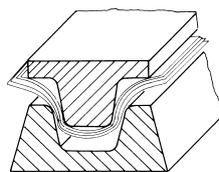
Besser: ausreichende Radien



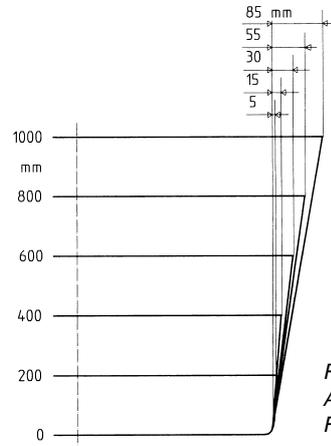
Entformungsschrägen



Falsch!
Seitenflächen haben keine oder nicht ausreichende Neigungen



Richtig:
Seitenflächen haben ausreichende Neigungen

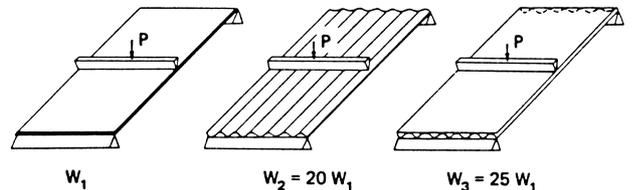


Richtwerte für die Seitenneigung in Abhängigkeit von der Tiefe des Formteils

Versteifungen

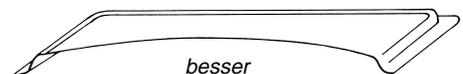
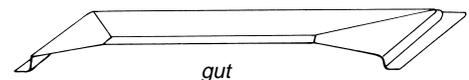
Zur Versteifung von Bauteilen bestehen folgende Möglichkeiten:

- Bauteilgestaltung mit räumlicher Tragwirkung
- Versteifen durch Sicken oder aufgeklebte bzw. einlamierte Profile
- Sandwichkonstruktionen (erhöhte Wandstärke durch Einlaminieren eines leichten, druckfesten Kernwerkstoffes wie z.B. Aramidwaben, Schäume, Balsaholz etc.).



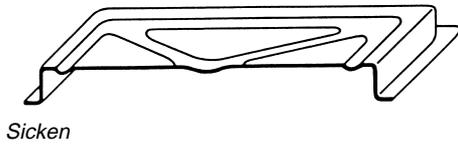
Durch Formgebung verändertes Widerstandsmoment W bei gleichem Querschnitt F

Versteifung durch **Gestalten mit räumlicher Tragwirkung**. Diese Art der Versteifung ist werkstoffgerecht. Das Formteil kann in einem Arbeitsgang gefertigt werden.

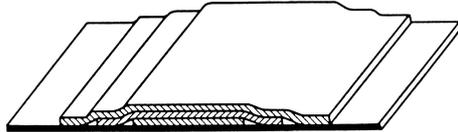


Versteifung durch Sicken oder aufgeklebte bzw. auflamierte Profile.

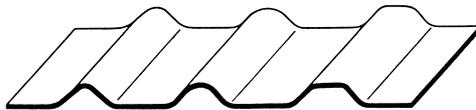
Ist ein Gestalten mit räumlicher Tragwirkung nicht möglich, so bieten sich die folgenden Versteifungsmöglichkeiten an:



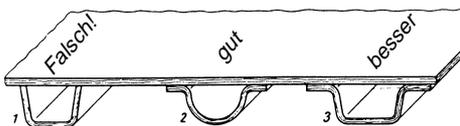
Sicken



zusätzliche Verstärkungslagen

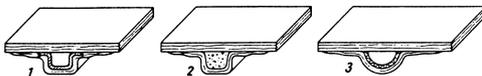


Profilierung



aufgeklebte Profile

- 1) Falsch! Zu kleine Klebefläche, schlechte Verbindung
- 2) gute Verklebung
- 3) besser, größeres Widerstandsmoment

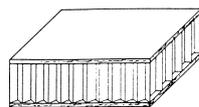


auflamierte Profile und verschiedene Werkstoffe als Kerne

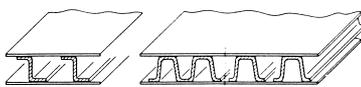
- 1) Aluminium
- 2) Hartschaum oder Holz
- 3) Pappe oder halbiertes Kunststoffschlauch

Versteifen durch Verbundbauweise (Sandwichkonstruktionen)

Die Verbundbauweise stellt die optimale Lösung für flächige Bauteile mit geringem Gewicht und hoher Steifigkeit dar. Als Kernmaterial werden verwendet: Aramid- und Aluminiumwaben, Hartschäume (z.B. aus Polystyrol, PVC, Polyurethan, PMMA), Holzwerkstoffe (z.B. Balsaholz) und Profile aller Art.



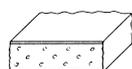
Waben



Profile

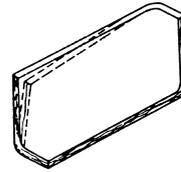


Holz

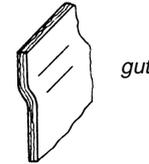


Schaumstoff

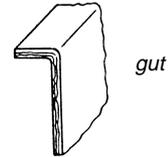
Versteifen von Bauteilkanten



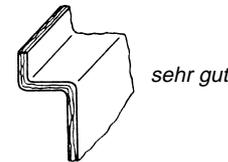
Glatte Abschlusskanten sind ungünstig, Wandungen neigen zum Durchbiegen



gut



gut



sehr gut

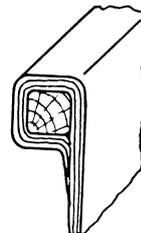


sehr gut

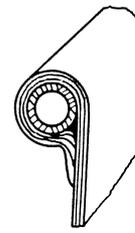


Vollkante, vorzugsweise für Preßmassen, Mattenlaminat bzw. Rovings geeignet

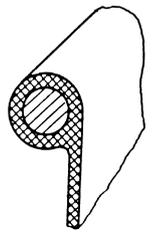
Einbettungen zur Versteifung von Abschlusskanten.



Holz

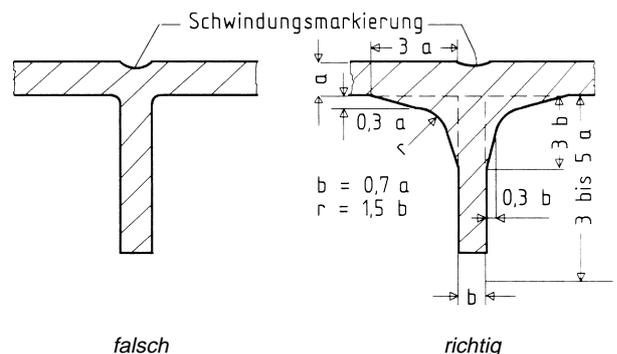


Metallrohr



Stabmaterial

Gestaltung von Rippen



falsch

richtig

Verklebungen

Klebstoffe auf Basis Cyanacrylat (Sekundenkleber) und Epoxydharz besitzen eine ausgezeichnete Haftung auf unterschiedlichen Werkstoffen. Sie werden für die Verklebung von Kunststoffen, Metallen, Holz, Glas, Beton, Keramik u.a. eingesetzt. Für die **Festigkeit** einer Verklebung sind folgende Klebstoffeigenschaften entscheidend:

- die Festigkeit des Klebstoffes (Kohäsion = Zusammenhangskraft);
- die Klebkraft/Haftfähigkeit an Oberflächen (Adhäsion).

Oberflächenvorbereitung

Das Säubern der Klebeflächen dient der Entfernung von anhaftenden festen Schichten wie Schmutz, Rost, Zunder, Farben, Lacken etc. Es wird vorzugsweise auf mechanischem Wege mittels Schleifen und Bürsten durchgeführt. Selbst für gering beanspruchte Klebungen ist das Säubern eine Grundvoraussetzung für die angestrebte Festigkeit einer Klebung, da Fremdschichten von vornherein als Ausgangspunkt für Klebfugenbrüche anzusehen sind.

Passendmachen

Hierunter versteht man das Entfernen von Schnittgraten und -bei größeren Klebeflächen- das Richten der Fügeiteile als Voraussetzung für parallele Klebfugen.

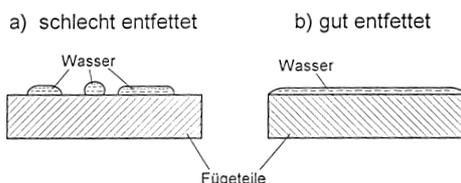
Entfetten

Das Entfetten kann mittels organischer Lösemittel oder heißem (ca. 60 - 80 °C), mit flüssigem Reinigungsmittel (ca. 1 - 3 %) versetztem Wasser erfolgen. Hierbei ist allerdings darauf zu achten, daß z.B. Spülmittel geringe Anteile an Silikonverbindungen enthalten können, die bei Verbleiben auf der Oberfläche eine Benetzung erschweren.

Die Entfettung ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für eine einwandfreie Benetzung, daher sollte sie in jedem Fall erfolgen, unabhängig davon, ob eine weitere Oberflächenbehandlung erfolgt oder nicht.

Als **Lösemittel** eignen sich verschiedene Alkohole, Aceton und andere; nur in besonderen Fällen sollten die früher häufig verwendeten chlorierten Kohlenwasserstoffe (CKW) wie z.B. Chloroform, Methylenchlorid, Tri-, Tetra usw. eingesetzt werden. CKW's sind gesundheitsschädlich und biologisch schwer abbaubar.

Zur Kontrolle der Entfettung kann destilliertes Wasser aufgetropft werden:



Chemische Vorbehandlung

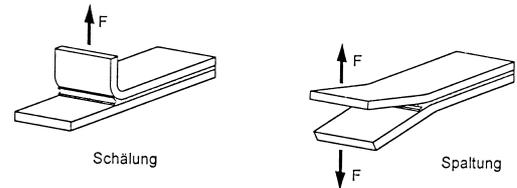
Die vorgenannten Verfahren der Oberflächen-Vorbehandlung (Entfetten und Aufräumen) reichen in den meisten Fällen aus; sie sind auch verhältnismäßig einfach anzuwenden.

Für höchste Anforderungen ist eine weitergehende chemische Behandlung erforderlich. Die Festigkeitssteigerung beträgt bis zu 20 %.

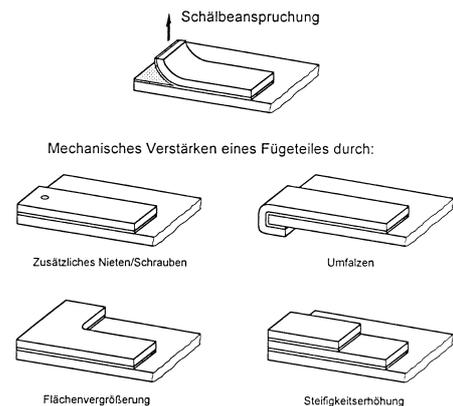
Chemikalienbäder eignen sich wegen ihrer komplizierten Handhabung (Herstellung, Gebrauch, Entsorgung) im Regelfall nicht für eine einzelne Anwendung, sondern nur für die Serie. Der Umgang damit stellt hohe Anforderungen an die Sorgfalt des Verarbeiters und ist nur Fachleuten zu empfehlen. Rezepturen für Ätzbäder finden sich in der Fachliteratur bzw. können bei R&G angefordert werden.

Gestaltung von Klebungen

Klebungen müssen so gestaltet sein, daß die angreifenden Kräfte nicht zu einem Schalen oder Spalten in der Klebschicht führen können:



Konstruktive Möglichkeiten zur Vermeidung der Schälbeanspruchung



Beispiele für ungünstige und günstige klebtechnische Gestaltungen

ungünstige Gestaltung

günstige Gestaltung

