

*Extrem leicht.*

**Extrem fest.**

**TUBUS**  **WABEN**  
*Verarbeitungshinweise*

# Ausführungen der Tubus Wabe

Tubus Honeycomb PP unkaschiert



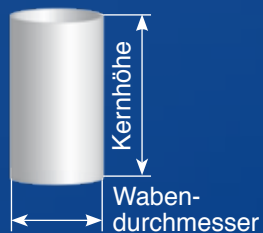
Tubus Honeycomb PP kaschiert  
Polyester-Vlies beidseitig



Tubus Honeycomb PP kaschiert  
Polypropylen-Folie beidseitig  
Polyester-Vlies beidseitig



## Aufbau der Tubus Wabe



# Inhalt

## dieser Broschüre

---

Tubus Waben sind innovative Kerne für extrem leichte und zugleich hochfeste Leichtbauprodukte. Sie erfüllen höchste Anforderungen an Präzision und Haltbarkeit. Im Folgenden geben wir Ihnen Empfehlungen zur optimalen Ver- und Bearbeitung von Tubus Waben.

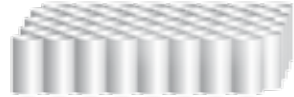
- 4 Verschweißen  
von Decklagen und Wabenmatte
- 6 Verkleben  
von Decklagen und Wabenmatte
- 8 Laminieren  
von Decklagen auf die Wabenmatte
- 10 Kaltes und Warmes Verformen  
von Tubus Waben
- 12 Befestigungsmöglichkeiten  
in der Wabe / auf der Wabe / in der Deckschicht
- 14 Krafteinleitungen  
bei Tubus Waben gestalten
- 15 Mechanische Festigkeiten  
von Sandwichkonstruktionen und -platten

# Verschweißen

von Decklagen und Wabenmatte

1

**TUBUS  WABEN**  
mit offenen Zellen



2

## Verschweißen von Decklagen und Wabenmatte

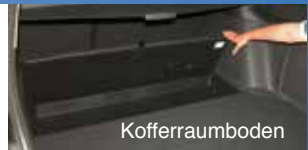
Tubus Waben lassen sich bei Einwirkung von Wärme und Druck in kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Verfahren verschweißen. Dies ist mit oder ohne Zusatzwerkstoff möglich. Die zu verschweißenden Werkstoffe werden dabei über ihre Schmelztemperatur hinaus erwärmt und in einen fließfähigen Zustand gebracht. Da dies für unterschiedliche Kunststoffe bei verschiedenen Temperaturen geschieht, können neben artgleichen nur Kunststoffe mit ähnlichen Schmelzindizes miteinander verschweißt werden.

Beispiele für Verfahren:

- Kaschieren
- Heißkleben
- Heißpressen

3

Leichtbauteil



# Deckschichten

Vorzugsweise setzt man Faser-Matrix-Halbzeuge mit thermoplastischer Matrix ein. Unter Faser-Matrix-Halbzeugen versteht man Materialien aus Verstärkungsfasern, die mit einer Kunststoffmatrix getränkt sind.

## Beispiele für Deckschichten:

- Textilien auf Polyolefin-Basis
- Teppiche auf Polyolefin-Basis
- Vliese
- Gewebe/Gelege auf Polyolefin-Basis
- Hybridgewebe mit Polyolefinanteil

# Lieferbarkeit

## von Tubus Waben mit offenen Zellen

Raumgewichte		60 -120 kg/m <sup>3</sup>
Abmessungen	Länge*	1000 - 2900 mm
	Breite*	850 - 1400 mm
	Kernhöhe	5 - 100 mm (jedes Zehntel)
Toleranzen	Länge/Breite	+/- 4,00 mm
	Kernhöhe	+/- 0,35 mm

\* Abweichende Abmessungen auf Anfrage

# Verkleben

von Decklagen und Wabenmatte

1

**TUBUS  WABEN**  
mit Polyestervlies



2

## Verkleben

von Decklagen und Wabenmatte

Die Klebstoffauswahl wird maßgeblich von der Haftung zur Deckschicht bestimmt. Die Haftung im Vlies ist rein mechanisch. Luft einschüsse in der Klebung sollten vermieden werden, denn diese vermindern die Festigkeitswerte massiv und können bei Erwärmung der Wabenplatte, z.B. durch Sonneneinstrahlung, zu Beulen führen.

Beispiele für Verfahren:

- kontinuierliche und diskontinuierliche Verfahren
- Warm-, Kalt- und Vakuumpressen

Beispiele für Klebstoffe:

- 1-K / 2-K-Polyurethan-Klebstoff (PUR)
- Schmelzklebstoff
- Reaktionsklebstoff

3

Sandwich-Paneel



# Deckschichten

Beim Verkleben können die Deckschichten aus thermoplastischen, duroplastischen oder anderen Materialien gewählt werden.

Beispiele für Deckschichten:

- glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK)
- Prepreg
- Glasfasermatten-Thermoplast (GMT)
- Metall (z.B. Aluminium, Stahl, Edelstahl)
- Holz, Sperrholz, HPL, Dekor, Stein,
- Anti-Rutsch-Belag

## Lieferbarkeit

von Tubus Waben mit Polyestervlies

Raumgewichte		60 -120 kg/m <sup>3</sup>
Vliesstärken		30 - 120 g/m <sup>2</sup>
Abmessungen	Länge*	800 - 3000 mm
	Breite*	600 - 1500 mm
	Kernhöhe	5 - 65 mm (jedes Zehntel)
Toleranzen	Länge/Breite	+/- 4,00 mm
	Kernhöhe	+/- 0,15 mm

\* Abweichende Abmessungen auf Anfrage

# Laminieren

von Decklagen auf die Wabenmatte

1

**TUBUS**  **WABEN**  
mit Folie und Vlies



## Laminieren von Decklagen auf die Wabenmatte

Tubus Waben lassen sich in unterschiedlichen Laminierverfahren zu Sandwichbauteilen und -formteilen verarbeiten. Dabei werden die Deckschichten in eine Harzmatrix eingebettet und mit der Wabenmatte verbunden.

2

### Beispiele für Verfahren:

- Handauflegeverfahren (mit Vakuumpressen)
- Faserspritzen
- Vakuuminfusion
- Light-RTM

### Beispiele für Harze:

- Polyurethanharz
- Polyesterharz
- Epoxidharz
- Phenolharz

3

Panel / Formteil





## Deckschichten

Für die Decklamine sind unterschiedliche Materialkombinationen möglich, die mit dem Wabenkern harmonisieren müssen.

Um ein optimales Ergebnis zu erreichen, sollte deshalb für jedes Bauteil eine individuelle Deckschicht ausgewählt werden.

Beispiele für Deckschichten:

- glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK)
- Metall (z. B. Aluminium, Stahl, Edelstahl)
- Holz, Sperrholz, HPL, Dekor, Stein
- Anti-Rutsch-Belag

## Lieferbarkeit

von Tubus Waben mit Folie und Vlies

Raumgewichte		60 - 120 kg/m <sup>3</sup>
Folienstärken		75 µm und 140 µm
Vliesstärken		30 - 120 g/m <sup>2</sup>
Abmessungen	Länge*	800 - 3000 mm
	Breite*	600 - 1500 mm
	Kernhöhe	5 - 65 mm (jedes Zehntel)
Toleranzen	Länge/Breite	+/- 4,00 mm
	Kernhöhe	+/- 0,15 mm

\* Abweichende Abmessungen auf Anfrage

# Kaltes Verformen

von **TUBUS**  **WABEN**

---

Tubus Waben mit geringen Dicken können bei Raumtemperatur unter Zuhilfenahme von Druck bzw. Vakuum sowie Harz oder Kleber in großen Radien kalt verformt werden. Hierzu muss das Sandwichbauteil in das Formwerkzeug eingelegt und fixiert werden. Nach Aushärtung des Harzes oder des Klebers bleibt die neue Form erhalten.

## Laminataufbau

Die Laminatschichten werden mittels Harz oder Kleber auf die Wabenmatte aufgebracht.



## Formgebung

Verformen der laminierten Wabenmatte in einer Form mit Gegenform oder auf einer Form unter Vakuum.



## Aushärtung

Nach der Aushärtung des Harzes oder Klebers kann das Formteil entnommen und weiter verarbeitet werden.

# Warmes Verformen

von **TUBUS**  **WABEN**

---

Tubus Waben bestehen aus einem thermoplastischen Werkstoff, der sich in einem bestimmten Temperaturbereich verformen lässt. Dieser Vorgang ist reversibel, das heißt er kann durch Abkühlung und Wiedererwärmung beliebig oft wiederholt werden, solange nicht durch Überhitzung die sogenannte thermische Zersetzung des Materials einsetzt.

## Erwärmung

Die Wabenmatte wird z.B. mithilfe eines Ofens, Infrarot-Strahlung oder einer geheizten Form aufgewärmt.



## Formgebung

Die Wabenmatte erhält in der Form ihre neue Kontur.



## Abkühlung

Die Wabenmatte wird bei Raumtemperatur oder in einer gekühlten Form abgekühlt.

# Befestigungsmöglichkeiten

von **TUBUS**  **WABEN**

## Befestigung in der Wabe

Aussparung der Wabe an  
der Position des späteren  
Fixpunktes vorsehen.



- Einleger z.B. aus Aluminium, Sperrholz, Ureol oder spezielles Sandwich-Befestigungselement einsetzen und verkleben
- alternativ den Hohlraum mit Harz füllen
- mit der Deckschicht verschließen

## Befestigung auf der Wabe

Glasmatte an der Position  
des späteren Fixpunktes  
lochen



- speziellen Befestiger (für Laminat geeignet) an die Glasmatte anschrauben
- Befestiger in das Laminat einbauen

## Befestigung in der Deckschicht

Deckschicht durchbohren



- z.B. Blindniet, Gewindeeinsatz, Einnietmutter oder spezielles Sandwich-Befestigungselement einsetzen
- eingesetztes Element befestigen

# Krafteinleitungen

bei **TUBUS**  **WABEN** gestalten

---

Besondere Aufmerksamkeit ist bei der Gestaltung von Krafteinleitungen erforderlich, da Belastungen direkt in die Deckschicht eingeleitet werden müssen.

Kräfte sollten möglichst als Schubbelastung in Ebenenrichtung in das Sandwich eingeleitet werden. Im Bereich der Krafteinleitung wird der Wabekern z.B. mit einem Harz-Microballon-Gemisch aufgefüllt. Je nach Höhe der Belastung sollten die Deckschichten ggf. lokal mit zusätzlichen Decklagen verstärkt werden.

Zur Einleitung von Momenten oder Kräften senkrecht zur Sandwichebene ist in den meisten Fällen eine geeignete Anordnung von Spanten, Rippen oder ähnlichen Einbauten erforderlich.

Bei Stoßbelastungen mit unterschiedlichen Belastungsrichtungen hat es sich zudem als günstig erwiesen, das Wabensandwich im Bereich der Krafteinleitung durch eine verstärkte Deckschicht zu ersetzen.

# Mechanische Festigkeiten

## von Sandwichkonstruktionen und -platten

---

Eine allgemeingültige Formel zur Berechnung der mechanischen Eigenschaften von Sandwichplatten lässt sich nicht aufstellen.

Für die Gewährleistung der mechanischen Festigkeiten von Sandwichkonstruktionen, -platten und -paneelen sind sowohl das Kernmaterial als auch die Deckschichten verantwortlich. Dabei muss das Verhältnis von den Deckschichten zum Kernmaterial stimmen.

Berechnungsgrundlagen aus der Literatur gelten nur bei definierten Verhältnissen von Gesamtdicke, Deckschichtdicke, Kernmaterial und Deckschichtmaterial in bestimmten Bereichen.

Anwendungstechnische Hinweise und Empfehlungen sind unverbindlich und ohne Gewähr. Sie entsprechen unserem derzeitigen Kenntnisstand und entbinden den Verwender von Tubus Waben nicht davon, die Produkte auf ihre Eignung für den vorgesehenen Verwendungszweck in eigener Verantwortung selbst zu prüfen.

## **TUBUS WABEN GmbH & Co. KG**

Industrie- und Gewerbegebiet 11  
D - 07426 Königsee-Rottenbach

Telefon: +49 36739 318-0

Fax: +49 36739 318-88

E-Mail: [info@tubus-waben.de](mailto:info@tubus-waben.de)

Web: [www.tubus-waben.de](http://www.tubus-waben.de)