

Faserverbundbauweisen mit VAKUUMTECHNIK

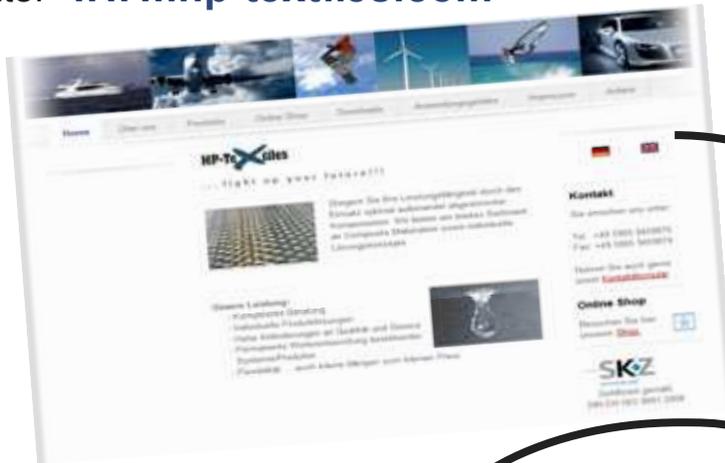
Neu!!! Das IMC/MTI-Verfahren



Produkte oder Infos zu Produkten finden –

immer aktuell und jederzeit abrufbar!

unter www.hp-textiles.com



Link zum Onlineshop:
www.hp-textiles.com/shop



Einfach einen Suchbegriff oder die Artikelnummer (im weiteren Verlauf blau und fett dargestellt) im Suchfeld unseres Onlineshops eingeben und Sie erhalten sämtliche Infos zu den Produkten...

...immer aktuell:

- **Preise, gestaffelt nach Mengen**
- **Verfügbarkeiten der Produkte**
- **Datenblätter**
- **Infos zu Rabattaktionen**
- **Sonderposten, 1B Ware, 2.-Wahl Artikel**
- **VIDEOS**

...oder fordern Sie unseren aktuellen Produktkatalog an!



TIPP

Besuchen Sie unseren Onlineshop! Hier halten wir umfangreiche Verarbeitungsanleitungen zum kostenlosen Download bereit. Außerdem finden Sie hier Videos zur Verarbeitung!

Gerne beraten und informieren wir Sie auch telefonisch, per Mail oder Fax:

Homepage: www.hp-textiles.com
Onlineshop: www.hp-textiles.com/shop

E-Mail: info@hp-textiles.com
Tel.: 05905 945 98 70
Fax: 05905 945 98 74

HP-TeXtiles



Inhaltsverzeichnis...

	Seite(n)
1. HINTERGRUND	
... warum Vakuum?	4
... physikalische Grundlagen	4
... der berühmte Versuch von Otto von Guericke	4
2. DER VERGLEICH	
... Handlaminieren, Vakuumkompression, Vakuuminfusion & IMC/MTI-Verfahren	5
3. DIE HERKÖMMLICHEN VERFAHREN	
VAKUUMKOMPRESSION - Schritt für Schritt erklärt	6
... Übersicht: Aufbau Vakuumkompression	6
... Trennmittel auftragen	6
... Fasertränkung	7
... Hilfsmittel für die Vakuumkompression aufbringen	8
... Vakuum-Ringleitung anbringen	9
... Abdichten mit Vakuumfolie und Vakuumdichtband	9
... Dichtheitsprobe	9
VAKUUMINFUSION - Schritt für Schritt erklärt	10
... Übersicht: Aufbau Vakuuminfusion	10
... Trennmittel auftragen	10
... einlegen und fixieren der trockenen Verstärkungslagen	11
... Hilfsmittel für die Vakuuminfusion aufbringen	12
... Vakuum-Ringleitung anbringen	13
... Abdichten mit Vakuumfolie und Dichtband	13
... Anschlüsse einarbeiten	14
... Dichtheitsprobe	14
... Infusion	15
4. DIE INNOVATIVE ENTWICKLUNG	
... Das IMC/MTI-VERFAHREN	16
... In-Mould Coating	17
... MTI [®] -Leitung	18-19
5. BEISPIELE HERGESTELLTER BAUTEILE	20

© Dieses Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf deshalb der vorherigen schriftlichen Einwilligung durch die Firma HP-Textiles GmbH.

Die Angaben dieser Praxisanleitung wurden nach bestem Wissen zusammengestellt und entsprechen unserem derzeitigen Erkenntnisstand. —> Aufgrund der Marktdynamik behalten wir uns kurzfristige Revisionen jedoch jederzeit vor.

Eine Verbindlichkeit / Gewährleistung für das Verarbeitungsergebnis im Einzelfall, können wir jedoch aufgrund der Vielzahl der Anwendungsmöglichkeiten und der außerhalb unseres Einflusses liegenden Lagerungs- und Verarbeitungsbedingungen unserer Produkte nicht übernehmen. Bei Verwendung und Verarbeitung der Produkte ist stets das jeweils aktuelle Produktdatenblatt zu beachten. Außerdem gelten unsere allgemeinen Geschäftsbedingungen. Wir raten generell zu Vorversuchen.

Mit Erscheinen einer neuen Revision dieser Praxishilfe, bzw. der Produktdatenblätter werden alle früheren Ausgaben und daraus resultierenden Daten ungültig.

1. HINTERGRUND - warum Vakuum ?

In einem Faser-Kunststoff-Verbund erfolgt die Lastenaufnahme in erster Linie durch die Fasern.

Zum Erreichen hoher Festigkeiten sollten Verbundbauteile daher einen möglichst hohen Anteil an Fasern aufweisen. Setzt man diesen Faseranteil in das Verhältnis zum Laminat, erhält man den Faservolumenanteil (FVA).

Ein hoher FVA wird am Einfachsten durch die Verdichtung (Kompression) vor und während der Aushärtung erreicht.

Um nicht aufwendig mit Pressen, Formen und Gegenformen arbeiten zu müssen, werden die Lamine luftdicht abgeschlossen und evakuiert.

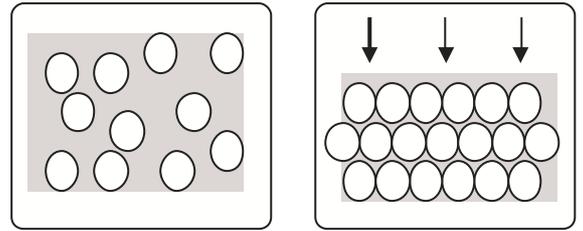


Abb. 1 u. 2: Ein schematisch dargestelltes Laminat im Querschnitt.

Links mit geringem Faservolumenanteil, rechts nach Komprimierung mit hohem FVA.

... physikalische Grundlagen

Der mittlere Luftdruck der Atmosphäre, also die Gewichtskraft der Luftsäule auf eine bestimmte Fläche, beträgt ca. 1bar. Daraus resultiert eine Gewichtskraft der „Luft“ von ca. 10t/m², oder 1kg/cm².

Da dieser Luftdruck um uns herum und von allen Seiten gleich anliegt, macht sich diese Kraft nicht ohne Weiteres bemerkbar.

Bei der Vakuumtechnik wird ein künstliches Ungleichgewicht hergestellt, in dem die Luft unter der Vakuumfolie abgesaugt wird. Dadurch kann der Luftdruck das Bauteil mit einem Großteil seiner Kräfte (also mehrere Tonnen pro m²!) komprimieren.

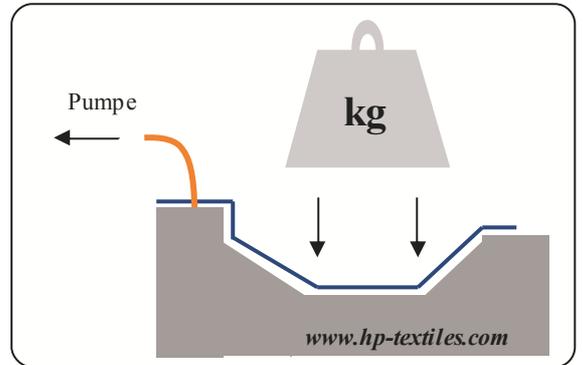


Abb. 3: Der atmosphärische Anpressdruck.

Der berühmte Versuch von Otto von Guericke



Abb. 4: Versuch von Otto von Guericke

Lange Zeit war umstritten, ob es in einem Raum, der nichts enthält, ein Vakuum gibt. Otto von Guericke (1602-1686) ging dieser Frage nach. Nach einigen erfolglosen Versuchen gelang ihm mit zwei glatt aufeinander liegenden kupfernen Halbkugeln und einer mit Wachs-Terpentin-Mischung getränkten Lederdichtung ein luftdichtes Behältnis herzustellen, welches er auspumpte. Die Original-Anordnung ist im Deutschen Museum zu besichtigen.

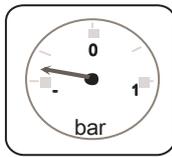


2. DER VERGLEICH:



= Handlaminieren

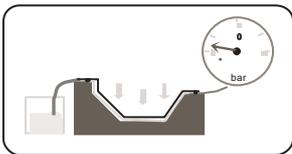
- Einfachste Verfahren zur Herstellung von Faserverbundbauteilen
- Einzelne Faserschichten werden von Hand getränkt
- Kostengünstige Herstellung geringer Stückzahlen
- Eher geringer Faservolumenanteil



= Vakuumkompression

- Von Hand getränkte Fasern werden nachträglich unter Vakuum verdichtet
- Vorteil: Deutliche Qualitätsverbesserung gegenüber Handlaminaten

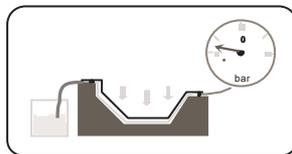
→ mehr zur *Vakuumkompression* ab S. 6



= Vakuuminfusion

- Faserlagen werden trocken in Form gelegt
- Nach Herstellung des Vakuums wird dünnflüssiges Infusionsharz eingesaugt
- Vorteil: Entlüftung, Harztränkung und Verdichtung geschieht in einem Arbeitsgang
- Ergebnis: sehr hoher Faservolumenanteil

→ mehr zur *Vakuuminfusion* ab S. 10

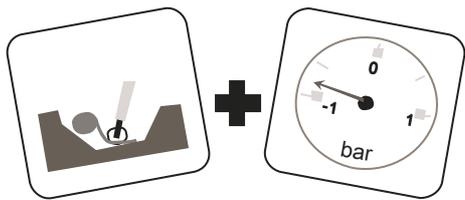


= IMC/MTI-Verfahren

- Weiterentwicklung des Vakuuminfusionsverfahrens
- Kombiniert Vorteile der Vakuuminfusion, mit denen des In Mould Coatings und der Membran Tube Infusion
- Vorteile: Deutliche Kostenreduzierung
Hohe Haftung zwischen Lack und Laminate - auch nach Wochen überlaminierbar
Erhöhung der Prozesssicherheit
Optimierte Bauteilqualität - bessere Oberflächenqualität, Minimierung von Lufteinschlüssen und Dry-Spots

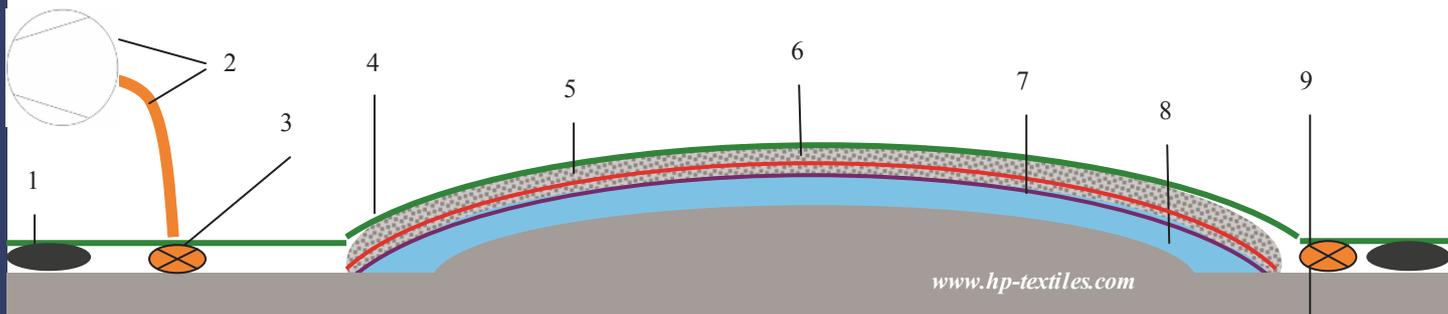
→ mehr zum *IMC/MTI-Verfahren* ab S. 16

3. Die herkömmlichen Vakuumverfahren:



VAKUUMKOMPRESSION

Materialaufbau Vakuumkompression



www.hp-textiles.com

Bezeichnung	Material	Artikel
1 - Vakuumdichtband	Butylkautschuk	HP-ST12X3
2 - Vakuumschlauch + Pumpe		
3 - Vakuurringleitung	PE-Spiralschlauch	HP-ST060, ST080 o. ST100
→ NEU: alternativ MTI® - Leitung	HP-MTI	→ weitere Erklärung auf Seite 18 u. 19
4 - Vakuumdichtfolie	PA/PE/PA-Verbund, 60µm	HP-VF060
5 - Saugvlies	Polyestervlies 150g/m ² , vernadelt	HP-VP150P
6 - Lochfolie	HDPE, 27µm	HP-RF25/110
7 - Abreißgewebe	Polyamid	HP-P83P o. HP-P105T
8 - Bauteil / Laminat		
9 - Mit Trennmitteln behandelte Form		

Abb. 5: Aufbau Vakuumkompression

SCHRITT 1: Trennmittel auftragen

Zunächst wird die Form gereinigt und mit geeigneten Trennmitteln versehen. Hierzu eignet sich z. B. ein Aufbau aus Grundierwachs **HP-G** und Folientrennmittel **HP-PVA**. Diese Kombination sorgt für eine hohe Trennsicherheit, da diese ZWISCHEN den beiden Trennmitteln und nicht an der Ebene zum Bauteil oder der Form erfolgt.

Für einen besonders hohen Oberflächenglanz kann auch unser Carnaubawachs **HP-CX7** oder das Trennmittel **HP-BM17** eingesetzt werden.



Abb. 6: Trennmittel

→ eine Auswahlhilfe zu möglichen Trennmitteln finden Sie in unserem Onlineshop / Rubrik: Trennmittel



SCHRITT 2: Fasertränkung

... Auswahl der Verstärkungsfaser

Je nach gewünschter Eigenschaft, werden die Verstärkungslagen (Gewebe, Gelege,..., Glas, Carbon, Aramid,...) ausgewählt und zugeschnitten.

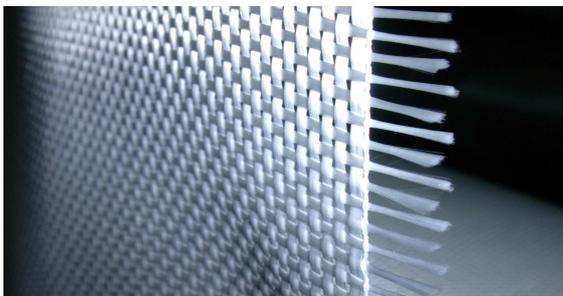


Abb. 7+ 8: Glasfasergewebe (links) und Carbongelege (rechts) in der Nahaufnahme.



→ Hilfe zur Auswahl der optimalen Verstärkungsfaser finden Sie im Onlineshop in den jeweiligen Produktkategorien, sowie in der Praxishilfe „Epoxidharze im Bootsbau“ (als kostenloser Download im Onlineshop)

... Laminierharz anmischen

Das Laminierharz wird gemäß der jeweiligen Angaben im Datenblatt eingewogen. Hierbei ist das Mischungsverhältnis genau einzuhalten und die Ansatzgröße auf die Umgebungstemperaturen und das Härungsverhalten abzustimmen.

Um einer zu starken Temperaturentwicklung entgegen zu wirken, sollte das Laminierharz zur Verarbeitung in ein flaches Gefäß (Farbwanne) überführt werden.

→ Details entnehmen Sie bitte dem Datenblatt des jew. Epoxi-Systems

... tränken der Verstärkungslagen

Zu Beginn der Laminierarbeiten wird zunächst etwas angemischtes Laminierharz auf einen Teil der Fläche aufgetragen. Auf diese wird nun die zugeschnittene Verstärkungslage (Gewebe, Gelege, Vlies,...) aufgebracht und sorgfältig mit Harz getränkt.

Ausreichend getränktes Glasfasergewebe wird nach kurzer Zeit durchscheinender.

Abb. 9: Entlüften der einzelnen Verstärkungslagen mit einem Querrillen-Entlüftungsroller.



Laminierharze für die Vakuumkompression:

Neben den Standard Laminierharzen **HP-E28L**, **HP-E55L** und **HP-E110L** besonders zu empfehlen:

Die Hochlast-Epoxidharze **HP-E29L**, **HP-E56L** und **HP-E111L**!

Vorteile:

- sehr gute Benetzung der Verstärkungsfaser
- kalthärtend, bei Raumtemperatur entformbar
- hoher Vernetzungsgrad
- verbesserte physiologische Verträglichkeit

Abb. 10: Epoxi Hochlastharze aus dem Hause HP-Textiles.



SCHRITT 3: Hilfsmittel für Vakuumkompression aufbringen

Unmittelbar nach dem Laminieren werden Abreißgewebe (z. B. **HP-T105P**) und Lochfolie (**HP-RF25/110**) auf das noch nasse Laminat aufgelegt. Das Abreißgewebe hinterlässt die gewohnte Oberflächenstruktur und durch die Lochfolie lässt sich später das Saugvlies wesentlich besser entfernen.

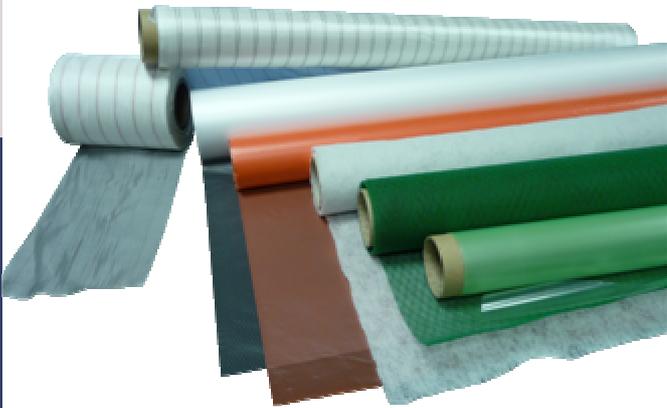


Abb. 11: benötigte Materialien für die Vakuumverfahren



Abb. 12: Lochfolie in der Nahaufnahme.

Um ein gleichmäßiges Absaugen zu ermöglichen, wird zusätzlich mit einem Saugvlies (z. B. **HP-VP150P**) gearbeitet.

TIPP

Nutzen Sie Lochfolie! Legen Sie das Vakuumvlies nie direkt auf das Abreißgewebe. Bei Verwendung ohne Lochfolie besteht die Gefahr, dass sich das Saugvlies nicht mehr vom Untergrund lösen lässt und so das Bauteil ruiniert...

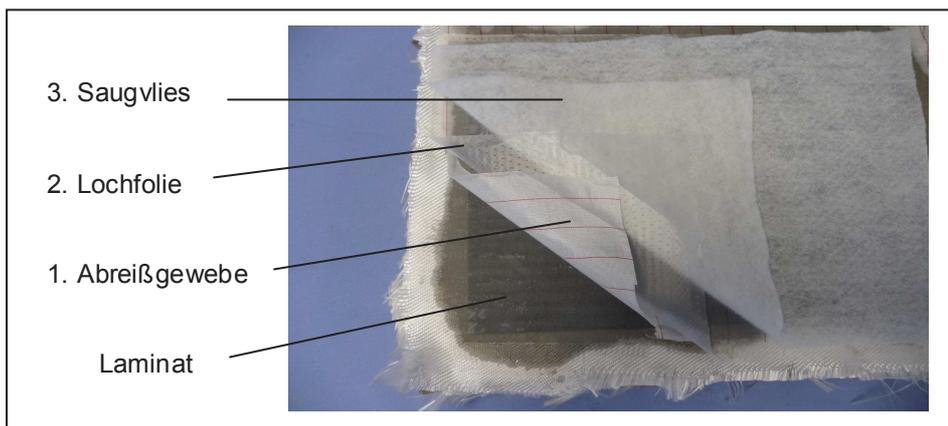


Abb. 13: Aufbau der Hilfsmaterialien für das Vakuumkompressionsverfahren.

Funktionsweisen der einzelnen Produkte für das **Vakuumkompressionsverfahren**:

- 1. Abreißgewebe → hinterlässt gleichmäßig angeraute Oberfläche (z. B. **HP-T105P**)
- 2. Lochfolie → erleichtert die Trennung zwischen Saugvlies und Abreißgewebe (Art. Bez.: **HP-RF25/110**)
- 3. Saugvlies → sorgt für ein gleichmäßiges Vakuum, nimmt das überschüssige Harz auf und begünstigt so eine gleichmäßige Bauteilstärke (z. B. **HP-VP150P** (150g/m², weiß) oder **HP-VP80P** (80g/m², schwarz))



SCHRITT 4: Vakuum-Ringleitung anbringen

„Alte Methode“: SPIRALSCHLAUCH als Ringleitung

Als „klassische“ Saugleitung dient oftmals ein Spiralschlauch mit einem Innendurchmesser zwischen 6 und 10mm.

(**HP-ST060**, **HP-ST080** o. **HP-ST100**)

Um eine gleichmäßige Absaugung zu ermöglichen, wird dieser dann meist ringförmig um den gesamten Formenrand angeordnet und mit Vakuumdichtband (**HP-ST12X3**) fixiert.



Abb. 14: Vakuumdichtband („Tacky-Tape“).



Abb. 15: Die mit Vakuum-Dichtband fixierte Spiralleitung am Formenrand.

Die beiden Enden können anschließend einfach zu einem gemeinsamen Anschluss für den Saugschlauch verbunden und mit Klebeband umwickelt werden.

SCHRITT 5: Abdichten mit Vakuumfolie und Vakuumdichtband

Hierzu wird zunächst das Vakuumdichtband am Formenrand aufgeklebt. Entfernen Sie den rückseitigen Trägerfilm zunächst noch NICHT vollständig sondern immer nur in kleinen Abschnitten.

Anschließend drücken Sie die Vakuumfolie **HP-VF060** gleichmäßig in das Dichtband **HP-ST12X3** an den Formenrand.

Achten Sie immer darauf, dass die Vakuumfolie großzügig bemessen ist.



Arbeiten Sie Abnäher („Ohren“) mit ein, indem Sie das Dichtband abschnittsweise für einige cm zusammenkleben.

Abb. 16: eingearbeitete Abnäher („Ohren“).

So vermeiden Sie -besonders bei komplizierten Bauteilen- zu hohe Spannungen in der Folie.

TIPP

Oftmals ist es sinnvoller, direkt die Vakuumfolie und nicht den Formenrand mit Dichtungsband zu versehen!
Die großzügige Bemessung erfordert zwar etwas Übung und Geschick, erspart jedoch das vorherige Einarbeiten von Abnähern in die teilweise aufgeklebte Vakuumdichtfolie.

SCHRITT 6: Dichtheitsprobe

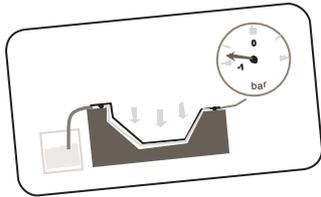
Wenn alle Materialien sauber aufgelegt und abgedichtet sind, sollte eine Dichtheitsprobe durchgeführt werden.

Hierzu wird versuchsweise das Vakuum aufgebaut.

Nun sollte sich die Folie eng um die Form legen und alles, entsprechend der Pumpenleistung, verdichten. Ist dieses nicht der Fall, müssen alle Abdichtungen sorgfältig überprüft werden.

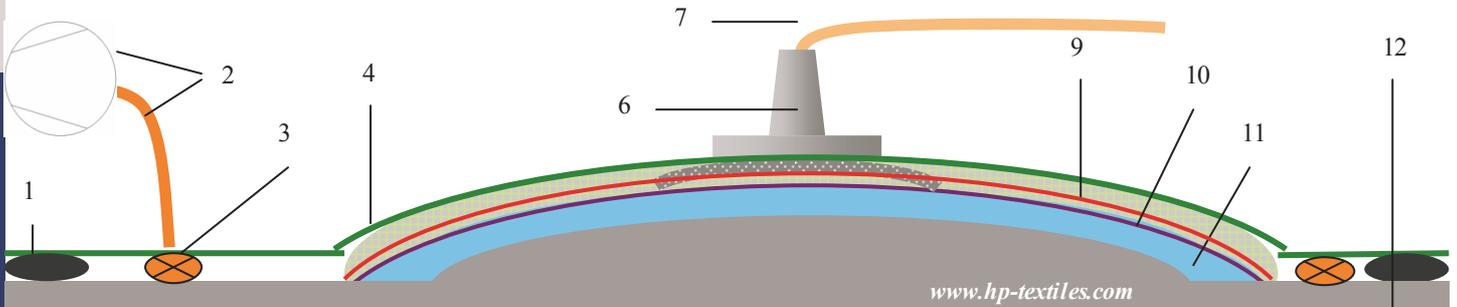
Für professionelle Anwendungen empfiehlt sich ein Ultraschall-Lecksuchgerät.

Ein 100% abgedichtetes Bauteil muss das angelegte Vakuum problemlos auch längere Zeit halten!



VAKUUMINFUSION

Materialaufbau Vakuuminfusion



www.hp-textiles.com

Bezeichnung	Material	Artikel
1 - Vakuumdichtband	Butylkautschuk	HP-ST12X3
2 - Vakuumschlauch + Pumpe		
3 - Vakuumringleitung	PE-Spiralschlauch	HP-ST060, ST080 o. ST100
→ NEU: alternativ MTI® - Leitung	HP-MTI	→ weitere Erklärung auf den Seiten 18 u. 19
4 - Vakuumdichtfolie	PA/PE/PA-Verbund, 60µm	HP-VF060
alt. Fließhilfe	PE 145g/m ² , Breite 100cm	HP-IM145/100
6 - Anschluss		
7 - Leitung für die Harzzufuhr		
9 - Lochfolie	HDPE, 27µm	HP-RF25/110
10 - Abreißgewebe	Polyamid	HP-P83P o. HP-T105P
11 - Bauteil / Laminat		
12 - mit Trennmitteln behandelte Form		

Abb. 17: Aufbau Vakuuminfusion

SCHRITT 1: Trennmittel auftragen

Zunächst wird die Form gereinigt und mit geeigneten Trennmitteln versehen. Hierzu eignet sich z. B. ein Aufbau aus Grundierwachs **HP-G** und Folientrennmittel **HP-PVA**. Diese Kombination sorgt für eine hohe Trennsicherheit, da diese ZWISCHEN den beiden Trennmitteln und nicht an der Ebene zum Bauteil oder der Form erfolgt.

Für einen besonders hohen Oberflächenglanz kann auch unser Carnaubawachs **HP-CX7** oder das Trennmittel **HP-BM17** eingesetzt werden.



Abb. 18: Trennmittel

→ eine Auswahlhilfe zu möglichen Trennmitteln finden Sie in unserem Onlineshop / Rubrik: Trennmittel



SCHRITT 2: Einlegen und Fixieren der trockenen Verstärkungslagen

Im Gegensatz zum Vakuumkompressionsverfahren, werden im Infusionsverfahren sämtliche Verstärkungsfasern (Gewebe, Gelege, usw. ...) trocken in die Form gelegt und unter Vakuum direkt mit Harz durchtränkt.

Um die Verstärkungsfasern gezielt platzieren zu können, werden Sie bei Bedarf mit geringen Mengen Sprühkleber fixiert.



Abb. 19 + 20: fixieren der Gewebelagen.

Wichtig: Verwenden Sie möglichst wenig Sprühkleber, da eine Überdosierung die Zwischenlagenhaftung reduzieren kann.

Außerdem kann sich das Material bei Überdosierung (in Sichtteilen) an der Oberfläche abzeichnen.

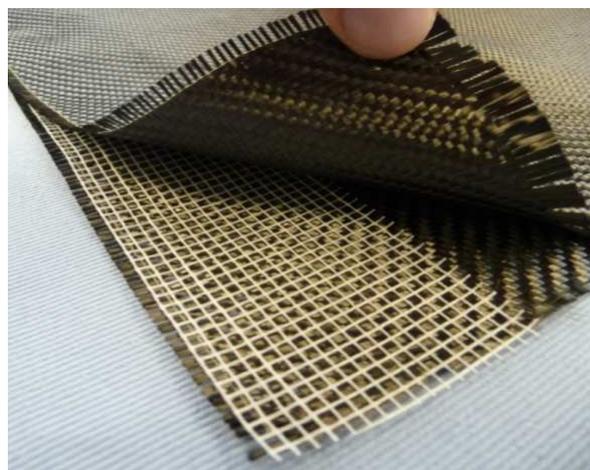


Abb. 21 + 22: selbstklebendes Glasfaser-Gitter-Gewebeband [HP-AM075/050](#). (links: auf Rolle, rechts im Einsatz)

Alternativ werden die einzelnen Lagen mit dem Glasfaser-Gitter-Gewebeband [HP-AM075/050](#) fixiert.

Vorteil: Dieses besteht aus einem Glasfasergewebe und kann somit im Laminat bleiben.

TIPPS

1. Vermeiden Sie nachträgliche Korrekturarbeiten am bereits fixierten Gewebe. Die Trennmittelschicht könnte durch erneutes Ablösen des Gewebes vom Untergrund Schaden nehmen.

2. Kleben Sie ggf. die äußeren Schnittkanten der Verstärkungsfasern mit einem Klebeband ab. So vermeiden Sie Beschädigungen beim Abschälen des Abreißgewebes. (z. B. Tesa, 20mm)

SCHRITT 3: Hilfsmittel für Vakuuminfusion aufbringen

Für das Vakuuminfusionsverfahren werden die Hilfsmittel ähnlich aufgebaut, wie beim Kompressionsverfahren.

Um einen gerichteten Harzfluss zu unterstützen, wird hier jedoch das Saugvlies durch die Fließhilfe **HP-IM145/100** ersetzt.

Fixieren Sie zunächst das **Abreißgewebe** (z. B. **HP-T105P**) mit geringen Mengen des Sprühklebers auf den Verstärkungsmaterialien.

Das Abreißgewebe sorgt für die bekannte, gleichmäßig angeraute (Rückseiten-) Struktur.

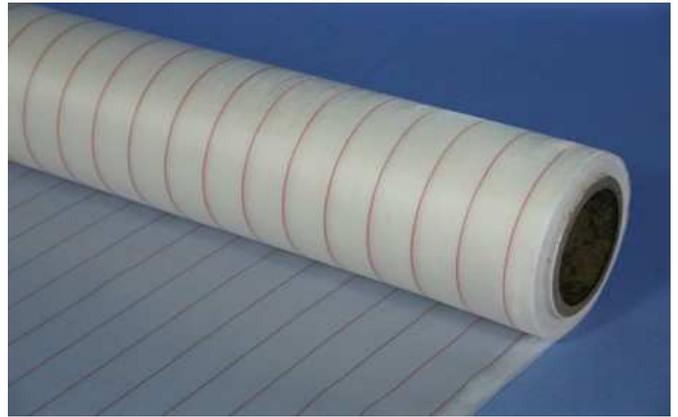


Abb. 23: Abreißgewebe mit roten Kennfäden.



Abb.24: ...nach dem Aushärten entsprechendes Entfernen des Abreißgewebes.

Auf die Lochfolie legen Sie nun unsere **Fließhilfe HP-IM145/100**.

Diese ermöglicht einen ungehinderten horizontalen Harzfluss und begünstigt so die Ausbildung einer gleichmäßigen Laminatstruktur durch eine homogene Verteilung zu allen Seiten.

Halten Sie auch hier bei allen Materialien einige cm Abstand zum Rand ein, damit Spiralschlauch oder MTI®-Leitung fixiert werden können.

Auf das Abreißgewebe wird die **Lochfolie HP-RF25/110** gelegt und bei Bedarf ebenfalls fixiert. Beide Produkte lassen überschüssiges Harz durch und unterstützen so den senkrechten Fließprozess in das Laminat.

Die Lochfolie ermöglicht später außerdem eine leichtere Trennung der Fließhilfe vom Abreißgewebe.



Abb. 25: Fließhilfe (nur für Vakuuminfusion).

Funktion der einzelnen Produkte für das **Vakuuminfusionsverfahren**:

- Abreißgewebe → hinterlässt gleichmäßig angeraute Oberfläche (z. B. **HP-T105P**)
- Lochfolie → erleichtert die Trennung zwischen Fließhilfe und Abreißgewebe (Art. Bez.: **HP-RF25/110**)
- Fließhilfe → sorgt für ein gleichmäßiges Vakuum, nimmt das überschüssige Harz auf und begünstigt so eine gleichmäßige Bauteilstärke (**HP-IM145/100**)

SCHRITT 4: Vakuum-Ringleitung anbringen

„Alte Methode“: SPIRALSCHLAUCH als Ringleitung

Auch im Vakuuminfusionsverfahren dient ein Spiralschlauch als Ringleitung.

Um eine gleichmäßige Absaugung zu ermöglichen, wird dieser dann, meist ringförmig, um den gesamten Formenrand angeordnet und mit Vakuumdichtband (**HP-ST12X3**) fixiert.

Die beiden Enden können anschließend einfach zu einem gemeinsamen Anschluss für den Saugschlauch verbunden und mit geeignetem Klebeband umwickelt werden.



Abb. 26: Die Spiralleitung am Beuteilrand.

SCHRITT 5: Abdichten mit Vakuumfolie und Vakuumdichtband

Hierzu wird zunächst das Vakuumdichtband **HP-ST12X3** am Formenrand aufgeklebt. Entfernen Sie den rückseitigen Trägerfilm zunächst noch NICHT vollständig, sondern immer nur in kleinen Abschnitten.

Anschließend drücken Sie die Vakuumfolie **HP-VF060** gleichmäßig in das Dichtband am Formenrand.

Achten Sie immer darauf, dass die Vakuumfolie großzügig bemessen ist.

Arbeiten Sie Abnäher („Ohren“) mit ein, indem Sie das Dichtband abschnittsweise für einige cm zusammenkleben.

So vermeiden Sie -besonders bei komplizierten Bauteilen- zu hohe Spannungen in der Folie.



Abb. 27: Die Materialien im Einsatz.

TIPP

Oftmals ist es sinnvoller, direkt die Vakuumfolie und nicht den Formenrand mit Dichtungsband zu versehen!

Die großzügige Bemessung erfordert zwar etwas Übung und Geschick, erspart jedoch das vorherige Einarbeiten von Abnähern in die bereits aufgeklebte Vakuumdichtfolie.

Hinweis zur Wiederverwertung der Hilfsmitteln (Vakuumkompression oder Vakuuminfusion):

Bei allen aufgeführten Materialien (Abreißgewebe, Lochfolie, MTI[®]-Leitung,...) handelt es sich um Einwegartikel. Von einem erneuten Einsatz wird abgeraten, da u. U. die Funktionsfähigkeit nicht mehr gegeben ist.

SCHRITT 6: Anschlüsse einarbeiten

Anschlusspunkte zur Harzeinleitung sollten Sie möglichst so einarbeiten, dass das gesamte Objekt von diesem Punkt aus gut infundiert werden kann. In der Regel wählt man hierfür zentrale Stellen aus. So kann das Harz die Fasern tränken und die Luft nach außen (also in Richtung der Ringleitung) verdrängen. Anschlüsse können sowohl vor dem Abdichten, als auch nachträglich eingearbeitet werden. Oftmals ist es sinnvoll, die Saugleitung vorab mit einzuarbeiten.



Abb. 28: Zentraler Anschluss der Infusionsleitung.

Infusionsleitung einarbeiten:

Wickeln Sie zunächst etwas Vakuumdichtband (**HP-ST12X3**) um die Zufuhrleitung. (Abb. 29, A)

Schneiden Sie anschließend ein etwa 10 x 10 cm großes Stück Folie zu. Versehen Sie dieses ebenfalls mit einem kleinen Loch. Danach dichten Sie das Folienstück an den Rändern ab. Nun können Sie den Schlauch durch die Öffnung der Folie führen, sodass die Öffnung durch das Vakuumdichtband an der Leitung abgeschlossen wird.

Das Vakuumdichtband, in der Mitte (am Schlauch) und am Rand, sollte sich jetzt auf der selben Seite der Folie befinden. (Abb. 29, B)

Führen Sie nun das überstehende Ende der Zufuhrleitung durch den Schnitt unter die Vakuumdichtfolie (am Bauteil). Anschließend dichten Sie diese Stelle ab, indem Sie zuerst das mittlere Tacky-Tape (am Schlauch) an die Öffnung der Folie andrücken und danach das Dichtband am Rand des Folienstücks anpressen. (Abb. 29, C)



Abb. 29, A-C: Anschluss der Leitung zur Harzinfusion.

SCHRITT 7: Dichtheitsprobe durchführen

Wenn alle Materialien sauber aufgelegt und abgedichtet sind, sollte eine Dichtheitsprobe durchgeführt werden.

Hierzu wird versuchsweise das Vakuum aufgebaut.

Nun sollte sich die Folie eng um die Form legen und alles, entsprechend der Pumpenleistung, verdichten. Ist dieses nicht der Fall, müssen alle Abdichtungen sorgfältig überprüft werden.

Für professionelle Anwendungen empfiehlt sich ein Ultraschall-Lecksuchgerät.

Ein 100% abgedichtetes Bauteil muss das angelegte Vakuum problemlos auch längere Zeit halten!



SCHRITT 8: Infusion

Basis des Infusionsharzes der Serie **HP-E3000RI** bildet ein ungefülltes Epoxidharz, welches mit unterschiedlichen Härtern individuell für den jeweiligen Verwendungszweck eingestellt werden kann. So lassen sich Topfzeiten sowie Temperaturbeständigkeiten optimal einstellen. Die Serie **HP-E3000RI** zeichnet sich durch eine besonders niedrige Viskosität aus. Daraus resultieren optimale Tränkungs- und Fließeigenschaften. Ein Einsatz im Handlaminierverfahren ist ebenfalls möglich. In diesem Fall ist dann die Zugabe von Thixotropiermitteln (**HP-PK22**) zu prüfen.

Spezialisten für die Vakuuminfusion:

Infusions- /Injektionsharze der **Serie HP-E3000RI**.

- sehr leichte Tränkung durch niedrige Viskositäten
- hohe statische und dynamische Festigkeiten
- warmhärtend

Die Härter sind untereinander mischbar, so dass die Topfzeiten variabel sind und erhöhte Temperaturbeständigkeiten erreicht werden können.



Abb. 30: Infusionsharze der Serie **HP-E3000RI**.

Mischen Sie das Infusionsharzsystem gemäß Datenblatt an. Vermeiden Sie bereits hier die Bildung von Luftbläschen. Anschließend sollte der gesamte Ansatz (unter Berücksichtigung von Menge und Temperatur!) im Vakuum entgast werden.

Wenn die Luftbläschen weitgehend entfernt sind, kann das Infusionsharz über die Zufuhrleitung in das Bauteil gesaugt werden.

Lassen Sie das angemischte Harz langsam bis an den Bauteilrand fließen.

Das Infusionsharz sollte nicht zu schnell durch die Fasern „schießen“, da ansonsten die Gefahr besteht, dass einzelne Lagen nicht ausreichend getränkt werden.

Im Idealfall nutzen Sie ein Maximum der Topfzeit aus, um sämtliche Fasern sorgfältig zu tränken!



Abb. 31: Beginnende Infusion mit dem Epoxidharz der Serie **HP-E3000RI**

Beachten Sie die empfohlenen Verarbeitungstemperaturen und anschließenden Härtezyklen bei erhöhter Temperatur:

Die optimalen **Prozessparameter** (Druck, Fließgeschwindigkeit,...) sollten individuell durch Vorversuche ermittelt werden.

Als erste Orientierungswerte gelten:

- Druck ca. 0,7 - 0,8 bar
 - Umgebungstemperatur möglichst mind. 20°C
- (höhere Temperaturen begünstigen die Entgasung, verkürzen jedoch die jeweiligen Topfzeiten!)

WICHTIG: Das angelegte Vakuum muss ausreichend lange gehalten werden.

Temperung. Um die Festigkeiten zu erhöhen, sollten die Bauteile in der Form getempert werden. Die Infusionsharzsysteme erreichen bei Raumtemperatur nur einen Teil Ihrer mechanischen Festigkeiten.

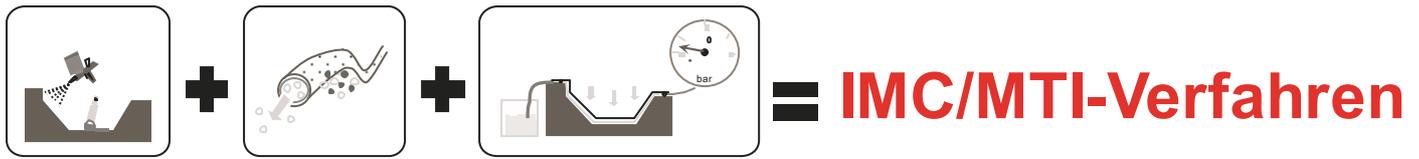
Die Temperzyklen sind abhängig vom gewählten Härter.

Detaillierte Infos finden Sie in den technischen Datenblättern des jeweiligen Systems.

TIPP

Vermeiden Sie Luftblasen bereits beim Vermischen und beachten Sie die im Datenblatt aufgeführten Hinweise zur Entgasung! Luftblasen im Infusionsharz vergrößern sich im Vakuum und können Festigkeit (und auch die Optik) negativ beeinflussen.

4. INNOVATIVE ENTWICKLUNG ...



Das IMC/MTI-Verfahren kombiniert bei der Bauteilfertigung im Injektionsverfahren die Vorteile unseres **In Mould Coatings** mit den Vorteilen der **Membran Tube Infusion**.

Beim IMC/MTI-Verfahren erfolgt die Lackierung des Formteils bereits im Werkzeug bzw. in der Negativform. Anstatt Faserverstärkte Bauteile sehr aufwendig im Nachhinein zu schleifen und zu lackieren, wird bei diesem Verfahren der Lack bereits in der Form – auf der Sichtseite des Formteils – aufgetragen.

Durch die speziell entwickelte Rezeptur geht ein so aufgetragener PU-Lack auch nach Wochen noch problemlos einen chemischen Verbund zum GFK/CFK ein. Gerade Produktionen im Vakuuminfusions- oder Vakuumpressverfahren profitieren von diesem Prinzip.



Abb. 32: In-Mould Coating

Die MTI[®]-Leitung ist eine membranumhüllte Absaugleitung

→ durchlässig für Luft bzw. Gase → undurchlässig für das Harzsystem. Sie wird im Vakuumaufbau als Ringleitung am Formteilrand platziert und sorgt im Vakuuminjektionsprozess für eine gleichmäßige Verteilung des Harzes, ohne das Harz aus dem Bauteil abzusaugen.

Neben geringen Investitionskosten und sehr flexiblen Einsatzmöglichkeiten, bietet das IMC/MTI-Verfahren ein hohes Maß an Prozesssicherheit bei gleichzeitiger Optimierung der Bauteilqualität.

Vorteile des IMC/MTI-Verfahrens:

Deutliche Kostenreduzierung...

- ... durch Wegfall zusätzlicher Arbeitsschritte
- ... durch deutlich geringeren Schichtauftrag
- ... durch weniger Harzverbrauch

Hohe Haftungseigenschaften...

- ... zwischen Lack und Epoxi-Laminat. Auch nach Wochen noch überlaminierbar.

Erhöhung der Prozesssicherheit...

- ... sichtbarer Infusionsprozess
- ... vollständige Bauteiltränkung
- ... hoher Faservolumenanteil

Optimierte Bauteilqualität...

- ... Minimierung von Luftpneinschlüssen & Dry-Spots (trockene Stellen)
- ... erhältlich in fast allen RAL-Farbtönen oder transparent für Carbonsichtteile.



SCHRITT 1: Trennmittel auftragen

Siehe Seite 10

→ eine Auswahlhilfe zu möglichen Trennmitteln finden Sie in unserem Onlineshop / Rubrik: Trennmittel

SCHRITT 2: Auftrag des In-Mould Coatings

1. **Wiegen** Sie die Harz- und Härterkomponente nach dem vorgegebenem Verhältnis (100:50) ein.

2. Anschließend mit geeignetem Rührgerät blasenfrei **mischen** und innerhalb der Topfzeit **verarbeiten**.

Spritzverfahren: Spritzdüse 1,2 -1,4 mm / Spritzdruck 4 bar / 2-3 Spritzgänge (*erste Richtwerte*).

Rollverfahren: Zum Auftragen kurzfasrige, lösungsmittelbeständige Rolle verwenden.

Gleichmäßig im Kreuzgang aufrollen und Blasenbildung vermeiden.

Wir empfehlen einen zweifachen Auftrag des In-Mould Coatings (Summe Nassauftrag: ca. 200g/m²)

Ein Anschleifen vor dem 2. Anstrich In-Mould Coating ist nicht erforderlich, wenn dieser innerhalb von 24h erfolgt.

3. **Vor dem Überlaminieren** mit geeigneten Epoxidharzen, mindestens 24h bei 20°C vorhärten lassen.

Höhere Temperaturen (z. B. 40°C) verkürzen diese Wartezeit erheblich!



Abb. 33: Das In-Mould Coating **HP-IMC** wird in eine eingetrennte Form lackiert.



Abb. 34: In-Mould Coating transparent.

SCHRITT 3: Einlegen und Fixieren der trockenen Verstärkungslagen

Siehe Seite 11

SCHRITT 4: Hilfsmittel für Vakuuminfusion aufbringen

Siehe Seite 12

SCHRITT 5: MTI als Ringleitung

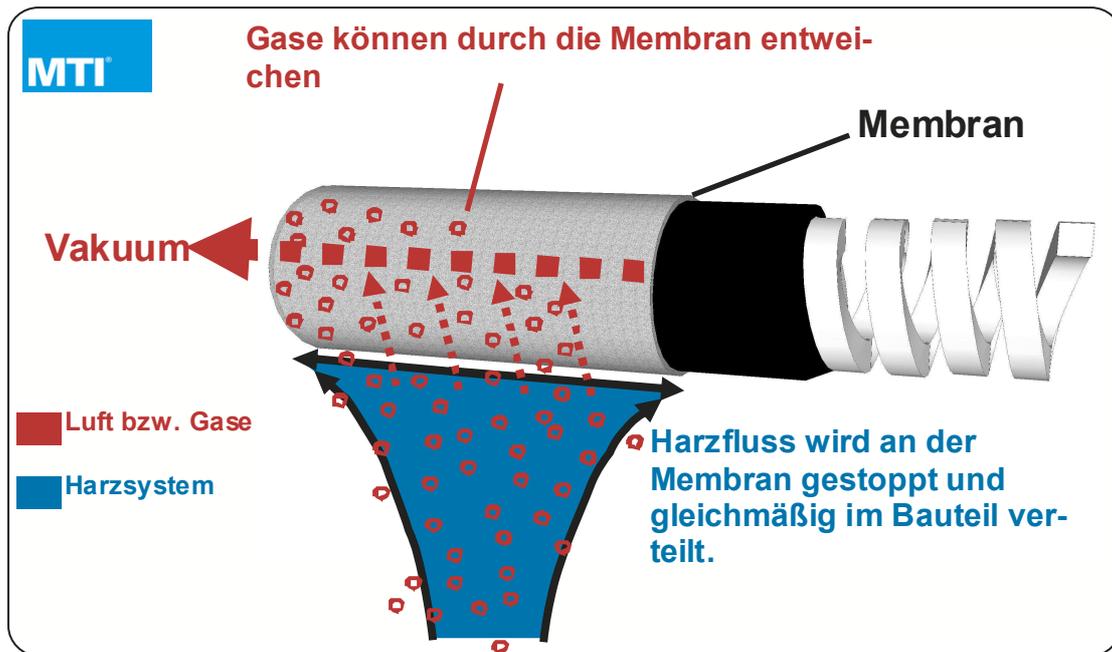


Abb. 35: Funktionsweise der MTI®-Leitung.

Die **MTI® - Leitung** wird alternativ zum Spiralschlauch am Bauteilrand fixiert. Sie besteht aus einer Spiralleitung, die mit einer Funktionsmembrane umgeben ist. Durch diese Membrane der MTI®-Leitung wird kein Harz mehr unnötig in die Harzfalle gesaugt! Neben den wirtschaftlichen Vorteilen bringt die MTI®-Leitung auch ein zusätzliches Plus an Verfahrenssicherheit!



Abb. 36: Die MTI®-Leitung in der Nahaufnahme.

Die MTI®-Leitung kann ebenfalls einfach mit unserem Vakuumdichtband (**HP-ST12X3**) am Bauteilrand fixiert werden.

MTI®-Leitung mit der Vakuumleitung verbinden:

Ziehen Sie hierzu zunächst einige Zentimeter der inneren Spirale aus der Membrane. (Abb. 37, A) Wickeln Sie dann diese Spiralleitung um den Schlauch, der zur Vakuumpumpe führt. (Abb. 37, B-C)

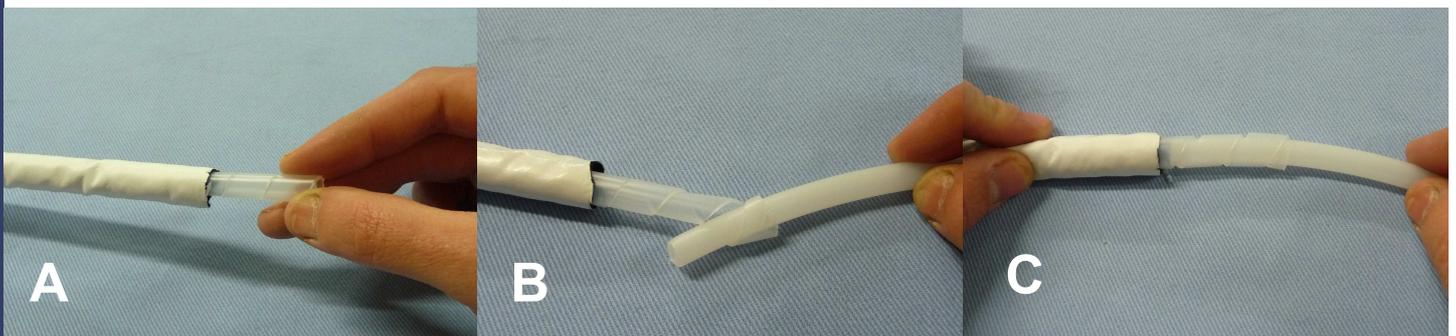


Abb. 37 A-C: MTI®-Leitung anschließen...

Anschließend ziehen Sie die Membrane wieder auf die Höhe der Spiralleitung.

Wickeln Sie nun etwas Vakuumdichtband herum, sodass der Übergang auf den Schlauch vollständig umgeben ist.

(Abb. 38, D-E)

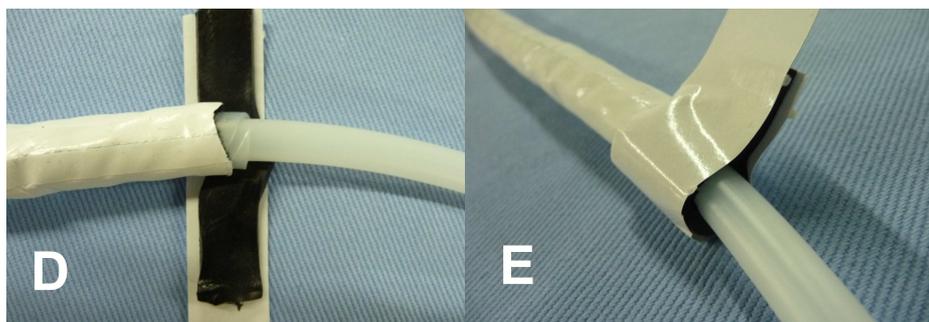


Abb. 38 D-E: MTI®-Leitung anschließen (Fortsetzung).

Endungen können ebenfalls einfach

mit ein wenig Vakuumdichtband verschlossen werden. Hierzu einfach etwas Dichtband vom Trägerfilm befreien und in das Ende der Leitung legen. Anschließend sorgfältig zusammendrücken, umknicken und mit einem weiteren Stück Vakuumdichtband verschließen. (Abb. 44, A-C)



Abb. 39, A-C: MTI®-Leitung Ende abdichten.

SCHRITT 6: Abdichten mit Vakuumfolie und Vakuumdichtband

SCHRITT 7: Anschlüsse einarbeiten

SCHRITT 8: Dichtheitsprobe durchführen

SCHRITT 9: Infusion

siehe Seite 13—15

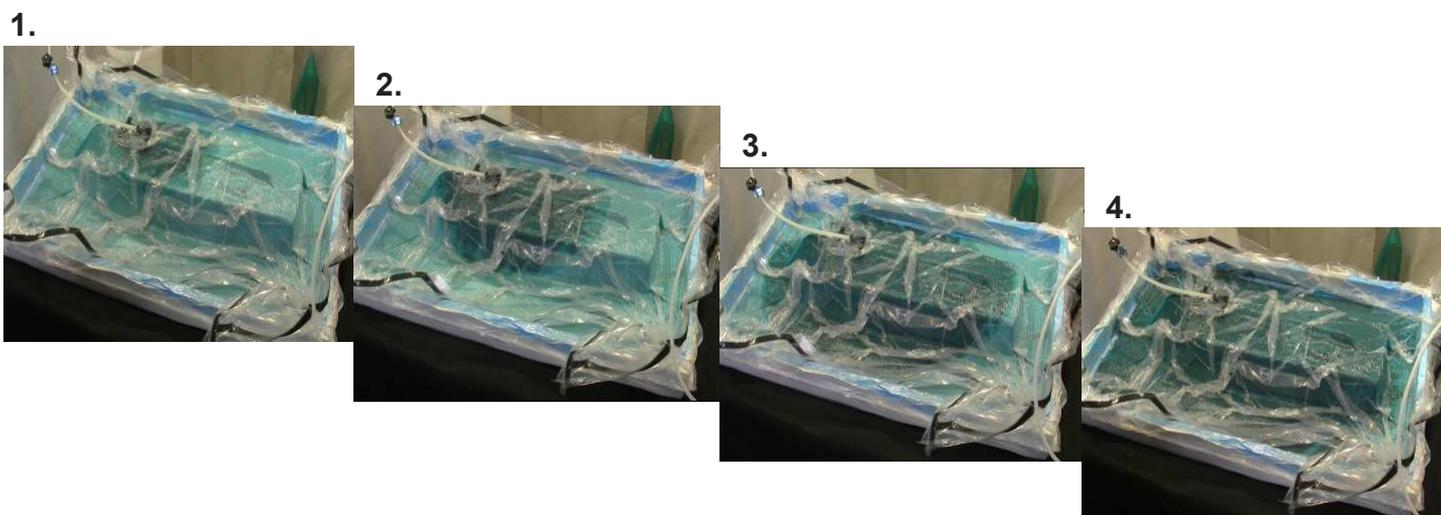


Abb. 40: Eine laufende Infusion. Gut zu erkennen: Die zunehmende Fasertränkung (dunkle Färbung, v. l. n. r.)

Beispiele hergestellter Bauteile:



Abb. 41: Sportsitzschale für Ferrari 360/430,
Hergestellt im IMC/MTI-Verfahren
(Video unter: www.hp-textiles.com → Downloads)



Abb. 42: HP-IMC in signalweiß...



Abb. 43: Fahrzeug der Formula Student Serie des Ingintion Racing Teams der Hochschule Osnabrück.
Fertigung im Vakuum-Infusionsverfahren mit Produkten aus dem Hause HP-Textiles

HP-TeXtiles

...light up your future!!!

Otto-Hahn-Str 22
48480 Schapen

Tel: 05905 945 98 70
Fax: 05905 945 98 74

www.hp-textiles.com
info@hp-textiles.com