

→ Coatema Fachartikel – Coatema Technical Reports

Beschichtungs- und Verarbeitungstechnologien zur Herstellung von Prepreg-Produkten

*Andrea Glawe, Karin Timmermanns,
Regina Reuscher*

Die Anwendung von faserverstärkten Kunststoffen ist ein stark wachsender Markt mit vielfältigen Anwendungsbereichen. Halbzeuge aus vorimprägnierte Fasern = Prepregs, legen den Grundstein für qualitative und hochwertige Endprodukte im Leichtbau. Coatema Coating Machinery GmbH hat sich mit neuen und hochinnovativen Maschinenkonzepten zur Herstellung von Prepreg-Produkten der steigenden Nachfrage angepasst. Die Herausforderung besteht in der Entwicklung entsprechender Beschichtungstechnologien und in der idealen Verarbeitung der Fasermaterialien und Substrate für Prepreg-Produkte

Vorteilhaft hierbei ist der Trend zu flexiblen und multifunktionalen Beschichtungsanlagen, die eine Herstellung von verschiedensten Prepreg-Produkten aus Rovings, Textilien und multiaxialen Strukturen ermöglichen und sich somit dem weltweit wachsenden Bedarf anpassen.

Die Kombination aus Carbon-, Glas- und Kevlarfasern mit Epoxidharz zu faserverstärkten Kunststoffen werden immer wichtiger für den Leichtbau in der Raumfahrt, sowie der Sport- und Automobilindustrie. Prepregs sind aushärtbare Halbzeuge mit für die Endanwendung maßgeschneiderten Eigenschaften. Anwendungsvorteile für Prepregs sind:

- hohe Steifigkeit
- hohe Zugfestigkeit
- geringe Dichte
- Korrosionsbeständigkeit
- hohe Vibrationsbeständigkeit
- geringe Wärmedehnung
- geringes Gewicht
- außergewöhnlicher Ermüdungswiderstand
- einfache Anwendung

- geringe Wartungskosten bei der Anwendung

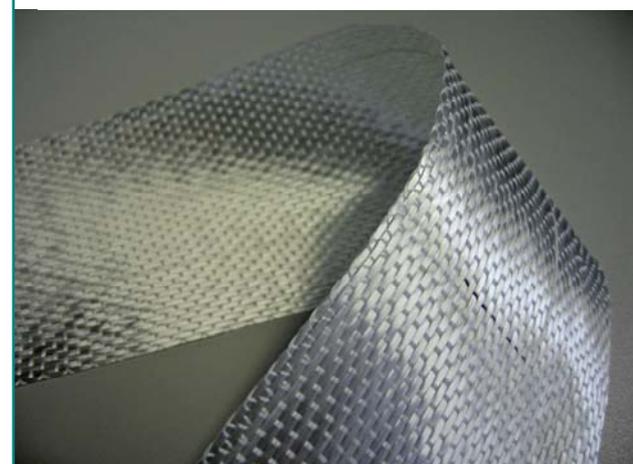
Ein entsprechendes notwendiges Maschinenkonzept beinhaltet grundsätzlich den Auftrag von Epoxydharz bzw. Phenolharz auf verschiedenste Arten von Substraten.



Carbon Substrat



Glasfaser-Bündel



Gewebe aus Glasfaser

→ Coatema Fachartikel – Coatema Technical Reports

Aufgrund der empfindlichen Struktur der Ausgangsprodukte müssen die auftretenden Schwierigkeiten bei der Verarbeitung, z.B. beim Wickeln, Aussteuern, Beschichten und Trocknen, gelöst werden. In Abhängigkeit von der Art der Substrate, dem Beschichtungsmaterial sowie dem Endprodukt ist es notwendig, die Komponenten einer Beschichtungs- und Imprägnieranlage im Detail zu betrachten und entsprechend anzupassen.

Materialien und Substratstruktur

Coatema ist in der Lage, verschiedenste Ausgangsprodukte mit ihren Beschichtungsanlagen zu verarbeiten. Hauptsächlich basieren diese auf

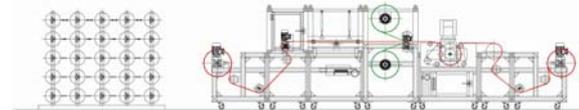
- Carbonfasern
- Glasfasern
- Kevlarfasern
- Graphitfasern
- und weitere Kunstfasern

Die zu verarbeitenden Substrate kommen in den unterschiedlichsten Aufmachungen vor, als

- Gewebe
- Uni-, Bi- und Multidirektionale Faserkonstruktionen
- Produkte, die mehrere Orientierungen aufweisen, gemäß der in der Endanwendung benötigten Zugrichtung

Je nach Substratstruktur muss die Verarbeitung als Roving mittels Fadengatter oder als Flächengebilde mittels Rollenabwicklung erfolgen.

Die Anzahl der zu beschichtenden Rovings bestimmen die Größe der Fadengatter, die eine parallele Zuführung der Faserbänder in den Beschichtungsprozess ermöglichen. Die Kontrolle der Faserbandspannung ist hierbei entscheidend, da zu fest gespannte als auch zu lose Rovings Probleme verursachen können. Beides würde eine ungleichmäßige Beschichtung zur Folge haben und aufgrund der entstehenden negativen Qualität, das Prepreg unbrauchbar zur Weiterverarbeitung machen.



Flexibles Click&Coat™ Konzept zur Produktion von Prepregs



Unterschiedliche Wickler-Technologien

→ Coatema Fachartikel – Coatema Technical Reports

Ebenfalls kann die geringe Schiebefestigkeit bei der Verarbeitung von Geweben oder multiaxialen Substraten Schwierigkeiten verursachen. Eine sensible und präzise Zugspannung muss daher gesichert sein. Jede Verschiebung der Fasern beeinflusst die Zugrichtung in dem endgültigen Composite.

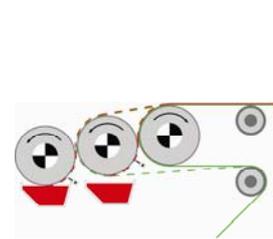
Chemische Lösungen und Beschichtungstechnologien

Eine weitere wichtige Anforderung zur Verarbeitung von Materialien für Prepreg-Produkte wird an die Chemikalien gestellt. Der Einfluss des Beschichtungsrohstoffes definiert den Prozess sowie die Qualität und Leistung des Endproduktes. Die Mischung aus Harz und Härter bilden die Matrix. Verschiedene Arten von Harzen werden zur Beschichtung eingesetzt:

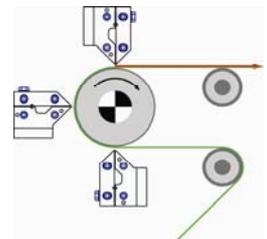
- lösungsmittelhaltige oder wasserbasierende Epoxidharze
- pulverförmige Materialien
- Hotmelts
- Phenolssysteme
- Polyester-/Vinylester-/Acrylharzsysteme

Vor der eigentlichen Beschichtung muss das Substrat durch entsprechende Steuerungs- und Zugspannungsaggregate in die optimalste Position gebracht werden. Dabei muss das Substrat zur Beschichtung und zum anschließenden Trocknungsprozess geführt werden, ohne dass sich Fasern aus dem einzelnen Roving als auch aus einem Gewebe verschieben. Die Schiebefestigkeit der gewebten Substrate ist sehr gering und verursacht eine Menge Probleme. Da nahezu kein physikalischer Zusammenhalt zwischen den Faserbündeln ist, müssen die Substrate sehr vorsichtig und feinfühlig mittels Leit- und Unterstützungswalzen mit einer sehr glatten Oberfläche dem Beschichtungsprozess zugeführt werden.

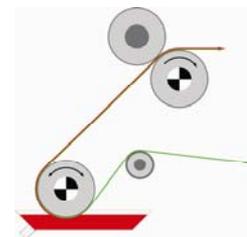
Es gibt grundsätzlich viele verschiedene Technologien zur Filamentbeschichtung, wobei das Tauchen und die Beschichtung mit einem beheizten Messer die bevorzugten Verfahren darstellen.



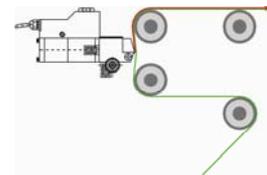
3-Roller Combi System



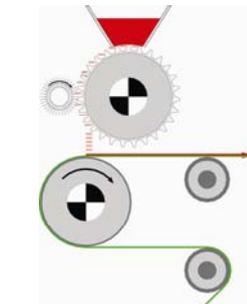
Slot Die System



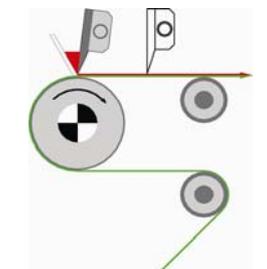
Dipping System



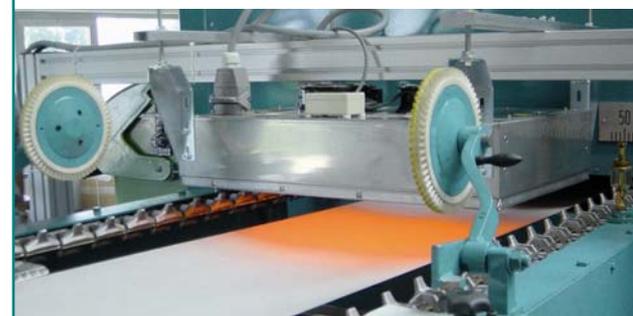
Hotmelt System



Powder Scattering System



Knife System



Trocknen/Vernetzen über IR

→ Coatema Fachartikel – Coatema Technical Reports

- Beschichtung mittels Tauchen (Dipping system)
- Beschichtung mittels Raketeltechnik (oft beheizt) (Knife system)
- Beschichtung mittels Walzensystemen (3-Roller Combi System)
- Beschichtung mittels Düsenauftrag (Slot Die System)
- Beschichtung mittels Pulver (Powder Scattering System)
- Beschichtung mittels Hotmelt (Hotmelt System)

Die möglichen Beschichtungssysteme sind in den folgenden Bildern und Zeichnungen dargestellt. Die Wahl und Beurteilung der Auswahl des entsprechenden Verfahrens muss gemäß der Chemie, des Auftragsgewichtes und der Viskosität des Beschichtungsmaterials erfolgen. Des Weiteren ist die Unterscheidung zwischen einer kompletten Durchtränkung des Materials bzw. einer einseitigen Beschichtung bei der Auswahl entscheidend.

Probleme bei der Verarbeitung der Ausgangsprodukte treten u.a. aus folgenden Gründen auf:

- gebrochene Fasern
- Anforderung, dass alle Fasern komplett bedeckt sind, unabhängig ob einzelne Rovings oder geschlossene Flächengebilde beschichtet werden
- Kritische Dämpfe während des Trocknungsprozesses, wie Formaldehyd, Phenol Komponente

Trocknungstechnologien

Neben der Beschichtung ist die Trocknung ein sehr wichtiger Bestandteil einer Beschichtungsanlage. Generell ist eine perfekte Temperatureinstellung und –kontrolle wichtig für den Trocknungs- und Härtingsprozess, um hochqualitative Endprodukte zu fertigen. Eingesetzte Verfahren sind:

- Trocknung mittels Heißluft
- Trocknung mittels Infrarot-Strahlen



Trocknen über Heißluft



Trocknen/Vernetzen über IR



Installierte Beschichtungsanlage für Prepregs

→ Coatema Fachartikel – Coatema Technical Reports

In Abhängigkeit von den Beschichtungsrohstoffen und der Schichtdicke werden beide Verfahren einzeln oder auch in Kombination eingesetzt. Konvektionstrockner werden bei der Verarbeitung von lösungsmittelhaltigen Rohstoffen eingesetzt und wenn eine konstante Luftführung notwendig ist. Die Infrarottechnologie kann den Trocknungsprozess beschleunigen, da die Strahlung im Inneren des Substrates wirkt und die Hitze schnell verteilt. Sie stellt die ideale Trocknungsmethode für hohe Produktionsgeschwindigkeiten und bei wasserbasierten Beschichtungen dar.

Anlagenkonzepte und Zusammenfassung

Die wichtigsten Parameter müssen in Beschichtungsanlagen für die Prepreg-Herstellung berücksichtigt werden und ergeben spezifizierte Anlagenlayouts.

- individuelle Wicklungstechnologie
- sensible Zugspannungskontrolle in allen Prozessschritten
- angepasste Beschichtungsverfahren, abhängig von dem Auftragsgewicht, des Beschichtungsrohstoffes, der Viskosität und der Zuführung.
- Trocknungstechnologie, je nach Beschichtung (lösungsmittel- oder wasserbasierend)
- Optimale Abluftführung

Die Anwender wählen Compositematerialien aufgrund der Eigenschaften, wie geringes Gewicht, hohe Zugfestigkeit und wirtschaftliche Anwendung. Die Erwartungen an die entsprechenden Produktionsmaschinen ist extrem hoch, da im Endeffekt die einzelnen Produkte und notwendigen Prozessschritte ganz individuell angepasst werden müssen. Aufgrund der jahrzehntelangen Erfahrung ist Coatema in der Lage, hochinnovative Anlagenkonzepte zu bieten, die bereits sehr erfolgreich und entsprechenden Kundenanforderungen angepasst geliefert wurden.



Details der installierten Beschichtungsanlage für Prepregs

→ Coatema Fachartikel – Coatema Technical Reports

Prepreg Systeme der Coatema Coating Machinery

Durch die Notwendigkeit eines wirtschaftlicheren Umgangs mit Kraftstoffen nimmt die Nachfrage nach hochentwickelten Verbundwerkstoffen in der Automobil- und Transportindustrie stark zu. Designer von Flugzeugen, Autos, Bussen und sogar von Personenzügen sind auf der Suche nach gewichtsreduzierten und damit energiesparenden Verbundwerkstoffen, die den Aspekten Beständigkeit, Sicherheit und Produktionskosten trotzdem noch gerecht werden.

Die Hersteller von Prepreg-Materialien suchen nach Firmen wie die Coatema Coating Machinery GmbH in Dormagen, Deutschland, um Lösungen für die Herausforderungen zu erhalten, die die steigende Nachfrage nach mehr, neueren und kostengünstigeren Produkten an sie stellt. Darauf hat die Firma Coatema mit einer Kombination aus traditioneller und innovativer Beschichtung, Laminierung und Automatisierung reagiert.

Coatema´s Top Ten-Ideen für Prepreg-Herstellungssysteme

- 1) Die Prepreg-Systeme der Firma Coatema, ob Laboranlage oder schlüsselfertige Produktionsanlage, verfügen über genau das richtige Maß an Automatisierungstechnik und die Möglichkeit des kontinuierlichen Betriebs, wie es unter Berücksichtigung von Anwendungs- und Kostenaspekten sinnvoll ist. Dies kann sowohl den automatischen Rollen- oder Spulenwechsel mit Warenbahnspeichern und Spleißern, eine geschlossene Regelkreis-Überwachung, die Abstimmung und Überwachung von Schuss- und Kettenparametern, die Imprägnierung, die Beschichtungsstärke oder die Schichtdickenmessung beinhalten.
- 2) Coatema´s Visualisierungshard- und Software auf Microsoft-Basis ermöglichen eine Überwachungsstation mit komplettem Zugang zu allen Maschinenfunktionen und einer Schnittstelle zur Fertigungsleitstand. Visualisierungs- und Überwachungsstationen, die lediglich den Zugang zu den lokal erforderlichen Informationen

➔ Coatema Fachartikel – Coatema Technical Reports

können Auskunft über entscheidende Punkte innerhalb des Beschichtungsprozesses geben.

- 3) Weiterhin sind spezielle Systeme dazu ausgelegt, die Beschaffenheit der zu verarbeitenden Materialien hinsichtlich einer vereinfachten und sicheren Wartung und Reinigung der Maschinen zu beeinflussen. Das kann sowohl eine besondere Oberflächenbehandlung und -beschichtung der Maschinen als auch die einfache Handhabung von Zusatzaggregaten beinhalten.
- 4) Die Aufbereitung von robusten und flexiblen Harz- und Epoxidmaterialien sowie Zufluss- und Zirkulationssysteme erfüllen selbst höchste Ansprüche an die Reinheit und Langlebigkeit der Produkte. Diese Systeme können für die kontinuierliche Überwachung und automatische Justierung von Füllstand, Temperatur und Viskosität ausgelegt werden.
- 5) Komplette Warenbahnkontrollsysteme mit Warenbahntransport durch Flotation, Walzen, Transportband oder Spannrahmen und präziser Zugspannungskontrolle, Materialführung, Vorreinigung, Vorheizung und Kantensteuerung sind möglich.
- 6) Temperatur- und Luftstromsteuerungssysteme, auch in EEx-Ausführung möglich, sind in den patentierten horizontalen und vertikalen Coatema-Systemen für das Aushärten, Trocknen und Kühlen lieferbar. Diese können selbstverständlich auch in EEx-Ausführung geliefert werden. Die Trockner können als Düsen- oder Infrarottrockner ausgelegt werden, wobei die Beheizung von einer Reihe unterschiedlicher Energiequellen wie Thermalöl, Dampf, Gas oder Elektrizität erfolgen kann.
- 7) Coatema´s Prepreg-Beschichtungsanlagen verfügen alle über kontinuierliche Überwachungssysteme mit automatischen und manuellen Not-Aus-Schaltern und Einschalt-sicherungen für potentielle Gefahrmomente. Weiterhin entsprechen alle integrierten Überwachungs-, Alarm-, Sicherheits- und Umweltschutzsysteme den internationalen und örtlichen Umwelt- und Sicherheitsstandards.

→ Coatema Fachartikel – Coatema Technical Reports

- 8) Auch das vollständige Angebot bis hin zur Endkonfektionierung wie Kalander, Längsschnitt, Querschnitt, Aufwicklung und Verpackung kann in die Anlagen integriert werden. Damit kann das Produkt direkt an den Endkunden versendet werden.
- 9) Coatema´s Service der Spitzenklasse beginnt mit der Abnahme der Anlagen vor und nach der Lieferung und beinhaltet Unterstützung bei Aufbau- und Inbetriebnahme inklusive Schulung der Anlagenbediener und eines Wartungstrainings. Zur Coatema-Betreuung nach der Anlageninstallation gehören neben Fernhilfestellung mit Hilfe eingebauter Modems und Diagnosesoftware auch Wartungs- und Reparaturarbeiten vor Ort sowie Anlagenerweiterungen.
- 10) Coatema´s eigenes Technikum in Dormagen, Deutschland, ist ein vollständig eingerichtetes Labor im Produktionsmaßstab, das besonders für Forschung im Bereich der Prepreg-Herstellung beste Voraussetzungen bietet. Zusätzlich zur Möglichkeit des Testens von Maschinen und Auftragssystemen sind Experten in der Materialauswahl und –aufbereitung vor Ort. Außerdem unterhält Coatema ein weiteres Technikum in Asien.