

### Checkliste für eine problemlose Verarbeitung von Gelcoat

Das Ziel des Einsatzes von Gelcoat für verstärkte Kunststoffe ist das Erhalten einer perfekt glänzenden Oberfläche ohne Nacharbeit bzw. leichtes Ausbessern.

Eventuelle Anwendungsfehler sind erst nach der Entformung sichtbar. Zur Erreichung des gewünschten Resultats ist die sorgfältige Anwendung der Verarbeitungsrichtlinien zu berücksichtigen.

Bilder - siehe EFD-Info Nr. 506-Checkliste-Gelcoat-Bilder

Problem	Erkennung	Mögliche Ursache	Abhilfe
Faserzeichnung <small>(siehe Bilder unter separate Datei - 1.)</small>	Starke Faserzeichnung an der Oberfläche	Ungeeignete Polyesterharztypen (oft zu reaktiv) des Laminierharzes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geeigneter Füllstoff - verringert die Faserzeichnung</li> <li>Beimischung oder Austausch durch ein weniger reaktives Polyesterharz</li> </ul>
		Ungenügende Aushärtung der Gelcoatschicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>Härtermenge prüfen</li> <li>Schichtdicke prüfen</li> <li>Verarbeitungstemperatur prüfen</li> <li>Taktzeit prüfen</li> </ul>
		Ungeeignete Faserlängen in Matten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verwendung einer Oberflächenmatte</li> </ul>
		Zu geringe Schichtdicke des Gelcoats	Schichtdicke prüfen - soll 500-800 µm
Abblättern des Gelcoats <small>(siehe Bilder unter separate Datei - 2.)</small>	Ungenügende Bindung zwischen Gelcoat und Glasfaserlaminat	Zu frühe oder späte Einlage der Glasfaser und des Polyesterharzes auf dem gelierten Gelcoat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beratung vom Polyesterharzlieferanten</li> <li>Taktzeit prüfen</li> <li>Quitschtest</li> </ul>
		Verschmutzungen auf der Gelcoatschicht oder Form z. B. Schleifstaub oder Feuchtigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Räumliche Trennung, Absaugung</li> </ul>
		Zu hoher Paraffinanteil im Harz oder Paraffin im Gelcoat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beratung Harz- bzw. Gelcoatlieferant</li> </ul>
Blasenbildung <small>(siehe Bilder unter separate Datei - 3.)</small>	Runde Erhöhungen an der Oberfläche des Laminates	Schlechte Aushärtung, Blasenbildung über eine Fläche	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erhöhung des Härteranteils (max. 2,5 Gew.%)</li> <li>Vermeidung von zu tiefer Aushärtungstemperatur (nicht unter +18 °C)</li> <li>Gelcoatqualität prüfen</li> </ul>
		Gase dehnen sich im Härtungsvorgang aus (Feuchtigkeit, Lösungsmittel oder eingeschlossener Luft)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vollständige Trocknung des Glasfasermaterial</li> <li>Keine Verwendung von wasser- oder lösungsmittelhaltigen Härtern</li> <li>Verhinderung von Lufteinschlüssen im Polyesterharz bei der Imprägnierung der Glasfasern, vorsichtige Handhabung des imprägnierten Glasfasermaterials</li> </ul>
		Tropfengroße Mengen Härter nicht mit dem Gelcoat vermischt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Überprüfen der Spritzanlage</li> </ul>
		Glasfasermaterial mit schwer löslichem Binder	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verwendung von Glasfasermatten mit leicht löslichem Binder</li> </ul>
		Zu scharfe Winkel in der Form, die verursachen, dass die Glasfasern von den Formflächen abfedern	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vergrößerung der Radien</li> <li>Füllen der Rillen und anderer schmalen Formteile mit Faserspachtel z. B. DURELASTIC Klebmasse BD7383XRU999</li> </ul>

Problem	Erkennung	Mögliche Ursache	Abhilfe
<b>Löcher, Nester, Nadelstiche</b>  (siehe Bilder unter separate Datei - 4.)	Regel- bzw unregelmäßige Löcher an der Oberfläche, die vor der Aushärtung eingeschlossen wurden	Eingeschlossene Luft bei dem Auflegen des Glasfaser-materiales oder im Gelcoat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gelcoattemperatur zu gering</li> <li>• Gelcoatschichtdicke zu hoch bzw. nicht über mehrere Schichten appliziert</li> <li>• Härterdosierung zu hoch</li> <li>• Lösungsmiteleinschlüsse</li> <li>• Applikationsabstand zu gering (soll &gt; 100 cm)</li> </ul>
		Luft in der Polyesterharz-mischung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polyesterharzmischung vor der Verarbeitung stehen lassen, Luft kann entweichen, evtl. kann das Harz für kurze Zeit evakuiert werden</li> <li>• Viskositätssenkung des Polyesterharzes durch Zusatz von Styrol und / oder Verminderung des Füllstoffgehalts</li> </ul>
		Lösungsmittel im Gelcoat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Zugabe von Fremdlösungsmitteln beim Polyesterharz, Gelcoat und beim Härter</li> </ul>
		Wasser im Gelcoat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überprüfung der Druckluft auf Wasser - und Ölfreiheit</li> </ul>
		Gelcoat zu dick aufgetragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrere Schichten applizieren (nicht über 700 µm Gesamtdicke)</li> </ul>
		Härter oder Beschleunigeranteil zu hoch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überprüfung der Rezeptur bzw. der Einwaage</li> <li>• Applikationsgerät prüfen</li> <li>• Härter prüfen</li> </ul>
		Fremdkörper	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Form reinigen</li> <li>• Siebeinsätze der Gelcoatanlage prüfen</li> <li>• Formen abdecken die nicht benutzt werden</li> </ul>
		Ungeeignete Spritzeinrichtung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lieferantenberatung</li> </ul>
		Ungeeignetes Trennmittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine siliconhaltigen Entformungsmittel verwenden - Lieferantenberatung</li> </ul>
<b>Farbveränderung</b>  (siehe Bilder unter separate Datei - 5.)	<b>Ungenügende Beständigkeiten</b>	Unzureichende Aushärtung der Gelcoat- und Harzschichten evtl. durch Abweichung der Härterdosierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verarbeitungstemperaturen überprüfen</li> <li>• Härterdosierung überprüfen</li> </ul>
		Falsche Beschleunigermenge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschleunigerdosierung überprüfen</li> </ul>
		Unzureichende Temperung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperung erhöhen - Zeit oder Temperatur soll: 16 Std./ 70°C</li> </ul>
		Absacken des Gelcoats auf vertikaler Fläche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In mehreren Schichten applizieren</li> </ul>
		Äußerliche Verunreinigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gelcoatbehälter gut verschlossen halten</li> <li>• Reinigen der Form vor dem Auftrag des Gelcoats</li> </ul>
		Schichtdickenunterschiede	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schichtdicken kontrollieren</li> </ul>
		Polystyrol oder Wachs aufbau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formreinigung erforderlich</li> </ul>
<b>Harzreiche Stellen</b>	Stellen aus vorwiegend Polyesterharz, die keine oder unbedeutende Glasfaserarmierung zeigen  Sternförmige Risse können leicht auftreten	Unzweckmäßige Konstruktion des Formteiles oder schlechte Formgebung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruktion des Pressteiles verbessern. Teile mit gleich dicken Wänden und ohne scharfe Ecken/ Kanten sind am leichtesten herzustellen. Wenn ungleichmäßige Wandstärke unumgänglich ist, muss der Übergang gradweise erfolgen oder so bewerkstelligt werden, dass weiteres Glasfasermaterial leicht in die Form eingelegt werden kann</li> </ul>
		Zu viel Harz beim Aufbau der Schichten oder härtet zu schnell	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermeidung von zu schnell härtendem Harz und gleichmäßiges auftragen des Harzes</li> </ul>
		Eine zu plötzliche oder zu heftige Entformung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Heftige Schläge während der Entformung vermeiden. Gummihammer und Pressluft verwenden</li> </ul>

Problem	Erkennung	Mögliche Ursache	Abhilfe
<b>Risse</b> (siehe Bilder unter separate Datei - 6.)	Feine Risse im Polyestermaterial können sich netzförmig an der Oberfläche ausbreiten	Hochreaktives Polyesterharz.  Durch hohe exothermische Wärme bei der Aushärtung, können Spannungen auftreten die Risse verursachen.  Rissbildung ist selbst dann möglich, wenn das Glasfaser-material gleichmäßig verteilt ist.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verminderung der Polymerisationsgeschwindigkeit und Reaktionstemperatur. Dies ist möglich durch:               <ol style="list-style-type: none"> <li>Senkung der Härtungstemperatur</li> <li>Beigabe von inertem Füllmittel</li> <li>Weniger Härterbeigabe oder durch Wahl von anderen Härtern Zugabe eines weichen Polyesterharztyp, der normal geringere Reaktivität hat. Schlagzähigkeit wird ebenso vergrößert.</li> <li>Keine Viskositätssenkung durch Zusatz von Styrol. Styrol ergibt sowohl höhere Reaktionstemperatur als auch erhöhten Schrumpf.</li> </ol> </li> <li>Vermehrung des Glasgehaltes, wobei die Menge reaktionsgeeigneter Gruppen per Volumeneinheit vermindert wird. Die Glasfasern verteilen auch einen Teil von Spannungen des Polyesterharzes</li> <li>Schichtdicke des Gelcoats prüfen. Gelcoat wird mit steigender Schichtdicke weniger flexibel</li> <li>Vermeiden Sie extreme Spannungen beim Zusammenbau der Teile</li> </ul>
		Harzreiche Stellen  Solche Stellen können oft Risse aufweisen, wenn auch mäßig reaktive Polyesterharze Anwendung finden. Siehe auch „Harzreiche Stellen“	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ebenmäßige und glatte Verteilung des Glasfasermaterials                Siehe auch „Faserfluss“</li> <li>Falls die Verteilung des Glasfasermaterials nicht möglich ist, evtl. Abhilfe siehe oben</li> </ul>
		Nachhärtung bei überhöhten Temperaturen auf Produkte, die bei Raumtemperatur erzeugt wurden	<ul style="list-style-type: none"> <li>Senkung der Nachhärtungstemperatur und Verlängerung der Nachhärtungszeit</li> </ul>
		Spröder Gelcoat, Mechanik der Rohstoffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kontaktaufnahme Lieferant</li> </ul>
<b>Delaminierung (Zerspaltung)</b>	Ungenügende Bindung zwischen einzelnen Schichten von Glasfasern und Harz	Ausgeprägte Lufteinschlüsse verursachen Lagenablösungen (Delaminierungen). Durch eine Temperaturerhöhung (Härtung), Nachhärtung oder unter Last.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Größere Sorgfalt bei der Imprägnierung und bei der Handhabung von Glasfasermaterial, damit sich keine Lufteinschlüsse bilden können</li> </ul>
		Unzulängliche Querverbindung zwischen einzelnen Schichten des Laminates, die oftmals auftreten wenn mehr oder weniger dichte Glasgewebe verwendet werden	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zwischen einzelnen Lagen von Glasfaser-geweben eine Glasfasermatte einlegen, für besseren Lagenverbund, nie zwei aufeinanderfolgende Gewebeauflagen</li> <li>Einzelne Lagen eines Schichtstoffes „nass-in-nass“ aufbringen und wechselweise Lagen von Glasgeweben mit Glasfasermatten, welche letzteren eine Delaminierung besser entgegenwirken</li> </ul>
		Zu lange oder ausgedehnte Härtingszeit oder Verschmutzungen zwischen einer und der nächsten AufLAGeschicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kürzere Arbeitszeit zwischen den Glasfaser-einlage</li> <li>Reinigung/ Aufräuhung der gehärteten Oberfläche vor Einlage der nächsten Lage Kondensfeuchte zwischen den Lagen vermeiden, Lagerort überprüfen.</li> </ul>

Problem	Erkennung	Mögliche Ursache	Abhilfe
Glasfaserreiche Stellen	Glasfasermaterial unvollständig imprägniert mit Harz	Laminierharz fließt von Glasfaser ab. Schlechte Benetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Benetzung verbessern z. B. Glasfasern trocknen</li> </ul>
Verziehen (Verzug der Lamine, die schief werden)	Kunstharzteile, die sich verziehen oder schief werden, also ihre ursprüngliche Form verlieren	Unrichtige und ungleiche Verteilung von Glasfaser und Polyesterharz ergeben eine Neigung gegen die harzreiche Seite. Dies teils auf Grund der Harzschrumpfung oder des Harzwärmeausdehnungskoeffizienten, der 10 mal so groß wie derjenige der Glasfaser ist	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verbessere die Werkzeugform</li> <li>Verwende eine Abkühlungsform (Lehre)</li> <li>Kleinere Polyesterharzschrumpfung durch verminderten Styrolgehalt oder durch Zusatz eines inerten Füllmittels</li> <li>Tiefere Aushärtungstemperatur, damit kleinere Wärmeschrumpfung nach der Härtung eintritt</li> </ul>
		Härtet ein Erzeugnis nicht von beiden Seiten mit derselben Geschwindigkeit so verzieht es sich (wird schief) gegen die Seite die zuerst härtet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verwende Werkzeughalbförmigkeiten die eine gleiche Erwärmung (Temperatur) aufweisen und evt. die Temperatur für die eine Halbform korrigieren. Siehe „Faserzeichnung“</li> </ul>
		Die Ausführung des Erzeugnisses. Bei der Abkühlung schrumpft jede gebogene Fläche zu einem kleineren Radius. So erklärt es sich, dass kasten- oder schachtelförmige Teile zum Verziehen nach innen neigen, wie auch Rohre, die in der Längsrichtung aufgeschnitten werden	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei der Formgebung möglichst große Radien anwenden und/oder Versteifungen anbringen</li> <li>Verwendung einer Abkühlungsform (Lehre)</li> <li>Polyesterharz mit höherer Wärmeformbeständigkeit verwenden</li> </ul>
		Vorzeitiges Herausnehmen aus den Werkformen bei Aushärtung bei Raumtemperatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Da die Werkform die endgültige Gestalt des Pressteiles bestimmt, muss ein Minimum an Härtung erfolgen bevor das Erzeugnis aus der Werkform genommen wird</li> </ul>
		Nachhärtung mit erhöhter Temperatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verwendung von einer Form oder Lehre bei der Nachhärtung</li> <li>Nachhärtung bei niedrigerer Temperatur und für längere Zeit</li> </ul>
Geruch	Styrolgeruch, der sich vom normal aushärtenden Polyesterharz unterscheidet. In der Regel sind die Härte und die mechanischen Eigenschaften schlechter als normal.	Unvollständige Aushärtung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Man verbessert die Härtung durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) verlängerte Härtingszeit</li> <li>b) vermehrte Härtermenge</li> <li>c) andere Härtungstemperatur</li> </ul> </li> </ul>
		Einstellung des Polymerisationsverlaufes, welche keine vollständige Aushärtung gewährleistet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Untersuchung der Pigment/ Füllmittel auf eventuelle inhibierende Einwirkung</li> <li>Tausch und/oder Kompensierung durch größere Härterzugabe</li> </ul>
	Benzaldehydgeruch, (süß, marzipan-ähnlich) Oftmals mit Styrolgeruch verwechselt	Bireaktion, wobei Styrol zu Benzaldehyd oxidiert wird. Hochreaktives Polyesterharz gibt weniger Benzaldehydgeruch ab als niedrigreaktives Polyesterharz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verwendung kleinerer Härtermengen</li> <li>Verwendung/ Tausch gegen einen höher reaktiven Polyester</li> </ul>
		Gegenwart von Luft bei der Härtung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evakuierung (entlüftet) des Polyesterharzgemisches</li> <li>Vermeidung poröser Füllmittel</li> </ul>

Problem	Erkennung	Mögliche Ursache	Abhilfe
Faserfluss	Abnormales Verschieben oder Verzug des Glasfasermaterials unter Formgebung	Zähflüssige Polyesterformulierungen bewirken einen starken Flusswiderstand auf die Glasfasern und verschieben diese aus ihrer Lage	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verminderung der Viskosität des Harzgemisches durch               <ol style="list-style-type: none"> <li>Erhöhung des Styrolgehaltes</li> <li>Weniger Füllmittel, oder Füllmittel deren Korngröße eine kleinere Viskosität bewirken, oder mit größeren Füllmitteln</li> </ol> </li> </ul>
		Unpassende Glasfasermatte. Ungenügend gebundene Glasfasern verursachen leicht Faserfluss. Ein zu schnell löslicher Binder ergibt den gleichen Effekt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Glasfaser mit anderem Binder wählen</li> </ul>
fettige Oberfläche, Elefantenhaut, Orangenhaut  (siehe Bilder unter separate Datei - 13.)	Runzlige Gelcoatschichten	Gelcoat nicht genügend ausgehärtet durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>- nicht verdunstetes Lösungsmittel</li> <li>- Unzureichende Mengen an Härter</li> <li>- zu früher Laminatauftrag</li> <li>- zu hohe Luftfeuchtigkeit</li> <li>- Wasser oder Öl in der Luftzuführung</li> <li>- zu lange Aushärtezeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kein Lösungsmittel zugeben</li> <li>Verarbeitungs- und/oder Raumtemperatur erhöhen</li> <li>Härter überprüfen</li> <li>Styrolbeständigkeit prüfen, an tiefster Stelle der Form</li> <li>warmer Luftstrom über die konkaven Stellen der Form</li> <li>Regelmäßige Reinigung der Luftzufuhr</li> <li>Verbindung vom letzten Luft- und Ölfilter sollte nicht länger als 8 m sein</li> <li>Taktzeiten prüfen</li> </ul>
		Gelcoatschicht zu dünn oder ungleichmäßig	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Schichtdicken öfters messen bzw. kontrollieren</b></li> </ul>
		Harz für den Aufbau der Schichten hat extrem lange Aushärtezeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aushärtezeit des Harzes verkürzen</li> <li>Passendes Harz für die Lamination verwenden</li> </ul>
zu geringer Glanz  (siehe Bilder unter separate Datei - 14.)	Matte Stellen, Glanzgrad - unterschiede	Verschmutzte Form	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei nicht Gebrauch abdecken, vor der Verwendung reinigen</li> </ul>
		Falsch aufgetragenes Entformungsmittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gleichmäßiger Auftrag z. B. mit Sprühpistole</li> </ul>
		zu viel Entformungswachs in der Form	<ul style="list-style-type: none"> <li>Form nach dem Wachsauftrag polieren</li> </ul>
		zu frühe Entformung, unterhärteeter Gelcoat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mit der Entformung warten bis das Teil vollständig ausgehärtet ist</li> </ul>
Übermäßig lange Aushärtezeiten	Harz und Gelcoat härten sehr langsam und sind sehr lange flüssig  siehe auch: „Elefantenhaut“	Raumtemperatur zu niedrig oder Luftfeuchte zu hoch	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verarbeitungstemperatur nicht unter 16 °C</li> <li>Wenn nötig Gelcoat anwärmen</li> </ul>
		Unzureichende Menge Härter oder schlechter Zustand des Beschleunigers	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wirksamkeit des Härters prüfen</li> <li>Zugabemenge prüfen</li> </ul>
		Lösungsmittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mit passender Viskosität arbeiten und minimal Lösungsmittel (Styrol) zugeben</li> </ul>
		Gelcoatschicht zu dünn	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mindestschichtdicke 400 µm</li> </ul>
Selbstentformung  (siehe Bilder unter separate Datei - 16.)	Formteil löst sich von allein aus der Form	Zuviel Wachs oder falsches Trennmittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Form auspolieren, Abstimmung mit dem Trennmittelhersteller</li> </ul>
		Gelcoat ungleichmäßig aufgetragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gleichmäßige Schichten spritzen, besonders in den Ecken</li> </ul>
		mangelhafte Vermischung des Härters mit dem Gelcoat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verwenden Sie angepasste Mischmethode</li> </ul>
		extrem Zeitabstände zwischen der Gelcoataushärtung und dem Aufbau der Schichten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laminierung nach genügender Gelcoataushärtung ( Fingerprobe )</li> <li>Temperaturwechsel vermeiden</li> </ul>
		Schrumpfung durch Laminat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Glasfaseranteil kontrollieren</li> <li>Reaktivität des Harzes einstellen</li> </ul>