

>> Verarbeitungshinweise

Modell- und Formenbau

Die nahezu unbegrenzten Möglichkeiten die kalthärtende Flüssigkunststoffe (Duroplaste) bieten, drängen den Gedanken, Bauteile daraus zu fertigen auf. Dies gilt insbesondere, wenn es sich um Einzelanfertigungen und Kleinserien handelt. Hier kommen günstige Einrichtungskosten, geringe Materialkosten und natürlich die häufig besseren Eigenschaften der Faserverbundbauteile gegenüber anderen Materialien zum Tragen. Dem gegenüber stehen die relativ hohen Lohnkosten/Arbeitsaufwand der aber im Bereich Hobby/Freizeit und bei Maßanfertigungen nicht so sehr ins Gewicht fällt.

Mit der Entscheidung, ein Bauteil selbst aus Kunststoff zu fertigen, geht die Frage einher, wie man die Form des Bauteils am besten, d. h. mit möglichst geringem Aufwand/ Kosten realisieren kann.

Maßgeblichen Anteil daran hat die Vorstellung nach der Oberflächenbeschaffenheit, die zum einen durch die Optik, zum anderen durch die Gebrauchsfähigkeit bestimmt wird. Soll die Oberfläche vorwiegend optischen Ansprüchen genügen, so kann diese mit Spachtel, Filler und einer Abschlußlackierung (in allen Qualitäten) auf der GFK-Haut erzielt werden. Soll das Teil in irgendeiner Form mechanischen, Witterungs- oder anderen Belastungen ausgesetzt werden, so empfiehlt sich eine Oberfläche aus einem widerstandsfähigen Gelcoat, welches im Gegensatz zur Lackierung als erste „Schicht“ in die Form aufgetragen wird und durch den kontinuierlichen Aufbau eine hervorragende Verbindung mit den nachfolgenden Laminatschichten eingeht. Diese „professionelle“ Methode verlangt jedoch das Erstellen eines Urmodells, von welchem die Form für die Bauteilfertigung abgenommen wird. Unter bestimmten Voraussetzungen genügt auch ein Urmodell, von welchem direkt das gewünschte Teil gefertigt werden kann. Dies hängt von der Stückzahl der zu fertigenden Teile und der Formgebung des Bauteils ab.

Wichtig bei allen Varianten ist, daß das Bauteil ohne Beschädigungen in der Oberfläche und des Laminates entformt werden kann. Bei „Einmalformen“ kann diese theoretisch ja zerstört werden, nur leidet das zu entformende Teil häufig auch darunter.

Am einfachsten ist natürlich, aus einer bestehenden Form zu arbeiten. Ist das nicht gegeben, so sollte man versuchen von einem vorhandenen Teil eine Form abzunehmen, aus der dann wiederum ein Bauteil gezogen wird. Ist das vorhandene Bauteil nicht neu, so ist zwar meistens eine neue Oberflächenbeschichtung notwendig (entweder durch Lackieren/Polieren des Musterstückes oder durch Auspolieren der erstellten Form), dies bedeutet aber immer noch einen vergleichsweise geringeren Aufwand, als eine komplett neue Formgebung hinzubekommen.

Modellbau

Ausgehend von diesem „worst case“ nun erst ein paar Vorschläge zur Erstellung eines Urmodells.

Ist die Formgebung so beschaffen, daß diese ausschließlich oder vorwiegend aus geraden Flächen besteht, so bietet sich Plattenware (z.B. beschichtete Spanplatte) mit einer geschlossenen und glatten Oberfläche an. Diese „Schreinerarbeiten“ können von jedem Hobbyhandwerker bewältigt werden. In der Regel müssen Hohlkehlen oder Sicken nachgearbeitet werden, d.h. das Modell muß im Endeffekt sowieso einmal komplett lackiert werden.

>> Verarbeitungshinweise

Hier sollten übliche Grundregeln wie eine lackierfähige Oberfläche sowie die Verträglichkeit der verwendeten Spachtel, Kleber, Füllstoffe, Harze, Filler untereinander berücksichtigt werden. Als Lackierung bietet sich ein 2-K DD oder Autolack an, da diese auch bei Polyesterharzformen standhaft sind. Meistens wird man nach Ausführen aller Vorarbeiten, eine wirklich lackierfähige Oberfläche ist nur mit etlichen Stunden Schleifarbeit zu erzielen, das Modell zum Autolackierer bringen, der dann mit relativ wenig Aufwand das Teil auf Hochglanz bringt.

Sind die Formen komplizierter, muß irgendwie aus Vollmaterial gearbeitet werden. Bewährt haben sich verschiedene Schäume, die günstig zubekommen und vor allem einfach zu bearbeiten sind. Styropor (EPS) ist billig und am besten verfügbar, muß jedoch mit lösungsmittelfreien Harzen (Epoxidharzen) beschichtet werden, PU-Schaum ist etwas teuer, kann jedoch auch mit Polyesterharz verarbeitet werden. Hier muß jeder für sich entscheiden mit welchem Material er am besten klarkommt. Werkzeugtechnisch reichen einfache spanabnehmende Handgeräte (Schleifbretter, Surfoamhobel, Feilen, Raspel, ...), für größere Flächen eignet sich das Heisschneidverfahren (nur EPS) oder der Elektrohobel.

Die anschließende GFK-Beschichtung versiegelt die Poren des Schaumes und erbringt die geforderte Festigkeit für die Formerstellung. Achten Sie insbesondere bei Styropor auf eine hundertprozentige Versiegelung des Schaumes, der nachfolgende Füllgrund bzw. die lösungsmittelhaltige Lackierung zerfressen diesen bei Nichtbeachtung in Windeseile. Ist man sich über die Vorgehensweise im Klaren, so müssen noch einige Gedanken an die Formgebung verschwendet werden.

Unzulässig sind Hinterschneidungen aller Art! Ist dies nicht zu vermeiden, so muß eine mehrteilige Form erstellt werden, was mit einem Mehraufwand und einem größeren Know-How verbunden ist. Bedenken Sie dies unbedingt im Vorfeld, sonst platzen unverhofft Ihre Träume wie Luftblasen.

Senkrecht zu Entformungsebene Flächen sollten mindestens einen positiven Entformungswinkel von 1 bis 2 Grad besitzen. Immerwieder während der Formgebung mit einem 90°-Winkel die stehenden Flächen prüfen. Tiefe Formen entformen sich schlechter als flache. Vermeiden Sie komplizierte Formen, Ecken, Kanten und Hohlkehlen sollten einen eher größeren, harmonischeren Radius aufweisen.

Berücksichtigen Sie für die Form einen Entformungsrand, der nicht zu schmal sein sollte. Dies hat den Vorteil, daß man mit weichen Keilen (Weichholz oder noch besser PE-Keile) bei der Entformung zwischen Form und ausgehärtetem Bauteil mehr „Fleisch“ zur Verfügung hat, man hat immer die Sicherheit einen sauber laminierten Besäumungsrand zu haben und desweiteren stellt der Formenrand insbesondere wenn er winklig zur Entformungsebene steht einen Festigkeitszuwachs dar. Ein Formenrand sollte auch bei einem bereits vorhandenen Urmodell berücksichtigt werden, die Beschneidungslinie ergibt sich aus dem Umriß des Urmodells, der Flansch für den Formenrand muß dann mit einfachen Mitteln „drangebastelt“ werden. Die Linie, an der das Bauteil beschnitten/besäumt werden soll, kann entweder schon vorher auf dem Modell als „Riss“ mit einer spitzen Nadel abgetragen werden oder später durch vorsichtiges Anpassen an die Umgebung ermittelt werden.

Bevor nun die Form vom Modell abgenommen wird, müssen noch zwei Dinge beachtet werden. Das Modell darf sich in Lage und Form während des Auftragens der Gelcoat-/Laminatschichten nicht verändern, verschieben oder verziehen, d.h. es muß irgendwie auf einer Grundplatte oder einer Vorrichtung fixiert werden, und dies so, daß man beim Laminieren alle Stellen auch gut erreicht.

Zu guter Letzt folgt das gründliche Einwachsen und Auspolieren des Modells mit Trennwachs (mind. 3-4 mal) und das Aufbringen eines dünnen Trennlackfilms (PVA), welcher zusätzliche Entformsicherheit bringt.

>> Verarbeitungshinweise

Formenbau (Polyester)

Nun kann es endlich losgehen. In die gewachste und auspolierte Form (eventuell Staub mit Staubbindetuch entfernen) wird das Formenbaugelcoat eingetragen. Üblicherweise wird das Gelcoat, welches verbesserte Eigenschaften besitzt schwarz eingefärbt, um bei späteren Einbringen des meist helleren Gelcoats für die Teilefertigung einen besseren Kontrast zu ermöglichen. Angerührt werden pro Quadratmeter Fläche ca. 600 - 800 g. plus Reserve von ca. 200 g. (was im Pinsel, Fellroller oder Gefäß verbleibt). Gehärtet wird in der Regel mit MEKP-Härtern und einer Zugabe von 1,5 bis 2 % nach Gewicht. Unbedingt gut verrühren, insbesondere immerwieder vom Rand des Gefäßes ins Innere rühren. Dann das Gelcoat mittels Modler (Kurzhaarpinsel) oder Fellroller gleichmäßig auf die Oberfläche aufbringen, dabei Lufteinschlüsse und zu dicken Eintrag in Ecken unbedingt vermeiden. Die angegebene Menge sollte dabei verbraucht werden.

Das Gelcoat je nach Temperatur ca. 1- 3 Std. in der Form anziehen lassen, mit dem Finger eine Probe machen, es sollte nicht mehr klebrig sein und beim Darüberstreichen leicht quiet-schen.

Dann wird die erste Kontaktlage Glasmatte mit geringem Flächengewicht und hohem Harzanteil mit normalem Polyesterlaminierharz darauflaminiert. Insbesondere hier auf absolute Luftblasenfreiheit achten - dies ist nur mit dem Entlüftungsroller zu erreichen (siehe Verarbeitungshinweise Polyesterharze). Diese erste Lage läßt man leicht angelieren um dann weitere Glaslagen mit höheren Gewichten aufzubringen. Die Schichtstärke sollte dabei 4-5mm nicht übersteigen, da ansonsten eine zu hohe Reaktionswärme entsteht und sich als Folge die Form verziehen kann. Bei Bedarf sind höhere Schichtstärken in mehreren Arbeitsgängen zu erzielen.

Zur Versteifung von flächigen Formen haben sich Rippen aus PU-Schaum, Weichholz oder durchgesägten Papphülsen bewährt. Diese werden nach fixieren auf der Form (geht gut mit schnellem Füllspachtel) mit 2 Lagen Matte überlaminiert.

Wird durch Hinterschneidungen, eine komplizierte Form oder eine besonders tiefe Form eine mehrteilige Form erforderlich, so sollte man sich Gedanken über den Verlauf der Trennebenen machen. Bei einer symmetrischen Form bietet sich eine Mittellinie an, die das Bauteil genau in zwei Hälften teilt. Mit einem Stift oder einer dünnen Reißnadel wird diese Linie auf dem Modell abgetragen. Nun muß entlang dieser Linie ein Flansch angebracht werden, der mind. eine Höhe von 2-3 cm aufweist. Man kann die Kontour entweder aus einer Holzplatte aussägen oder mit einem Schaumstreifen, den man auf das gewachste Modell mit Polyesterspachtel aufklebt nachbilden. Die Porigkeit des Schaumes bzw. des Holzes muß natürlich wie bei anderen Flächen auch versiegelt werden. Abspachteln mit Polyesterspachtel und anschließendes Feinschleifen hat sich bewährt. Dieser „Hilfsflansch“ muß natürlich auch getrennt werden, da er aber nur einmal gebraucht wird, kann er notfalls beim Entformen kaputt gehen, ohne das dies tragisch wäre.

Die erste Formhälfte wird wie üblich laminiert, für das Laminieren des Flansches reißt man sich schmale Mattenstreifen, die vom Flansch nur bis kurz um die Hohlkehle reichen und so einen Übergang zum restlichen Laminat bilden. Gerade in den Ecken das Laminat gut entlüften/verdichten. Nach Aushärtung wird nur der Flansch vorsichtig vom Modell gelöst, eventuelle Reste von Spachtelmasse am Flansch/Modell entfernt und dann die „Trennung“ des nun stehenden Gfk-Flansches vorgenommen.

>> **Verarbeitungshinweise**

Danach wird die zweite Formhälfte laminiert, dabei arbeitet man gegen den bestehenden Flansch. Wichtig ist, dass man die erste Formhälfte noch nicht vom Modell getrennt hat, so kann auch kein Gelcoat vom zweiten Durchgang zwischen Modell und Form laufen. Nach Härtung werden Paßbohrungen in dem Flansch vorgenommen, diese können entweder durch spezielle Paßstifte oder durch metrische Verschraubungen gesichert werden. So ist dann nach dem Trennen der beiden Formhälften und dem Herausnehmen des Modells immer wieder eine paßgerechte Fügung gewährleistet.

Nach vollständiger Härtung (24 Std.) wird die Form vom Modell getrennt, dies kann mit Druckluft, leichten !!! Gummihammerschlägen auf die Rückseite der Form und dem Einsatz von weichen !!! Keilen geschehen. Der ausgefrante Rand sollte sauber beschnitten und mit Harz oder Klebeband versiegelt werden.

Die nun fertige Form muß zur Erstellung eines Bauteils in gleicher Weise wie zuvor beim Modellbau beschrieben vorbehandelt werden, d.h. mehrere Male gewachst, auspoliert und eventuell mit Trennlack versehen werden.

Das Bauteil wird bei Polyesterbauweise in gleicher Art wie zuvor beim Formenbau beschrieben gefertigt und nach vollständiger Aushärtung entformt.

Gutes Gelingen!