

Der Kunststoff als Konstruktionselement

Von Dipl.-Ing. Helmut Zickel

In „Der Volkswirt, Deutsche Wirtschaft im Querschnitt, 34.Folge,
Die Kunststoffindustrie“, 1. Oktober 1955

Die Verwendung von Kunststoffen für Konstruktionen des allgemeinen Maschinenbaus bringt für den Konstrukteur mancherlei Schwierigkeiten mit sich, da diese Materialien nicht in der beim Metall gewohnten Weise auf Festigkeit berechnen kann. Allein die Tatsache, dass er gewohnt ist, beim Stahl mit einem Werkstoff zu rechnen, bei dem die plastische Verformung erst bei 70 Prozent der Bruchfestigkeit einsetzt, während bei Kunststoffen in vielen Fällen mit einer Dehnung gerechnet werden muss, die praktisch Null ist, zwingt zu einem Umdenken bei der Verwendung der Kunststoffe.

Problem Festigkeit

Die Festigkeitseigenschaften eines Fertigteils aus Kunststoff werden nicht nur vom Stoff selbst, sondern auch von dessen Verarbeitung und von der konstruktiven Formgebung bedingt. Es ist möglich, dass die Festigkeitswerte im Formteil zum Beispiel bis zu 50 Prozent unter den angegebenen DIN-Werten liegen. Dies wird erklärlich, wenn man bedenkt, dass die Struktur der preß- und spritzbaren Kunststoffe und damit wesentliche Eigenschaften, besonders auch die Festigkeitseigenschaften, vom Verlauf der Herstellung (Fließen der Masse im Werkzeug und anderes) und der Gestaltung der Formteile abhängig sind. Aus diesem Grund ist das Beachten gewisser Richtlinien und Grundregeln für die Gestaltung der Formteile besonders bedeutsam.

Neue Konstruktionsprinzipien

Wie bei Metallguß sind ungleiche Wanddicken und Werkstoffanhäufungen zu vermeiden, da sie Spannungen im Formteil ergeben und überdies ungleichmäßige Aushärtung verursachen. Dicke Wände sind deshalb durch Aussparungen und Verrippungen aufzulösen. Alle Außen- und Innenkanten sind zu verrunden, da hierdurch der Fließvorgang der Preß- und Spritzgußmassen erleichtert wird, woraus sich Teile mit höherer Festigkeit ergeben. (Die DIN-Werte können nur Materialkennwerte vermitteln.) Der Konstrukteur muss sich darüber hinaus mit den Eigenschaften des Materials vertraut machen; er muss ein „Gefühl“ für den in Betracht kommenden Kunststoff haben, um richtig konstruieren und werkstoffgerecht gestalten zu können. Die Kunststoffindustrie ist deswegen bemüht, verlässliche Unterlagen zu schaffen, vor allem auf dem Festigkeitsgebiet, für die DIN-Werte nicht vorliegen. Man kann zum Beispiel ein Zahnrad nicht mit den genormten Werten für

Druck-, Zug- und Biegefestigkeit errechnen, wenn nicht auch Werte für Wechselbiegefestigkeit und Verschleißfestigkeit vorliegen. Ähnlich verhält es sich bei der Dimensionierung von Lagern und anderen Maschinenteilen. Wichtig für das Konstruieren ist weiterhin, zu wissen, dass Kunststoffteile nicht mit den bei Metall üblichen Toleranzen hergestellt werden können. Maßabweichungen entstehen schon beim Formenbau. Sie sind für die weiteren Fertigungsgänge in größerem Umfang in Anbetracht der verschiedenen und nicht immer kontrollierbaren Schwindungsvorgänge verständlich.

Kunststoffe unterlegen?

Auf den ersten Blick erscheinen die Kunststoffe den Metallen in der Mehrzahl der Werte unterlegen zu sein. Bezieht man diese Werte auf das spezifische Gewicht, wie dies bei der Mehrzahl der Konstruktionsfälle geschehen muß, so kommt man zu Ergebnissen, bei denen sich Kunststoffe durchaus mit den besten Metallen vergleichen lassen, ja diese zum Teil übertreffen. Während man bei Flusstahl zum Beispiel eine Zugfestigkeit –bezogen auf das spezifische Gewicht- von 500 erhält, beträgt der gleiche Wert bei Hartpapier 855 und bei Preßschichtholz „Lignofol L“ sogar 1780. Bei der Druckfestigkeit – bezogen auf das spezifische Gewicht- kommt man zum Beispiel bei Gusseisen auf einen Ewert von 900, bei Hartgewebe auf 1430, bei Vulkanfiber auf 2300.

Nicht immer wird es gelingen, ein Konstruktionsteil aus einem Stück herzustellen, sondern es wird häufig vorkommen, dass man mehrere Kunststoffteile zusammenfügen muss. Die Verbindungsmöglichkeiten der Kunststoffe sind vielfältig und können bei den Phenoplasten durch Kleben, Schrauben und Nieten erfolgen. Bei den Klebern unterscheidet man heiß- und kalthärtende Kleber, wobei die heißhärtenden eine bessere Haltbarkeit der Klebeverbindung erzielen lassen. Eine weitere Erhöhung der Scherfestigkeit der Klebfläche ist durch das Anbringen von Dübeln aus Kunststoff oder Holz möglich. Die zu klebenden Flächen müssen aufgeraut sein, da die Wirkung des Klebers auf mechanischer Wirkung beruht. Es befindet sich eine ganze Anzahl ausgezeichneter Kleber auf dem Markt, die Scherfestigkeiten von 400, sogar 500 Kilogramm je Quadratzentimeter erzielen lassen, diese Klebungen entsprechen etwa der Nietfestigkeit. Alle Kleber haben gemeinsam, dass ihre Zugfestigkeit in Richtung der Verbindungsebene weit besser ist als die Querzugfestigkeit und die Festigkeit bei Schälbeanspruchung. Die Verbindungsstelle muss man daher so ausbilden, dass sie eine genügende Verbindungsfläche besitzen und die Beanspruchung in Richtung der Verbindungsebene und nicht senkrecht dazu auftritt.

Schrauben und Nieten

Beim Schrauben verwendet man bei durchgehenden Schrauben normale Stahlschrauben mit Muttern. Ist es jedoch nicht möglich, diese durchgehenden Schrauben zu verwenden, so erweist es sich als vorteilhaft, die bekannten Einschraubenbuchsen „Insert“ zu verwenden, da diese Schraubverbindung auch ein häufiges Lösen gestattet, was bei dem in das Kunststoffmaterial hineingeschnittenen Gewinde nicht möglich ist. Bei Press- und Spritzteilen können Gewindebuchsen aus Metall sogar mit eingepresst oder –eingespritzt werden.

Beim Nieten ist wegen der starken Kerbempfindlichkeit der Kunststoffe mit besonderer Vorsicht zu verfahren. Aluminiumniete, Kupferniete sowie Hohlните sind gebräuchlich. Die Nieten können aber auch aus Kunststoff hergestellt werden; man verwendet hierfür thermoplastische Kunststoffe, die in der Wärme biegsam sind. Eine besonders gute Nietkonstruktion hat die amerikanische Firma Shakeproof, Chicago, herausgebracht, die eine Vernietung ohne Erwärmung des Niets gestattet. Ihre Nieten bestehen aus Polyamid und übertragen eine Scherlast von 130, zweiseitig von 141 Kilogramm.

Thermoplaste lassen sich schweißen

Thermoplaste können zusätzlich zu den eben geschilderten Verbindungsverfahren auch durch Schweißen verbunden werden. Man kennt hierfür die Heißgasschweißung, Heizelementschweißung, Reibungsschweißung und Hochfrequenzschweißung. Bei normaler Konstruktion für Maschinenteile werden wohl die ersten drei Schweißungen in Betracht kommen, da die Hochfrequenzschweißung vor allem sehr dünnwandigen Teile, wie Folien und so weiter vorbehalten ist. Die Heißgasschweißung wird unter Verwendung eines Schweißdrahts ähnlich wie bei der Metallschweißung vorgenommen, nur dass man die Schweißtemperatur mit einem Heißluftbrenner erzeugt. Die Nahtformen sind den von der Metallschweißung her bekannten ähnlich, nämlich V-, X- und Kehlnähte. Diese Schweißung hat in der Praxis größte Bedeutung.