

Rapid Prototyping - Vom Prototyp zum Werkzeug

Klemp, E.

Die Einsatzgebiete des Rapid Prototyping - wörtlich übersetzt bedeutet Rapid Prototyping „schnelle Herstellung von Prototypen“ - sind sehr weitläufig: Sie finden Anwendung in allen Bereichen der industriellen Herstellung. Der Prototyp kommt schon in einem sehr frühen Stadium des Konstruktionsprozesses dem gewünschten Produkt in Qualität und Eigenschaften sehr nahe. Bisher wurden diese Prototypen u.a. als Funktionsmuster und Designmodelle genutzt. Der Bereich des schnellen Herstellens von Werkzeugen wird in Zukunft zunehmend an Bedeutung gewinnen.

The use of rapid prototyping parts is very wide. They are nearly used in every part of industrial production, mainly in the automotive area. The idiom Rapid Prototyping means a fast production of prototypes in order to get a part at an early stage of the design process, which has nearly the shape, quality and properties of the desired part. In the nearest future the area of rapid tooling could be expected as a large growing area.

1 Einleitung

Die mit der Technik des Rapid Prototyping hergestellten Teile finden ihre Anwendung in der Automobilindustrie, der Luft- und Raumfahrt, in der Elektro- und Elektronikindustrie, in der Medizintechnik, in der Haushaltsgeräteindustrie und natürlich auch im Maschinenbau.

Mit der schnellen und zuverlässigen Herstellung von Musterteilen erlangt der Anwender dieser Technik nicht nur einen Vorsprung auf dem Markt, sondern auch einen Kostenvorteil durch die deutlich verkürzten Entwicklungszeiten sowie die Reduzierung von Fehlern.

Der Konstruktionsprozeß beinhaltet nach VDI 2221 von der Idee bis zum endgültigen Produkt mehrere Stufen, so daß je nach Abstraktions- und Konkretisierungsgrad verschiedene Prototypen entstehen. Nach /1/ unterscheidet man Proportionsmodell, Ergonomiemodell, Designmodell, Funktionsmodell, Prototyp und Muster, wobei jedes Modell eine eigenständige Funktion erfüllt. Das Verfahren des Rapid Prototyping bietet dem Anwender die Möglichkeit, ein Musterstück als Positiv oder Negativ

herzustellen. Der Nutzen eines solchen Prototypen ist es, sehr früh ein anschauliches Modell in den Händen zu halten, welches u.a. zur Aufdeckung von Fehlern oder zum Finden des Optimierungspotentials führen kann. Dabei kann mit den heutigen Verfahren eine sehr hohe Produktqualität erreicht werden. Durch die gezielte Weiterentwicklung des Verfahrens in den Bereich Rapid Tooling - nicht mehr das Positiv wird als Prototyp gebaut, sondern eine „Negativform“ - scheint der Weg der Entwicklungen für die nächste Zeit festgelegt zu sein.

2 Verfahren des Rapid Prototyping

Die technischen Verfahren, die in den Bereichen des Rapid Prototyping, des Rapid Tooling oder des Rapid Manufacturing angewendet werden, basieren auf dem gleichen Prinzip (**Bild 1**): Der Strahl eines an der Geräteoberseite angebrachten Lasers wird an einem Spiegelsystem auf eine Bauplattform umgelenkt. Durch Veränderung der Lage des Spiegelsystems kann der fokussierte Laserstrahl jeden Punkt der Bauplatte abstrahlen. Auf der Bauplattform wird zu Beginn des Bauvorganges eine dünne Materialschicht aufgetragen - dies kann u.a. ein Kunststoff, ein flüssiges Polymer, ein Sand oder ein Metallpulver sein. Durch das Auftreffen des Laserstrahls auf eine Stelle dieses Materials kommt es zu einer Reaktion. Durch das „Abfahren einer Kontur“ durch den Laserstrahl entsteht so auf einer Ebene eine Kontur. Das „unbelichtete“ Material verweilt weiterhin auf der Bauplattform. Durch Absenken der Bauplattform und Auftragen einer Schichtdicke des zu bearbeitenden Materials entsteht eine neue glatte Oberfläche auf der Bauplattform. Sobald der Prozeß des Materialauftrags abgeschlossen ist, „fährt“ der Laserstrahl die nächste Schicht des konstruierten Teils ab. So entsteht Schicht für Schicht ein Bauteil (generatives Verfahren), welches immer weiter in den Bauraum der Maschinen hineinwächst, von „unbenutztem“ Material umgeben. Am Ende des Bauvorganges befindet sich das fertige Teil im Bauraum - umgeben von unbenutztem Material.

Im Laufe der letzten 10 Jahre haben sich im Bereich des Rapid Prototyping viele Verfahren entwickelt, stellvertretend seien hier drei Verfahren kurz vor-

stellt: 1) Stereolithographie (STL): ein flüssiger Polymerwerkstoff wird mit einem UV-Laser ausgehärtet, 2) Selective Laser Sintern (SLS): Ein pulverförmiges Material (Sand, Kunststoff, kunststoffumhülltes Metall) wird mit einem CO₂ Laser angeschmolzen, 3) Laminated Object Manufacturing (LOM): Papierschichten werden aufeinandergeleimt, ein CO₂ Laser schneidet die gewünschte Form aus.

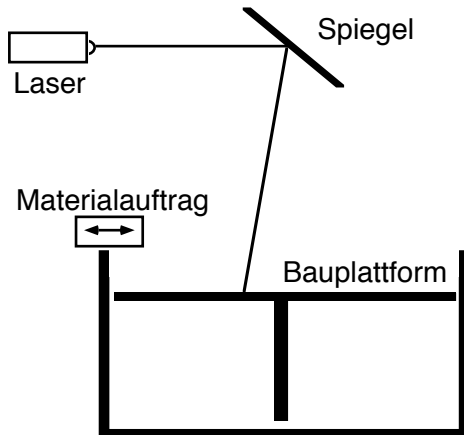


Bild 1: Grundlegendes Prinzip des Rapid Prototyping

2.1 Vorteile von Rapid Prototyping Produkten

Egal für welches Verfahren der Anwender sich entscheidet, die Vorteile der Nutzung des Rapid Prototyping - Verfahrens bestehen ganz klar in der Fehlereliminierung, in der schnellen Veranschaulichbarkeit von Funktionen und Funktionsmustern, in der Herstellung von Freiflächen und Hohlräumen. Dabei erlangen die Bauteile eine hohe Komplexität, ermöglichen kurze Entwicklungszeiten und geringe Entwicklungskosten und sorgen schließlich für eine hohe Serienqualität - aus dem Maschinenbau bekannte klassische Aspekte.

3 Rapid-Tooling

Um die Produkte noch schneller und qualitativ hochwertiger auf den Markt zu bringen, wird von der Industrie eine Verkürzung der Zeiten, insbesondere der Entwicklungszeiten gefordert. Aufgrund der guten Erfahrung mit der Herstellung von „Positivteilen“ liegt nun die Forderung der industriellen Anwender nahe, „Negativteile“ ebenso mit dem Verfahren des Rapid Prototyping zu bauen, die als Werkzeuge verwendet werden können, zum Beispiel als Spritzgußwerkzeug, oder sogar als Druckgußwerkzeug - sogenanntes Rapid Tooling. Nicht zuletzt verkürzt ein schnelles Herstellen von

Werkzeugen den Produktentwicklungsprozeß und damit die „time-to-market“ bis zu 25%.

Mit den bekannten Verfahren des SLS oder STL ist es nun ohne weiteres nicht möglich, ein industriell nutzbares Werkzeug zu bauen. Bei dem Verfahren des Selective Laser Sinterns wird nach Abschluß der Bauphase das Grünteil in einen Ofen gelegt, in dem die zum Sintern verwendete Kunststoffummantelung herausgeschmolzen und durch ein Infiltrat ersetzt wird, welches dem Bauteil eine größere Belastbarkeit verleiht und für deutlich verbesserte Oberflächengüten sorgt. Die durchaus positiven Erfahrungen zeigen, daß ein solches Vorgehen industriell im Kleinserienbau möglich ist. Darüber hinaus gibt es Tendenzen im Bereich der Forschung, die über ein indirektes Verfahren eine Werkzeugherstellung ermöglichen wollen: Eine Infiltration von Grünlingen mit Kupfer oder Graphit könnte dazu führen, daß ein Werkzeug entsteht, welche in Anlehnung an die spanabhebenden Verfahren in einer Erodiermaschinen eine Anwendung finden kann. Auf dem Gebiet der indirekten Herstellung von Werkzeugen wird des weiteren im Moment auf Basis der Stereolithographie ein System entwickelt, welches vergleichbar mit dem Silikongußverfahren einen Abguß erzeugt, aus dem dann eine Metallform entsteht. Da auf diesem Gebiet zur Zeit umfangreiche Forschung betrieben wird, ist in nächster Zukunft mit einer deutlichen Verbesserung dieses Verfahrens zu rechnen.

4 Ausblick

Aufgrund der enormen Zeitersparnis bei der Herstellung von qualitativ hochwertigen Werkzeugen wird der Bereich des Rapid Tooling immer mehr an Bedeutung gewinnen. Der sich daraus ergebende Wettbewerbsvorteil wird in Zukunft intensive Forschungsarbeiten nach sich ziehen. In diesem Zusammenhang erscheint eine Kombination von mechanischem Abtragen und generischem Aufbringen von Material sehr erfolgsversprechend. Selbst die Herstellung von Ersatzteilen vor Ort scheint realisierbar.

5 Literatur

- /1/ Gebhardt, A.: Rapid Prototyping, Hanser verlag 1996
- /2/ Tagungsband zur 1. und 2. Fachtagung Rapid Prototyping, Lemgo, 10/96, 11/97