

Ein Anwendungsbeispiel zum Einsatz der Rapid Tooling Prozessketten „Die Fertigung von einem Oldtimer-Ersatzteil“

Turan, H. C.

Der Einsatz verschiedener Rapid Tooling Verfahren zur Herstellung der Klein- und Vorserien neuer Produkte ist bekannt. Dies ermöglicht die wirtschaftliche Herstellung kleiner Stückzahlen, deren Fertigung sonst sehr teuer wäre. Somit ist das „Rapid Tooling“ das ideale Werkzeug für die Herstellung der Oldtimer-Ersatzteile. In diesem Artikel wird es versucht, am Beispiel eines Kunststoffspritzteiles einen Überblick über diese Prozesskette zu schaffen.

The usage of different Rapid Prototyping processes to produce small and pre-production series is known. This enables the economical production of small quantities, whose production would otherwise be very expensive. This property makes the Rapid Tooling an ideal tool for making spare parts for classical automobiles. This article gives an overview of the process chain that leads to a plastic injection part.

1 Einleitung

Die Rapid Tooling Verfahren werden häufig da eingesetzt, wo sonst der konventionelle Werkzeugbau sich als ungünstig erweisen. Oft sind die Kosten der herkömmlichen Werkzeuge wegen der erforderlichen, meist komplizierten Fräsbahnerstellung und der langen Bearbeitungszeiten sehr hoch. Reichen die spanenden Bearbeitungstechniken nicht aus, Senkerodieren und Drahterodieren müssen eingesetzt werden. Diese Zusammenarbeit verschiedener Fertigungssysteme können unterschiedliche Probleme mit sich bringen. Daher ist ein Einsatz von konventionellen Werkzeugen erst mit hohen Stückzahlen sinnvoll (**Bild 1**).

Bei Rapid Tooling ist das nicht der Fall. Die kleine Stückzahlen können im Vergleich zu den konventionellen Verfahren günstig hergestellt werden. Dabei wird höhere Einzelkosten der zu produzierenden Teile wegen der aus der schlechten Wärmeleiteigenschaften resultierenden höheren Zykluszeit im Kauf genommen.

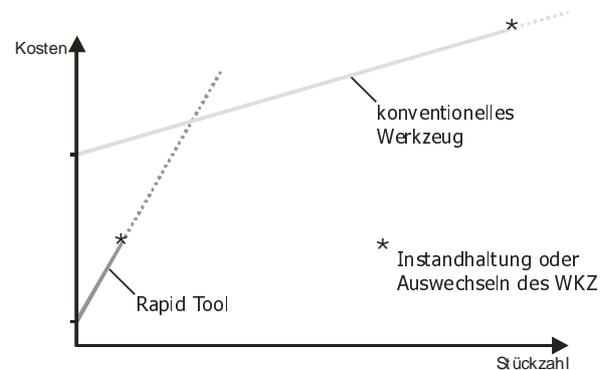


Bild 1: Die Kosten über Stückzahl

In diesem Artikel werden die einzelnen Schritte am Beispiel eines Türgriffblendes (**Bild 2**) von einem BMW 2002 erläutert. Da dieses Fahrzeug wie die anderen die sogenannten Youngtimers immer noch einen gewissen Nutzwert hat, werden jährlich 200 links und rechts Sätze gebraucht. Um die Lagerkosten auf ein Minimum halten zu können, darf die gesamte Stückzahl diese Zahl nicht deutlich überschreiten.



Bild 2: die Türgriffblende

2 Die Umsetzung

Der Auftrag war 200 Sätze zu fertigen, die sich dann zum Verchromen eigneten. Die Vorgehensweise zu den verschiedenen RT Eisätzen ist im folgenden Diagramm abgebildet:

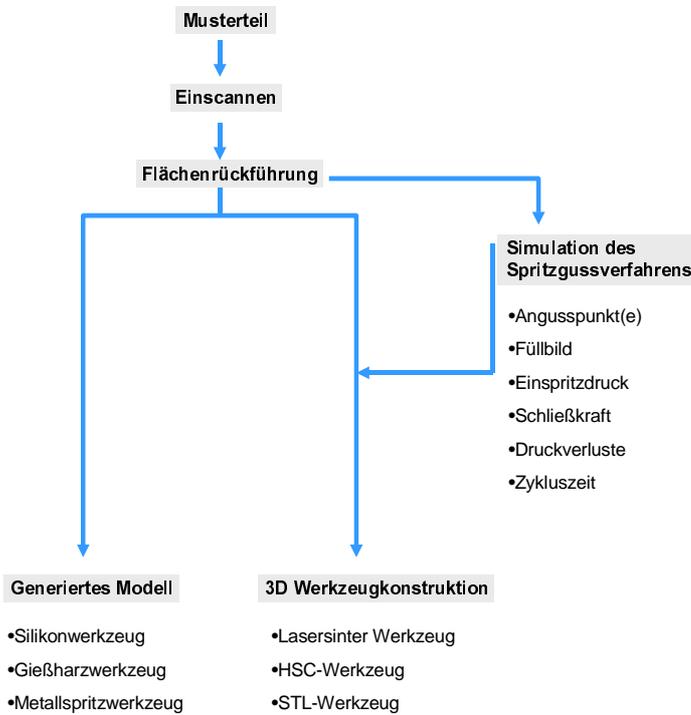


Bild 4: Die Vorgehensweise zu den verschiedenen Rapid Tooling Einsätzen

gendes Diagramm abgebildet:

2.1 Digitalisieren und Flächenrückführung

Da das Teil nicht als 3D CAD-Datei vorhanden war, musste es zuerst eingescannt werden.

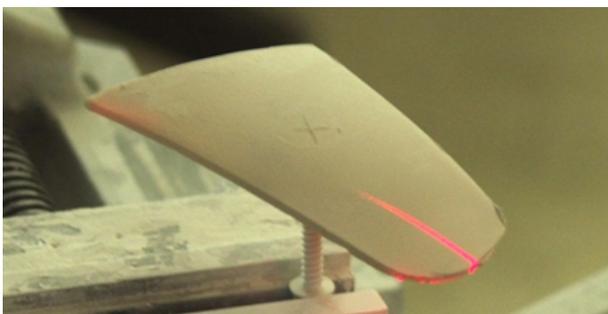


Bild 3: Das eingespannte Teil I beim Einscannen

Für diesen Zweck wurde ein Laserscanner mit einem 7-Achsen-Koordinaten-Messarm benutzt.

Die mit dem Scannen erzeugte zweiteilige Punktwolke im ASCII Format, wurde in die Rhinoceros Flächenmodellierungssoftware importiert und da bearbeitet. Das fertige Modell wird anschließend ins STL-Format umgewandelt(**Bild 5**).

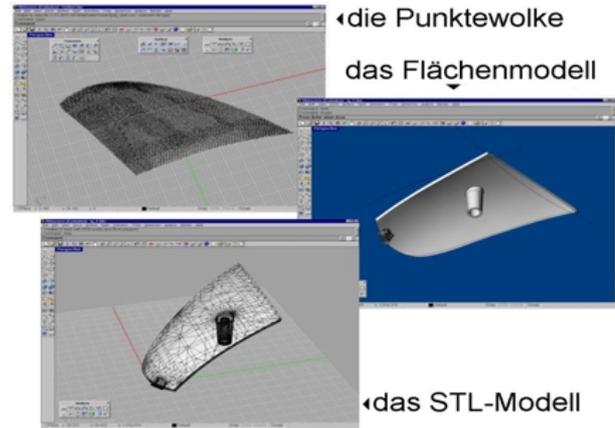


Bild 5: Bearbeitung der Punktwolke zum Flächenmodell und das resultierende STL-Modell

2.2 Simulation des Spritzgussverfahrens

Für die Simulation mit der Moldflow Plastics Insight Software (MPI) war ein Mittelflächenmodell erforderlich. Dieses Modell wurde wiederum mit der Rhinoceros Software erstellt.

Das importierte Mittelflächenmodell wurde zuerst analysiert, um den richtigen Angusspunkt zu ermitteln. Danach wurde eine Serie von Berechnungen durchgeführt, deren Ergebnisse graphisch in dem **Bild 6** dargestellt sind.

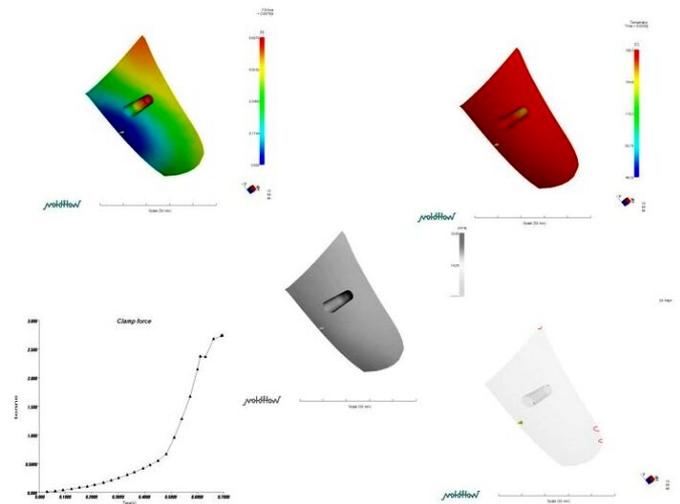


Bild 6: Ergebnisse der Berechnungen mit MoldFlow

Laut dieser Ergebnisse ist es möglich, dieses Teil mit einem Einspritzdruck von ca. 20 MPa und einer Schließkraft von ca. 6 Tonnen zu fertigen. Die Zykluszeit hängt von dem Material des Werkzeugeinsatzes ab und variiert schätzungsweise von 20 bis 80 Sekunden je nach Werkzeug.

Die Bindenähte befinden sich im nicht sichtbaren Bereich und Stellen keine Gefahr dar. Das gleiche

gilt für die Lufteinschlüsse. Die an der Trennebene liegenden Lufteinschlüsse sind zu entlüften.

2.3 Auswahl des geeigneten Rapid Tooling Verfahrens und die Fertigung der Einsätze

Da das Teil später verchromt werden sollte, haben wir uns für ein aluminiumgefülltes Gießharzwerkzeug entschieden. Die sehr gute Polierbarkeit und die verbesserte Wärmeleiteigenschaften haben dabei eine große Rolle gespielt. Die mechanischen und thermischen Daten des verwendeten aluminiumgefüllten Gießharzes sind in der **Tab. 1** zu sehen:

Dichte	:	1,95 kg/l
E-Modul	:	12.500 N/mm ²
Biegefestigkeit	:	80 N/mm ²
Zugfestigkeit	:	50 N/mm ²
Zugdehnung	:	0,6 %
Schlagzähigkeit	:	5,5 kJ/m ²
Kugeldruckhärte	:	293 N/mm ²
Shore D Härte bei 20° C	:	91
Shore D Härte bei 160° C	:	87
Glasübergangstemperatur	:	310 °C
Wärmeformbeständigkeit	:	220 °C
Druckfestigkeit bei 22° C	:	150 N/mm ²
Druckfestigkeit bei 100° C	:	120 N/mm ²
Linearewärmearausdehnung (23° bis 200° C)	:	74 1/K*E-6
Wärmeleitzahl	:	2,20 W/Km
Linearer Schwund	:	0,40 mm/m

Tab. 1: die mechanischen und thermischen Eigenschaften von dem verwendeten Gießharz

Der Ausgangspunkt für dieses Verfahren ist ein positives Urmodell. Das um 0,5 % vergrößerte Formteil wurde mit dem STL-Verfahren gebaut und anschließend manuell bearbeitet. Das nun treppeneffektfreie Urmodell wurde in eine Knetmasse eingebettet. Der Kühlkanal und die Stahlstifte wurden angebracht(**Bild 7**).

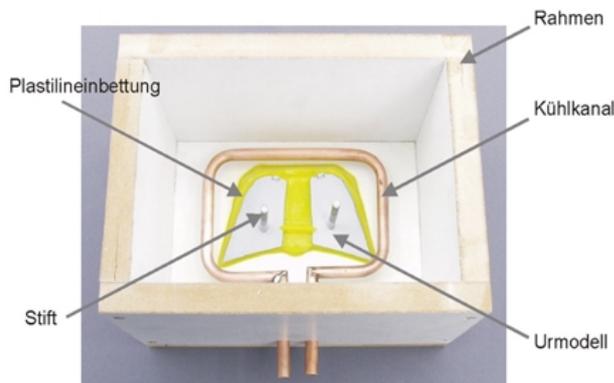


Bild 7: Vorbereitung der ersten Hälfte

Das Aluminiumpulver wird mit dem Gießharz zusammengemischt und entlüftet. Nach Zugabe des Härters wurde dieser Grieß in den Rahmen gegeben. Das Erstarren des Gießharzes dauert ca. 10 Stunden, danach wird die Knetmasse entnommen und die zweite Werkzeughälfte gegossen. Nach 10 Stunden ist das Werkzeug fertig zum Temperieren. Die Temperierung folgt nach den Herstellerangaben.

Die Aufbauschritte für den Aluminium gefüllten Einsatz sind in **Tab. 2** im einzelnen ausgeführt.

Fertigung der STL-Urmodelle	6 Std.
Finishen der Urmodelle	4 Std.
Anbringen der Trennebene	4 Std.
Fixieren in einen Rahmen	0,25 Std.
Umgießen mit Alu gefülltem Gießharz (1.Wkz.-Hälfte)	1 Std.
Erstarren des Gießharzes (1.Wkz.-Hälfte)	10 Std.
Umgießen mit Alu gefülltem Gießharz (2.Wkz.-Hälfte)	1,5 Std.
Erstarren des Gießharzes (2.Wkz.-Hälfte)	10 Std.
Temperieren des Werkzeuges	20 Std.

 arbeitsintensive Zeit (Z _a)	10,75 Std.
 maschinenintensive Zeit (Z _m)	6 Std.
 passive Zeit	40 Std.
Insgesamt	56,75 Std.

Stundenlohn	35
Materialkosten	400
STL-Modell	270
Gesamtkosten	1046,25 €

Tab. 2: die Kostenberechnung der aluminiumgefüllten Gießharzwerkzeugeinsätze

Die Werkzeughälften wurden danach in ein Stammwerkzeug eingesetzt und eingespritzt. Nach 200 Sätzen wies das Werkzeug kaum Gebrauchsspuren auf. Die Oberflächenqualität der Teile waren laut dem Hersteller nahezu identisch mit denen aus einem Aluminiumwerkzeug(**Bild 8**).

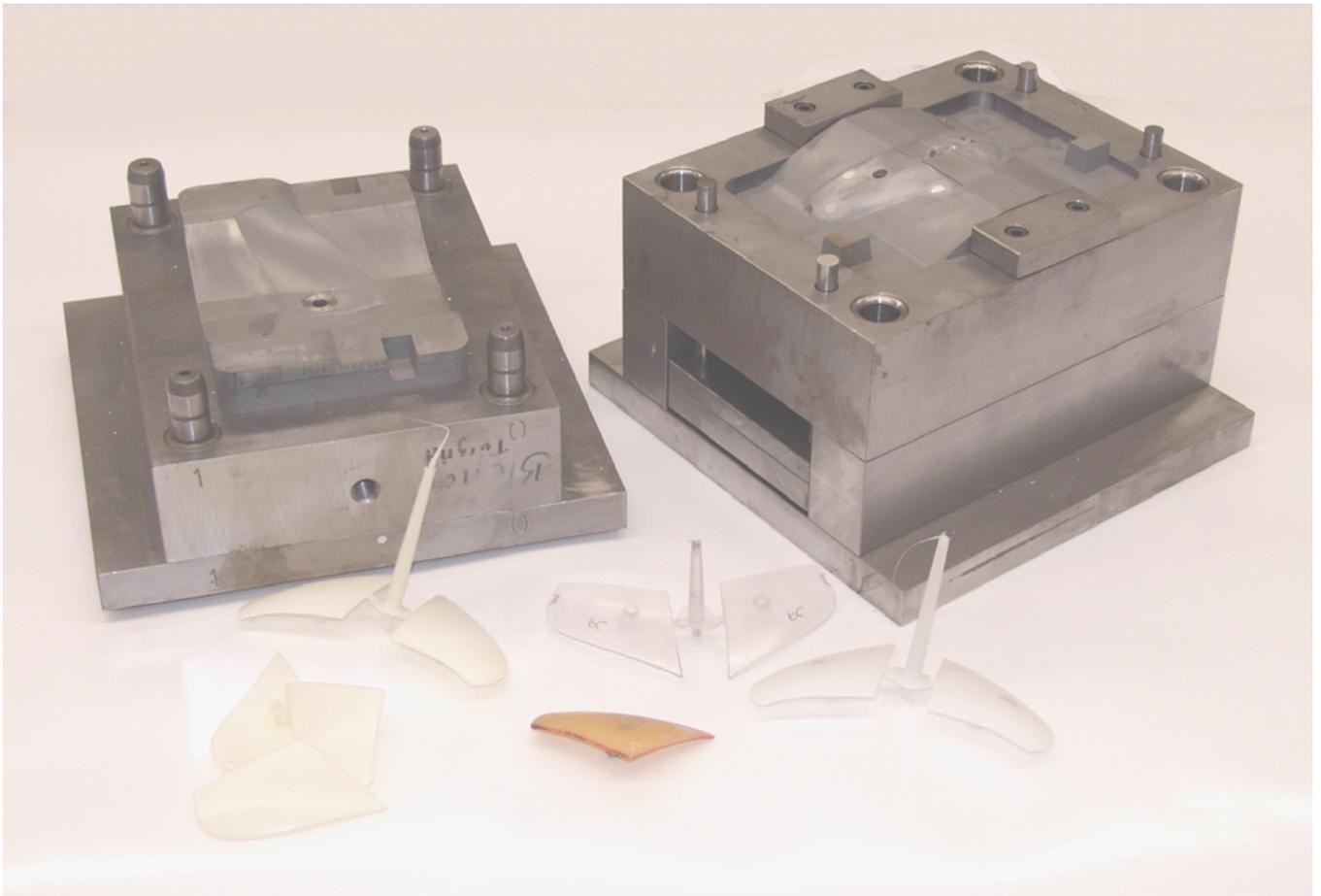


Bild 8: Das fertige Werkzeug und die Teile

3 Zusammenfassung

Wie diese Arbeit aufzeigt, ist dieses Rapid Tooling Verfahren im Verhältnis zu Serienwerkzeugen sehr schnell und günstig. Geringe Investitionskosten der aluminiumgefüllten Gießharzwerkzeugeinsätze, machen sie bei der Vor- und Kleinserienfertigung der klein bis mittelgroßen Teile sehr interessant. Daher ist der Einsatz dieser Verfahren zur Herstellung im tatsächlichen Material besonders für Vorserienentwicklung und Ersatzteilbeschaffung in kleinen Stückzahlen äußerst sinnvoll.

4 Literatur

- Diplomarbeit, H.C. Turan, „Evaluierung einer Low Cost Tooling Prozesskette zur Fertigung von Spritzgusskleinserien“, 2002
- Gebhardt, Rapid Prototyping