

# Christophorus

Porsche Magazin 2/96

„Time is money“

Porsche's Erfahrung mit  
MCP Vakuum Gießen

Porsche-Fahren  
und genießen:  
Mit dem 911 Targa  
die Provence  
erkunden

---

Porsche-Produktion:  
Eine neue Fabrik  
für den Boxster

---

Porsche-Technik:  
Hersteller forschen  
gemeinsam für  
bessere Luft

Nachdruck aus Christophorus 2/96



# Time is Money

Wie die Ingenieure in Weissach 90 Prozent der Kosten und 95 Prozent der Zeit sparen

Von Klaus-Dieter Lehner und Roland Essig

**K**ürzere Modellzyklen, schnellere Reaktion auf Kundenwünsche und Marktdürfnisse erfordern im internationalen Wettbewerb innerhalb der Automobilindustrie immer kürzere Entwicklungsabläufe.

Geradezu einen Quantensprung haben da in den vergangenen fünf Jahren die Bereiche Prototyping und Modellbau gemacht. Während es noch in den achtziger Jahren vier bis acht Wochen dauerte, bis nach der Konstruktion das erste Prototypenteil fertiggestellt war, können die Entscheidungsträger in Entwicklung, Fertigung und Marketing heute schon einen Arbeitstag nach Modellfertigstellung das erste Versuchsteil beurteilen und ebenso schnell die technische oder ästhetische Wirkung, eventuell gewünschter Änderungen.

Über einen großen Fortschritt hatten sich die Ingenieure im Porsche-Entwicklungszentrum Weissach schon gefreut, als der zeitraubende, konventionelle Modellbau in weitgehender Handarbeit durch das computer-



*Porsche-Ingenieure  
berichten aus Weissach*

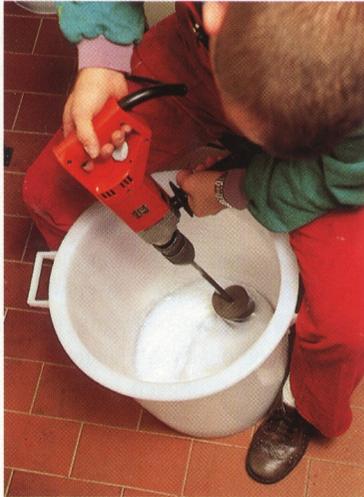
unterstützte Konstruktions- und Fertigungsverfahren (CAD, CAM) und spanabhebende Bearbeitung auf einer CNC-Maschine abgelöst wurde. Den Durchbruch zum heutigen Stand aber erzielten sie 1990, als das Entwicklungszentrum Weissach das Rapid Prototyping mit Vakuum-Gießen von Polyolharz-Teilen in Silikon-Formen begann.

Die hierfür notwendigen Modelle können durch Stereo-Lithographie-Verfahren hergestellt werden. Bei diesem Verfahren wird das mit Hilfe von CAD (Computer Aided Design) konstruierte Bauteil direkt über den CAD-Datensatz mittels eines Laser-Scanners schichtweise aus flüssigem Photopolymer aufgebaut. Auf diese Weise entsteht aus den durch Lichteinwirkung härtenden Polymeren ein festes, dreidimensionales Urmodell. Wenn Anguß und Trennebene der Silikon-Form festgelegt sind, wird das Modell in einen Gießrahmen gelegt. Der evakuierte Silikon-Kautschuk wird sodann um das Modell gegossen und in der Wärmekammer ausgehärtet. Durch Aufschneiden der Trennebene nach dem Aushärten wird das Modell aus dem Silikon-Abguß entformt. Abhängig



Modelle hergestellt nach dem SLA (Stereo-Lithographie) Verfahren

## Von der Handarbeit über CAD-CAM/CNC zum Rapid Prototyping.



Mischen (ganz oben) und Vakuumgießen von Silikon-Kautschuk (M.), fertige Silikon-Form mit Stereo-Lithographie-Modell (o.). Transparenter Spiegelfuß für Funktionsuntersuchung, verstellbare Luftschaufeln für Strömungsversuche (l.).

von ihrer Komplexität läßt sich die so entstandene Form aus Silikon-Kautschuk etwa zehn- bis vierzigmal wiederverwenden.

Die eigentliche Herstellung der Prototypen beginnt mit dem Abwiegen des Zweikomponenten-Werkstoffs auf Polyolharz-Basis, dem nun nach Bedarf Farbpigmente zugefügt werden. Die Harzkomponenten werden sodann computergesteuert gemischt und automatisch in der Vakuumkammer vergossen. Nach dem Aushärten in der Wärmekammer werden die Formen entfernt, Entlüftungsstege und Anguß abgeschnitten und die fertigen Teile schließlich noch je nach Wunsch beschichtet oder galvanisiert.

Das Vakuum-Gießverfahren reduziert die Zeit der Erstteilherstellung von früher

vier bis acht Wochen auf nur noch acht bis zwölf Stunden sowie auch die Gesamtkosten auf lediglich fünf bis zehn Prozent des ursprünglichen Betrags. Diese Technologie kann jedoch das Serienwerkzeug nicht ersetzen.

Ein weiterer Vorteil des Vakuum-Gießens in Silikon-Formen besteht in der Möglichkeit, auch Teile mit Hinterschnitten, zum Beispiel Clipsen, problemlos herzustellen und zu entformen. Abhängig vom Ausgangsmaterial, meist Kunstharz, lassen sich auch die Eigenschaften des Prototyp-Bauteils steuern. Je nach Harzart können daher stoßfeste, harte Bauelemente ebenso wie elastische Teile angefertigt werden.

Das weite Materialspektrum von weich bis hart erschließt außerordentlich vielfältige Einsatzgebiete. Für den in diesem Jahr in Serie gehenden Porsche Boxster zum Beispiel wurden mit diesem Verfahren Teile der ersten und zweiten Baustufe gefertigt, vom seitlichen Ansauggitter über vielerlei Dichtungen sowie Schalter und Lüftungsgitter. >

Prototypenteile hergestellt nach dem MCP Vakuum Gießverfahren der Fa. HEK GmbH – Lübeck



## Schnelle Prototyp-Teilefertigung bei Porsche

Selbst die Anmutung der späteren Originaloberfläche läßt sich schon am Erstteil darstellen, weil sich Teile ebenso glasähnlich wie auch in jeder gewünschten Farbnuance herstellen lassen.

Die Vorteile des neuen Verfahrens beschränken sich also nicht nur auf die oben genannte und zweifellos enorme Zeit- und Kostenersparnis. Sie betreffen ebenso die bisher kaum zu realisierende Originaltreue

des Modells vom kleinsten Detail bis zur Oberflächenbeschaffenheit, die so umfassend früher schwerlich darstellbar erschien – ob bei Automobilbauteilen oder völlig anderen technischen Produkten.

Hinzu kommt aber noch der Vorteil der ebenso schnellen und kostengünstigeren Reproduzierbarkeit eines Teils. Wenn bisher zum Beispiel ein fremder Auftraggeber unbedingt ein Modell aus Weissach in sein Un-



Die Vielfalt der Muster- und Prototypenteile, die sich nach dem neuen Verfahren herstellen lassen, ist beachtlich (links).



Porsche-Ingenieure  
berichten aus Weissach

ternehmen mitnehmen mußte, war dies den mit seinem Auftrag betrauten Porsche-Ingenieuren zumindest zeitweise entzogen. Heute wäre problemlos der Ersatz binnen eines einzigen Arbeitstages möglich. □

Anzahl der Musterstücke je nach Anwendungszweck.

Entwicklungsstufe	Zweck des Modells	Gewünschte Anzahl
Planung	Planung des neuen Produktes	1
Künstlerentwurf	Prüfung und Bestätigung des Produktes (Image)	1 bis 4
Design	Prüfung und Bestätigung des Designs (Montage des Modells)	4 bis 10
Forschung und Entwicklung	Prüfung und Berechnung funktioneller Untersuchung, arbeitendes Modell	10 bis 50
Maschinenbau	Prüfung und Bestätigung der Kosten und Vorbereitung für die Produktion	50 bis 5.000
Entwicklung und Verwaltung	Gesamtprüfung und Bestätigung des Produktionsablaufs	1 bis 5.000

Vergleichstabelle für Fertigungsverfahren zur Herstellung von Mustern, Prototypen und Kleinserien.

Formherstellungsverfahren-	Kosten	Gieß- bzw. Spritzgewicht	Fertigungsdauer	Stückzahl	Wiederverwendbarkeit
Stahlform (spanabhebend)	100 %	unbegrenzt	60 Tage	über 100.000	unter 5 %
Feinzink (gegossen)	70 %,	4 kg	40 bis 50 Tage	10.000	90 %
Nickel (galvanisch aufgetragen)	23 %	2 bis 4 kg	60 Tage	5 bis 10.000	–
MCP/TAFA (metallgespritzt)	15%	3 bis 5 kg	innerhalb von 3 Tagen	1.000 bis 6.000	90 %
Silikone	2 bis 5 %	4 kg	8 bis 12 Stunden	unter 100	–