

Bild 1: Fräsen eines Kernes.

Modelllose Gussteilproduktion

Bei Pumpen für den Transport großer Wassermassen im Bereich der Trinkwasserversorgung verlangen Kunden heute Produkte, die auf den besten Betriebspunkt hin gefertigt, also maßgeschneidert sind. Trotzdem werden immer weiter verkürzte Lieferzeiten gefordert.

Ulrich Schnare
Hans-Jürgen Hubenthal
Frank Sinn

Die Entwickler arbeiten daher an Verfahren, mit denen man die hydraulischen Parameter eines Aggregates schnell ermitteln und einen kompletten dreidimensionalen Entwurf erzeugen kann. Solche großen Pumpen werden aber nicht – wie Normpumpen – in Tausenden von Stück, sondern in kleinen Losgrößen produziert. Auf den wirtschaftlichen und technischen Erfolg derartiger „Einzelstückprojekte“ hat das Formverfahren beim Erstellen der Gussteile einen erheblichen Einfluss.

Grundlagen des Gießens

Beim Gießen werden flüssige Werkstoffe in geometrische Teile überführt. Das im Ausgangszustand flüssige Material wird in eine **Form** gegossen und erstarrt dort zu einem festen Körper. Die Gestalt des festen Metalls entspricht dem gewünsch-

ten Bauteil. Werkstücke werden gegossen, wenn ihre Herstellung durch andere Fertigungsverfahren unwirtschaftlich, nicht möglich ist oder wenn besondere Eigenschaften des Gusswerkstoffes ausgenutzt werden sollen. Kennzeichnend und wichtig für die Wirtschaftlichkeit dieser Technik ist, dass das Werkstück aus dem flüssigen Zustand seine fast endgültige Gestalt erhält und selbst feine Konturen ausfüllen kann.

Verlorene Formen

Wenn das zu erzeugende Gussteil aus einem Werkstoff wie zum Beispiel Grauguss oder Stahlguss bestehen soll, verwendet man so genannte verlorene Formen. Verlorene Formen werden beim Entformen der Gussstücke zerstört. Sie bestehen meist aus Quarzsand und einem natürlichen oder chemischen Bindemittel. Hergestellt werden diese

Sandformen durch Verwendung eines Modells des zu erzeugenden Gussteils. Im Normalfall bestehen diese Modelle aus Holz, Kunststoff oder Aluminium, aus Kostengründen kann auch Styropor verwendet werden.

Ob ein *verlorenes Modell* aus Styropor oder ein mehrmals verwendbares Kunststoff- oder Holzmodell eingesetzt wird, ist abhängig von der Geometrie und den technischen Anforderungen an das Gussteil. Weitere wesentliche Faktoren sind die zur Verfügung stehende Lieferzeit, die mögliche Preisgestaltung und die geforderte Menge.

„Direkt-Formstofffräsen“

Eine Möglichkeit ohne Modell zu gießen ist zum Beispiel das so genannte „Direkt-Formstofffräsen“ (DF) (Bild 1). Diese modelllose Herstellung verloraener Gießformen stammt ursprünglich aus dem „*Rapid Prototyping*“. Sie wurde zuerst von der Automobilindustrie eingesetzt, um schnell lauffähige Prototypen bereitzustellen und damit die Entwicklungszyklen für neue Fahrzeuge zu verkürzen. Das Verfahren ermöglicht die Herstellung von Gießformen aus kaltaushärtenden Formstoffen (zum Beispiel Quarzsand mit einem Bindemittel), ohne dass ein physisches Modell erforderlich ist.

Auf Basis der 3D-CAD-Daten des Gussteiles werden die Formteile und *Kerne* konstruiert. Dabei werden eventuell erforderliche Kühlkokillen, Speiser, keramische Einsätze, Handhabungshilfen, Gießlauf und Anschnitte mit in das 3D-Modell eingearbeitet. Es entsteht eine virtuelle Form, auf deren Basis die Programmierung der Spezial-Fräsmaschinen erfolgt, mit denen man die vorgefertigten Formstoffblöcke anschließend bearbeitet. Bis zum unmittelbaren Fräsen der Formblöcke wird virtuell gearbeitet. Konturänderungen oder Anpassungen im Gießsystem können mit geringem Aufwand im 3D-CAD eingearbeitet werden. Das Ergebnis ist eine sehr exakte Gießform, die problemlos und schnell montiert werden kann. Es kann der Originalformstoff eingesetzt werden, mit dem die Gießerei gewöhnlich arbeitet. Auch Kombinationen verschiedener Formsande und Bindersysteme sind möglich.

Gestaltungsfreiheit und Wirtschaftlichkeit

Dank der höheren Konturgenauigkeit hat der Konstrukteur auch deutlich mehr Gestaltungs-

freiheit. Der Wegfall der sonst notwendigen Modellentformung führt dazu, dass auf Schrägen verzichtet werden kann und wesentlich filigranere Geometrien ohne zusätzliche Teilung realisiert werden können. Dadurch verringern sich in der Regel die erforderliche Kernanzahl und der Aufwand beim Putzen und mechanischen Bearbeiten. Neben der Einsparung von Modellkosten (Bild 2) können vor allem auch kürzere Lieferzeiten realisiert werden. Ein Werkstück mit realen mechanischen Eigenschaften kann kurzfristig zur Verfügung stehen. Besonders geeignet ist dieses Formherstellungsverfahren für Einzelteile und Kleinstserien, je nach Kompliziertheit des Gussteiles. Je nach Größe des Gussteiles kann die Form beim Abguss in einen Formkasten eingelegt werden oder als Formstoffblock „kastenlos“ abgegossen werden. Die mögliche Größe von Bauteilen, die mit DF-Verfahren in der KSB – Gießerei in Pegnitz gefertigt werden können, wird durch das maximale flüssige Höchstgewicht von fünf Tonnen bei Edelstahl und sechs Tonnen bei Grau- und Sphäroguss begrenzt. Das Verfahren lässt aber wesentlich größere Bauteile zu.

Kombination verschiedener Verfahren möglich

Die Kombination von gefrästen Formteilen oder Kernen mit herkömmlich hergestellten Formsegmenten erweitert den möglichen Anwendungsbereich. So kann man bei einer vorhandenen Model-

Form: Die Form ist ein Werkzeug, in das der flüssige Werkstoff abgegossen wird.

Verlorenes Modell: zum Beispiel ein Styropor-Modell, das beim Abguss mit vergast

Rapid Prototyping: Methoden zur computergestützten Herstellung von Werkstücken aus Kunststoff oder Metall

Kern: Die Hohlräume eines Gusstücker können durch Kerne gebildet werden. Kerne sind Verkörperungen der Hohlräume. Dadurch können auch Innenkonturen geformt werden.

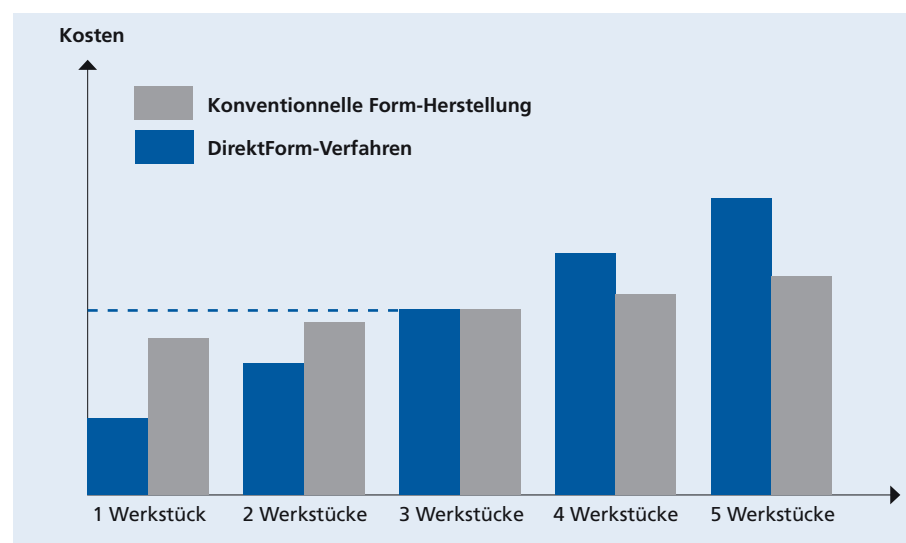


Bild 2: Kostenvergleich DF-Verfahren mit konventioneller Form-Herstellung am Beispiel einer RDLO 350-690

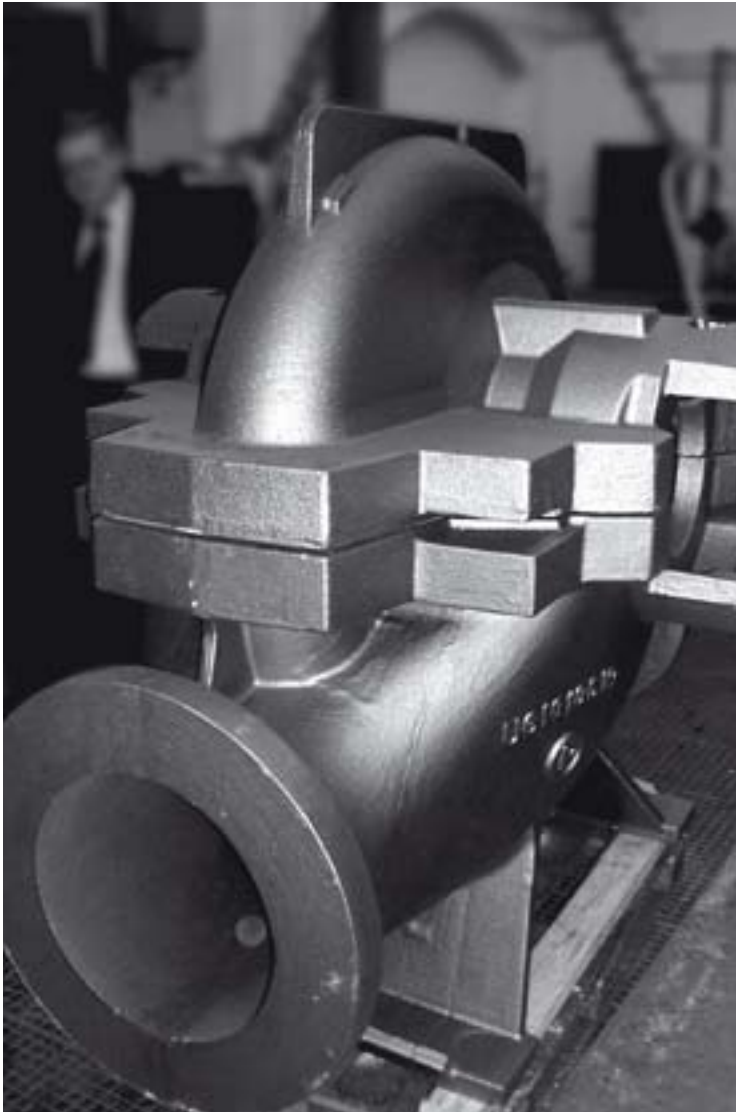


Bild 3, 4: Pumpengehäuseoberteil und -unterteil

leinrichtung schnell und preiswert Teilevarianten durch Kombination verschiedener Verfahren produzieren. Die Wirtschaftlichkeit des DF-Verfahrens ist für Einzelstück- und Kleinserienfertigung komplizierterer Gussteile sehr hoch (zu fertigende Stückzahl zwischen 1 und 10). Die datensatzkonforme Fertigung ist natürlich auch eine hervorragende Basis für nachfolgende Prozessschritte, wie Qualitätsicherungs-Prüfung, mechanische Bearbeitung und Einbau der Gussteile in größere Baugruppen.

Erprobung an verschiedenen Pumpenbauteilen

Das Verfahren „Direktes Formstofffräsen“ wurde in der KSB-Gießerei/ Pegnitz schon mehrfach erfolgreich angewendet. Ein Referenzprojekt war ein Pumpengehäuse der Baureihe RDLO, Größe 350-690 (Hauptabmessungen : Oberteils 1400 x 1200 x 550 mm ; Unterteil: 1650 x 1200 x 900 mm). Ziel war es, bei großen Gussteilen Einsparungspotenziale aufzuzeigen und Lieferzeit zu reduzieren. Weiterhin sollten die Verschrottpotenzialität von Altmodellen und Modelleinrichtungen für Ersatzteile geprüft werden. Durch die Präzision der CNC-gefrästen Formsegmente ist die Maßhaltigkeit des Pumpengehäuses sehr gut. Die erzeugten Gussteile (Bild 3 und 4) der RDLO sind von hoher Qualität. Der Durchlauf konnte bei diesem Projekt gegenüber dem konventionellen Weg erheblich reduziert werden.

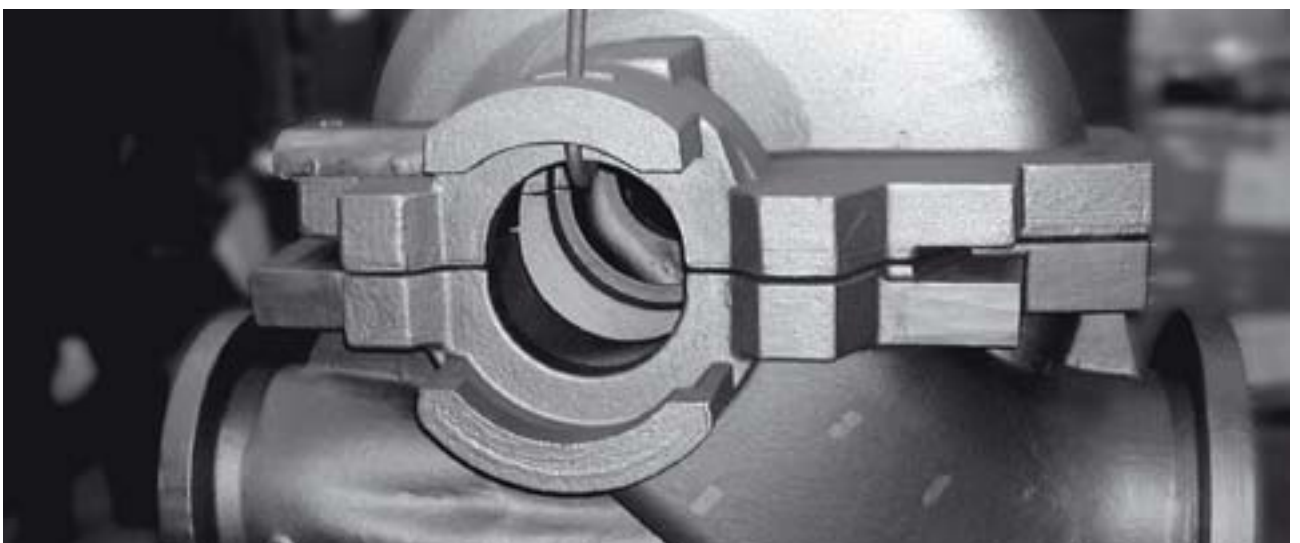


Bild 4

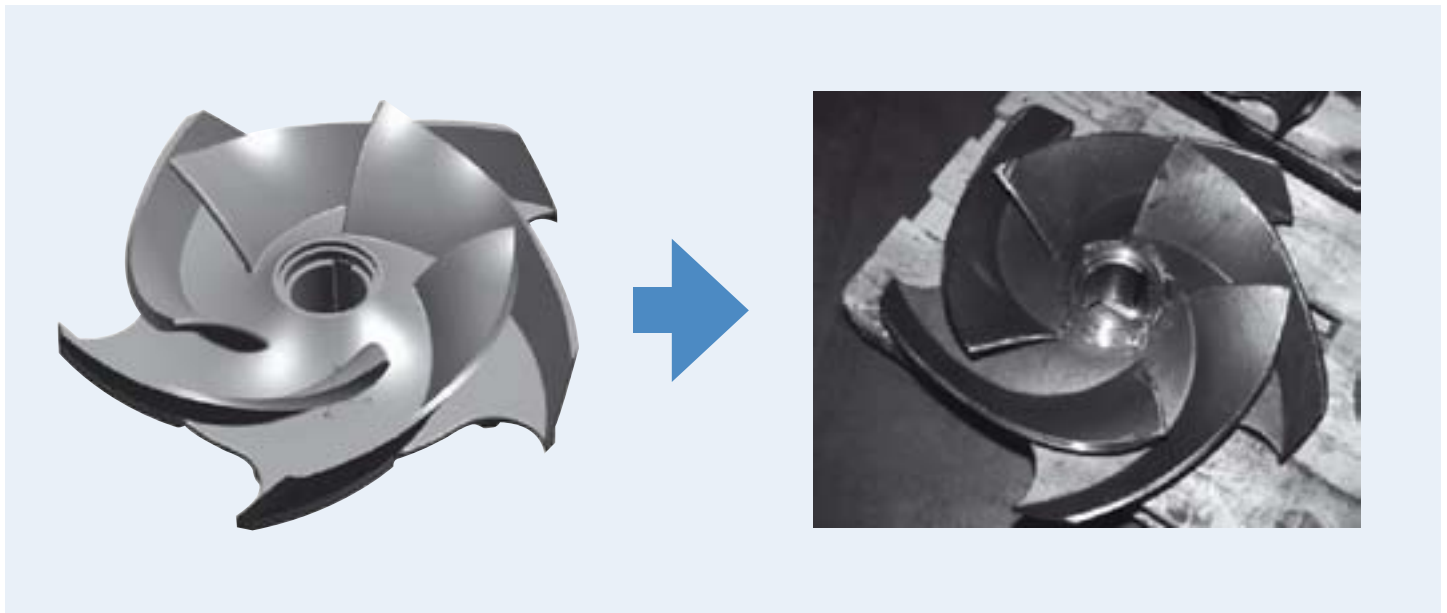


Bild 5: Von den 3D-Daten zum fertigen Abguss

Laufräder

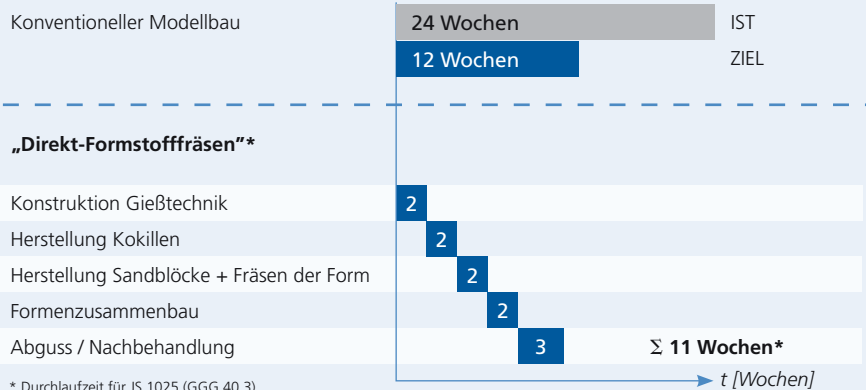
Weiterhin wurden zwei Ersatzteil-Laufräder (Fremdfabrikat) mit räumlich gekrümmten Schaufeln durch Kombination von „Direkt-Formstofffräsen“ und „DIRECT CRONING“ hergestellt (Sintern von Kernen und gefrästen Formen).

Bei diesem Projekt war die Durchlaufzeit um 35 Tage kürzer als beim konventionellen Verfahren mit Modellbau. Weiterhin war es möglich, eine Kostenersparnis von 50% zu realisieren.

Resümee

Mit den neuen Fertigungsmethoden wie „Direkt-Formstofffräsen“ und „DIRECT CRONING“ wird es zukünftig möglich sein, große Pumpen und Armaturen individuell auf die exakten Bedürfnisse jedes Kunden zuzuschneiden. Die Kosten und Lieferzeiten für Einzelteile und Kleinserien liegen unter den heute konventionell mit Modell gegossenen Aggregaten.

Durchlaufzeiten von gefrästen Sandformen am Beispiel von einer RDLO 350-690 in JS 1025



Durchlaufzeiten zweier Ersatzteillaufräder. Vergleich konventioneller Modellbau / „Direkt-Formstofffräsen“ / Laser-Sintern von Croning-Formstoff.

