



FOTO: WARREN RICHARDSON

## Schneller Feinguss

Die Feingussindustrie boomt – in Deutschland, in Europa, eigentlich weltweit und ein Ende dieser Hochkonjunktur ist nicht in Sicht. Medizinische Implantate sind gefragt wie nie zuvor, es werden verstärkt Flugzeug- und Triebwerksteile benötigt, da auch Boeing und vor allem Airbus gut verkaufen und auch der Maschinen- und Anlagenbau boomt. Da sich Golf als Breitensport etabliert hat, werden auch mehr Golfschläger benötigt – alles typische Feingussprodukte. Lange Formschalentrocknungszeiten bremsten früher die allzu schnelle Produktion in Feingießereien. In den vergangenen Jahren hat sich eine Trocknungstechnologie durchgesetzt, die sich nicht nur für Rapid Prototyping sondern auch für die Serienproduktion eignet.



Der konventionelle Trocknungsprozess von Gießtrauben, wie hier in einer ungarischen Feingießerei, dauert rund 24 Stunden. Die Trocknungstechnologie von MK Technology, Grafschaft, senkt die Trocknungszeit auf 30 Minuten.

VON MICHAEL KÜGELGEN, GRAFSCHAFT

Übervolle Auftragsbücher sind gute Nachrichten für alle Investmentcasting- oder Feingussfirmen, – aber wie alles im Leben hat auch dieser Boom seine Kehrseite. Viele Feingießereien fahren im Dreischichtbetrieb und stellen neues Personal ein, werden aber trotzdem der Auftragsflut nicht Herr. Die Lieferzeiten sind in der aktuell hektischen Zeit so lang wie nie zuvor und der

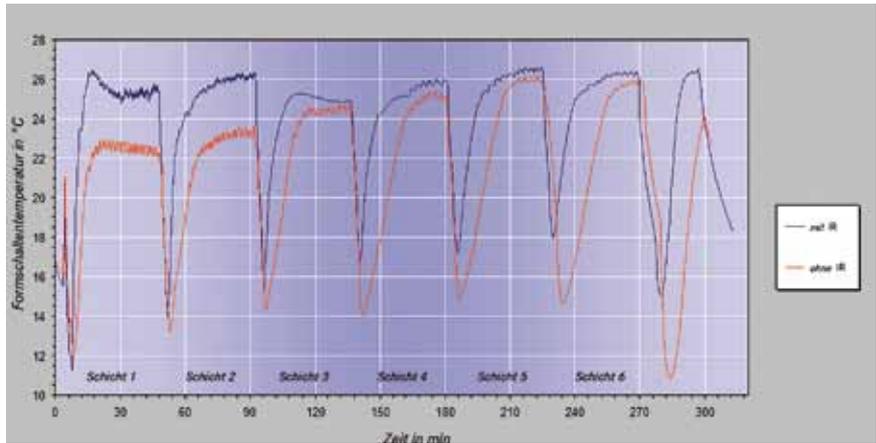


Bild 1: Der Einfluss von Infrarotlicht auf den Trocknungsvorgang der Formschale.

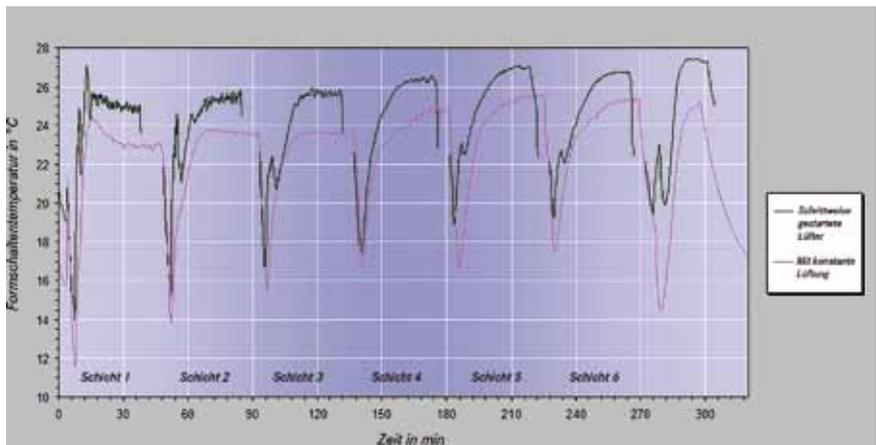


Bild 2: Der Einfluss eines schrittweise hinzugeschalteten Lüfters.

Platz für Anlagen und Lager ist chronisch knapp.

Da ist es wenig hilfreich, dass der gesamte Feingießprozess an sich schon sehr anspruchsvoll ist. Eigentlich die älteste Urformtechnik der Menschheitsgeschichte, d. h. über 5000 Jahre alt, setzt sie sich aus vielen einzelnen Schritten zusammen, die alle für sich stimmen müssen, soll das Endprodukt, d. h. das fertige Gussteil perfekt sein. Bei den drei ineinander greifenden Fertigungszyklen Wachs, Keramik, Gießerei ist die mittlere, d. h. die Keramikstrecke, die Anspruchsvollste und auch die Zeittintensivste.

### Wasser oder Alkohol

Verwendete man anfangs für Feingussmodelle als keramische Überzugsmasse vorwiegend alkoholische Kieselsole, so genannte Alkosole, sind diese Schlicker heute zum großen Teil durch wasserlösliche Systeme ersetzt worden.

Zum einen war dies durch die deutlich geringeren Kosten des wasserlöslichen Binders bedingt. Hauptgrund war aber sicher der deutlich verschärfte Maximale-Arbeitsplatz-Konzentration (MAK)-Wert, der letztendlich den alkoholischen Schlicker mit seinem süßlichen, an Klebstoff erinnern-

den, Geruch aus den Keramikhallen der Feingießereien in Europa verdrängte. Was gut für Mensch, Umwelt und letztlich auch die Unternehmensmarge ist, muss nicht zwingend förderlich für die Technik und den Prozess sein.

Alle wasserlöslichen Schlickersysteme weisen einen Nachteil auf: Im Gegensatz zu den alkoholischen Bindern trocknen sie viel langsamer. Der Standardschalenaufbau kann hiermit durchaus eine Woche und länger dauern. Mit den herkömmlichen flüchtigen alkoholischen Schlickern ging dies zwei bis drei Mal schneller. So verwundert es kaum, dass viele Feingießereien sich nur sehr ungern vom alten Material verabschiedeten, verlängerten sich die Durchlaufzeiten doch erheblich. Das ist sicherlich auch ein Grund dafür, dass immer noch nicht komplett auf wasserlösliche Schlickersysteme umgestellt wurde. Denn der Feingießprozess ist grundsätzlich schon sehr langwierig und komplex. Schnelle Designchecks oder Nullserien sind mit dieser Technik nicht möglich und Lieferzeiten von mehreren Wochen – mitunter sogar Monaten – sind deshalb heute eher die Regel als die Ausnahme. Da die Auftragsbücher der Feingusshauptkunden Automobil-, Flugzeug- und Triebwerk- industrie gut gefüllt sind, geht es der Fein-

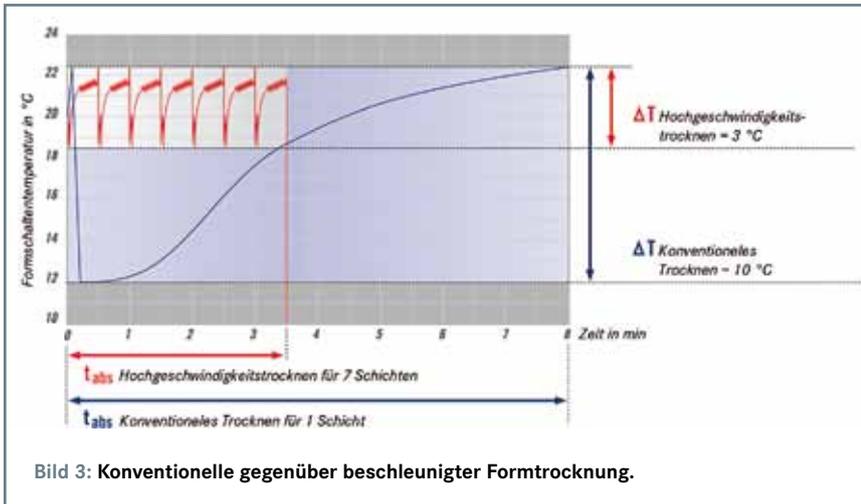


Bild 3: Konventionelle gegenüber beschleunigter Formtrocknung.

gussindustrie derzeit ausgesprochen gut – und entsprechend drastisch haben sich noch einmal die Lieferzeiten verlängert. Der Kunde muss es, wenn auch zähneknirschend, akzeptieren.

**Beschleunigte Formtrocknung**

Seit vielen Jahren entwickelt die Firma MK Technology Sondermaschinen für den Bereich Gießerei und deshalb war die Entwicklung einer beschleunigten Formtrocknung genau die richtige Herausforderung für die Innovationsschmiede aus Grafchaft im Aartal in Rheinland-Pfalz.

An sich war auch diese Aufgabe einfach: Es musste nur das im Schlicker enthaltene Wasser schonend und so schnell wie möglich herausbefördert werden. Das darunter liegende Wachsteil sollte daraus ebenso unbeschadet hervorgehen wie die für die Festigkeit der Schale so wichtige Verbindung des Schlickers unbeeinflusst bleiben sollte.

Die Verwendung von wasserbindenden Additiven schied von vornherein aus zwei Gründen aus: Erstens hätte sich der Wasseraustrag nur auf einen späteren Zeitpunkt verschoben und zweitens ist ein geänderter Chemismus im Bereich Feinguss mit seinen sehr komplexen Prozessschritten nur schwer durchzusetzen. Auch Versuche, die Trocknung durch den Einsatz eines Vakuums zu beschleunigen, waren nur bedingt erfolgreich. Zwar wurde das Wasser durch den Unterdruck überraschend schnell entfernt, gleichzeitig wurde jedoch so gut wie jegliche Bindung verhindert und die Schale fiel beim nächsten Tauchvorgang in großen Stücken ab.

Der Durchbruch bei dieser Entwicklung gelang, indem alle beim Feingießen üblichen sogenannten Trocknungsregeln bewusst ignoriert wurden und man folgenden logischen Weg beschritt: Es wurde eine extrem turbulente Luftströmung mit Windgeschwindigkeiten bis zu zwölf Metern pro Sekunde erzeugt. Dabei drehte sich

die Traube langsam und kontinuierlich um die eigene Achse, um eine Gleichmäßigkeit der Anströmung zu erreichen – ähnlich einem Hähnchen in der Backröhre.

Da durch die hohe Luftgeschwindigkeit und die daraus resultierende Verdunstungskühlung das Wachs einen Temperatursprung von bis zu zehn Grad Celsius erfuhr, galt es, dies zu kompensieren. Die Lösung des Problems war so einfach wie preiswert und stammt ursprünglich aus der Medizintechnik: Es wurde mittelwelliges Infrarotlicht installiert, um die Temperaturdrift zu verhindern und auf vorwählbare 21 bis 25 Grad festzulegen (Bild 1).

Ein Sensor misst berührungslos die Schalentemperatur und regelt entsprechend die Ausgleichstemperatur durch Dimmen des Infrarotlichtes. Dadurch kann die Soll-Traubentemperatur während des Trocknens auf ± 0,5 Grad genau eingehalten werden. Um einer starken Temperaturdrift durch plötzliches Einsetzen des Luftstroms zu vermeiden bzw. zumindest zu verringern, können die Lüfter kaskadenweise dazu geschaltet werden (Bild 2).

Da Wachs und Keramikschale nicht nur sehr empfindlich auf Unterkühlung, sondern auch auf Überhitzung reagieren, musste der Luftstrom klimatisiert werden, um die Temperatur auch nach oben hin zu begrenzen. Eine Klimaanlage, die mit einem Bypass an den Hauptstrom angeschlossen ist, regelt die Schalentemperatur auf ± ein Grad genau. Da aller guten Dinge Drei sind, wird die Feuchte der beschleunigten und aufbereiteten Luft zusätzlich mittels eines Adaptionstrockners auf extreme zehn bis 15 Prozent gedrückt.

Alle Parameter, speziell Kammer-, Schalentemperatur und Feuchte werden durch eine recht komplexe Sensorik überwacht und an eine Speicher Programmierbare Steuerung (SPS) geschickt, die den gesamten Prozess regelt.

Das Ergebnis, erzielt mit Kenngrößen fernab der klassischen Feingießpraxis, war überwältigend. Trocknungszeiten von 24 Stunden pro Überzug konnten auf 30 Minuten reduziert werden, eine Schale mit sieben Schichten war in weniger als vier Stunden fertig (Bild 3). Und entgegen der technischen Lehrmeinung, dass ein Vorteil in einem Bereich meist durch den Nachteil in einem anderen teuer erkaufte wird, war es hier genau umgekehrt. Als Abfallprodukt der Schnelltrocknung wurde die Bindung inniger und dadurch die Schale fester. Durch eine solche festere Schale lassen sich durchaus ein bis zwei Überzugschichten einsparen, was die Luftdurchlässigkeit der Schale, die so genannte Permeabilität, erhöht. Und dies wiederum bedingt speziell bei der Königsdisziplin der Feingießer, der so genannten Einkristalltechnik, eine deutlich verbesserte Gussqualität.



Bild 4: Amphicar und Belegschaft von MK Technology, rechts am Steuer Geschäftsführer Michael Kügelgen.

FOTO: MK TECHNOLOGY



**Bild 5: Das Amphicar ist sowohl an Land als auch im Wasser einsatzbereit.**

Diese Entwicklung, ursprünglich zur deutlichen Verkürzung von Produktions- und Lieferzeit gedacht, hatte also gleich mehrere positive Auswirkungen im Hinblick auf Qualitätssteigerung und Kosteneinsparung.

### **Vom Prototypenbau zur Serienfertigung**

Die Neuentwicklung wurde ausgesprochen positiv von den Prototypen aufgenommen,

denn neben den extrem kurzen Durchlaufzeiten ermöglicht dieses Verfahren erstmalig den perfekten Abguss von allen schmelzbaren Legierungen. So ist die Verarbeitung von Titan, Edelstahl und Superlegierungen nun auch im Prototypenbau möglich – das ist eine kleine Revolution. In der Zwischenzeit wurde die Innovation deshalb mit dem „Success“-Förderpreis der Investitions- und Strukturbank (ISB) Rheinland-Pfalz ausgezeichnet und das europäische Patent ist erteilt.

Natürlich blieb auch der klassischen Feingussindustrie diese neue Technik nicht verborgen. Und nach anfänglicher Skepsis und Zögern überwog bei vielen die Neugier und man probierte das Verfahren aus. Nachdem klar war, dass das Verfahren unabhängig von Wachs- und Schlickersorten funktioniert und tatsächlich die Trocknung um den Faktor 20 beschleunigt, war das Erstaunen groß: „Es ist so naheliegend und auch so einfach“ und „Warum ist noch niemand vorher darauf gekommen.“ Das waren wohl die häufigsten Kommentare. Und nachdem die Vorurteile ausgeräumt waren und einer Begeisterung Platz machten, wollte man natürlich auch entsprechende Anlagen haben. Größer sollten sie sein und nicht nur für den Prototypenbau, sondern auch für die Serienfertigung geeignet.

So entstanden große Trocknungskammern, sogenannte Cyclone-Anlagen, und ganze Trocknungsstraßen, die mit Turbulenz, Rotlicht und trockener Luft die Welt des Feingießens beschleunigen und die Tür zum Rapid Manufacturing öffnen. Das Ende der Entwicklung ist nicht absehbar, denn fast täglich kommen neue Anfragen mit geänderten bzw. höheren Anforderungen.

Beschränkte man sich am Anfang der Entwicklung bei MK Technology noch auf den Vertrieb im deutschsprachigen Raum, werden nun die Anlagen in alle Welt gelie-



Bild 6: Amphicar-Getriebe mit Lagersitz.

fert. Sie verkaufen sich in den USA und Kanada ebenso wie in Russland, Indien und China.

### Randnotiz

Zum guten Schluss noch eine Anekdote aus der Rubrik „MK Intern“, die auf ihre Weise sehr viel mit der vorab beschriebenen Schnell Trocknungstechnik zu tun hat und die Vorzüge deutlich aufzeigt: Für den alljährlichen Betriebsausflug wurde wieder etwas Besonderes geplant; eine Fahrt mit sogenannten Amphicars durchs Rheinland und auf dem Rhein sollte es dieses Mal sein. Denn diese in den frühen 1960-ern in Berlin gebauten amphibischen Fahrzeuge fahren auf der Straße ebenso wie sie als Boot im Wasser schwimmen (Bilder 4 und 5). Als Antrieb dient ein 1200 Kubikzentimeter-Motor, der seine knapp 40 PS über ein normales Getriebe an die Hinterräder leitet. Im Wasser wird über ein Zusatzgetriebe mit zwei Schiffsschrauben für den notwendigen Vortrieb gesorgt. Gelenkt wird auf der Straße ebenso wie im Wasser über die Vorderräder – und das funktioniert erstaunlich gut. Überhaupt sind diese inzwischen über 50 Jahre alten Fahrzeuge, die heute Kultstatus besitzen, erstaunlich alltagstauglich. Nur der leider

vergleichsweise hohe Preis von über 12 000 DM – so viel kostete damals auch ein Mercedes oder Porsche – haben den Durchbruch verhindert; nach 3800 produzierten Fahrzeugen war Schluss. Die Fahrzeuge, die überlebt haben, werden von ihren heutigen Besitzern gehegt und gepflegt und so verabredete sich eine Handvoll Amphicar-Fans nebst Fahrzeugen, den eingangs erwähnten Betriebsausflug durchzuführen.

Genau zwei Tage vor dem geplanten Event traten bei einem der Fahrzeuge deutliche Fahrgeräusche auf, deren Ursache schnell geklärt war: das Herzstück des Wagens, das Kombi-Getriebe (Bild 6), hatte einen ausgeschlagenen Lagersitz und die Propellerwelle schlug im Stevenrohr. Wollte man den Ausflug nicht platzen lassen, musste man sich etwas einfallen lassen. Ersatzteile, speziell vom Getriebe, sind nur schwer und in der Kürze der Zeit gar nicht zu bekommen.

So war es ein Glücksfall, dass im firmeneigenen Technikum auch eine eigene kleine Feingießstrecke einschließlich Gießerei betrieben wird und für den schnellen Formenbau steht eine Cyclone-Anlage bereit. Das vorhandene Getriebe wurde kurzerhand ausgebaut, zerlegt und der Lagersitz mit Spachtelmasse kunstvoll wieder angeformt. Von diesem „Prototyp“ wurde eine

Siliconform gezogen, in die unter Vakuum Wachs gefüllt wurde.

Nach dem Erstarren des Wachses und der Entformung wurde die vollautomatisch arbeitende „Cyclone“ angeworfen, die über Nacht eine perfekte Keramikschaale herstellte. Direkt am nächsten Morgen wurde im Autoklav ausgewachst und die Schale bei 900 Grad gebrannt und im direkten Anschluss mit Aluminium abgegossen. Nachmittags wurde ausgebettet und die Gehäusehälfte lag pünktlich am Abend fertig mechanisch bearbeitet und gefinisht zum Einbau bereit.

Nach einer recht sportlichen Nachtschicht war das Getriebe wieder montiert und der Wagen startklar. So fuhr man genau 48 Stunden nachdem der Schaden aufgetreten war über die Autobahn Richtung Siebengebirge und bei Bonn in die meistbefahrene Schiffahrtsstraße Europas – den Rhein. Und es war eine besondere Herausforderung zu wissen, dass das Gehäuse des Haupt-Antriebsstrangs vor wenigen Stunden noch flüssig war. Gerade deshalb wurde der Ausflug ein voller Erfolg und hat einmal mehr bewiesen: Die Produktion von Feingussteilen muss nicht mehr Wochen oder sogar Monate dauern.

Dipl.-Ing. Michael Kugelgen, Geschäftsführer der MK Technology GmbH, Graftschaft

