

## **Mikrospritzgießen mit induktiver Werkzeugtemperierung**

Th. Walther, W. Schinköthe (IKFF)

Beitrag zum Kongreß

**Wirtschaft trifft Wissenschaft**

8. - 9. Dezember 1998  
Messe Stuttgart

Innovationen in der Fertigungstechnik

© 1999 Institut für Konstruktion und Fertigung in der Feinwerktechnik

# Mikrospritzgießen mit induktiver Werkzeugtemperierung

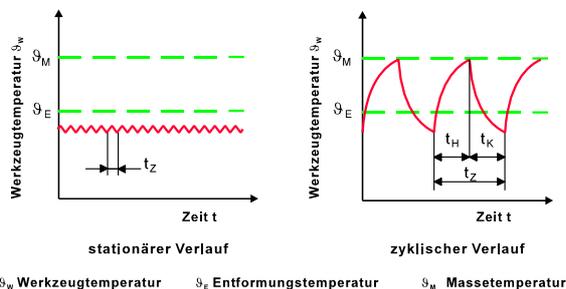
Dipl.-Ing. Thomas Walther;  
 Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schinköthe  
 Universität Stuttgart, Institut für Konstruktion und Fertigung in  
 der Feinwerktechnik, Stuttgart

## Zusammenfassung

Beim Abformen von Mikrostrukturen durch Spritzgießen ist zur vollständigen Formfüllung eine dynamische Werkzeugtemperierung notwendig. Stand der Technik ist das Variotherm-Verfahren mit unterschiedlich temperierten Ölkreisläufen. Nachteilig bei diesem Verfahren sind jedoch die teilweise im Minutenbereich liegenden Zykluszeiten, die zu einer thermischen Schädigung der Schmelze in der Plastifiziereinheit führen können. Eine Alternative bietet sich durch die induktive Werkzeugtemperierung an.

## 1. Einleitung

Zur Herstellung von Präzisions-spritzgießteilen wird in der Regel ein konstant temperiertes Werkzeug eingesetzt. Temperaturschwankungen ergeben sich lediglich durch das Einspritzen der heißen Schmelze, wobei das Temperaturniveau etwas unter der Erstarrungstemperatur des verwendeten Kunststoffes liegt. Sollen strukturierte Bauteile mit feinsten Strukturen im Nanometerbereich hergestellt werden verhindert die zu schnell einsetzende Randschichterstarrung die vollständige Bauteilfüllung. Durch eine Erhöhung der Werkzeugwandtemperatur zum Einspritzzeitpunkt bis auf Höhe der Schmelztemperatur des Kunststoffes wird die Viskositätszunahme beim Kontakt mit der Werkzeugwand verhindert und die Füllung feinsten Strukturen wird ermöglicht.

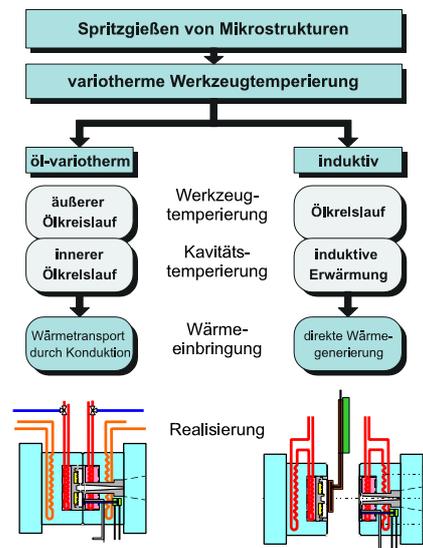


**Bild 1:** Werkzeugtemperaturverlauf

## 2. Dynamische Temperierung

Beim Variothermprinzip mit zwei Ölkreisläufen wird der Bereich der Kavität mit heißem Öl durchströmt und bis auf Schmelztemperaturniveau erwärmt. Nach erfolgtem Einspritzvorgang wird die Kavität mit kaltem Öl auf Entformungstemperaturniveau zurückgekühlt. Die langen Zykluszeiten ergeben

sich aus dem mäßigen Wärmeübergang durch Konvektion und der hohen Wärmekapazität der Kavität.



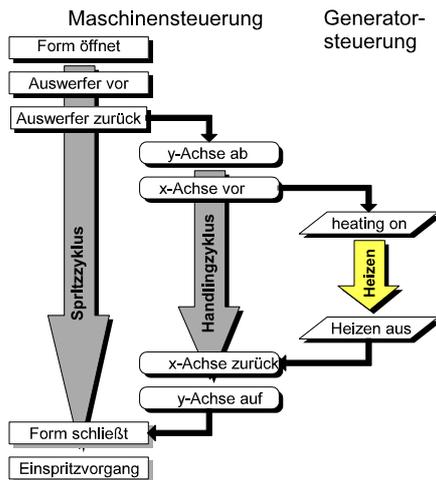
**Bild 2:** Temperierkonzepte

Kürzere Zykluszeiten verspricht die induktive Werkzeugerwärmung. Über einen Induktor, der vor der Kavität positioniert wird, erwärmen sich nur die Bereiche der Kavität, in denen die hohe Temperatur benötigt wird. Durch die induzierten Wirbelströme wird die Wärme innerhalb von Sekunden direkt im Metall generiert, der Wärmetransport zur Kavität entfällt. Die Kühlzeit reduziert sich ebenfalls, da deutlich weniger Wärme ins Werkzeug eingebracht wird.

# Mikrospritzgießen mit induktiver Werkzeugtemperierung

## 3. Realisierung

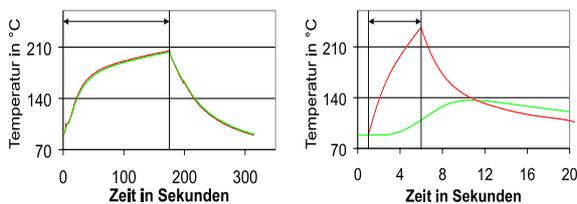
Vor jedem Einspritzvorgang wird der Induktor über ein Handlingsystem vor der Kavität positioniert und das Magnetfeld erzeugt. Nach erfolgter Erwärmung wird der Induktor wieder entfernt, die Form geschlossen und der Einspritzvorgang beginnt. Die Maschinen- und Generatorsteuerung sind über einen PC miteinander verknüpft, somit sind reproduzierbare Prozeßbedingungen gewährleistet.



**Bild 3:** Steuerungsablauf

## 4. Erwärmungsergebnisse

Die Temperaturverläufe beider Konzepte sind in Bild 4 dargestellt, variotherme Öltemperierung links und induktive Erwärmung rechts. Die maximale Temperatur von 205 °C wird bei der ölvariothermen Temperierung nach 175 s erreicht. Mit dem induktivem Temperierverfahren wird die Kavität innerhalb 3,5 s von 70° C auf ca. 250° C erwärmt. Aufgrund der sofort beginnenden Abkühlung muß die Kavität höher erwärmt werden als im Fall der Öltemperierung, damit das Temperaturniveau zum Einspritzzeitpunkt, nach Entfernen des Induktors, noch genügend hoch ist.

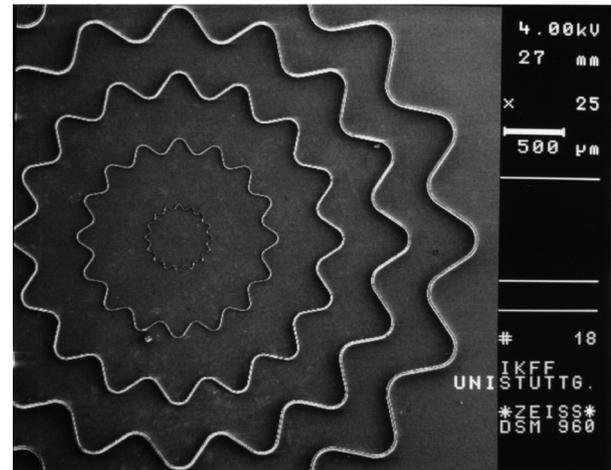


**Bild 4:** Temperaturverläufe in der Kavität

## 5 Abformversuche

Ziel des Projekts ist es, Kunststoffteile mit Strukturen im Mikrometerbereich vollständig abformen zu können. Zusammen mit dem Projektpartner dem Institut für Mikrotechnik in Mainz (IMM) wurden Teststrukturen mit unterschiedlichen Aspektverhält-

nissen entwickelt. Bild 5 zeigt ein Beispiel einer Teststruktur. Die konzentrischen Kreise haben Wandstärken von 20, 15, 10, 5 und 2,5 µm Wandstärke. In diesem Fall konnte die Kavität bis 10 µm Wandstärke gefüllt werden.



**Bild 5:** REM Aufnahme einer Teststruktur

Walther, Thomas, Dipl.-Ing.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Konstruktion und Fertigung in der Feinwerktechnik (IKFF) an der Universität Stuttgart.

Studium des Maschinenbauwesens mit dem Schwerpunkt Feinwerktechnik an der Universität Stuttgart, seit 1996 wissenschaftlicher Mitarbeiter am IKFF, tätig auf dem Gebiet Präzisions-spritzgießen.

Institut für Feinwerktechnik, 70550 Stuttgart, Tel. 0711/685 6421; e-mail: walther@ikff.uni-stuttgart.de

Schinköthe, Wolfgang, Prof. Dr.-Ing.

Lehrstuhl- und Institutsleiter am Institut für Konstruktion und Fertigung in der Feinwerktechnik. Studium des Elektroingenieurwesens mit dem Schwerpunkt Feinwerktechnik an der Technischen Universität Dresden, 1981 bis 1989 befristeter, später unbefristeter wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Elektronik-Technologie und Feinwerktechnik, 1985 promoviert. Ab 1989 zunächst Projektleiter bei Robotron-Elektronik Dresden und anschließend Chefkonstrukteur bei Feinmeß Dresden. 1993 Ruf an die Universität Stuttgart. Vorlesungen zur Konstruktionslehre, Gerätekonstruktion und Aktorik, Forschung zur Aktorik und zum Präzisions-spritzgießen.

Institut für Feinwerktechnik, 70550 Stuttgart, Tel. 0711/685 6411;

e-mail: schinkoethe@ikff.uni-stuttgart.de

**Neue Telefon- und Telefaxnummer:**

**Telefon: +49 (0)711 685 – 6 6402**

**Telefax: +49 (0)711 685 – 6 6356**

**Neue E-Mail-Adressen:**

**ikff@ikff.uni-stuttgart.de**

**linearantriebe@ikff.uni-stuttgart.de**

**piezoantriebe@ikff.uni-stuttgart.de**

**spritzguss@ikff.uni-stuttgart.de**

**zuverlaessigkeit@ikff.uni-stuttgart.de**