

# Mit der Effizienzfabrik cool beim Kunststoffspritzguss bleiben

Eine Initiative des VDMA und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung hat die Effizienzfabrik ins Leben gerufen. Sie kommuniziert neueste Ergebnisse aus 31 Forschungsprojekten des BMBF-Förderschwerpunkts „Ressourceneffizienz in der Produktion“ – darunter auch eines über die bedarfsgerechte Temperierung bei der Kunststoffverarbeitung



Bild 1: **Das Projekt ZuPrEff**  
(Zustandsabhängige Prozessführung für die energieeffiziente und ressourcenschonende Produktion von Kunststoffformteilen) soll die Effizienz des Gesamtprozesses, bestehend aus Maschine, Werkzeug und Temperierung, verbessern  
(Bild:Effizienzfabrik)

**H**erkömmliche Verfahren zum Spritzgießen von Kunststoffen nutzen nur circa 19 Prozent der eingesetzten Energie. Vor allem unkoordinierte Aufwärm- und Abkühlvorgänge beim Aufschmelzen bergen ein hohes Energieeinsparpotenzial. Das Projekt ZuPrEff (Zustandsabhängige Prozessführung für die energieeffiziente und ressourcenschonende Produktion von Kunststoffformteilen) soll hier Abhilfe schaffen und die Effizienz des Gesamtprozesses, bestehend aus Maschine, Werkzeug und Temperierung, verbessern (Bild 1). Es ist eines von über 200 Forschungsprojekten

und sorgt mit einer bedarfsgerechten Temperierung für mehr Effizienz in der Kunststoffverarbeitung. Dabei stehen die regeltechnische Kopplung aller bisher autonomen Teilsysteme sowie die Umsetzung eines Energiemonitorings im Fokus.

## Werkzeugtemperierung als Schlüssel zu mehr Effizienz

Ein wichtiger Einsparhebel ist die Werkzeugtemperierung, die rund 47 Prozent der eingesetzten Energie benötigt (Bild 2). Die teilweise tonnenschweren Werkzeuge werden in der Regel auf eine ein-

heitlich hohe Temperatur (je nach Werkstoff bis zu 180°C), die sich nach der engsten Werkstückstelle richtet, aufgeheizt. Da das Werkzeug inklusive Temperierung und die Maschine autonom agieren, sind für eine gesicherte Produktion beidseitige Temperaturreserve eingestellt, um auch bei Prozessschwankungen qualitativ hochwertige Produkte zu fertigen.

Das A und O auf dem Weg zu einer effizienten Temperierung ist die modellhafte Beschreibung der relevanten Schmelze- und Werkstückzustände in Abhängigkeit von Prozessschwankungen. In ZuPrEff werden diese Zustände zunächst an einer Versuchsstrecke erfasst. Dazu wird ein Spritzgießwerkzeug einer 800-Kilo-Newton Krauss-Maffei-Spritzgießmaschine mit einer dynamischen Temperierung ausgestattet. Dank der dynamischen Temperierung können die qualitätsrelevanten Heiz- und Kühlphasen mit minimalem Energieverbrauch im Werkzeug dargestellt werden. Durch im Werkzeug integrierte, neuartige keramische Hochleistungsheizelemente (CPH Ceramic-Power-Heater) werden Heizraten bis zu 25 Kelvin pro Sekunde bei einer Wärmestromdichte von 150 Watt pro Quadratzentimetern mit einem Zehntel des Energiebedarfs einer fluiden Beheizung erreicht.



*„In ZuPrEff führen wir zwei unabhängige Teilprozesse, zum einen die Schmelzaufbereitung und zum anderen die Formbildung im Werkzeug, zu einem ressourceneffizienten Gesamtprozess zusammen“*

*Ingo Brexeler, gwK Gesellschaft Wärme Kältetechnik mbH*

Direkt unterhalb des Ceramic-Power-Heaters befinden sich die kavitätsternen Kanäle für die Wasserkühlung. Da die Wärmeleitfähigkeit des speziellen Keramikmaterials ungefähr doppelt so hoch ist wie die von Werkzeugstahl, erfolgt die Kühlung durch die abgeschaltete Heizung hindurch äußerst effektiv.

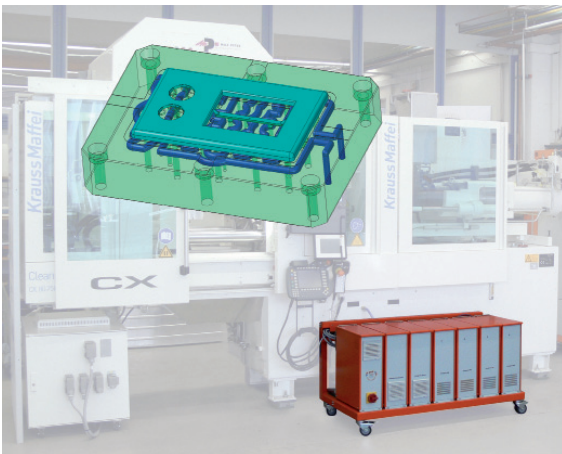


Bild 2: **Ein wichtiger Einsparhebel** bei der ZuPrEff-Versuchsanlage ist die Werkzeugtemperierung, die rund 47 Prozent der eingesetzten Energie benötigt (Bild:gwK)

Die Werkzeugtemperierung kann als „dynamisch“ bezeichnet werden, da Temperaturveränderungen ohne nennenswerte Verlängerung der Zykluszeit möglich sind. Die Temperaturregelung inklusive der Wasserversorgung übernimmt ein Temperiersystem vom Typ „gwK integrat

evolution“, das mit der Spritzgießmaschine über einen VarAN-Bus in Echtzeit kommuniziert.

Basierend auf Versuchsreihen werden die Zusammenhänge zwischen Einflussgrößen (Material, Einstellparameter), Prozesszustand und Teilequalität erarbeitet und in beschreibende Modelle überführt.

Sie sind die Grundlage für die übergeordnete Regelung, die Schwankungen in der Maschine (z.B. Viskosität der Schmelze) durch zielgerichtete Reaktionen der Werkzeugtemperierung ausgleichen kann.

### Monitoring des Gesamtprozesses

Detaillierte Energiebilanzen des Gesamtprozesses, die Abhängigkeiten von Prozessparametern und Umgebungsbedingungen wie die Wärmeabstrahlung berücksichtigen, sind die Basis für das Energiemonitoring. Die Bilanzen ermöglichen die Abbildung der Prozesszusammenhänge sowie die Abschätzung der Optimierungspotenziale. Sie werden in ein Energiemonitoring überführt, das neben dem Energieverbrauch der Maschine auch das Werkzeug und die Temperiereinrichtungen

berücksichtigt. Die Integration in die Maschinensteuerung ermöglicht eine Aussage zum aktuellen Energieverbrauch. Auf Basis des Energieverbrauchs und der Maschinenparameter vorangegangener Zyklen erhält der Maschineneinrichter Hinweise zu einer energieeffizienteren Einstellung seiner Prozesse.

Am Ende des Verbundprojekts steht ein Demonstrator zum Ergebnistest zur Verfügung. Er soll die Basis liefern, um zukünftig die Ressourceneffizienz beim Kunststoffspritzguss um bis zu 28 Prozent zu steigern. Andere Bereiche wie beispielsweise der Zink-Druckguss oder die Kunststoff-Extrusion, können ebenfalls unmittelbar von den ZuPrEff-Ergebnissen profitieren.

Die Effizienzfabrik sowie das Verbundprojekt „ZuPrEff“ werden mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“ gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.

[www.effizienzfabrik.de](http://www.effizienzfabrik.de)

**Projektleitung Effizienzfabrik**  
Forschungskuratorium Maschinenbau e. V. im VDMA  
[claudia.rainfurth@vdma.org](mailto:claudia.rainfurth@vdma.org)  
[www.effizienzfabrik.de](http://www.effizienzfabrik.de)