

# Messung von Entformungskräften



## Entformungskraft

Das Entformungsverhalten eines Spritzteils wird von verschiedenen Faktoren bestimmt. Um diese Einflüsse zu untersuchen, wurde am IKFF ein Werkzeug entwickelt und aufgebaut, mit dem es möglich ist, verschiedene Werkzeugoberflächenrauheiten, Werkzeugbeschichtungen und Werkzeugwerkstoffe bei sonst gleichbleibenden Randbedingungen zu untersuchen.

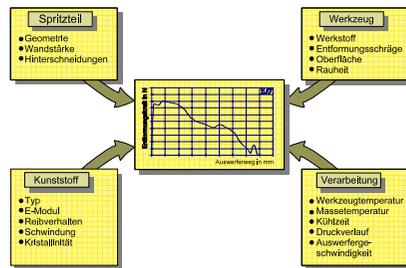


Bild 1 Einflussfaktoren auf die Entformung

## Versuchsaufbau

Als Probekörper wurde eine zylindrische Hülse mit Schirmanguß gewählt. Die Hülse schrumpft während der Kühlzeit auf den Kern auf und löst sich dadurch von der angußseitigen Formhälfte.

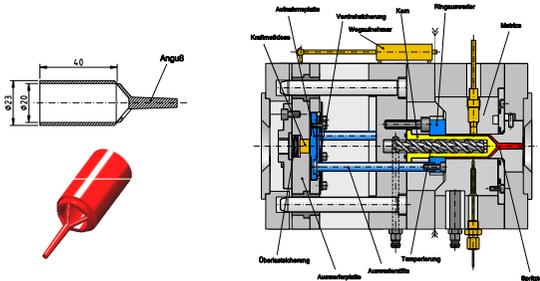


Bild 2 Probebauteil und Versuchswerkzeug

Beim Auswerfen des Teils wird die Entformungskraft und der Auswerferweg gemessen. Durch den Aufbau des Werkzeugs ist ein einfacher Austausch der Kerne und somit die Auswahl von unterschiedlichen Werkstoffen, Werkzeugbeschichtungen und Oberflächenrauhtiefen möglich.

Es sind zur Zeit Kerne mit verschiedenen Verschleißschutz- und Gleitschichten (z. B. TiN, TiAlN, CrN, WC/C) sowie mit unterschiedlichen Oberflächenrauhtiefen im Einsatz. Zusätzlich sind auch Kerne mit reibungsarmen Materialien (z. B. AMPCO-Metalle) und verschiedenen Oberflächenbearbeitungen vorhanden.

## Einflüsse einzelner Parameter auf die Entformungskraft

**Kunststoff**  
Da die Kunststoffe unterschiedliche Verarbeitungsbedingungen erfordern, können die notwendigen Entformungskräfte nicht direkt miteinander verglichen werden. Amorphe und teilkristalline Kunststoffe weisen jedoch jeweils in sich ähnliche Kraft-Weg-Verläufe auf.

## Geometriefehler des Kerns

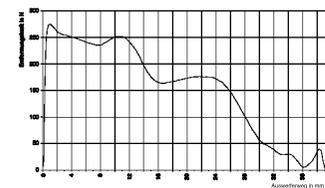


Bild 3 gemessene Entformungskraft

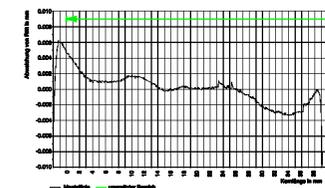


Bild 4 Mantellinie des Kerns

Es hat sich gezeigt, daß auch kleine Fehler in der Geometrie des umspritzten Kerns sich stark auf den Entformungskraftverlauf auswirken. Gerade bei von Hand polierten Kernen wird kein idealer Zylinder erreicht.

Schon kleine Einschnürungen des Durchmessers von wenigen µm wirken sich stark auf die Entformungskraft aus. Dieser Kraftverlauf kann in Simulationsrechnungen im Ansatz verifiziert werden. Der qualitative Verlauf

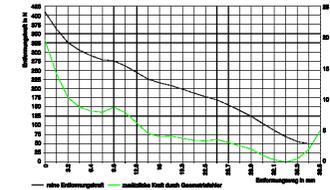


Bild 5 berechnete Entformungskraft

ist erkennbar, aber die Höhe der zusätzlichen Kraft ist bisher nicht ermittelbar. Gerade bei sehr steifen Kunststoffen können diese Geometriefehler zu Kräften führen, die deutlich über der Losbrechkraft des eigentlichen Entformungsvorgangs liegen.

## Beschichtung

Die bisherigen Ergebnisse zeigen eine starke Abhängigkeit der notwendigen Entformungskraft von der Kombination aus Kunststoff und Beschichtung. Eine allgemeingültige Empfehlung für das Beschichten von Spritzgießwerkzeugen kann daher zum aktuellen Zeitpunkt der Untersuchungen nicht gegeben werden.

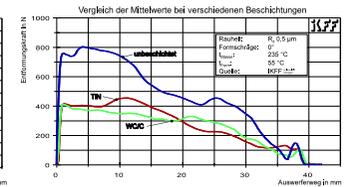
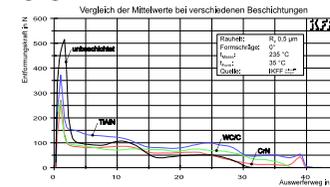


Bild 6 Einfluß verschiedener Werkzeugbeschichtungen bei LDPE Lupolen 1840H (li.) und PP Hostalen PPU 1080 S1 (re.)

Der Einsatz von z.B. Verschleißschichtungen kann auch unerwünschte Nebeneffekte haben. Die Entformungskraft kann durch den Einsatz einer Werkzeugbeschichtung auch höher werden. Der Vorteil der höheren Werkzeugstandzeit durch eine Beschichtung ist dann gegenüber dem Nachteil der erhöhten Entformungskraft abzuwägen. Anhand der beiden aufgeführten Beispiele ist zu erkennen, daß mit einer geeigneten Werkzeugbeschichtung die Entformungskraft deutlich verringert werden kann.

## Kontakt:

IKFF Universität Stuttgart  
Tel.: +49 (0)711 685-6424  
Fax: +49 (0)711 685-6356

Dipl.-Ing. Eberhard Burkard  
burkard@ikff.uni-stuttgart.de  
www.uni-stuttgart.de/ikff/

**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**