

## **Einfluß von Werkzeugbeschichtungen auf das Entformungsverhalten beim Spritzgießen**

E. Burkard, W. Schinköthe (IKFF)

Posterbeitrag zum

**17. Stuttgarter  
Kunststoff-Kolloquium**

14. - 15. März 2001

**Symposium 3    Kunststoffverarbeitung**

© 2001    Institut für Konstruktion und Fertigung in der Feinwerktechnik

## EINFLUSS VON WERKZEUGBESCHICHTUNGEN AUF DAS ENTFORMUNGSVERHALTEN BEIM SPRITZGIESEN

E. Burkard<sup>1</sup>, W. Schinköthe<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universität Stuttgart, Institut für Konstruktion und Fertigung in der Feinwerktechnik IKFF, Stuttgart  
Tel.: +49 (0) 711 685-6424, Fax : +49 (0) 711 685-6356, Email: burkard@ikff.uni-stuttgart.de

<sup>2</sup>Universität Stuttgart, Institut für Konstruktion und Fertigung in der Feinwerktechnik IKFF, Stuttgart  
Tel.: +49 (0) 711 685-6402, Fax : +49 (0) 711 685-6356, Email: schinkoethe@ikff.uni-stuttgart.de

**Zusammenfassung:** Am IKFF wurde in Zusammenarbeit mit den Firmen Balzers und Hasco ein Projekt gestartet, bei dem die Auswirkung von Beschichtungen bei Spritzgießwerkzeugen auf das Entformungsverhalten untersucht werden. Mit dem im Rahmen dieses Projekts aufgebauten Versuchswerkzeug können mit geringem Aufwand verschiedene Werkzeugbeschichtung-Kunststoff-Paarungen untersucht werden.

Durch die Vielzahl der beim Entformen wirksamen Parameter können aber zur Zeit nur für spezielle Werkzeugbeschichtung-Kunststoff-Paarungen Aussagen über die Entformungskraft gemacht werden. Eine allgemeingültige Regel für das Beschichten von Spritzgießwerkzeugen kann bisher nicht aufgestellt werden.

Weitere Versuchsreihen zur Untersuchung der entformungsbeeinflussenden Parameter sind vorgesehen.

**Abstract:** In cooperation with Balzers and HASCO the IKFF started a project to test the influence of mold wall coating while demolding of the part. With the injection mold build for this project it is possible to test the influence between mould coatings and injection moulding compounds without a lot of effort.

While demolding there are a lot of parameters influencing the ejector force. At this time it is only possible to give rules for special combinations of mold coating and injection moulding compounds. So far it is not possible to give a universal rule for coating an injection mold.

The IKFF intends to perform more tests analysing the parameters while demolding injection molded parts.

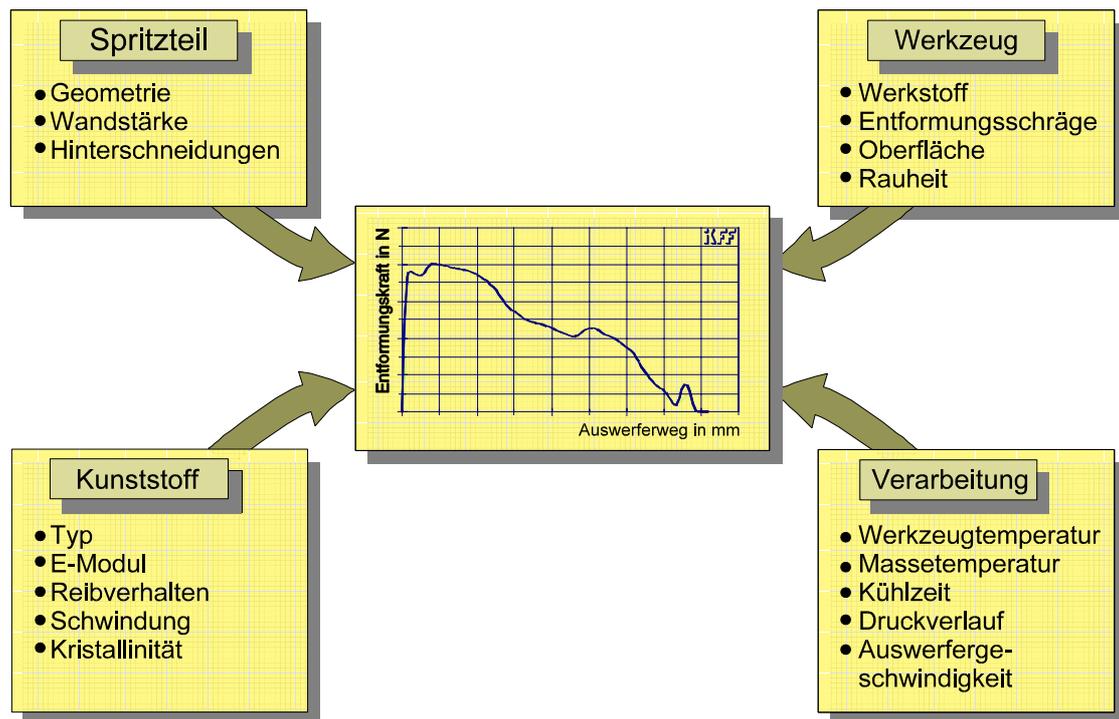
**Keywords:** Spritzguß, Beschichtung, Entformung, injection moulding, coatings.

### 1. Einführung

Die Produktion von Kunststoffspritzgußteilen wird in den letzten Jahren von steigenden Ansprüchen geprägt. Nicht nur der Kostendruck, sondern auch der Einsatz von neuen hochtechnischen Formmassen und die Komplexität der Teile führen zu extremeren Verarbeitungsbedingungen und damit auch steigenden Ansprüchen an das Formwerkzeug. Zunahme von Verschleiß und Belagbildung sowie ein schlechteres Entformungsverhalten sind oft die Folge.

Ein Ansatz diese Probleme zu lösen, ist der Einsatz von Oberflächenbeschichtungen im Formwerkzeug. Bisherige Veröffentlichungen beruhen aber meistens nur auf den Erfahrungen, die bei einer bestimmten industriellen Problemstellung gemacht wurden.

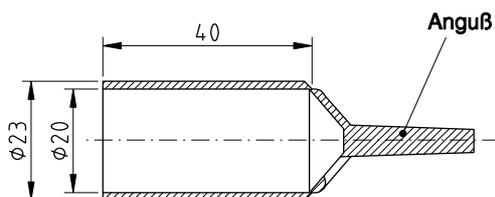
Das Entformungsverhalten des Spritzteils wird von verschiedenen Faktoren bestimmt (vgl. Bild 1). Um diese Einflüsse zu untersuchen, wurde am IKFF ein Werkzeug entwickelt und aufgebaut, mit dem es möglich ist, verschiedene Werkzeugoberflächenrauheiten, Werkzeugbeschichtungen und Werkzeugwerkstoffe bei sonst gleichbleibenden Randbedingungen zu untersuchen (vgl. Bild 3).



**Bild 1** Einflußfaktoren auf die Entformung [1]

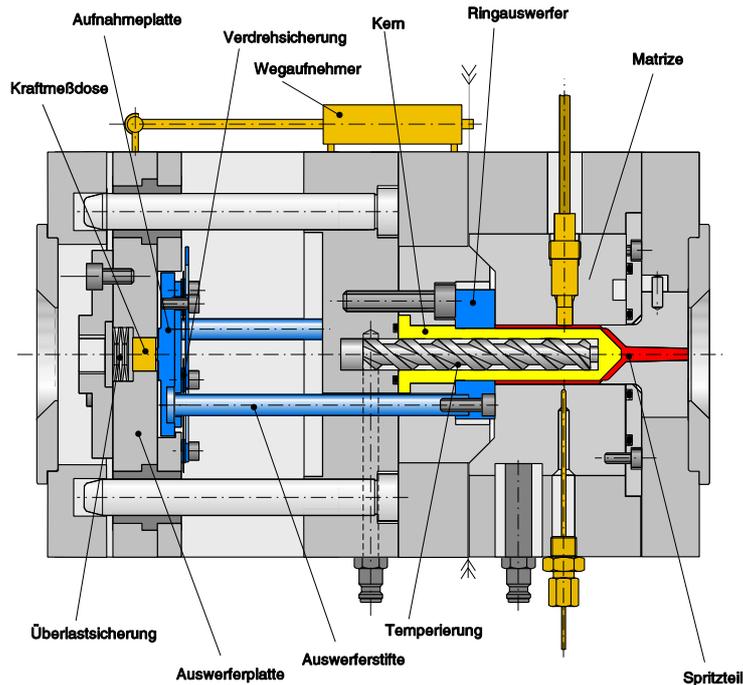
## 2. Versuchsaufbau

Um möglichst allgemeingültige Ergebnisse zu erhalten, wurde als Probekörper eine zylindrische Hülse mit 20 mm Innendurchmesser und einer Länge von 40 mm mit Schirmmanguß gewählt (vgl. Bild 2 und 3). Die Hülse schrumpft während der Kühlzeit auf den Kern auf und löst sich dadurch von der angußseitigen Formhälfte. Das Abstreifen vom Kern erfolgt mit Hilfe eines Ringauswerfers.



**Bild 2** Probebauteil

Beim Auswerfen des Teils wird die Entformungskraft mit Hilfe einer Kraftmeßdose in der Auswerfermechanik und der Auswerferweg mit einem Wegaufnehmer gemessen. Durch den Aufbau des Werkzeugs ist ein einfacher Austausch der Kerne und somit die Auswahl von unterschiedlichen Werkstoffen, Werkzeugbeschichtungen und Oberflächenrauhigkeiten möglich.

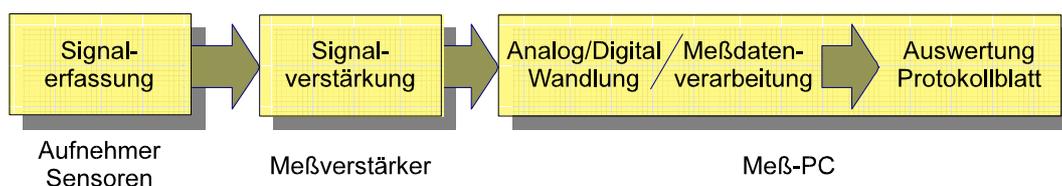


**Bild 3** Versuchswerkzeug

Am IKFF sind zur Zeit Kerne mit verschiedenen Verschleißschutz- und Gleitschichten (z. B. TiN, TiAlN, CrN, WC/C) sowie mit unterschiedlichen Oberflächenrautiefen im Einsatz. Es sind auch Kerne mit reibungsarmen Materialien (z. B. AMPCO-Metalle) und verschiedenen Oberflächenbearbeitungen vorhanden und es wird die Möglichkeit untersucht, in wieweit solche Kerne in die Entformungskraftmessungen aufgenommen werden können.

### 3. Meßtechnik

Die von den einzelnen Sensoren kommenden Signale werden verstärkt, mit einer Analog-Digital-wandlernkarte in digitale Signale umgewandelt und dann mit einem PC weiter ausgewertet. Protokolliert werden u. a. Auswerferkraft, Auswerferweg und Auswerferzeit (vgl. Bild 4)



**Bild 4** Meßkette

## 4. Einflüsse einzelner Parameter auf die Entformungskraft

### 4.1 Einflüsse des Kunststoffs

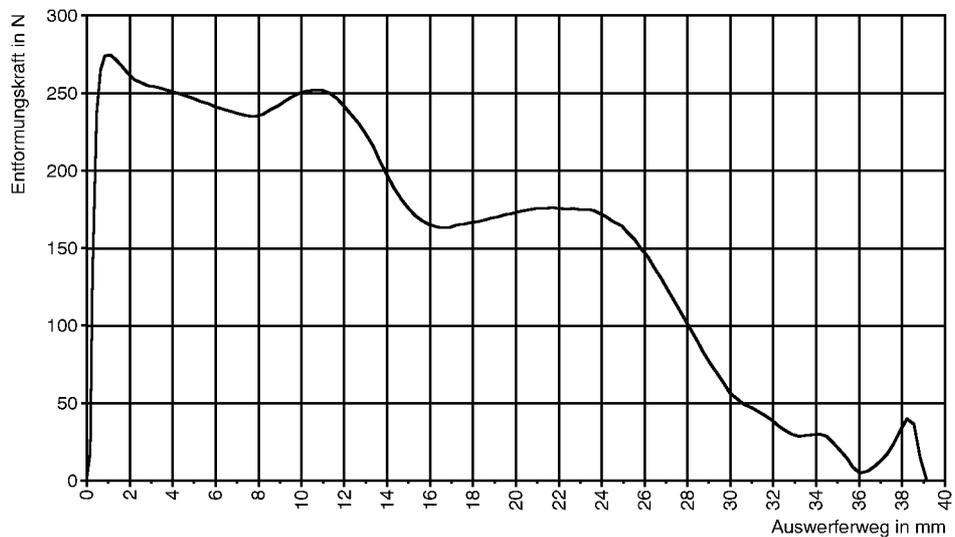
Bei der Vielzahl der zur Zeit auf dem Markt befindlichen Kunststoffe beschränken sich die Untersuchungen zuerst auf eine Auswahl an Standardtypen. Folgende Kunststoffe wurden für die Versuchsreihen ausgewählt:

- ABS      Terluran 967K (BASF)
- PA        Ultramid A3W (BASF)
- PC        Makrolon 2800 (Bayer)
- POM      Ultraform N2320 (BASF)
- PP        Inspire C715-12N HP (Dow Plastics)

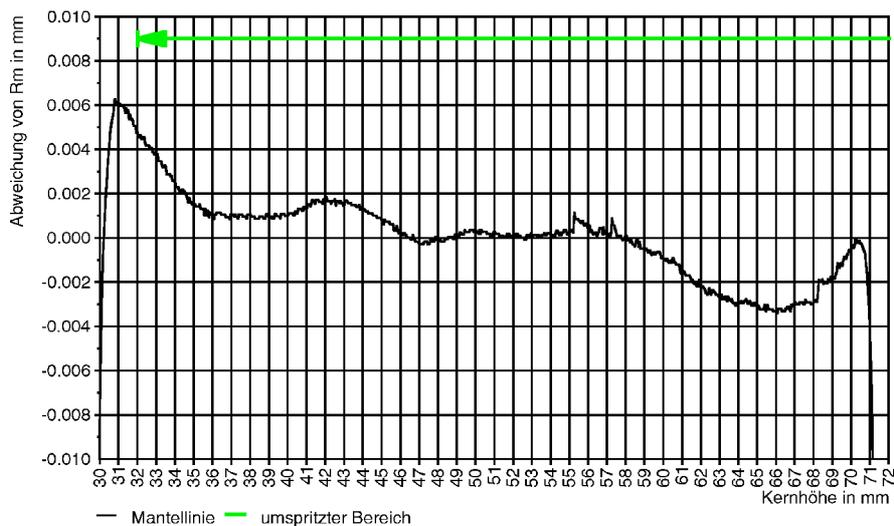
Zusätzlich werden aber auch spezielle Kunststoff auf Kundenanfrage untersucht (vgl. Bild 8 und 9). Da die Kunststoffe unterschiedliche Verarbeitungsbedingungen erfordern, können die notwendigen Entformungskräfte nicht direkt miteinander verglichen werden. Amorphe und teilkristalline Kunststoffe weisen jedoch jeweils in sich ähnliche Kraft-Weg-Verläufe auf.

**4.2 Einflüsse der Geometriefehler des Kerns**

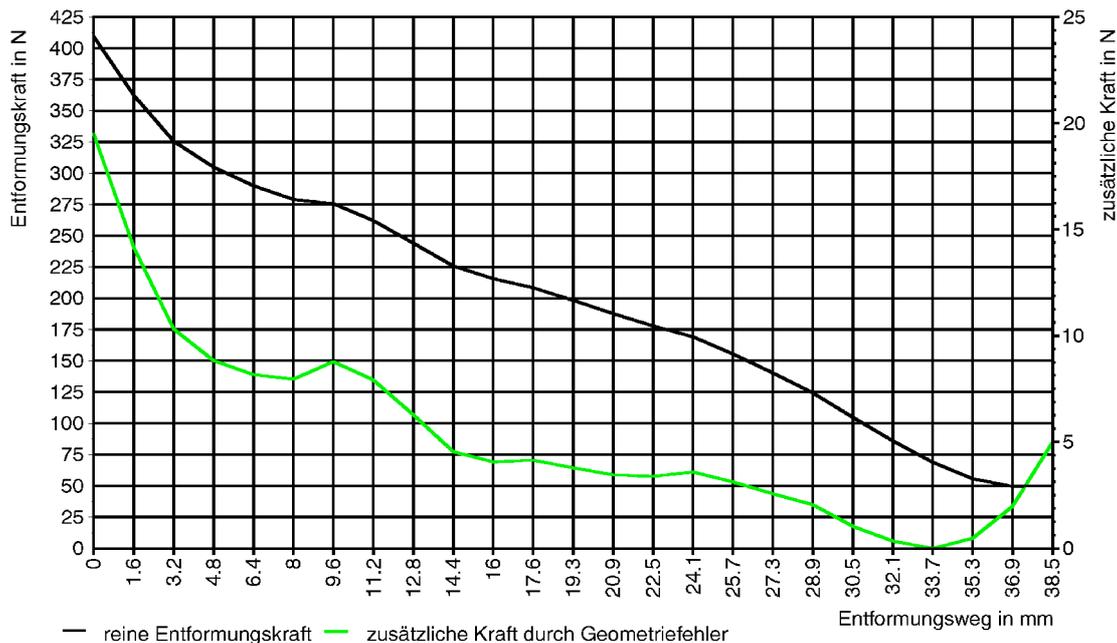
Bei den bisherigen Untersuchungen hat sich gezeigt, daß auch kleine Fehler in der Geometrie des umspritzten Kerns sich stark auf den Entformungskraftverlauf auswirken. Gerade beim manuellen Polieren der Kerne entstehen deutliche Abweichungen von der idealgeometrischen Zylinderform (vgl. Bild 6). Schon kleine Einschnürungen des Durchmessers von wenigen µm wirken sich aber stark auf die Entformungskraft aus, wie der Entformungskraftverlauf in Bild 5 zeigt. Dieser Kraftverlauf kann auch in Simulationsrechnungen im Ansatz verifiziert werden. Der qualitative Verlauf ist vergleichbar, aber die Höhe der durch die Formfehler zusätzlich erforderlichen Kraft ist in den bisherigen Simulationen nicht ermittelbar (vgl. Bild 7). Gerade bei sehr steifen Kunststoffen können diese Geometriefehler zu Kräften führen, die deutlich über der Losbrechkraft des eigentlichen Entformungsvorgangs sind.



**Bild 5** Gemessene Entformungskraft bei ABS (polierter Kern ohne Beschichtung)



**Bild 6** Abweichung des Kerns von der idealen Mantellinie

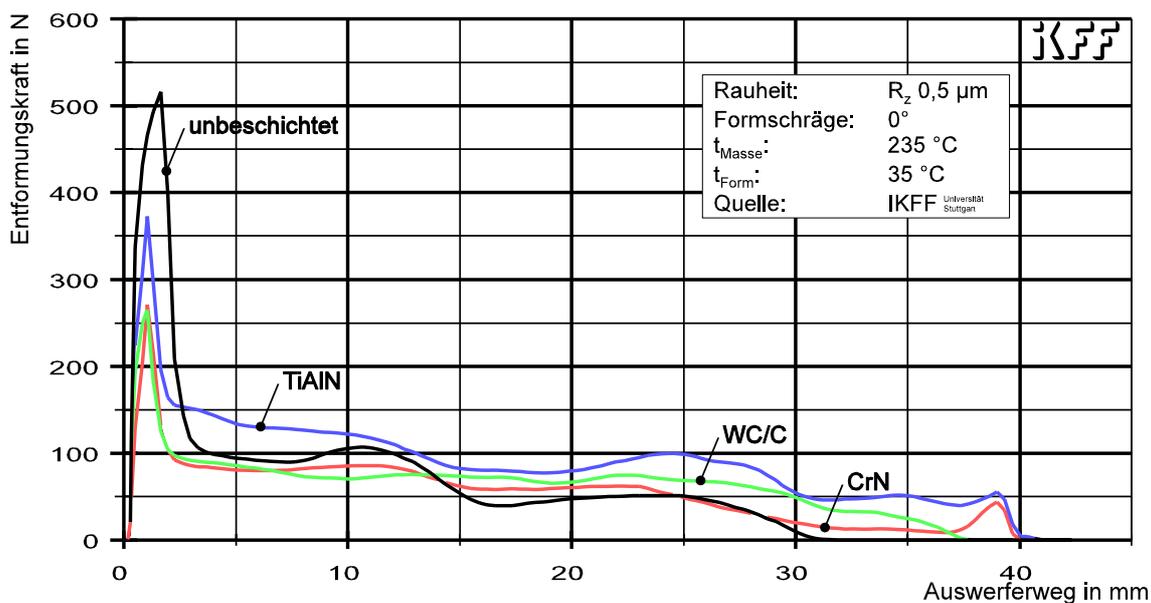


**Bild 7** Simulation der reinen Entformungskraft und der durch Geometriefehler bedingten Kraft [2]

### 4.3 Einflüsse der Beschichtung

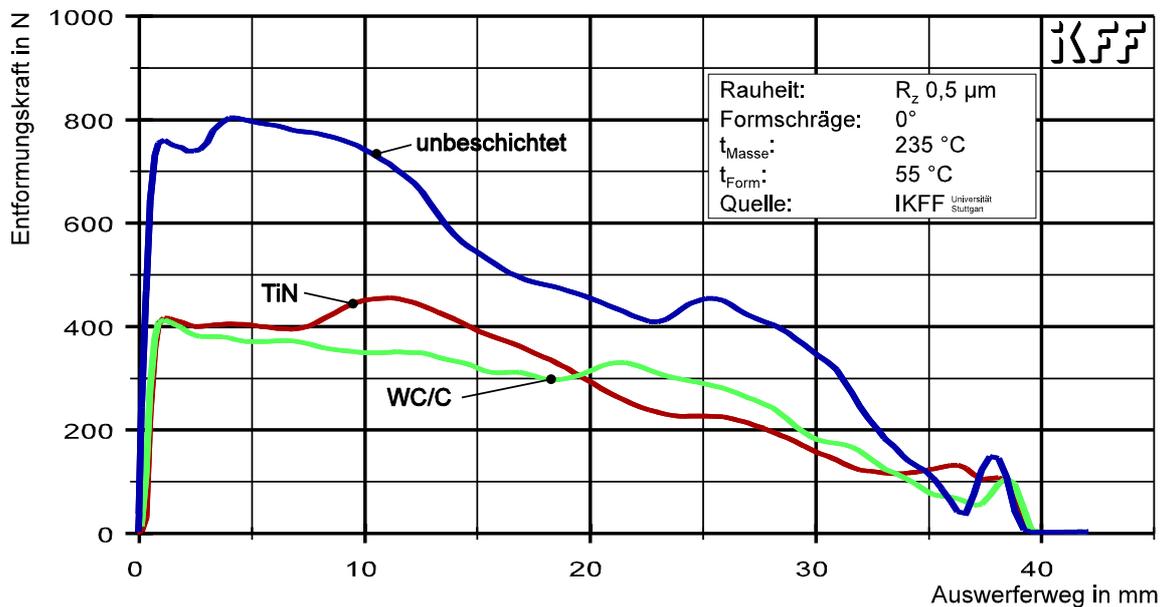
Die bisherigen Untersuchungsergebnisse zeigen eine starke Abhängigkeit der notwendigen Entformungskraft von der Kombination aus Kunststoff und Beschichtung. Eine allgemeingültige Empfehlung für das Beschichten von Spritzgießwerkzeugen kann daher zum aktuellen Zeitpunkt der Untersuchungen nicht gegeben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

Der Einsatz von Verschleißschutzschichten, die für den Einsatz bei abrasivem und chemischem Verschleiß empfohlen werden, kann auch unerwünschte Nebeneffekte haben. Die Entformungskraft kann durch den Einsatz einer Werkzeugbeschichtung auch höher werden. Der Vorteil der höheren Werkzeugstandzeit durch die Hartstoffbeschichtung ist dann gegenüber dem Nachteil der erhöhten Entformungskraft abzuwägen.



**Bild 8** Einfluß von verschiedenen Werkzeugbeschichtungen bei LDPE (Lupolen 1840H)

Anhand der beiden aufgeführten Beispiele in Bild 8 und 9 ist zu erkennen, daß mit einer geeigneten Werkzeugbeschichtung die Entformungskraft deutlich verringert werden kann.



**Bild 9** Einfluß von verschiedenen Werkzeugbeschichtungen bei PP (Hostalen PPU 1080 S1)

## 5. Schlußfolgerung

Das Beschichten von Spritzgießwerkzeugen hat einen direkten Einfluß auf die Entformungskraft der Spritzlinge. Dabei kann durch eine geeignete Wahl der Werkzeugbeschichtung das Entformungsverhalten verbessert werden.

Leider ist es aber zur Zeit nicht möglich, eine allgemeingültige Regel für das Beschichten von Werkzeugen zur Reduzierung der Entformungskraft aufzustellen. Bei der Beschichtung aus anderen Gründen (Verschleißschutz, Belagreduzierung, ...) muß dies bedacht werden und gegebenenfalls eine Abwägung der Vor- und Nachteile erfolgen.

## Literaturverzeichnis

- [1] Walther, T.: Einfluß von Verschleißschutzschichten auf die Entformungskraft beim Spritzgießen, Diplomarbeit, IKFF Universität Stuttgart, 1996
- [2] Anetseder, A.: Theoretische Ermittlung des Schwindverhaltens beim Spritzgießen von Kunststoffhülsen, Studienarbeit, IKFF Universität Stuttgart, 1999

## Danksagung

Die Autoren danken den Firmen BASF, Balzers, BAYER, Dow Plastics, Dr. BOY und HASCO für die Unterstützung durch Kunststoffe, Beschichtungen, Spritzgießmaschine, Werkzeuge, Normalien und auch für die finanzielle Förderung der Untersuchungen.

**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**