

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

**Influence of mold wall coatings
while demoulding in the injection molding process**

E. Burkard, T. Walther, W. Schinköthe (IKFF)

Beitrag zum

**16. Stuttgarter
Kunststoff-Kolloquium**

10. - 11. März 1999

Symposium 5 Kunststoffverarbeitung

© 1999 Institut für Konstruktion und Fertigung in der Feinwerktechnik

Einfluß von Werkzeugbeschichtungen auf das Entformungsverhalten beim Spritzgießen

Influence of mold wall coatings while demoulding in the injection molding process.

E. Burkard, T. Walther, W. Schinköthe (IKFF)

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.

1. Einführung

Wachsende Ansprüche an die Produktqualität, verbunden mit stetig steigendem Kostendruck sowie die Verarbeitung neuer, meist gefüllter Kunststoffe erfordern immer extremere Verarbeitungsbedingungen beim Spritzguß. Den dadurch steigenden Anforderungen sind die Formwerkzeuge teilweise nicht mehr zufriedenstellend gewachsen. Zunahme von Verschleiß und Belagbildung sowie ein schlechteres Entformungsverhalten sind die Folge. Als eine Lösungsmöglichkeit hat sich hier das Beschichten der Werkzeuge bewährt. Die Auswirkungen der einzelnen Beschichtungen auf den Spritzgießprozeß lassen sich aber meist nur schlecht vorhersagen. Bisher veröffentlichte Anwendungsbeispiele beziehen sich meist auf spezielle Probleme und lassen sich nur schlecht verallgemeinern.

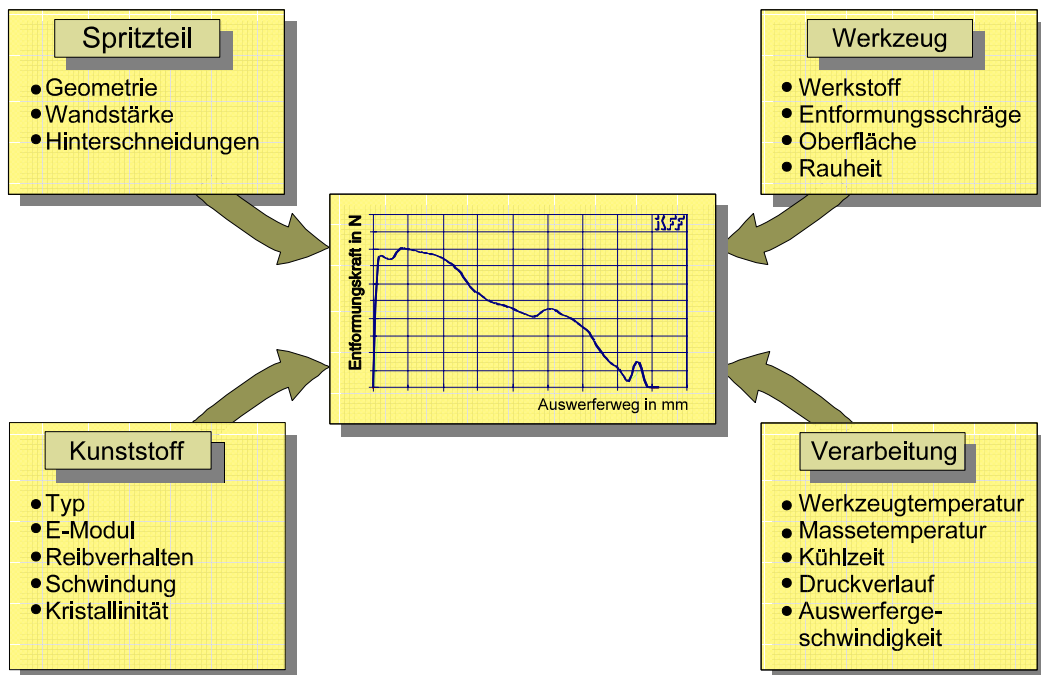


Bild 1 Einflussfaktoren auf die Entformung [1]

Das Entformungsverhalten des Spritzteils wird von vielen 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.

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. Die Hülse schrumpft während der Kühlzeit auf einen Kern auf und löst sich dadurch von der angußseitigen Formhälfte. Das Abstreifen vom Kern erfolgt mit Hilfe eines Ringauswerfers.

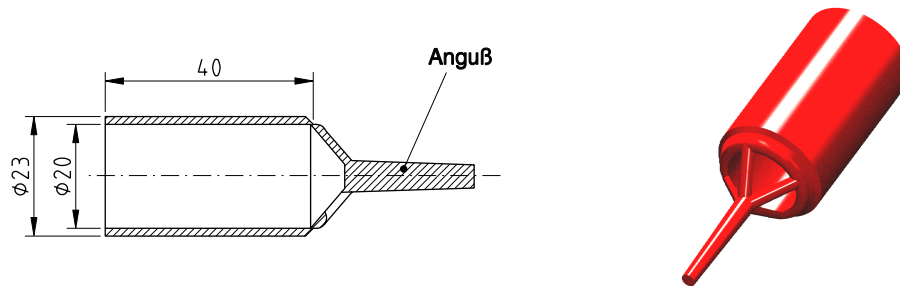


Bild 2 Probebauteil

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 Oberflächenrauhtiefen möglich.

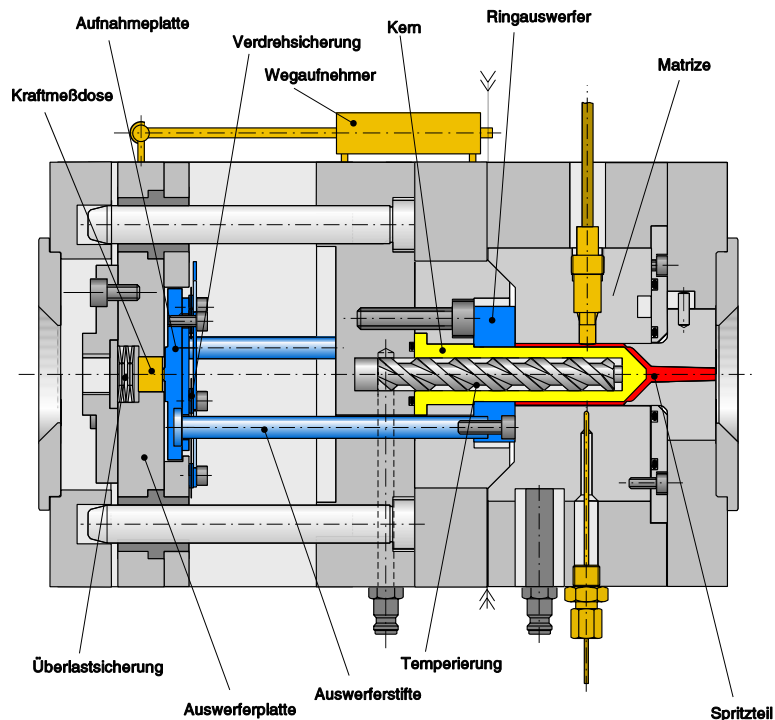


Bild 3 Versuchswerkzeug

Am IKFF sind zur Zeit Kerne mit verschiedenen Verschleißschutz- und Gleitschichten (z. B. TiN, TiAlN, CrN, WC/C) sowie mit unterschiedlichen Oberflächenrauhtiefen im Einsatz. Es ist auch der Einsatz von Kernen aus reibungsarmen Materialien (z. B. AMPCO-Metalle) vorgesehen.

3. Meßtechnik

Die von den einzelnen Sensoren kommenden Signale werden verstärkt, mit einer Analog-Digitalwandlerkarte in digitale Signale umgewandelt und dann mit einem PC weiter ausgewertet. Protokolliert werden u. a. Auswerferkraft, Auswerferweg und Auswerferarbeit.

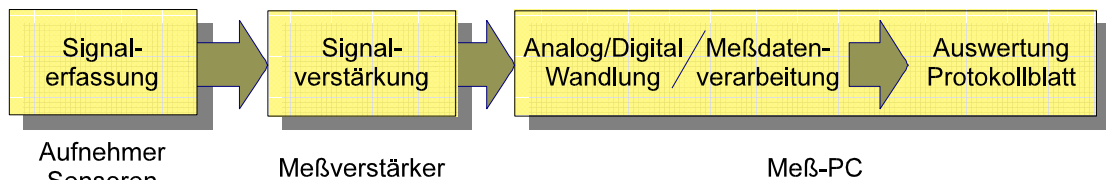


Bild 4 Meßkette

4 Einflüsse einzelner Parameter auf die Entformungskraft

4.1 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. 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)

Zusätzlich werden aber auch verstärkt spezielle Kunststoff auf Kundenanfrage untersucht (vgl. Bild 6-8).

4.2 Oberflächenrauheit

Erwartungsgemäß sinkt bei besserer Oberflächengüte die zur Entformung notwendige Kraft. Dies gilt aber nur bis zu einem bestimmten, von der Art des Kunststoffes abhängigen Grenzwert. Bei einer weiteren Verbesserung der Oberflächenrauheit steigt dann die notwendige Entformungskraft wieder stark an. Ursache hierfür können unter anderem Adhäsionseffekte sein. Um dies zu untersuchen, wurde versucht, die Entformungskraft dadurch zu verringern, daß Trennmittel auf den Kern aufgetragen wurde. Dies hatte aber nur einen sehr geringen Einfluß auf die zur Entformung notwendige Kraft [2]. Mit weiteren Untersuchungen sollen hierzu genauere Ergebnisse erzielt werden.

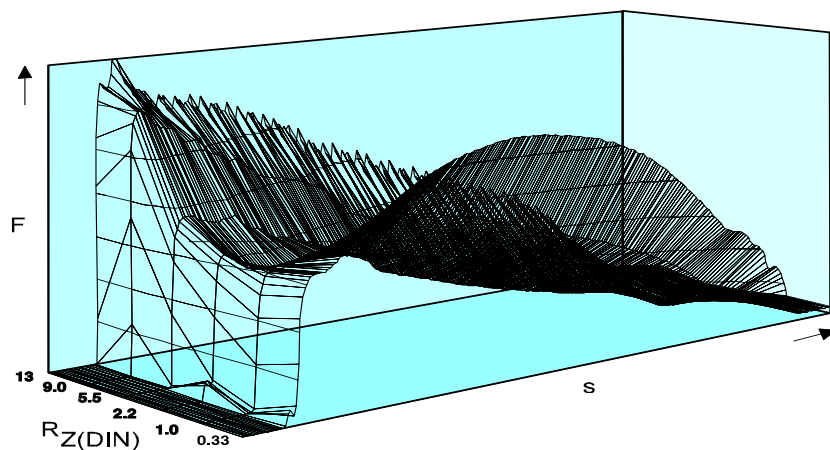


Bild 5 Einfluß der Oberflächenrauheit bei ABS

4.3 Beschichtung

Die bisherigen Untersuchungsergebnisse zeigen eine starke Abhängigkeit der notwendigen Entformungskraft von der Kombination aus Kunststoff und Beschichtung. Hierbei kann es vorkommen, daß eine Beschichtung bei einem Kunststoff zu einer starken Reduzierung der Entformungskraft führt, bei einem anderen Kunststoff aber eine Erhöhung der zum Entformen notwendigen Kraft bewirkt. 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 chemischen Verschleiß empfohlen werden, kann somit unerwünschte Nebeneffekte haben. Bei Versuchen mit glasfasergefülltem PPS ergab sich eine Erhöhung der notwendigen Entformungskraft beim Einsatz einer TiN-Verschleißschutzschicht. Der Vorteil der höheren Werkzeugstandzeit durch die Hartstoffbeschichtung mit TiN ist hier gegenüber dem Nachteil der erhöhten Entformungskraft abzuwägen.

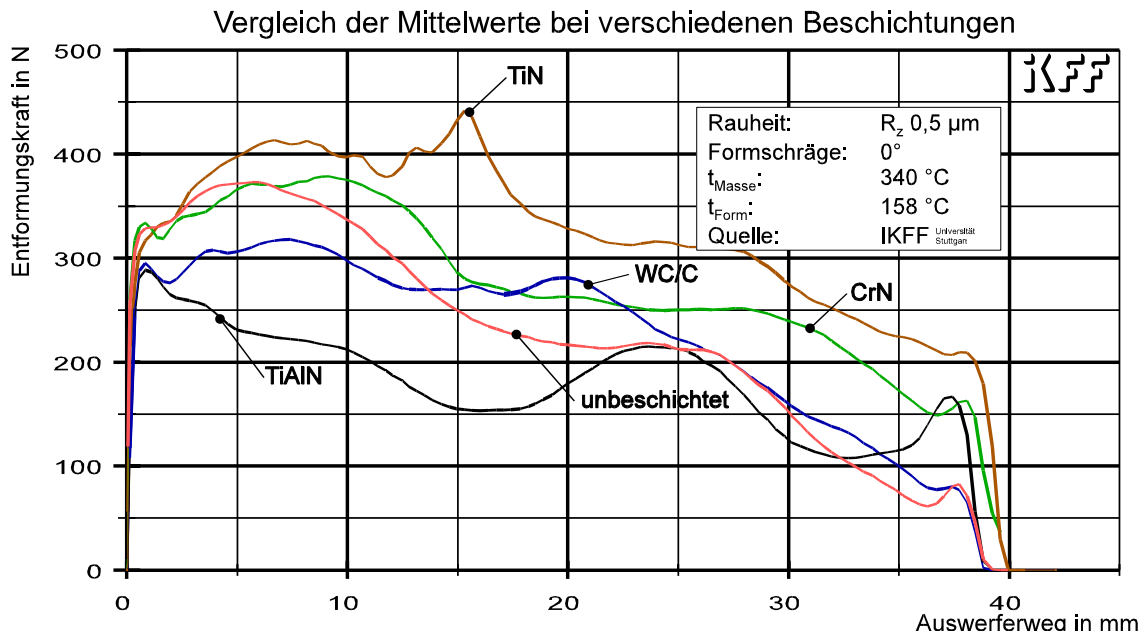


Bild 6 Einfluß der Werkzeugbeschichtung bei PPS mit 40%Glasfaser (Ryton R4 XT)

Bei anderen Kunststoff-Werkzeugbeschichtung-Paarungen können eindeutige Vorteile beim Entformungsverhalten erreicht werden. Bei einer geeigneter Kombination kann eine Reduzierung der notwendigen Entformungskraft von bis zu 50% gegenüber einem unbeschichteten Werkzeug erzielt werden.

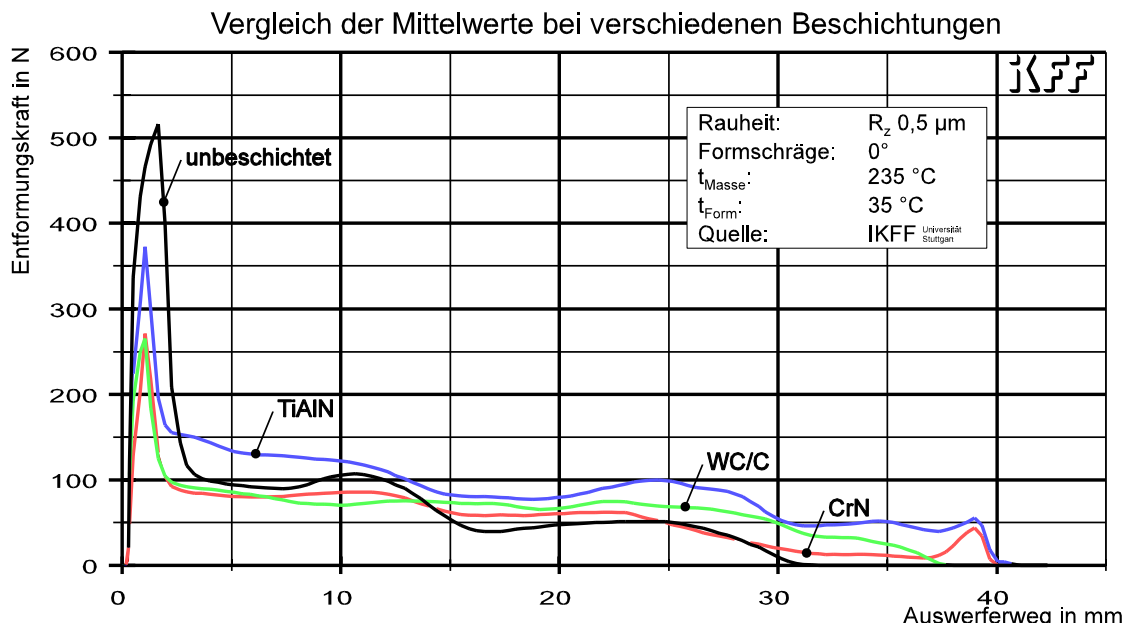


Bild 7 Einfluß der Werkzeugbeschichtung bei LDPE (Lupolen 1840H)

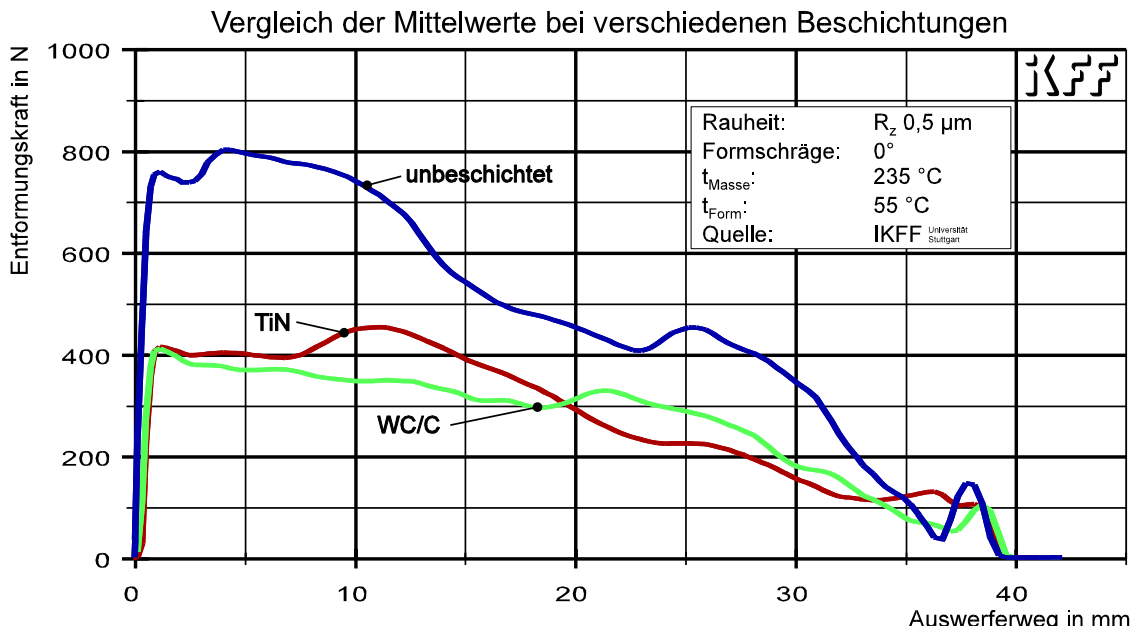


Bild 8 Einfluß der Werkzeugbeschichtung bei PP (Hostalen PPU 1080 S1)

Bisherige Erfahrungen zeigen, daß bei einigen Beschichtungen die im PVD (Plasma Vaporised Deposite)-Verfahren aufgebracht werden eine als Glänzen bezeichnete Nachbehandlung notwendig ist. Dabei werden die durch das Beschichten entstandenen Mikrorauheiten durch Abziehen der Werkzeugoberfläche eingeebnet.

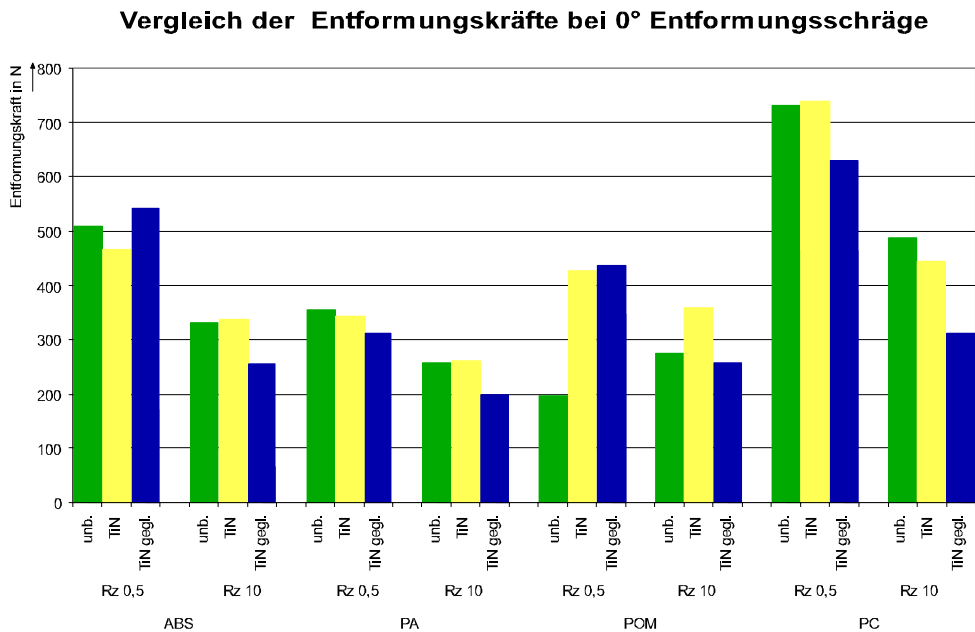


Bild 9 Einfluß des "Glänzens" der Beschichtung (R_z-Werte vor dem Beschichten gemessen)

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 Stuttgart, 1996
- [2] Walther, T.: Durch Beschichtungen schneller aus der Form?, Plastverarbeiter Nr. 11, S. 78-83, 1997

Danksagung

Der Autor dankt den Firmen BASF, Balzers, BAYER, 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