

# Polyform3D



## Hochwertige Tastaturoberfläche durch Polyurethanüberflutung

Prof. Dr.-Ing. Frank Ehrig, Daniel Marty, Institut für Werkstofftechnik und  
Kunststoffverarbeitung (IWK), Rapperswil

Christoph Keist, Abatek International AG, Bassersdorf

Daniel Lüthi, Isotherm AG, Uetendorf

Aus: VDI-Kunststoffband 4327, Spritzgießen 2013

Hrsg.: VDI Wissensforum IWB GmbH und VDI-Gesellschaft Kunststofftechnik

© VDI Verlag, Düsseldorf 2013 (Erstveröffentlichung)

# Hochwertige Tastaturoberfläche durch Polyurethanüberflutung

**Prof. Dr. F. Ehrig, D. Marty, Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung (IWK), Rapperswil, Schweiz; C. Keist, Abatek International AG, Bassersdorf, Schweiz**

## Kurzfassung

Heute werden Bedien- und Anzeigeräte (z. B. im Automobil-Innenraum, Medizinalgeräten oder Kaffeemaschinen) in Aussparungen einer großen Blende integriert. Dadurch entstehen Spalte und Materialübergänge, d. h. Fehlerquellen und Komplexität.

Ziel dieser neuen, von der Firma Abatek International AG konzipierten Eingabeoberfläche Polyform 3D ist es, eine geschlossene dreidimensional geformte Blende mit integrierten Bedien- und Anzeigeelementen und einer hochwertig anmutenden Polyurethan (PUR)-Oberfläche herzustellen. Dabei haben die Bedienelemente/Tasten ein taktiles Feedback, welches für die Bediensicherheit insbesondere im Automobil und in der Medizintechnik von zentraler Bedeutung ist. Im Rahmen eines von der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) geförderten Projektes werden Auslegungsrichtlinien für derartige Eingabeoberflächen und Prozesswissen für die gesamte mehrstufige Fertigungskette erarbeitet. Die hergestellten Demobauteile werden entsprechend der Prüfvorschriften für Serienbauteile getestet und freigegeben.

## 1. Einsatzgebiete der Eingabeoberfläche und abgeleitete Anforderungen

Vor allem in der Automobilbranche, aber auch in anderen Bereichen wie



*Bild 1: Praxisnahes Demobauteil für die Eingabeoberfläche Polyform 3D*

z. B. der Produktion von Haushaltsgeräten, steigen die Anforderungen an das Erscheinungsbild der Produkte stetig. Neben den mechanischen Eigenschaften spielen das Design, sprich Formgebung sowie Oberflächen, eine immer wichtigere Rolle. Dank ihrer in einem weiten Bereich variablen Eigenschaften und der sehr niedrigen Viskosität eignen sich Polyurethansysteme besonders zur Oberflächenveredelung. Neben dem Einsatz in Form von Lacken zur Besprühung von Oberflächen etabliert sich in letzter Zeit immer mehr das sogenannte Clear Reaction Injection Moulding. Dabei wird ein thermoplastisches Trägerbauteil in einem Werkzeug mit einer dünnen PUR-Schicht überflutet. Auf diese Weise können Bauteile mit Softtouch-Effekten und hoher Kratzfestigkeit oder hochwertige Lederoptiken gefertigt werden [1-4].

Im Rahmen eines öffentlich geförderten Projektes entwickeln die Unternehmen Abatek International AG, Zürich, und Isotherm AG, Ueten-dorf, zusammen mit dem Institut für

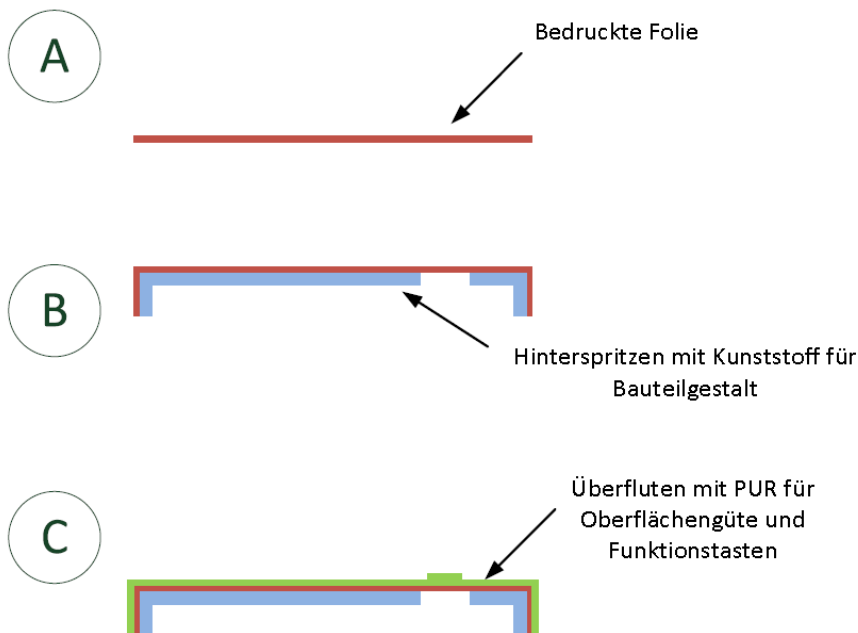
Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung (IWK), Rapperswil, eine einzigartige Eingabetechnologie „Polyform 3D“ und setzen diese an einem Prototypen um (Bild1).

Anstelle der Verwendung vieler einzelner Tasten ist das Ziel dieser Technologie, eine geschlossene dreidimensional geformte Blende mit integrierten Bedien- und Anzeigeelementen herzustellen. Hierdurch werden die Anzahl der Bauteile, die hierfür benötigten Werkzeuge und damit die notwendigen Investitionen reduziert. Durch das Überfluten mit Polyurethan wird weiterhin eine hochwertige Oberfläche erzielt.

Beim Polyurethan handelt es sich um einen duroplastischen Kunststoff, der im Vergleich zu Thermoplasten eine um den Faktor 1000 niedrigere Viskosität besitzt. Dies ermöglicht zum einen die Realisierung sehr geringer Oberflächenschichten und zum anderen die Abformung feinsten Strukturen, wodurch die Designfreiheit erheblich gesteigert wird. Weiterhin können die Werkstoffeigenschaften in einem weiten Bereich variiert werden, um die Transparenz, den Glanzgrad und die Haptik der Oberfläche einzustellen.

Die Einsatzgebiete solcher Eingabeoberflächen sind sehr vielseitig, wie z. B. als

- Mittelkonsole von Autos mit integrierten Tasten und Displays
- Lenkrad, Türblende oder Autoschlüssel mit integrierten Tasten



**Bild 2: Fertigungskette zur Herstellung der Eingabeoberflächen (schematisch)**

- Bedienelemente für Medizingeräte
- Bedienelemente für Haushaltsgeräte wie Kaffeemaschinen, Geschirrspüler, Kochherd, etc.
- Computer-Maus
- Spielkonsolen
- etc.

Mit Hilfe des praxisnahen Demobauteils soll die technische und wirtschaftliche Realisierung der Technologie nachgewiesen werden. Es wird das Know-how für die Bau-

teil- und Werkzeugauslegung sowie die Prozessführung erarbeitet. Als Grundlage dient ein Pflichtenheft mit den Anforderungen an Eingabeoberflächen für die Branchen Automobil-, Medizin- und Elektroindustrie.

## 2. Technologieentwicklung Polyform3D

Die Herstellung der Eingabeoberfläche Polyform3D mit PUR-Oberfläche gliedert sich in mehrere Prozessschritte (Bild 2):

- A) Herstellung einer bedruckten flexiblen TPU-Folie
- B) Hinterspritzen der TPU-Folie mit Kunststoff
- C) Überfluten des Spritzgießteils mit Polyurethan

A) Die TPU-Folie ermöglicht eine geschlossene Oberfläche der Eingabeinheit und Display ohne Spalten, die leicht verschmutzen würden. Darüber hinaus lassen sich die Symbole, Muster oder Bilder aufdrucken. Insgesamt wird eine hochwertige und aufgeräumte Anmutung erzielt.

Als Herausforderung für die TPU-Folie sind eine gute Haftung der Bedruckung sowie eine gute Haftung zum Kunststoff anzusehen. Weiterhin sollte die Folie möglichst elastisch sein, um auch dreidimensionale Verformungen wzu ermöglichen.

B) Das Hinterspritzen der TPU-Folie ermöglicht die Integration der Bedien- und Anzeigeelemente in das Spritzgießbauteil. Überall dort, wo Tasten und Displays integriert werden sollen, werden Aussparungen hinter der TPU-Folie gelassen. Dort können dann die Tasten mit taktilem Feedback montiert werden oder ein Display angebracht werden. Es ist aber auch der Einbau von resitiven oder kapazitiven Touchdisplays möglich.



**Bild 3: Demobauteil und Aufbau der einzelnen Komponenten**

Als Herausforderung des Hinterspritzens sind das vollautomatische Handling der Folien und die passgenaue Positionierung der bedruckten Folie im Werkzeug anzusehen. Bei gewölbten Oberflächen spielt die Gefahr der Faltenbildung eine Rolle, die durch die Geometrie oder bei komplexen Strukturen durch unterschiedliche Werkzeugtemperaturen hervorgerufen werden kann. Nicht zuletzt muss das hinterspritzte Formteil vollautomatisch entformt werden können.

C) Durch das Überfluten mit Polyurethan wird sozusagen die Oberfläche des Bauteils definiert. Das Polyurethan muss daher entsprechend den Anforderungen emissionsfrei, geruchsneutral, medienbeständig, abriebbeständig, UV-beständig, etc. sein. Dieser Arbeitsschritt ermöglicht aber auch die Gestaltung von Tasten und Zierelementen in fast beliebiger Form, mit definiert eingestellter Haptik. Durch die Werkzeugoberfläche können zudem Oberflächenstrukturen (matt / glänzend) oder optische Effekte (Tiefenwirkung, Hologramme, ...) realisiert werden.

Herausforderungen für das PUR-Überfluten sind die Vermeidung von Lufteinschlüssen sowie eine prozesssichere Abdichtung des Werkzeugs. Auf der Werkstoffseite gilt es, das umfangreiche Anforderungsprofil zu erfüllen und auch insbesondere die Abhängigkeit der Haptik von der Temperatur zu erarbeiten. Im Anschluss an diesen Fertigungsprozess muss noch ein geeigneter Zuschnitt der gefertigten Teile sichergestellt werden.

Für die Realisierung solcher hochwertiger Eingabeoberflächen sind Kompetenzen entlang der gesamten Wertschöpfungskette räumlich konzentriert notwendig. Abatek International AG besitzt umfangreiche Marktkenntnisse (Bedürfnisse der Kunden) und große Erfahrung in der

Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von Eingabeoberflächen. Dies umfasst die Tastenhaptik, das Hinterleuchten von Tasten, das Lasern von Symbolen, die Herstellung von bedruckten flexiblen Folien. Zudem gibt es erste Erfahrungen im CAD-Design von einfachen Eingabeoberflächen. Die Isotherm AG besitzt als Anlagenhersteller großes Know-how in der PUR-Verarbeitung. Dies gilt für die Verarbeitung von diversen Polyurethanmaterialien diverser Hersteller. Insbesondere für die Verarbeitung transparenter PUR-Werkstoffe besitzt die Anlagentechnik von Isotherm aufgrund ihrer Vakuumtechnik in den Komponentenbehältern Vorteile zur Herstellung blasenfreier Oberflächen. Das Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung (IWK) arbeitet in der angewandten Forschung und Entwicklung in den Fachbereichen Spritzgießen, Leichtbau-/Faserverbundtechnik und Compoundierung/Extrusion. Im Fachbereich Spritzgießen besitzt das IWK große Erfahrung sowohl im Standardspritzgießprozess als auch bei Sonderverfahren, wie z. B. das Hinterspritzen von dekorativen Materialien aus Kunststoff, Metall oder Holz. Dies umfasst die gesamte Wertschöpfungskette von der Produktentwicklung mit den notwendigen Berechnungstools, die Auslegung von Spritzgießwerkzeugen bis zur Herstellung von Nullserien auf modernen Spritzgießmaschinen.

Weiterhin besitzt das IWK ein sehr gutes Netzwerk zu Spritzgießverarbeitern sowie Werkzeugmachern für den Spritzguss und PUR-Technologie, was im Projekt wie auch für die spätere Serienumsetzung von großer Bedeutung ist.

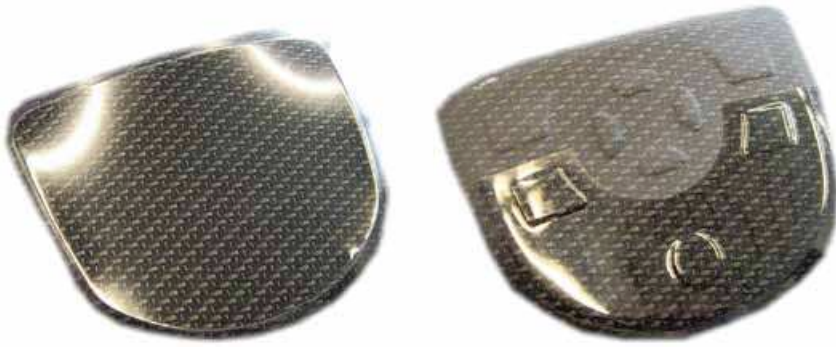
### 3. Umsetzung Polyform3D an einem Demonstrator

Aufbauend auf einem gemeinsam definierten Pflichtenheft wurde eine Demonstratorgeometrie entwickelt, die den realen Bedürfnissen entspricht und den Kunden als neutrales Funktionsmuster gezeigt werden kann (Bild 3).

Besonderes Augenmerk gilt der Werkzeugentwicklung: Im Spritzgießwerkzeug muss die TPU-Folie positioniert werden können, Verzerrungen und Faltenbildung sind zu vermeiden. Durch eine geeignete Angusslage sind zudem Auswaschungen im Angussbereich zu vermeiden und eine Abführung der Luft sicherzustellen. Beim Polyurethanwerkzeug ist aufgrund der niedrigen Viskosität des PUR zum einen eine ausreichende Abdichtung und zum anderen aber ebenfalls für eine gute Entlüftung zu sorgen. Für eine optimale Entlüftung wurde ebenfalls ein spezieller, kippbarer Werkzeugträger spezifiziert, der eine Neigungsverstellung von 30° gegenüber der Horizontalen ermöglicht (Bild 4).



Bild 4: Werkzeugträger (links) und PUR-Anlage (rechts)



**Bild 5: Hinterspritze TPU-Folie (links). PUR-überflutetes Bauteil (rechts)**

Das Werkzeug zum Folienhinterspritzen wurde gebaut und erste experimentelle Untersuchungen mit unbedruckten Folien durchgeführt. Dabei waren die Ergebnisse vielversprechend. Die Haftung zwischen Kunststoff und Folie war gut und eine Faltenbildung konnte vermieden werden.

Im Anschluss an die Hinterspritzversuche wurden die Bauteile mit Polyurethan überflutet. Ziele dieses Arbeitspaketes sind

- die Ermittlung der minimalen Wanddicke für die PUR-Deckschicht,
- die Erarbeitung der geeigneten Werkzeugtechnik zur Herstellung gratfreier Bauteile ohne Einfallstellen und Luftpinschlüsse
- die Erarbeitung von Prozessführungsrichtlinien für den Überflutungsprozess und



**Bild 6: Erster Prototypendemonstrator mit der Polyform 3D Technologie**

- die Prüfung der Bauteile hinsichtlich aller Anforderungen

Auch hier wurden bereits erste experimentelle Untersuchungen durchgeführt. Hierzu wurde das folienhinterspritzte Bauteil in das PUR-Werkzeug eingelegt und anschließend überflutet.

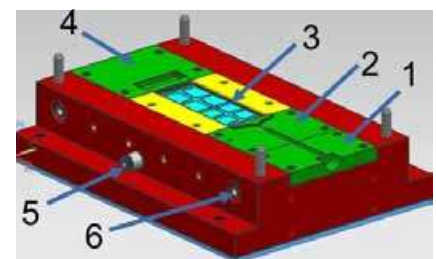
Dadurch kann die Oberflächenstruktur und -geometrie gezielt beeinflusst werden, wie die folgende Abbildung des Tastenfeldes vor und nach dem Überfluten zeigt (Bild 5).

Anschließend wurde der Rand abgetrennt und die Eingabeoberfläche mit der Elektronik und dem Unterteil verbaut. Für einen ersten Messeauftritt wurde ein Prototyp angefertigt. Da die TPU-Folie zu diesem Zeitpunkt noch nicht bedruckt war, wurde die Oberfläche der ersten Prototypen mittels Paintbrush dekorativ gestaltet (Bild 6).

Die ersten Versuche mit dem Demonstrator waren somit hinsichtlich der Werkzeugtechnik vielversprechend. Für die Erarbeitung von Prozessführungsrichtlinien für den Hinterspritz- und PUR-Überflutungsprozess sowie die richtige Materialauswahl sind aber umfangreiche Versuche an einem einfachen Testbauteil notwendig. Hier bietet sich ein zweidimensionales Plättchen Bauteil an, für das ebenfalls ein Hinterspritz- und Überflutungswerkzeug gebaut wurde. Beispielhaft ist in Bild 7 das PUR-Werkzeug dargestellt [5].

Um das Werkzeug so variabel als möglich zu gestalten und Änderungen aufgrund zukünftiger Erkenntnisse so einfach als möglich zu machen, wurden alle wesentlichen Komponente des Werkzeuges in Form von Einsätzen ausgeführt. Die Funktionen des Werkzeuges gemäß Bild 7 werden anhand der unteren Werkzeugplatte kurz erläutert:

1. Einsatz für die Aufnahme des Mischkopfes
2. Zwei verschiedene Einsätze mit Staubalken- und Fächeranguss
3. Einsatz für die Erzeugung eines Vakuums um das Trägerbauteil in der Kavität zu halten. Dieser Einsatz kann durch Unterlegen mit Plättchen in der Höhe verstellbar und so die Dicke der PUR-Schicht variiert werden.
4. Zwei Einsätze mit Überläufen (Im Bild: Entlüftung, zweite Variante: Überlauf, um Zugversuche durchzuführen)
5. Vakuumananschluss
6. Temperierung (Anschluss)



**Bild 7: Untere Werkzeughälfte des PUR-Werkzeuges**

Mit Hilfe dieses Bauteils werden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Haftung verschiedener TPU-Folien auf unterschiedlichen Kunststoffmaterialien
- Haftung verschiedener Polyurethansysteme auf den TPU-Folien
- Einfluss der Temperatur auf die Haptik

#### 4. Fazit und Ausblick

Bereits die ersten Bauteile zeigen vielversprechende Ergebnisse und haben die grundlegende Machbarkeit aufgezeigt. Weiter geht es nun vor allem um Optimierungsmassnahmen, Qualifikationstests der Bauteile, Werkstoffkombinationen und aufzeigen der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens.

Die Projektpartner danken der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) für die Förderung dieses Projektes.

#### Literaturangaben

- [1] N.N.: Hochwertig in einem Schritt. Kunststoffe, 102 (2012) 5, S.91
- [2] N.N.: Beschichtungen geflutet. Kunststoffe, 101 (2011) 11, S. 94-95
- [3] Egger, P., Nowotny W., Schöfer, G., u.a.: Kratzfester Tiefeneffekt in einem Schritt. Kunststoffe, 101 (2011) 11, S. 39-43
- [4] N.N.: puroclear und purosokin. FaPu (2011) 3/4, S. 2-4

- [5] Mayer, B.: Grundlegende Arbeiten zur Auslegung von Polyurethanwerkzeugen, unveröffentlichte Studienarbeit, Betreuer: F. Ehrig, Rapperswil-Jona, 2012

Sonderdruck aus VDI-Kunststoffband 4327, Spritzgießen 2013  
Hrsg.: VDI Wissensforum IWB GmbH und VDI-Gesellschaft Kunststofftechnik  
© VDI Verlag, Düsseldorf 2013 (Erstveröffentlichung)

## Ihre Ansprechpartner:



Prof. Dr. F. Ehrig, Institutsleiter  
T +41 (0)55 222 49 05  
frank.ehrig@hsr.ch



Daniel Marty, wiss. Mitarbeiter  
T +41 (0)55 222 49 54  
daniel.marty@hsr.ch

 **HSR**  
HOCHSCHULE FÜR TECHNIK  
RAPPERSWIL  
FHO Fachhochschule Ostschweiz

 **iwk** INSTITUT FÜR WERKSTOFFTECHNIK  
UND KUNSTSTOFFVERARBEITUNG

Oberseestrasse 10  
CH-8640 Rapperswil  
www.iwk.hsr.ch



Christoph Keist, Director of R&D  
T + 41 (0)44 843 11 26  
christoph.keist@abatek.com

 **abatek**  
CREATING INPUT SOLUTIONS

Grindelstrasse 12  
CH-8303 Bassersdorf  
www.abatek.com



Daniel Lüthi, Managing Director  
T +41 (0)33 346 02 02  
danielluethi@isotherm.ch

 **ISO THERM**  
*Polyurethane Processing Equipment*

Industriestrasse 6  
CH-3661 Uetendorf  
www.isotherm.ch

## Mitfinanziert durch:

Kommission für Technologie und Innovation KTI  
Effingerstrasse 27  
CH-3003 Bern

T +41 (0)31 322 24 40  
info@kti.admin.ch  
www.kti.admin.ch



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD  
**Kommission für Technologie und Innovation KTI**  
Förderagentur für Innovation