

# Hart/Weich-Verbindungen in der Spritzgießtechnik

Technische Information





- Kurze Zykluszeiten und wenige Verarbeitungsschritte sowie hohe Funktionsintegration wirken sich positiv auf die Stückkosten und damit auf die Wettbewerbsfähigkeit von Kunststoffbauteilen aus.
- Sonderverfahren, wie das Mehrkomponenten-Spritzgießverfahren, setzen sich daher zunehmend durch.
- Die folgenden Ausführungen geben einen Überblick über das Verbundspritzgießen. Besonderes Augenmerk liegt auf den Verbindungen von harten und weichen Kunststoffen.
- Ein zentrales Thema stellt die Haftung der unterschiedlichen Komponenten aneinander dar.

**Die Integration von Funktion und Design spielt in der Produktentwicklung von Kunststoffbauteilen eine zunehmend wichtigere Rolle. Dies erfordert oft den Einsatz mehrerer Werkstoffe. Wachsender Kostendruck erzwingt darüber hinaus die Einsparung von Montage- und Fügevorgängen. Sonderverfahren in der Spritzgießtechnik wie das Mehrkomponenten-Verfahren können hier eine günstige Komplettlösung bieten.**

### Erhöhte Bauteilfunktionalität

Es gibt vielfältige Gründe, die für den Einsatz des Mehrkomponenten-Spritzgießens sprechen. Bei der Integration von Dichtungs- und Dämpfungsfunktionen in Bauteilen werden im wesentlichen Montagekosten eingespart. Zudem erhöht sich die Prozesssicherheit, da das Handhaben und Verkleben von flexiblen Dichtungen entfällt.

Optische Funktionen können durch die Kombination verschiedenfarbiger, auch transparenter oder lichtleitender Komponenten im Bauteil integriert werden (Sichtfenster, Beschriftungen, Tag-/Nachtdesign etc.).

Häufig wird die 2K-Technik einfach nur aus ästhetischen Aspekten eingesetzt. Neben den optischen Eigenschaften von Bauteilen spielt auch die angenehme Griffigkeit eine große Rolle. Bei Werkzeugen (Abb. 1) oder auch Haushaltsgeräten bietet die Soft-Touch-Oberfläche zusätzlich Sicherheit gegen Abrutschen.

Die Kombination hochwertiger Spezialprodukte in starkbeanspruchten Bereichen eines Bauteils mit Standardprodukten in weniger belasteten führt in einigen Fällen zu großen Preisvorteilen. Hier handelt es sich weitestgehend um Hart/Hart-Kombinationen.

### Mehrkomponenten-Spritzgießen

Der Gebrauch des Begriffs Mehrkomponenten-Spritzgießen ist bis heute nicht eindeutig. Er umfasst neben dem Verbund-Spritzgießen auch das Montage- und das Sandwich-Spritzgießen.

Verbundspritzgießen ist das An-, Auf- oder Überspritzen eines weichen oder auch harten Kunststoffes an einen meist harten Grundkörper. Im englischen Sprachgebrauch ist auch Two-Shot- oder Overmolding geläufig.

Im Montage-Spritzgießverfahren werden gegeneinander bewegliche, nicht lösbare Verbindungen hergestellt. Dies findet man bspw. im Spielzeugbereich (z.B. Playmobil Spielzeugaaffe Fa. Geobra Brandstätter, Abb. 2) oder bei Kleinstteilen (z.B. Uhrengetriebe). Im Gegensatz zum Verbund-Spritzgießen wird eine völlige Haftungsinkompatibilität und entsprechendes Schwindungsverhalten der beteiligten Werkstoffe gefordert.

Das Sandwich-Spritzgießen erlaubt die Herstellung von mehrschichtig aufgebauten Formteilen. Diese bestehen aus einer Haut- und einer Kern-Komponente. Vielfältige Kombinationsmöglichkeiten der Kunststoffe, u. a. auch der Einsatz von Rezyklat, sprechen für dieses Verfahren. Beim Sandwich-Spritzgießen kann auf herkömmliche Spritzgießwerkzeuge zurückgegriffen werden, da beide Materialien durch ein- und denselben Anguss eingespritzt werden. Das Zusammenwirken der beiden Spritzaggregate ist weitaus schwieriger zu steuern; soll jedoch nicht Gegenstand dieser Technischen Information sein.

In dieser technischen Information für Experten wird schwerpunktmäßig das Verbund-Spritzgießen von harten und weichen Kunststoffen behandelt. Montage- und Verbundspritzgießen sind hinsichtlich Werkzeug- und Maschinentechnik identisch.



Abb. 1: Bohrhammer der Fa. Bosch (Ultramid® B3EG7 + TPE-S)



Abb. 2: Spielzeugaaffe der Fa. Geobra Brandstätter (Ultramid® + Ultradur® + Ultraform®)



## Maschinentechnik

Grundsätzlich unterscheidet sich eine Mehrkomponenten-Spritzgießmaschine nur durch ein oder mehrere zusätzliche Spritzaggregate von der herkömmlichen Maschine. Die Anordnung der Aggregate hängt vom Platzangebot, der Werkzeugkonstruktion sowie der Zugänglichkeit (z. B. für Handhabungsgeräte) ab. Anlagenkonzepte, bei denen das Hauptaggregat mittig in Standardstellung angebracht ist, eignen sich auch für die Fertigung von Bauteilen aus nur einem Kunststoff.

## Werkzeugtechnik

Bei der Werkzeugtechnik für das Verbundspritzgießen wird zuerst in einer Kavität der Vorspritzling aus der ersten Komponente gespritzt. Dieser wird dann durch Volumenfreigabe in den folgenden Kavitäten durch weitere Komponenten ergänzt. Dies kann mit oder ohne Transport des Vorspritzlings erfolgen. Mehrkomponenten-Werkzeuge lassen sich prinzipiell in Transfer-, Dreh- und Schiebertechnik-Werkzeuge einteilen (Abb. 3) /1/.

Bei der Transfertechnik erfolgt der Transport des Vorspritzlings in die Fertigspritzstation durch ein Handlinggerät. Hierbei kann auch mit zwei herkömmlichen Spritzgießmaschinen gearbeitet werden. Zudem bietet das Umsetzkonzept einen hohen Grad an Designfreiheit, da eine Änderung der Kernkontur prinzipiell möglich ist. Der Vorspritzling wird vollständig entformt. Problematisch hierbei ist die Kurzzeitschwindung für die Zentrierung des Vorspritzlings in der Kavität des Fertigspritzlings. Hier werden höchste Ansprüche an die Präzision bei der Dimensionierung der Kavität gestellt, um ein exaktes Einlegen und Festhalten des Vorspritzlings zu gewährleisten. Empfehlenswert ist die Transfertechnik bei der Verarbeitung von Thermoplasten in Kombination mit Elastomeren. Bei dieser kommt es auf eine gute thermische Trennung an, um ein Wiederaufschmelzen des Thermoplasten bei den für das Vernetzen des Elastomers notwendigen hohen Werkzeugtemperaturen zu verhindern.

Zu den Drehwerkzeugen gehören Drehteller-, Indexplatten- und Drehkreuzwerkzeuge sowie die Würfelformtechnik. Durch ihr Funktionsprinzip erlauben Drehwerkzeuge eine zeitgleiche Herstellung von Vor- und Fertigspritzling. Weiterhin weisen Drehwerkzeuge eine gute Teilezentrierung auf, da der Vorspritzling auf den Kern aufschwindet. Jedoch kann im Gegensatz zur Transfertechnik die Kernkontur nur schwierig verändert werden /2, 3, 4/. Beim Drehteller-Werkzeug wird eine Werkzeughälfte komplett gedreht. Meist handelt es sich dabei um die Auswerferseite. Der Vorspritzling wird durch Drehung des Maschinendreh-

lers in seine Fertigspritzstation transportiert. Die Anschaffung eines Drehtellers für die Spritzgieß-Maschine erweist sich bei häufigem Einsatz unterschiedlicher Mehrkomponenten-Werkzeuge als günstig /2, 3, 4/. Beim Indexplatten-Werkzeug wird eine Formplatte mit dem Vorspritzling über den Maschinenauswerfer oder einem Kernzug bei geöffnetem Werkzeug abgehoben, gedreht und wieder eingezogen. Beim Drehkreuz-Werkzeug geschieht dies nur mit einem Teil der Formplatte. Eine kernseitige Veränderung des Formteils ist bei diesen beiden Werkzeugkonzepten leichter zu realisieren als beim Drehteller /2, 3, 4/. Bei der 3-Plattentechnik kann die mittlere Werkzeughälfte um 180° vertikal gedreht werden. Dies ermöglicht eine Anspritzung von zwei Seiten. Ist diese mittlere Platte als Würfel gestaltet, können zusätzliche Arbeitsschritte wie z. B. das Einlegen von Folien oder das Bedrucken an zwei weiteren Stationen durchgeführt werden.

Schieber- oder Core-Back-Werkzeuge bieten im Falle einer einfachen Formteilgeometrie eine kostengünstige Alternative. Im Gegensatz zu den bisher aufgeführten Werkzeugarten werden hier Vor- und Fertigspritzling im gleichen Formnest gespritzt. Die Kavität für den Fertigspritzling ergibt sich aus der durch einen gezogenen Schieber erweiterten Kavität des Vorspritzlings. Ein solcher Dichtschieber kann sowohl einen Teilbereich des Formhohlraumes abtrennen (Sperrschieber) oder diesen auch komplett bilden (Hubkern). Da Schieberwerkzeuge sequentiell arbeiten, liegt hier der Nachteil in einer längeren Zykluszeit gegenüber den Drehwerkzeugen. Als problematisch kann sich auch die Schwindung des Vorspritzlings erweisen. Die schnelle Anspritzung der zweiten Komponente ermöglicht jedoch höhere Verbundfestigkeiten. Die zentrische Lage der Kavität bringt außerdem eine Minimierung der erforderlichen Schließkraft mit sich. Ein ungleiches Auftreiben der Form durch die außermittige Kavitätenlage wie bei Drehwerkzeugen und dadurch hervorgerufener Verschleiß der Trennebene tritt hier nicht auf. Die Trennfläche des Schiebers muss frei von Schmierfilmen und Belägen sein /2, 3, 4/.

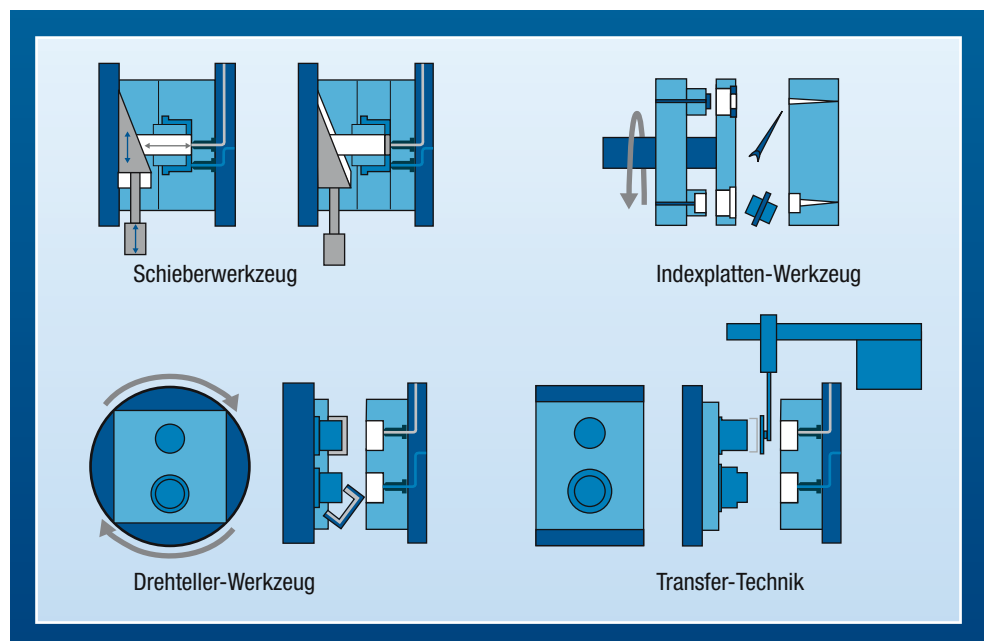


Abb. 3: Werkzeugtechniken beim Mehrkomponenten-Spritzgießen

Unabhängig vom Konzept sind einige weitere Werkzeuggestaltungsregeln für Hart/Weich-Verbindungen zu beachten:

- Das Auswerfen des Fertigspritzlings sollte, falls möglich, über die Hartkomponente erfolgen. Andernfalls sollte die Fläche des Auswerfers der Shore-Härte des weichen Materials angepasst sein.
- Für die Weichkomponente sollten Entformungsschrågen von bis zu 2° vorgesehen sein. Dem „Saugnapf“-Effekt an den Werkzeugwänden kann man mit einer sandgestrahlten Oberfläche von ca. 25 µm Rauigkeit begegnen.
- Im Allgemeinen haben sich beim Verbundspritzgießen hohe Einspritzgeschwindigkeiten als vorteilhaft erwiesen. Daher sollte für eine sehr gute Werkzeugentlüftung gesorgt werden /4/.

### Weichkomponenten

In den meisten Fällen werden für Hart/Weich-Verbindungen thermoplastische Elastomere als Weichkomponente ausgewählt. Es können jedoch auch herkömmliche Elastomere eingesetzt werden. Thermoplastische Elastomere (TPE) sind Werkstoffe, die sowohl aus elastomeren als auch aus thermoplastischen Molekülen bestehen. Nach Art der Einbindung unterscheidet man Blockcopolymere und Polymerblends mit getrennten Phasen. Gegenüber vernetzenden Elastomeren sind einfache Verarbeitbarkeit mit kurzer Zykluszeit, Einfärbemöglichkeit in hellen Farben und das Recycling von Angüssen und Ausschussteilen von Vorteil. Nachteilig sind die Kriechneigung bei größeren Dehnungen sowie die begrenzte Rückstellkraft bei höheren Temperaturen. Eine Übersicht über TPE-Typen gibt Tabelle 1.

Tabelle 1: <b>Thermoplastische Elastomere (TPE), Typenübersicht</b>	
Blockcopolymere	Polymerblends
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Styrol-Block-Copolymere (TPE-S)</li> <li>■ Polyurethane (TPE-U)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– auf Polyetherbasis</li> <li>– auf Polyesterbasis</li> </ul> </li> <li>■ Polyetherester (TPE-E)</li> <li>■ Polyetheramide (TPE-A)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Unvernetzte thermoplastische Polyolefine (TPE-O)</li> <li>■ Vernetzte thermoplastische Polyolefine (TPE-V)</li> </ul>



Abb. 4: 2K-Platte

### Werkstoffkombinationen

Die Werkstoffkombination wird in erster Linie durch die Funktion und die Einsatzbedingungen des Bauteils bestimmt. Bei der Verbundspritzgießtechnik sollten jedoch noch im Entwicklungsstadium der Anwendung weitere Gesichtspunkte in Betracht gezogen werden:

- die **Verarbeitungskompatibilität**, d.h. angepasste Masse- und Werkzeugtemperatur beim Spritzgießen. Eine zu hohe Massetemperatur der zweiten Komponente führt zu starken Wiederaufschmelzen des Vorspritzlings in dessen Randbereichen. Dies kann zu Deformationen des Vorspritzlings führen. Daher wird in den meisten Fällen die Weichkomponente mit dem niedrigeren Schmelzpunkt im Anschluss an den härteren Thermoplast gespritzt.
- die **Eigenschaftskompatibilität**, d.h. Steifigkeit, Wärmeausdehnung sowie Schwindung der beiden Komponenten. Große Eigenschaftsdifferenzen können beim Abkühlen zu hohen Eigenspannungen im Formteil führen. Hierdurch kann neben Bauteilverzug auch Rissbildung in der Grenzfläche des Verbundes entstehen.
- die **Haftungskompatibilität**, d.h. die Fähigkeit von Kunststoffen, miteinander einen adhäsiven Verbund einzugehen. Zur Erklärung der Adhäsion wurden eine Reihe verschiedener Theorien aufgestellt, auf die im folgenden Kapitel näher eingegangen wird /5/.

### Das Phänomen Haftung

Die bekannteste Theorie ist die Diffusionstheorie. Bei dieser geht man von der gegenseitigen Durchdringung der Makromoleküle in den Grenzschichten aus. Die Verbundfestigkeit hängt in diesem Fall von der Eindringtiefe der Moleküle ab. Eine gute Diffusionsschicht erhält man durch eine hohe Massetemperatur und eine genügend lange Kontaktzeit.

Im weiteren existieren Theorien, die Wechselwirkungskräfte elektrostatischer Natur als Grund für die Haftung vermuten. Die physikalische Verbindung entsteht durch eine polare Bindung bzw. van-der-Waals-Kräfte in der Grenzschicht. Für die Haltbarkeit einer solchen Verbindung ist die Oberflächenspannung wesentlich; die Oberflächen beider Komponenten müssen sich möglichst gut benetzen.

Die Theorie der mechanischen Adhäsion beschreibt das Eindringen einer Komponente in die Poren bzw. Kapillaren der Oberfläche der anderen. Dies führt zum Entstehen einer mechanischen Verklammerung.

Inzwischen wird davon ausgegangen, dass es sich bei der Haftung um eine Überlagerung von mechanischen, physikalischen und chemischen Mechanismen handelt /6, 7, 8/.

### Einflüsse auf die Haftung

Neben dem chemischen Aufbau der Polymere (z.B. ähnliche Polarität) haben auch Prozessparameter wie Temperatur, Zeit und Druck großen Einfluss auf die Verbundfestigkeit. Zur Untersuchung der Haftung zweier Materialien werden plattenförmige 2K-Testkörper (Abb. 4) gespritzt. Aus diesen Testkörpern werden Zugstäbe ausgearbeitet (Typ 5A, Abb. 5).

Zunächst wird mit der ersten Spritzeinheit der 2K-Maschine die erste Hälfte der Platte gefertigt. Bei Hart/Weich-Kombinationen ist dies die Hartkomponente. Nach der Kühlzeit des ersten Produktes wird ein Schieber gezogen und hierdurch die zweite Hälfte der Kavität freigegeben. Die Schmelze der anschließend eingespritzten zweiten Komponente kann dadurch auf die erste Plattenhälfte auftreffen. Sind beide Materialien haftungskompatibel, entsteht entlang der Kante ein Verbund aus zwei verschiedenen Kunststoffen.

Zur Zeit existiert noch kein genormtes Verfahren zur Prüfung der Haftung im 2K-Spritzgießen. Daher wird der Verbund des 2K-Schulterstabs im Zugversuch für Elastomere in Anlehnung an ISO 527 geprüft. Als Maß für die Qualität des Verbundes wird die maximale Spannung und die Bruchdehnung der Verbindung herangezogen.

Hart/Weich-Verbindungen werden häufig auch Schälbeanspruchungen ausgesetzt, welche meist kritischer als reine Zugbelastungen sind. Aus diesem Grund kann bei der Herstellung der 2-Komponenten-Platte die Weichkomponente auch auf die Hartkomponente aufgespritzt werden. Es entsteht so eine Materialüberlappung. Aus dem überlappten Bereich wird ein Streifen ausgearbeitet, an dem ein Schälversuch in Anlehnung an den Rollenschälversuch DIN EN 1464 vorgenommen wird.

Neben den mechanischen Kennwerten kann auch die Art des Bruches Aufschluss über die Qualität des Verbundes geben.



Abb. 5: 2K-Zugstab

Es werden folgende Bruchbilder unterschieden:

- Adhäsionsbruch: Beide Komponenten lösen sich ohne Rückstände vollständig voneinander.
- Kohäsionsbruch: Das Versagen tritt nicht in der Grenzfläche, sondern vollständig in einer der beiden Komponenten auf.
- Mischbruch: Es liegt sowohl adhäsives als auch kohäsives Versagen vor.

Auch wenn bei Weichkomponenten sehr geringer Shore-Härte niedrige mechanische Kennwerte vorliegen, kann man bei Kohäsions- oder Mischbruch dennoch von einer sehr guten Haftung sprechen.

Tabelle 2: Übersicht über Haftung verschiedener TPE an ausgewählten BASF-Kunststoffen								
TPE-Type	Basis	TPE-U		TPE-S			TPE-S / TPE-U	TPE-V
		Polyester	Polyether	SBS	SEBS	SEPS		
BASF Kunststoffe								
Ultradur® B 4300 G6		+			0			-
Ultradur® B 4500		0	-		+			
Ultradur® B 4520		-	-	0	-			
Ultradur® S 4090 G4		+	-		+			
Ultraform® N 2640 Z6		+	-					
Ultraform® S 2320 003		-	-					
Ultramid® A3K		+	+		++	--	--	-
Ultramid® A3WG6		++			++			
Ultramid® A3ZG6					+			
Ultramid® B3K		++	++					
Ultramid® B3S		++	+	--	++	--	-	-
Ultramid® B3EG6					++			
Ultramid® B3WG6		++	++		++		-	
Ultramid® B3ZG6		++	++		+	--		-
Ultramid® T KR 4355 G5		-	-		-			-
Ultramid® T KR 4365 G5		0	0		-			-

++ sehr gute Haftung, + gute Haftung, 0 Haftung, - kaum Haftung, -- keine Haftung

Die Vielfalt an verschiedenen TPE-Typen und die unterschiedlichen Auswirkungen der Verarbeitungsparameter sowie der Einfluss von Formteil- und Werkzeuggestaltung lassen nur eine qualitative Bewertung der Verbindungen zu (Tab. 2).

Liegt bei einer gewünschten Werkstoffpaarung keine Haftung vor, besteht die Möglichkeit des Form- und Kraftschlusses. Hier sorgen gezielt eingesetzte Schieber und Kerne für Durchbrüche und Hinterschnitte im Vorspritzling. Diese werden beim anschließenden Überspritzen mit der zweiten Komponente um- bzw. durchströmt. Je nach Anwendung kann diese Variante werkzeugtechnisch sehr aufwendig und damit kostenintensiv sein.

Eine weitere Möglichkeit, die Haftung zweier Materialien zueinander zu verbessern, ist die Plasma-Vorbehandlung. Dabei wird der Vorspritzling mit Plasma, einem aus elektrisch geladenen Teilchen bestehenden Gas, bestrahlt. Durch dieses Verfahren wird die Oberfläche modifiziert. Unmittelbar nach der Behandlung wird die zweite Komponente angespritzt. Während der Plasmabehandlung kommt es durch den Einbau von Sauerstoff in die Oberfläche zur Bildung von funktionellen Gruppen, die für eine Verbesserung der Haftung sorgen /9/. Die Verbindung von Ultradur® auf TPE-U zum Beispiel kann mittels Plasmabehandlung auf ein sehr hohes Haftungs niveau gebracht werden.

### Anwendungsgebiete

Die Einsatzgebiete für Hart/Weich-Verbindungen sind außerordentlich vielfältig und erstrecken sich über nahezu alle Industrie-segmente (Tab. 3).

Einen großen Anteil stellen angespritzte Dichtungen dar. Der 2K-Spritzguss macht die Herstellung rentabler und prozesssicherer. Beispiele aus der Automobilindustrie sind etwa die Abdeckung für einen Renault Motor der Firma Mecaplast (Abb. 6). Bei Spiegelfußdreiecken übernimmt die angespritzte Dichtung neben der Dichtfunktion auch die Vermeidung von Klappergeräuschen. Akustische Vorteile und Schutz gegen Verunreinigung bietet die Dichtung an Schalthebelführungen. Soft-Touch und Griffsicherheit sind in allen Bereichen gefragt. Dies können sowohl Zahnbürsten sein als auch Elektro-Handwerkzeuge.



Abb. 6: Abdeckung für Pkw Motor (Ultramid® B3GM24 + Elastollan® C85 A15 HPM)

Tabelle 3: Einsatzgebiete für Hart/Weich-Verbindungen			
Automobil:	Elektro:	Verpackung:	Sport/Freizeit:
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Türschlossmodul mit Dichtung</li> <li>■ Schalthebelführung mit Dichtung</li> <li>■ Windlauf mit Dichtlippe</li> <li>■ Lüfterklappen-Dichtung</li> <li>■ Türschweller-Abdeckleiste</li> <li>■ Multischalter-Endstücke</li> <li>■ Handbrems-Abdeckung</li> <li>■ Windabweiser</li> <li>■ Türfaltenbalg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Dichtungen an Steckverbindern</li> <li>■ Elektroherdknöpfe</li> <li>■ Schaltergehäuse mit Dichtung</li> <li>■ Rasierapparat</li> <li>■ Schalterabdeckung</li> <li>■ Elektrozahnbürste</li> <li>■ Handgriffe für Elektrowerkzeuge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Flaschenverschlüsse mit eingespritzter Dichtung</li> <li>■ Einweg-Zapfeinrichtung für 5l-Blecfässer</li> <li>■ Verschlussdeckel für Kosmetikverpackungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Tauchsport – Flossen, Brillen</li> <li>■ Griff-Ummantelungen</li> <li>■ Spielzeug</li> <li>■ Kofferrollen</li> </ul>

## Weiterführende Literatur

Die nachfolgend aufgeführten, z.T. hier verwendeten Literaturstellen, geben einen tieferen Einblick in die Möglichkeiten des Mehrkomponenten-Spritzgießens:

- /1/ Kuhmann, K., „Prozess- und Materialeinflüsse beim Mehrkomponentenspritzgießen“, Dissertation, Universität Erlangen-Nürnberg, 1999
- /2/ Steinbichler, G., „Werkzeuge für Sonderverfahren“ in „Erfolgsfaktor Spritzgießwerkzeug“, VDI Verlag, Düsseldorf, 1994, S. 128-170
- /3/ Langenfeld, R., „Werkzeugtechnik beim Mehrkomponentenspritzgießen“ in „Mehrkomponentenspritzgießtechnik 2000“, Erlangen, April 2000, S. 42-64, VDI Verlag, Düsseldorf, 2000
- /4/ Derks, M., „TPE Hart-Weichverbindungen“, Kunststoffe 88 (1998) 7, S. 962-968
- /5/ Brinkmann, S., „Verbesserte Vorhersage der Verbundfestigkeit von 2 Komponenten-Spritzgießbauteilen“, Dissertation, RWTH Aachen, 1996
- /6/ Jaroschek, C., „Spritzgießen von Formteilen aus mehreren Komponenten“, Dissertation, RWTH Aachen, 1994
- /7/ Andrä, V., „Polymerschmelzen an Grenzflächen – Charakterisierungsmöglichkeiten und offene Fragen in Mehrkomponentenspritzgießtechnik 2000“, Erlangen, April 2000, VDI Verlag, Düsseldorf, 2000, S. 65-81
- /8/ Wu, S., „Polymer Interface and Adhesion“, Marcel Dekker Inc., New York, 1982
- /9/ Lommatsch, U., „Vorbehandeln mit Plasma bei Atmosphärendruck“, MO-Metalloberfläche 57 (2003)
- /10/ Jaeger, A., „Neues vom Mehrkomponenten-Spritzgießen“, Kunststoffe 89 (1999) 9, S. 85-89
- /11/ Jaeger, A., „Verbinden mehrerer Komponenten beim Spritzgießen“, Hanser-Seminar „Dekorative und funktionale Teile im Spritzgießverfahren“, Darmstadt, Oktober 1997
- /12/ Jaroschek, C., „Overmoulding heute – spritzgegossen und schon montiert“, Hanser-Seminar „Spritzgussteile mit dekorativen Oberflächen“, Wiesbaden, 1998
- /13/ Rothe, J., „Sonderverfahren des Spritzgießens“, Kunststoffe 87 (1997) 11, S. 1564-1580
- /14/ Steinbichler, G., „Mehrfarben und Mehrkomponententechnik“, Kunststoffe 86 (1996) 3, S. 318-320
- /15/ N.N., „Kernzug oder Drehtisch“, Plastverarbeiter 49 (1998) 7, S. 70-72
- /16/ Ehrenstein, G.W., „Spritzgießen von PA6/TPU-Verbunden“, Kunststoffe 86 (1996) 9, S. 1264-1267
- /17/ Molter, W., Pollmann, M., „Hart und weich nebeneinander“, Kunststoffe 85 (1995) 6, S. 817-820
- /18/ Kunze, H.-J., „Zwischen Elastomer und Thermoplast“, Plastverarbeiter 3/2000, S. 72-75



## Ausgewählte Produktliteratur:

- Ultramid® – Hauptbroschüre
- Ultramid® – Sortimentsübersicht
- Ultradur® – Hauptbroschüre
- Ultradur® – Sortimentsübersicht
- Ultraform® – Hauptbroschüre
- Ultraform® – Sortimentsübersicht
- Ultrason® – Hauptbroschüre
- Ultrason® – Sortimentsübersicht
- Ultramid®, Ultradur® und Ultraform® – Verhalten gegenüber Chemikalien
- Ultrason® – Verhalten gegenüber Chemikalien

### Zur Beachtung

Die Angaben in dieser Druckschrift basieren auf unseren derzeitigen Kenntnissen und Erfahrungen. Sie befreien den Verarbeiter wegen der Fülle möglicher Einflüsse bei Verarbeitung und Anwendung unseres Produktes nicht von eigenen Prüfungen und Versuchen. Eine Garantie bestimmter Eigenschaften oder die Eignung des Produktes für einen konkreten Einsatzzweck kann aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden. Alle hierin vorliegenden Beschreibungen, Zeichnungen, Fotografien, Daten, Verhältnisse, Gewichte u. Ä. können sich ohne Vorankündigung ändern und stellen nicht die vertraglich vereinbarte Beschaffenheit des Produktes dar. Etwaige Schutzrechte sowie bestehende Gesetze und Bestimmungen sind vom Empfänger unseres Produktes in eigener Verantwortung zu beachten. (Mai 2014)

### Besuchen Sie auch unsere Internetseiten:

[www.plasticsportal.com](http://www.plasticsportal.com) (Welt)  
[www.plasticsportal.eu](http://www.plasticsportal.eu) (Europa)

### Die einzelnen Produktauftritte finden Sie unter:

[www.plasticsportal.eu/Produktname](http://www.plasticsportal.eu/Produktname)  
z. B. [www.plasticsportal.eu/ultraform](http://www.plasticsportal.eu/ultraform)

### Broschürenanforderung:

PM/K, F 204  
Fax: +49 621 60-49497

Bei technischen Fragen zu den Produkten  
wenden Sie sich bitte an den Ultra-Infopoint:

