

Erstveröffentlichung in *Kunststoffe* 9/99
First published in *plast europe* 9/99

Folienhinterspritzen

H. Braun, P. Enewoldsen

• Dekorieren in der Spritzgießmaschine

Beim Folienhinterspritzen werden durch Einlegen von dekorierten, umgeformten und beschnittenen Folienhalbzeugen in das Werkzeug während des Spritzgießprozesses fertig dekorierte Bauteile hergestellt. So können komplex gekrümmte Bauteile mit Symbolen, Durchlichttechnik und mehrfarbigen flächigen Dekoren gefertigt werden.

In-Mould Decoration

• Laminating in the Injection Moulding Machine

In the in-mould decoration (IMD) process, finished decorated parts are produced by inserting decorated, shaped and trimmed semi-finished film products in the mould during the injection moulding process. This allows the production of complicated curved parts with symbols, transmitted illumination and multicolour two-dimensional decorative surfaces.



*Tastatur eines Mobil-
telefons*

*Keypad of a mobile
phone*

Design und Funktionalität stellen hohe Anforderungen an die Oberflächengestaltung von Kunststoffteilen. Durch die Kombinationsmöglichkeit von Kunststoffspritzgussteil und funktionaler Folie bietet das Folienhinterspritzen interessante Lösungen, da die Oberfläche des Kunststoffbauteils durch die Folie gebildet wird. Durch den Einsatz abgestimmter Foliensysteme können Abriebfestigkeit, hohe Farbtiefe, Farbvielfalt, Symbole und Durchlichttechnik gleichzeitig realisiert werden.

Design and functionality place high requirements on the surface design of plastic parts. By offering the possibility of combining plastics injection moulded parts with a functional film, in-mould decoration opens up interesting options, since the film forms the surface of the plastic part. Film systems can be chosen to achieve a simultaneous combination of abrasion resistance, high colour depth, variety of colours, symbols and light transmission.

Beim Folienhinterspritzen wird eine dekorierte Folie umgeformt und beschnitten. Der Folienvorformling wird anschließend in das Spritzgießwerkzeug gelegt und hinterspritzt. Bild 1 zeigt das Prinzip des Folienhinterspritzens am Beispiel einer Heizungs- und Lüftungsblende.

In the in-mould decoration process, a decorated film is shaped and trimmed. This film preform is then placed in the injection mould and back-moulded. Fig. 1 shows the principle of IMD with the example of a heating and ventilation panel.

Folie bildet optische Oberfläche

The Film Forms the Optical Surface

Die dekorierte Folie bildet am fertigen Bauteil die optische Oberfläche. Diese kann einfarbig, mit Sonderfarben (Metallic-Effekte) bis hin zu mehrfarbigen Dekoren und zusätzlicher Integration von Symbolen ausgeführt werden. Für einfache, einfarbige Anwendungen können dabei eingefärbte Folien verwendet werden. Die bedruckten Folien bieten die Möglichkeit, auch Sonderfarben, mehrfarbige Dekore oder Symbole einsetzen zu können. Bei vorderseitig bedruckten Folien liegt die Dekorschicht auf der Außenseite des Bauteils und muss bei hoher mechanischer Beanspruchung durch eine Schutzbeschichtung zusätzlich gegen Abrieb geschützt werden.

The decorated film forms the optical surface of the finished part. This may be unicolour, with special colour effects (such as metallic finishes) through to multicoloured decorative effects with the additional integration of symbols. For simple unicolour applications, the coloured films may be used. The printed films offer the possibility of using special colours, multicolour decorative effects or symbols. In the case of films printed on the front side, the decorative layer lies on the outside of the part and an additional protective coating must be provided to protect it against abrasion.

Bei rückseitig bedruckten Folien ist das Dekor durch die außenliegende transparente Folie geschützt und ermöglicht zusätzlich einen sehr hohen Tiefenglanz. Bei zusätzlichen Anforderungen an z. B. UV-Beständigkeit oder Medienbeständigkeit können Mehrschichtfolien eingesetzt werden, die das erforderliche Eigenschaftsprofil aufweisen. Bild 2 zeigt den möglichen Folienaufbau für das Hinterspritzen.

In the case of films printed on the reverse side, the decorative layer is protected by the outer transparent film, allowing a very high deep gloss. Where there are additional requirements on, e.g., the UV resistance or resistance to chemical attack, multi-layer films can be used with the required range of properties. Fig. 2 shows the possible film structure for in-mould lamination.

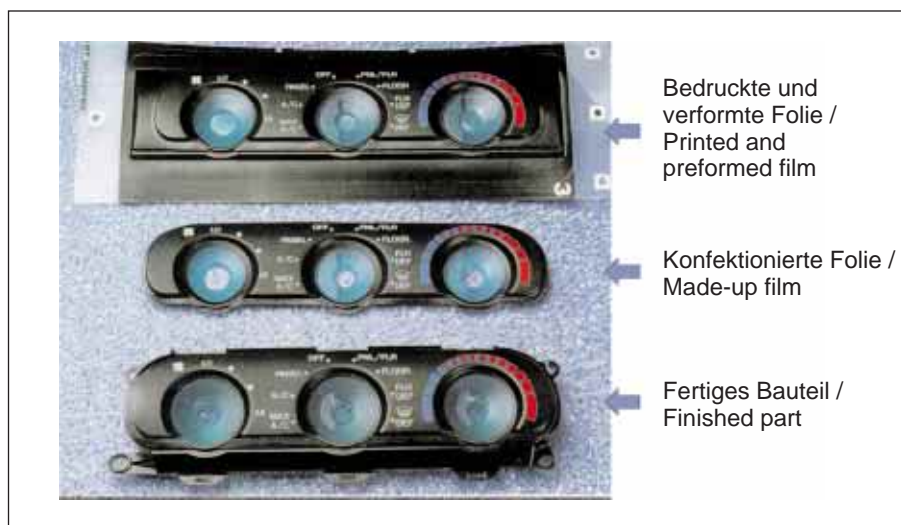


Bild 1: Prinzip des Folienhinterspritzens am Beispiel einer Heizungs- und Lüftungsblende

Fig. 1: A heating/ventilation panel illustrating the principle of in-mould decoration

Druckfarbe muss Scherung standhalten

Aufgrund der erforderlichen Umformung der bedruckten Folien müssen hochflexible Druckfarben für die Folienhinterspritztechnik eingesetzt werden, die eine gute Haftung zur Folie aufweisen. Besonders bei rückseitiger Bedruckung muss die Farbe die thermische Belastung und Scherung beim Hinterspritzen ertragen. Bei der Herstellung von Bauteilen mit rückseitig bedruckten Folien [1] ist es durch eine neue Siebdruckfarbe (Typ: Noriphan, Hersteller: Pröll) [2] möglich, diese Folien direkt zu hinterspritzen.

Folienschwindung beim Umformen beachten

Die Folie muss nach dem Umformen möglichst spielfrei in das Spritzgießwerkzeug passen, da sonst Probleme beim Hinterspritzen wie Faltenbildung, Oberflächendefekte und Überspritzung auftreten können. Daher ist die Folienschwindung nach der Umformung bei der Gestaltung der Thermoformwerkzeuge zu berücksichtigen. Neben der Art und Dicke der Folie hängt sie auch von der Umformtemperatur und dem Reckverhältnis ab [3]. Zum Umformen der Folien können Kalt- und Warmformverfahren eingesetzt werden (Bild 3).

Printing ink must withstand shearing

Because of the printed films must be shaped before moulding, highly flexible printing inks with good adhesion to the film must be used. For back printing, the ink must withstand heating and shearing during the back-injection process. For the production of parts with films printed on the reverse side [1], a new screen printing ink (Noriphan from Pröll) [2] allows direct back moulding of these films.

Taking Account of Film Shrinkage during Shaping

After shaping, the film must fit into the injection mould with as little clearance as possible, since problems could otherwise occur during back moulding, such as wrinkling, surface defects and over-moulding. The film shrinkage after shaping should therefore be taken into account in the design of the thermoforming dies. It depends not only on the type and thickness of the film, but also on the forming temperature and stretching ratio [3]. The films may be formed by cold or hot forming processes (Fig. 3).

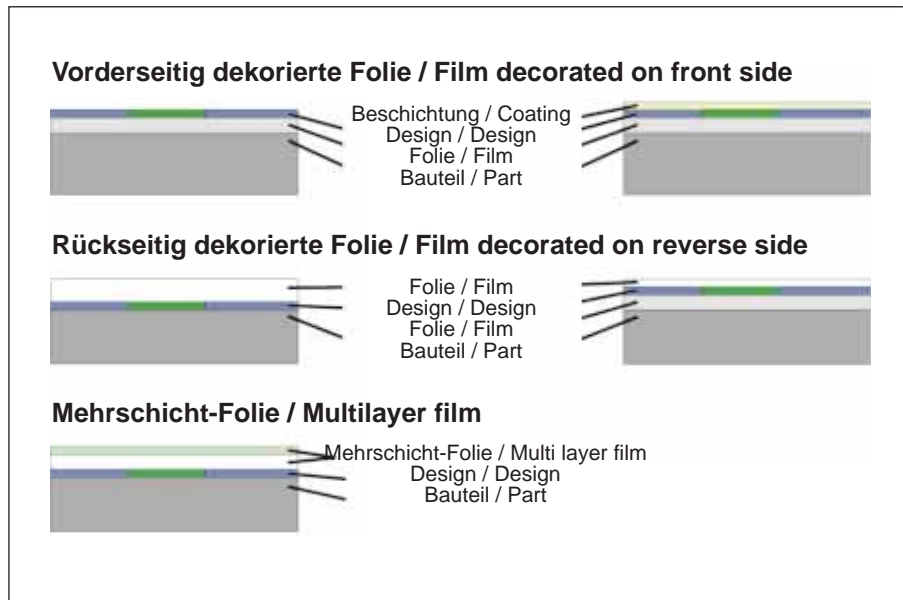


Bild 2: Möglicher Folienaufbau beim Hinterspritzen

Fig. 2: Film structures suitable for IMD

Ein wichtiger Baustein für das Verformen von Folien war die Entwicklung eines Verfahrens zur Verformung einer Folie unterhalb der Erweichungstemperatur (TG). Dadurch bleiben die gedruckten Informationssymbole positionsgenau erhalten, bzw. die Verzerrung ist konstant, so dass sie durch Zerrdruck ausgeglichen werden kann. Bei dem High Pressure Forming Verfahren [4] wird die bedruckte Folie unterhalb ihrer TG schlagartig durch Beaufschlagung mit Druckluft von 50 bis 300 bar verformt.

Im Vergleich zur Warmumformung ist der erzielbare Umformgrad bei der Kaltumformung geringer. Bei Dekor-Formteilen, bei denen es nicht auf die positionsgenaue Verformung des Dekors (z. B. Holzdekore) ankommt, wird die Thermoformung angewendet.

An important development in this respect was a process for forming film below the glass transition temperature (T_g). In this process, the printed information symbols remain accurately positioned, or the distortion is constant and can be corrected by distortion printing. In the high-pressure forming process [4], the printed film is formed below its T_g by the sudden application of compressed air at a pressure of 50 to 300 bar.

Compared with heat forming, a reduced depth of forming can be obtained with cold forming. In the case of in-mould laminated parts where the decorative material need not be formed with perfect accuracy (e.g. wood-grain effects), thermoforming is used.

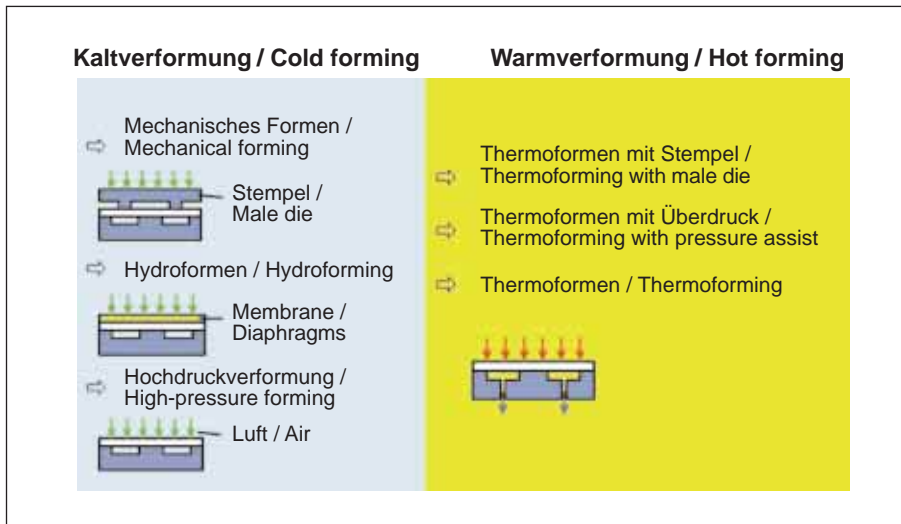


Bild 3: Zum Umformen können Kalt- und Warmumformverfahren eingesetzt werden.

Fig. 3: Cold and hot forming processes can be used for edge folding.

Beim Thermoformen wird die Folie über Strahler aufgeheizt und durch Anlegen von Vakuum über die Form gezogen. Im anschließenden Kühlvorgang wird die Folie wieder auf Raumtemperatur gekühlt. Die verwendete Form muss dabei temperiert sein, um im Prozess ein reproduzierbares Schrumpfmaß zu gewährleisten und außerdem Abschreckspuren, die aus zu kalten Formen resultieren können, zu vermeiden. Das Verformen mittels Formstempel wird ebenfalls angewendet.

In thermoforming, the film is heated by radiant heaters and a vacuum applied via the mould. Subsequently the film is cooled back to room temperature. The mould used must be temperature-controlled to ensure a reproducible shrinkage and avoid quenching marks caused by moulds that are too cold. Forming by means of male dies is also used.

Beschneiden der Folie in Serie möglich

Das Beschneiden der tiefgezogenen Folie am Rand und an Ausparungen ist für die Herstellung einwandfreier Teile genauso wichtig wie das Umformen. Zwangsläufig wird jeder Überstand der Folie am Rand der Kavität, in die sie eingelegt wird, später zu unsauberen Kanten des Spritzlings und ggf. zu Beschädigungen der Dichtkanten in der Trennebene führen. Ein zu starkes Kürzen der Folie führt dazu, dass am Bauteilrand das hinter-spritzte Basismaterial sichtbar wird. Als Serienverfahren bietet sich neben dem Stanzen ein Bandschnitt an. Für Kleinserien oder in der Vorserie ist auch ein Beschnitt mittels Fräser oder Strahlverfahren (Laser oder Wasser) möglich.

Trimming of the Film in Mass Production is Possible

The production of perfect parts requires trimming of the thermoformed film and the edges and around openings, as well as edge folding. Any film projecting from the edges of the cavity into which it has been placed will subsequently lead to ragged edges of the moulding and possibly to damage to the sealing edges in the parting line. If the film is trimmed too small, the base material will be visible at the edges. Suitable mass-production processes include punches and ribbon cutters. For small series or pilot runs, it is also possible to use mill cutters, laser beam or water jet.

Besonderheiten bei der Verarbeitung

Vor dem Einlegen der Folie in das Spritzgießwerkzeug werden Staub und Verunreinigungen von der Folienoberfläche durch Abblasen mit ionisierter Luft entfernt. Das Einlegen der Folie geschieht mit einem Handlinggerät um eine reproduktionsgenaue und rationelle Fertigung erzielen zu können. Der Halt der Folie im Spritzgießwerkzeug kann durch die Geometrie der Folie gegeben sein. Meist sind Maßnahmen wie elektrostatische Aufladung oder mechanische Fixierung nötig, um den Halt der Folie im Werkzeug zu verbessern. Bei langen Fließwegen hat sich zur Vermeidung von Faltenbildung der Einsatz von Nadelverschlussdüsen bewährt, die in Kaskadenschaltung dem Füllverlauf entsprechend geöffnet werden.

Special Features of Processing

Before the film is placed in the injection mould, dust and contaminants are removed from its surface by blowing with ionized air. The film is inserted by means of a handling robot to provide accurate reproducibility and efficient production. The film can be kept in place in the injection mould by means of suitable film geometry. Usually, it is necessary to provide measures such as electrostatic charging or mechanical fixing to improve the holding of the film in the mould. In the case of long flow paths, it is suitable to use needle valves in order to prevent wrinkling, which are opened by a cascade control in response to the mould filling process.

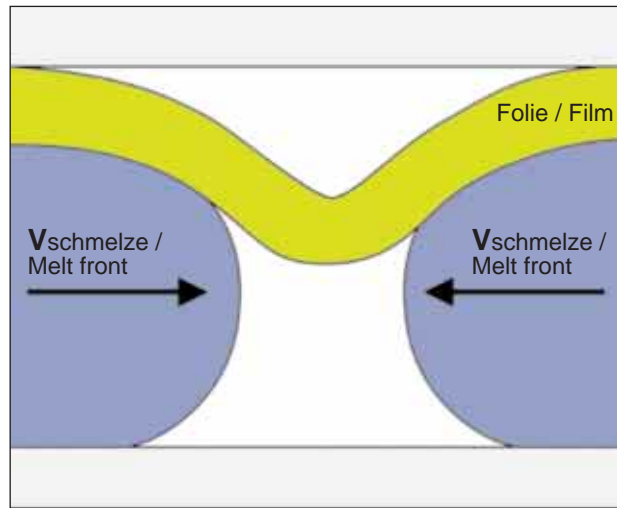


Bild 4: Durch falsch ausgelegte Werkzeuge kommt es zur Faltenbildung im Bereich der Bindaht.

Fig. 4: Incorrectly designed moulds cause wrinkling in the weld-seam region.

Bei größeren Teiledimensionen muss besonders auf Faltenbildung, Auswaschung, Verzug, Delamination und Überlaufen der Schmelze in den Sichtbereich Rücksicht genommen werden. Wichtig bei der Faltenbildung im Bereich der Bindaht sind Art des Folienmaterials, Foliendicke und der Abstand der Anschnitte. Die Faltenbildung kann durch geeignetes Folienmaterial mit höherer Erweichungstemperatur, angehobener Foliendicke und verbessertem Fließweg vermieden werden. Bei falsch ausgelegten Werkzeugen kommt es zur Faltenbildung im Bereich der Bindaht (Bild 4).

With larger part dimensions, special attention must be paid to wrinkling, washing out, warpage, delamination and overflow of melt into the visible area. Important considerations with respect to wrinkling in the vicinity of the weld line include the type of film material, film thickness and the distance between gates. Wrinkling can be avoided by means of appropriate film material with high softening point, greater film thickness and improved flow path. Incorrect mould design may result in wrinkling in the vicinity of the weld seam (Fig. 4).



Bild 5: Die Heizungs- und Lüftungsblende des Ford Focus wurde in Folienhinterspritztechnik hergestellt.

Fig. 5: Heating and ventilation panels for the Ford Focus are manufactured by IMD.

Mit vorhandenen Spritzgießwerkzeugen, die nachträglich für das Folienhinterspritzen genutzt werden sollen, können ohne Änderung am Werkzeug keine akzeptablen Teile hergestellt werden. Anschnitt und Angusssystem müssen immer neu ausgelegt werden, wegen der um die Foliendicke reduzierten Wanddicke und der für das Hinterspritzen notwendigen rheologischen Erfordernisse. Bei der Werkzeugkonzeption sollten daher entsprechende Vorkehrungen für eine Folienhinterspritzung getroffen werden [4].

In the case of existing injection moulds to be subsequently used for in-mould decoration, it is impossible to produce acceptable parts without modifying the mould. The gate and sprue system must always be redesigned because the wall thickness is reduced by the thickness of the film, and different rheological requirements are made for in-mould decoration. In the mould concept, appropriate preparations should therefore be made for in-mould decoration [4].

Anwendungsbeispiele

Für Schalterblenden, Skalen, Abdeckungen und Bedienfelder ist das Folienhinterspritzen bereits ein gängiges Verfahren. Dabei müssen die mehrfarbigen Funktionssymbole sehr exakt positioniert werden und hinterleuchtbar sein, so dass sie auch bei Dunkelheit erkennbar sind (Durchlichttechnik, Tag/Nacht-design). Bild 5 zeigt die Heizungs- und Lüftungsblende des Ford Focus, die im Folienhinterspritzen hergestellt wird. Ein PKW-Instrumentenrahmen (Bild 6) ist ein Beispiel für die Anwendung der IMD-Technik. Die frontseitig bedruckte PC-Folie (Typ: Makrofol, Hersteller: Bayer AG) wurde vakuumverformt und mit einem Blend auf Basis PC/ABS (Typ: Bayblend, Hersteller: Bayer AG) hinterspritzt.



Bild 6: Der Instrumentenrahmen des Ford Mondeo wurde in IMD-Technik gefertigt.

Typical examples

For dashboards, dials, covers and control panels, in-mould decoration is already widely used. The multicolour function symbols must be very accurately positioned and can be backlit for better visibility in darkness (transmitted illumination, day/night design). Fig. 5 shows the heating and ventilation panel of the Ford Focus, produced by in-mould decoration. A car instrument frame (Fig. 6) is an example for the application of in-mould decoration. The printed PC film (Makrofol from Bayer AG) was vacuum formed and back-moulded with a PC/ABS blend (Bayblend from Bayer AG).

Fig. 6: The instrument frame of the Ford Mondeo was produced by IMD technology.

Eine weitere Anwendung ist die Tastatur eines Mobiltelefons (Titelbild). Dabei kann neben Durchlichttechnik bei mehrfarbigen exakt positionierten Symbolen ein hoher Abriebschutz durch rückseitig bedruckte Folien erzielt werden. Außerdem vereinfacht sich die Montage durch die Herstellung eines einzigen Bauteils anstatt mehrerer Tasten.

Another application is the keypad of a mobile phone (title photo). Apart from transmitted illumination with multicolour, accurately positioned symbols, high abrasion resistance can be obtained by using films printed on the reverse side. Assembly is simplified by the fact that a single part, is produced instead of several buttons.

Eigenschaften wie Medienbeständigkeit oder Softtouch können durch die Verwendung von Verbundfolien erzielt werden. Bild 7 zeigt ein Stoppschild, das durch die Verwendung von Folien die notwendige Medien- und UV-Beständigkeit aufweist. Ein weiterer Vorteil dieses Stoppschildes ist die abweisende Oberfläche als Schutz vor Graffiti.

Properties such as chemical/solvent resistance or soft touch can be obtained by the use of multilayer film. Fig. 8 shows a stop sign with the necessary chemical/solvent resistance and UV resistance. A further advantage of this stop sign is the graffiti-proof surface.



Bild 7: Das Stoppschild hat eine abweisende Oberfläche als Schutz vor Graffiti.

Fig. 7: The stop sign has a graffiti-resistant surface.

Fazit

Das Folienhinterspritzen bietet die Möglichkeit, das Aussehen von Kunststoffbauteilen gezielt zu gestalten. Dabei kann neben der Dekoration oder Beschriftung (einfarbig, mehrfarbig, integrierte Symbole, Durchlichttechnik) auch der Oberflächeneindruck (glänzend, strukturiert, matt) und der Tiefenglanz gezielt eingestellt und in einem Arbeitsgang erzeugt werden. Die Dekoration der Teile kann ohne Unterbrechung der Produktion gewechselt werden, indem von Schuss zu Schuss Folien mit unterschiedlichen Dekoren eingesetzt werden. Voraussetzungen sind geeignete, vorgeformte und beschnittene Folien. Durch die Abdeckung der Oberfläche mit einer dekorierten Folie kann bei diesem Verfahren auch Rezyklat als Hinterspritzmaterial eingesetzt werden.

Literatur

1. EP A 691 201 Hinterspritzte Lamine mit Farbschicht (Bayer)
2. Noriphan HTR – The innovation for the IMD-technology. Produktbeschreibung der Fa. Pröll
3. Steinbichler, G.; Gießauf, J.; Das Maß ist das Ziel; Kunststoffe 87 (1998) 9, S. 1357-1366
4. Bangert, H.; Kaminski, A.; Beaujean, M.; Braun, H.: Anwendungstechnische Information (Bayer) „Neue Anwendungen und Praxisbeispiele für Folien mit Hinterspritztechnik“. 1998
5. Höchstdruckverformungsverfahren (HPF-Verfahren), von Bayer AG in Europa und Japan zum Patent angemeldet. Patent ist in Deutschland und USA erteilt.

Summary

In-mould lamination offers a high degree of freedom in the design of plastic parts. Apart from decoration or lettering (single colour, multicolour, integrated symbols, transmitted illumination), the surface structure (glossy, textured, matt) and the deep gloss can be generated in a single operation. The decorative finish of the parts can be changed without interrupting production by using different films from one shot to the next. It requires suitable preformed, trimmed films. If the surface is covered with a decorative film, this process can also use recycle as the backing material.

Bayer-Kunststoffe im Internet / Bayer plastics on the Internet: <http://www.plastics.bayer.com>

Die vorstehenden Informationen und unsere anwendungstechnische Beratung in Wort, Schrift und durch Versuche erfolgen nach bestem Wissen, gelten jedoch nur als unverbindliche Hinweise, auch in Bezug auf etwaige Schutzrechte Dritter. Die Beratung befreit Sie nicht von einer eigenen Prüfung unserer aktuellen Beratungshinweise – insbesondere unserer Sicherheitsdatenblätter und technischen Informationen – und unserer Produkte im Hinblick auf ihre Eignung für die beabsichtigten Verfahren und Zwecke. Anwendung, Verwendung und Verarbeitung unserer Produkte und der aufgrund unserer anwendungstechnischen Beratung von Ihnen hergestellten Produkte erfolgen außerhalb unserer Kontrollmöglichkeiten und liegen daher ausschließlich in Ihrem Verantwortungsbereich. Der Verkauf unserer Produkte erfolgt nach Maßgabe unserer jeweils aktuellen Allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen.

This information and our technical advice – whether verbal, in writing or by way of trials – are given in good faith but without warranty, and this also applies where proprietary rights of third parties are involved. Our advice does not release you from the obligation to verify the information currently provided – especially that contained in our safety data and technical information sheets – and to test our products as to their suitability for the intended processes and uses. The application, use and processing of our products and the products manufactured by you on the basis of our technical advice are beyond our control and, therefore, entirely your own responsibility. Our products are sold in accordance with the current version of our General Conditions of Sale and Delivery.

Die angegebenen Werte wurden, wenn nicht ausdrücklich anders angegeben, an genormten Prüfkörpern bei Raumtemperatur ermittelt. Die Angaben sind als Richtwerte anzusehen, nicht aber als verbindliche Mindestwerte. Bitte beachten Sie, dass die Eigenschaften durch die Werkzeuggestaltung, die Verarbeitungsbedingungen und durch die Einfärbung unter Umständen erheblich beeinflusst werden können.

Unless specified to the contrary, the values given have been established on standardised test specimens at room temperature. The figures should be regarded as guide values only and not as binding minimum values. Kindly note that, under certain conditions, the properties can be affected to a considerable extent by the design of the mold/die, the processing conditions and the coloring.

2000-05-31
KU 27010-0005 d,e / 5599772

Bayer AG
Geschäftsbereich Kunststoffe
KU-Europa, Informationssysteme
D-51368 Leverkusen
Fax +49 (0)214/30-6 12 77

