

**DEUTSCHLAND
IM HERBST**

ROTOR

**DEUTSCH-
LAND
IM
HERBST**

A PROJECT BY

ROTOR

**FOR THE
URSULA BLICKLE
FOUNDATION**

P. 04 – 07	BELOW GRADE COTTON	BAUMWOLLE MINDERER QUALITÄT
P. 08 – 11	SWARF	SPÄNE
P. 12 – 15	DISQUALIFIED RUBBER BOOTS	GUMMISTIEFEL- AUSSCHUSS
P. 16 – 19	OFF-COLOUR PP GOODS	FARBFehler BEI PP-ARTIKELN
P. 20 – 23	RUBBER SPRUES AND PURGINGS	GUMMI-ANGUSS UND REINIGUNGSMASSE
P. 25	PREFACE	
P. 29	<i>BENEDIKTE ZITOUNI</i> WHAT IS WASTE ? WHAT DOES IT MEANTO WORK ON AND WITH WASTE?	WAS IST ABFALL? WAS BEDEUTET ES, SICH MIT ABFALL ZU BESCHÄFTIGEN?
P. 53	<i>CHUS MARTÍNEZ, KATJA SCHROEDER</i> INTERVIEW ROTOR	
P. 70 – 73	PU DROOLINGS	ÜBERSCHÜSSIGES PU-MATERIAL
P. 74 – 77	EJECTED PARISONS	AUSGEWORFENE PREFORMEN
P. 78 – 81	UNDER-FILLED/ OVER-FILLED BOTTLES	UNTERFÜLLTE / ÜBERFÜLLTE FLASCHEN
P. 82 – 85	HDPE BLOW EXTRUSION STARTUP AND TRANSITION WASTE	PE-HD-ABFÄLLE AUS DEN ANLAUF- UND ÜBERGANGSPHASEN BEIM BLASFORMEN
P. 86 – 89	HDPE RETENTATE	PE-HD RETENTATE
P. 91 P. 92	ACKNOWLEDGEMENT COLOPHON	DANK IMPRESSUM

BELOW GRADE COTTON

composition	natural cotton fibers with varying amounts of impurities, of both vegetal and mineral origin
colours	constant colour (off-white with brownish specks)
treatment	raw material for the non-woven industry; incineration
company details	denim spinning and weaving factory 350 employees in 2007

BAUMWOLLE MINDERERER QUALITÄT

Zusammensetzung	natürliche Baumwollfasern mit variierenden Anteilen von pflanzlichen oder mineralischen Verunreinigungen
Farbe	gleichbleibende Farbe (gebrochenes Weiß mit bräunlichen Flecken)
Behandlung	Rohstoff für ungewebte Verarbeitung; Verbrennung
Firmendetails	Denim-Spinnerei und -Weberei 350 Mitarbeiter (2007)



MATERIAL

Cotton is a soft, single-celled fiber that grows on the outer skin (epidermis) of the seeds of the cotton plant (species *Gossypium*). The cotton plant is native to tropical and subtropical regions around the world. The fiber is generally spun into yarn or thread and used to make a soft, breathable textile, which is the most widely used natural-fiber cloth in garments today.

Cotton is a precious crop; only about 10% of its gross weight is lost during processing. After seeds, vegetable matter and other impurities have been removed, clean cotton fibers are obtained, consisting of pure *cellulose*.

Cellulose, a natural polymer, is the most common organic compound on Earth. About one third of all plant matter is cellulose.

PROCESS

- After being harvested, the cotton is sent through a cotton gin that removes the seeds from the cotton. The ginned cotton is put into bales and shipped to the cotton mill. The cotton industry has adopted a standard for a bale of cotton, 140 cm tall, 71 cm wide, and 53 cm thick, weighing approximately 225 kg. Such a *universal density bale* contains enough cotton to make 325 pairs of denim jeans.
- When coming out of a bale, the packed cotton still contains vegetable matter. In order to fluff up the cotton and remove the vegetable matter, the cotton is sent through a *picker*. To obtain a constant quality of cotton, bales of different origin are alternately picked.
- The cotton is fed into a wind chamber to loosen it up. Vegetable matter is removed by collecting the cotton on a screen and feeding through various rollers.
- Two kinds of impurities are filtered out in subsequent steps: the heavier debris (sand, gravel, small pieces of wood) is pressed in tablets to be incinerated. The lighter waste consists of vegetable matter, but still has a fair amount of shorter cotton fibers. This *below grade cotton* is baled and sold as a commodity to companies that produce non-woven textiles such as felt.
- The cleaned cotton, referred to as *lint*, is then carded and combed, making all the fibers run parallel, and then spun into thread.

MATERIAL

Baumwolle ist eine weiche, einzellige Faser, auf deren äußeren Zellschicht (Epidermis) der Samen der Baumwollpflanze (*Gossypium*) wächst. Die Baumwollpflanze ist in tropischen und subtropischen Regionen auf der ganzen Welt beheimatet. Die Faser wird meist zu Garn oder Zwirn gesponnen und zu einem weichen, atmungsaktiven Gewebe verarbeitet. Sie ist heute die in Kleidung meistverwendete Naturfaser.

Baumwolle ist eine edle Feldfrucht. Nur etwa 10 % des Bruttogewichts geht bei der Aufarbeitung verloren. Die saubere, aus reiner *Zellulose* bestehende Baumwollfaser wird durch das Entfernen von Samen, Pflanzenmaterial und anderen Verunreinigungen gewonnen.

Zellulose ist ein natürliches Polymer und die weltweit am häufigsten vorkommende organische Verbindung. Das Pflanzenmaterial besteht zu einem Drittel aus Zellulose.

PROZESS

- Nach der Ernte durchläuft die Baumwolle eine Entkörnungsmaschine (Gin), die die Samen entfernt. Die entkörnte Baumwolle wird zu Ballen geformt und zur Baumwollspinnerei transportiert. In der Baumwollindustrie werden für diese Ballen Standardmaße verwendet. Ein solcher Ballen von einheitlicher Dichte (*Universal Density Bale*) hat die Abmessungen 140 cm x 71 cm x 53 cm (L x B x H) und wiegt etwa 225 kg. Ein Ballen enthält genügend Baumwolle für die Herstellung von ca. 325 Paar Denim-Jeans.
- Nach dem Öffnen der Ballen enthält die Baumwolle noch immer Pflanzenreste. In der *Putzerei* wird die Baumwolle aufgelockert und von den Pflanzenresten befreit. Um eine gleichbleibende Baumwollqualität zu gewährleisten, werden Ballen unterschiedlicher Herkunft abwechselnd aufgenommen.
- Zum Lockern wird die Baumwolle in eine Windkammer befördert. Anschließend wird sie auf einem Sieb gesammelt und verschiedenen Walzen zugeführt, die das Pflanzenmaterial entfernen.
- Die Verunreinigungen werden in zwei aufeinanderfolgenden Schritten entfernt: Der schwere Abfall (Sand, Kies, kleine Holzteile) wird in Blöcke gepresst und verbrannt. Die leichteren Verunreinigungen bestehen aus Pflanzenmaterial mit einem deutlichen Anteil von Baumwollkurzfasern. Diese *Baumwolle minderer Qualität* wird in Ballen gepresst und als Rohstoff an Firmen verkauft, die unverwobene Textilien wie z. B. Filz herstellen.
- Die gereinigte Baumwolle wird kardierte und gekämmt, damit alle Fasern parallel verlaufen, und anschließend zu Garn versponnen.



**The lighter waste still containing a fair amount of cotton is sold as a commodity.
Die leichteren Abfallstoffe, die immer noch einen deutlichen Anteil an Baumwolle enthalten, werden als Rohstoff gehandelt.**



**The cotton is sent from machine to machine by air transport through large ventilated ducts
Die Baumwolle wird mittels Luftdruck über Rohrleitungen von Maschine zu Maschine transportiert.**



Below grade cotton being compressed in bales again for transport.

Baumwolle minderer Qualität wird zum Weitertransport zu Ballen gepresst.



The heavier debris (sand gravel, small pieces of wood) is pressed in tablets destined to incineration.

Der schwerere Abfall (Sand, Kies, kleine Holzteile) wird in Pellets gepresst und verbrannt.



View inside the wind chamber where the cotton is loosened up.

Blick in die Windkammer, in der die Baumwolle gelockert wird.

SWARF

	also referred to as 'chips, turnings, shavings, chippings'
composition	depends on the metal or alloy that has been cut and the level of oxidation
colours	idem
treatment	swarf contaminated by cutting fluid or tramp oil may be purified through the use of a centrifuge. Swarf of one specific metal or alloy can be recycled. It is sometimes compressed into bricks to ease transport.

SPÄNE

	auch benannt als „Schnitzel, Drehspäne, Verschnitt“
Zusammensetzung	Hängt von dem bearbeiteten Metall bzw. der Legierung und vom Grad der Oxidation ab
Farbe	dito
Behandlung	Die durch Kühlschmiermittel oder andere Schmierstoffe verschmutzten Späne können in einer Zentrifuge gereinigt werden. Sortenreine Metallspäne können wiederverwertet werden. Sie werden manchmal zum einfacheren Transport in Barren gepresst.



MATERIAL

A metal is chemically defined as an element that readily loses electrons to form positive ions that in turn form metallic bonds between each other. They are sometimes described as a lattice of positive ions surrounded by a cloud of delocalized electrons. From this atomic arrangement metals derive their typical physical properties: superior electric and thermal conductivity, high luster and density, and the ability to be deformed under stress without cleaving.

The metals most commonly used in industry are iron, aluminum, copper, zinc, magnesium; most of these however are either too soft, brittle or chemically reactive to use in their fine form. They are therefore homogeneously mixed with specific amounts of other materials (metals and non-metals) as to obtain alloys with more appropriate physical properties: stainless steel, brass, etc.

PROCESS

Swarf is the debris or waste resulting from *machining*, the selective removal of metal (or alloy) to fabricate components. At the heart of the machine tool is a carefully shaped part, the cutting-tool, which operates the actual removal of metal from the workpiece. In order to last, cutting tools must be made of a material harder than the material to be cut, and they must be able to withstand the heat generated in the metal cutting process. Milling, turning and drilling, are the most common machining processes. Each of them produces its own peculiar swarf, which in turn will vary in function all the parameters of the machine tool involved.

- A milling machine is a power-driven machine that in its basic form is comprised of a milling cutter that rotates about the spindle axis (like a drill), and a worktable that can move in multiple directions (usually three dimensions – x,y,z axis – relative to the workpiece, whereas a drill can only move in one dimension – z axis – while cutting). As the milling cutter rotates, the material to be cut is fed into it, and each tooth of the cutter cuts away small chip of material. The size and nature of this chip depends on several variables, such as the diameter of the tool or the surface cutting speed (the speed at which each tooth cuts through the material as the tool spins).
- A lathe is a machine tool that spins a block of material so that when abrasive, cutting, or deformation tools are applied to the workpiece, it can be shaped to produce an object which has rotational symmetry about an axis of rotation. In a metalworking lathe, metal is removed from the workpiece using a hardened cutting tool which is usually fixed to a solid movable mounting called the “toolpost”. Swarf produced by lathes typically comes in the form of continuous, spring-like metal curls.
- Drilling is the process of using a drill bit in a drill to produce holes. Under normal usage, discontinuous swarf is carried up and away from the tip of the drill bit by the fluting. The continued production of chips from the cutting edges pushes the older chips outwards from the hole.

MATERIAL

Chemisch gesehen sind Metalle Elemente, die Elektronen abgeben und positive Ionen bilden. Diese wiederum gehen untereinander metallische Bindungen ein. Die Metallstruktur wird manchmal als Gitter aus positiven Ionen beschrieben, die von einer Wolke freier Elektronen umgeben sind. Aus dieser atomaren Struktur werden die physikalischen Eigenschaften der Metalle abgeleitet: elektrische Leitfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit, metallischer Glanz, hohe Dichte und Verformbarkeit.

Die am häufigsten verwendeten Metalle in der Industrie sind Eisen, Aluminium, Kupfer, Zink und Magnesium. Die meisten davon sind entweder zu weich, zu spröde oder zu reaktiv, und können nicht in Reinform verwendet werden. Sie werden deshalb mit bestimmten Mengen anderer Stoffe (Metalle und Nichtmetalle) gemischt, sodass sie Legierungen mit den geeigneten physikalischen Eigenschaften bilden, wie z. B. Edelstahl oder Messing.

PROZESS

- Späne sind Abfälle aus der Bearbeitung durch Spanen, d. h. dem selektiven Entfernen von Metall aus Werkstücken zur Herstellung von Komponenten. Das Herz der Werkzeugmaschine ist ein präzise geformtes Teil, das spanende Werkzeug, mit dem das Metall aus dem Werkstück entfernt wird. Um spanende Werkzeuge haltbar zu machen, müssen sie aus einem härteren Werkstoff bestehen als das zu spanende Material. Sie müssen außerdem die Hitze aushalten, die beim Spanen entsteht. Die bekanntesten Spanungsverfahren sind Fräsen, Drehen und Bohren. Bei jedem dieser Verfahren wird eine bestimmte Art von Spänen erzeugt.
- Eine Fräsmaschine ist eine motorangetriebene Maschine. Sie besteht in ihrer Grundform aus einem rotierenden Fräswerkzeug, das sich um eine Spindelachse dreht, und einem Maschinentisch, der in mehrere Richtungen fahrbar ist. Der Maschinentisch lässt sich gegenüber dem Werkstück in drei Dimensionen bewegen. Wenn das Fräswerkzeug rotiert und das zu spanende Material in die Fräse geführt wird, trägt jede Schneide des Fräasers kleine Metallspäne ab. Größe und Art der Späne hängen von verschiedenen Variablen ab, z. B. vom Durchmesser des Werkzeugs oder der Schneidgeschwindigkeit auf der Oberfläche (die Geschwindigkeit, mit der jede Schneide beim Rotieren des Werkzeugs in das Werkstück eindringt).
 - Eine Drehmaschine ist eine Werkzeugmaschine, in der ein eingespanntes Werkstück rotiert wird. Durch Einwirkung von abrasiven, schneidenden oder verformenden Werkzeugen auf dieses Werkstück wird eine Komponente mit Drehsymmetrie zur Rotationsachse gefertigt. In einer Metall verarbeitenden Drehmaschine wird Metall mit einem gehärteten Schneidwerkzeug vom Werkstück entfernt. Dieses Schneidwerkzeug ist normalerweise auf einem stabilen und beweglichen Werkzeughalter befestigt. Die Späne aus Drehmaschinen sind üblicherweise durchgehend und spiralförmig.
 - Beim Bohren werden mithilfe eines Bohrers Löcher gebohrt. Bei normaler Anwendung werden die abgetragenen Späne durch die Nuten von der Spitze des Bohrers aufwärts geleitet. Der ständige Abtrag von Spänen durch die Schneiden sorgt dafür, dass die älteren Späne nach oben aus dem Bohrlöcher gedrückt werden.



Steel swarf from milling.
Stahlspäne entstanden beim Fräsen.





Steel and aluminium swarf from turning.
Stahl- und Aluminiumspäne entstanden
beim Drehen

DISQUALIFIED RUBBER BOOTS

composition	natural rubber, cotton stretch lining
colours	black
treatment	landfill
company details	Rubber and polyurethane boots factory 34 employees in 2007

GUMMISTIEFEL-AUSSCHUSS

Zusammensetzung	Naturgummi, Baumwoll-Stretchfutter
Farbe	Schwarz
Behandlung	Entsorgung als Abfall
Firmendetails	Gummi- und Polyurethan-Stiefelfabrik 34 Mitarbeiter (2007)



MATERIAL

Natural rubber is an elastic hydrocarbon polymer that naturally occurs as a milky colloidal suspension, or latex, in the sap of some plants. Most industrial applications require natural rubber to be vulcanized. Vulcanization, also referred to as curing, involves high heat and the addition of sulfur and other additives. During this chemical process the polymer molecules are linked to each other by atomic bridges composed of sulfur atoms or carbon to carbon bonds. The springy rubber molecules become cross-linked to a greater or lesser extent, depending on the amount of additives used. This makes the material harder, much more durable and also more resistant to chemicals.

PROCESS

Two workers operate eight compression molds standing in a row, containing each a specific metal boot mold. The sequence followed at each station is the following:

- In the open mold, the worker places a cotton lining, and several slices of natural uncured rubber that are to form the shaft of the boot. These pieces of rubber, pre-cut earlier, have the consistency of uncooked dough, and naturally adhere to each other. The rubber contains the necessary additives for vulcanization, as well as a quantity of calcinated lime.
- On top of lining and shaft, the worker places the sole of the boot, a pre-cut piece of steel-reinforced rubber.
- The parts of the mold close; the rubber is subjected for about ten minutes to both high pressure and high temperature that allow the vulcanization process to take place. During this phase, small quantities of melted rubber escape through the joints where parts of the mold meet; these are referred to as *flashes*.
- The mold reopens; the worker extracts the boot and places it on a cart destined to the post-processing section.
- During post-processing flashes are removed and the upper edge of the shaft is cut straight. Each boot is handled individually and undergoes a visual inspection. Disqualified boots, destined for landfill, are marked by a long vertical cut through the shaft.

MATERIAL

Naturgummi ist ein elastisches Kohlenwasserstoffpolymer, das in dem Saft einiger Pflanzen in milchiger, kolloidaler Suspension (Latex) als natürliche Substanz vorkommt. Für die meisten industriellen Anwendungen muss das Naturgummi vulkanisiert werden. Bei der Vulkanisierung wird das Naturgummi unter Hitze und Druck mit Schwefel und anderen Zusatzstoffen behandelt. Bei diesem chemischen Prozess werden die Polymermoleküle über Schwefelbrücken oder Kohlenstoffbindungen miteinander vernetzt. Die Intensität der Vernetzung hängt von der Menge der eingesetzten Zusatzstoffe ab. Durch die Vulkanisierung wird das Material härter, haltbarer und beständiger gegenüber Chemikalien.

PROZESS

Zwei Arbeiter bedienen acht Presswerkzeuge, in denen sich jeweils spezielle Metallformen für Stiefel befinden. Der Ablauf ist an jeder Station derselbe:

- Der Arbeiter legt ein Baumwollfutter und mehrere Lagen nicht vulkanisierten Naturgummis, die den Stiefelschaft bilden werden, in die offene Form ein. Die vorgeschneittenen Gummilagen haben die Konsistenz von rohem Teig und kleben schon naturgemäß aneinander. Das Gummi enthält die zum Vulkanisieren erforderlichen Zusätze und eine bestimmte Menge an gebranntem Kalk.
- Über Futter und Schaft legt der Arbeiter die Sohle des Stiefels. Hierbei handelt es sich um ein vorgefertigtes Stück Gummi, das mit Stahl verstärkt ist.
- Die Werkzeuteile werden geschlossen, und das Gummi wird ca. zehn Minuten lang hohem Druck und hohen Temperaturen ausgesetzt und auf diese Weise vulkanisiert. In dieser Phase fließen geringe Mengen geschmolzenen Gummis in die Trennfuge der Form. Dadurch entstehen *Gussgrate* am Stiefel.
- Das Werkzeug wird wieder geöffnet. Der Arbeiter nimmt den Stiefel heraus und legt ihn auf einen Wagen, der für die Nachbearbeitung bestimmt ist.
- Bei der Nachbearbeitung werden die Gussgrate entfernt, und die Oberkante des Stiefels wird gerade geschnitten. Jeder Stiefel wird einzeln behandelt und einer Sichtprüfung unterzogen. Die als Ausschuss ausgesonderten Stiefel werden durch einen langen vertikalen Schnitt gekennzeichnet.



Trimmed rubber-boot flashes collected inside a waste container.

Die Abschnitte der Pressrate werden in einem Abfallcontainer gesammelt



Rubber boots awaiting quality control and trimming of the flashes.

Gummistiefel kurz vor der Qualitätskontrolle und dem Zuschneiden.



Steel-reinforced uncured rubber soles ready for use in the mold.

Mit Stahl verstärkte, unvulkanisierte Gummisohlen bereit für die Heizpresse.



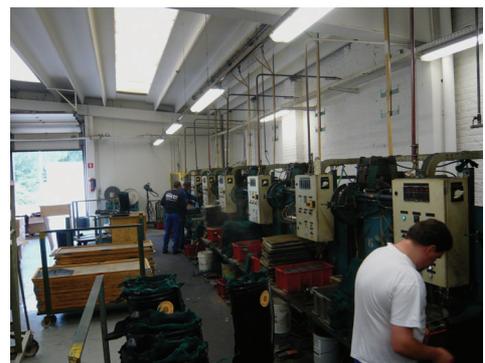
The mold is filled with the boot-parts in uncured rubber, then closed.

Die Heizpresse wird mit den Stiefelteilen aus unvulkanisiertem Gummi befüllt und geschlossen.



When heat and pressure are applied, small quantities of rubber (flashes) escape from the mold.

Durch Hitze und Druck entweichen kleinere Gummimengen (Gussgrate) aus der Heizpresse.



Two workers operate eight compression molds standing in a row

Zwei Arbeiter bedienen acht in Reihe aufgestellte Heizpressen.

OFF-COLOUR PP GOODS

composition	Polypropylene (PP)
colours	several opaque and translucent colours; colourless
treatment	on site regranulation and recycling
company details	Manufacturer of plastic household goods 98 employees in 2007

FARBFEHLER BEI PP-ARTIKELN

Zusammen- setzung	Polypropylene (PP)
Farbe	verschiedene undurchsichtige und durch- scheinende Farben oder farblos
Behandlung	Regranulierung und Recycling vor Ort
Firmendetails	Hersteller von Haushaltswaren aus Kunststoff 98 Mitarbeiter (2007)



MATERIAL

PP (polypropylene), obtained from the polymerization of the organic compound propylene was first discovered in the 1950's. It has since become a common plastic thanks to its valuable properties. PP combines good stiffness and high impact resistance with a reduced mass density and a reasonable price, making it the ideal material for containers, packaging, automotive parts, etc. PP is food contact acceptable hence appropriate for hardwearing household goods. The raw material is translucent and whitish, but it can be made opaque, transparent or brightly coloured easily. PP has a good processability; as a thermoplastic (melts at about 160°C) it is fit for extrusion and molding. It also easy to recycle.

PROCESS

The raw material for injection molding comes in granulated form. The PP-pellets, supplied in open containers, are sucked into a barrel of the machine leading to a horizontal, rotating Archimedean screw. The depth of the screw flights decreases toward the end of the screw nearest the mold, compressing the plastic; added heat at the end of the screw barrel helps obtaining a perfect melt.

- The mold, featuring the negative of the product's shape, closes.
- The injection carriage moves forward.
- A measured amount (a 'shot') of heated, liquefied PP is injected under high pressure in the mold.
- A stream of cold water runs through channels inside the mould to cool it down.
- The molded piece hardens; the carriage retracts.
- The mold opens and the new-formed part is ejected.

Injection molding is a continuous process, meaning that the machine is only stopped to make major technical interventions, such as changing the mold. As a consequence changes in colour are done gradually, creating a series of molded pieces that are *off-colour*. These pieces are usually regranulated and recycled on site.

MATERIAL

PP (Polypropylen) wird durch Polymerisation der organischen Verbindung Propylen gewonnen. Das Verfahren wurde im Jahr 1950 entdeckt. Seitdem wurde PP dank der wertvollen Eigenschaften zu einem weitverbreiteten Kunststoff. PP bietet eine hohe Steifigkeit und Schlagbiegefestigkeit bei gleichzeitig geringer Dichte und ist kostengünstig herzustellen. Dadurch ist es ein idealer Werkstoff für Behälter, Verpackungen, Fahrzeugteile usw. PP ist auch für den Kontakt mit Lebensmitteln und für stark beanspruchte Haushaltswaren geeignet. Der Rohstoff ist durchscheinend und weißlich, kann jedoch auch mühelos als undurchsichtig, transparent oder in leuchtenden Farben ausgeführt werden. PP ist leicht zu verarbeiten und als Thermoplast (Schmelzpunkt ca. 160 °C) gut zum Extrudieren und Formen geeignet. Der Kunststoff ist auch leicht wiederverwertbar.

PROZESS

Der Rohstoff für den Spritzguss wird als Granulat geliefert. Die in offenen Containern gelieferten PP-Pellets werden in den Zylinder der Maschine gesaugt, der zu einer horizontalen, rotierenden Schnecke führt. Die Tiefe der Schneckenstege nimmt zur Werkzeugseite hin ab, sodass der Kunststoff dort verdichtet wird. Durch die Erhitzung am Ende des Schneckenzyllinders entsteht eine perfekte Schmelze.

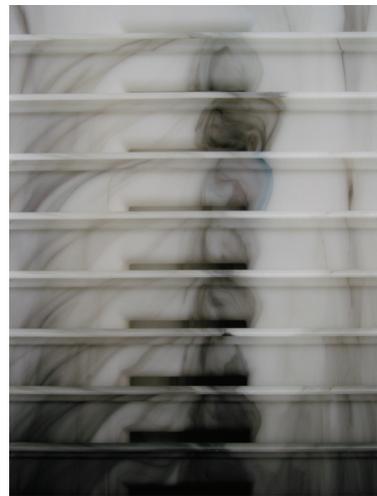
- Das Werkzeug mit der Negativform für das Endprodukt wird geschlossen.
- Die Spritzeinheit bewegt sich vorwärts.
- Die dosierte Menge an erhitztem, verflüssigtem PP wird unter hohem Druck in das Werkzeug gespritzt.
- Ein Kaltwasserstrom läuft zur Kühlung durch die Kanäle des Werkzeugs.
- Das Formteil härtet aus, und die Spritzeinheit bewegt sich zurück.
- Das Werkzeug wird geöffnet und das fertige Kunststoffteil ausgeworfen.

Das Spritzgießen ist ein kontinuierlicher Prozess. Die Maschine wird nur für größere technische Eingriffe (z. B. Werkzeugwechsel) angehalten. Farbänderungen werden deshalb im laufenden Prozess ausgeführt. Dabei entstehen *Farbfehler* bei den geformten Fertigteilen. Diese fehlerhaften Teile werden normalerweise vor Ort granuliert und wiederverwertet.



Red additive is vacuumed up and mixed with the resin.

Roter Zusatzstoff wird aufgesaugt und mit dem Granulat vermischt.



Changes in colour are done gradually, creating a series of molded pieces that are off-colour.

Farbänderungen werden kontinuierlich durchgeführt, wodurch eine Reihe geformter Teile mit Farbfehlern entsteht.

Streaks in a PP-crate resulting from a colour transition (translucent to black).

Streifen in einem PP-Behälter aufgrund einer Farbänderung (durchsichtig zu Schwarz).



Short-shots: the result of not injecting enough resin in a mould. When starting up a new mold, the operator begins with short-shots, and then gradually increases the shot size.

Bei der Inbetriebnahme einer neuen Heizpresse befüllt der Arbeiter die Maschine zunächst mit unzureichenden Mengen an Granulat, die er dann stufenweise erhöht.



Off-colour PP crates.
Plastikbehälter mit Farbfehlern.



Reground production waste ready for recycling. Because of the great diversity in colours, high levels of reground resin are best tolerated in black materials.

Zerkleinerte Produktionsabfälle bereit zur Wiederverwendung. Aufgrund der großen Farbvielfalt eignen sich größere Mengen an wiederverwendetem Granulat am ehesten für schwarze Stoffe.

RUBBER SPRUES AND PURGINGS

GUMMI-ANGUSS UND REINIGUNGSMASSE

composition natural rubber (cured and uncured)

Zusammen-
setzung

Naturgummi (vulkanisiert und nicht vul-
kanisiert)

colours black

Farbe

Schwarz

company
details Industrial plastic and rubber parts factory
29 employees in 2007

Firmendetails
Hersteller von Industriekunststoff- und
gummitteilen
29 Mitarbeiter (2007)



MATERIAL

Natural rubber is an elastic hydrocarbon polymer that naturally occurs as a milky colloidal suspension, or latex, in the sap of some plants. Most industrial applications require natural rubber to be vulcanized. Vulcanization, also referred to as *curing*, involves high heat and the addition of sulfur and other additives. During this chemical process, the polymer molecules are linked to each other by atomic bridges composed of sulfur atoms or carbon-to-carbon bonds. The springy rubber molecules become cross-linked to a greater or lesser extent, in function of the amount of additives used. This makes the material harder, much more durable and also more resistant to chemicals.

[See also Disqualified Rubber Boots p. 12]

PROCESS

Small rubber parts are produced in stations for rubber injection-molding. One man operates three different stations. At the heart of each station stands the mold, composed of two neatly fitting steel plates out of which cavities have been milled. The molds are often designed for the production of a series of identical small rubber parts in one cycle.

- A continuous strip of compound is loaded into the injection system of the station. A large screw forces preheated uncured rubber through the injection nozzle. Before it reaches the mold cavities, the liquid passes through a maze of canalizations called sprues. The term sprue also refers to the material that solidifies in these passages, forming a framework attaching the parts together in a roughly planar arrangement.
- The mold is subjected for a few minutes to both high pressure and heat, allowing the vulcanization process of the rubber to take place.
- The mould opens when the rubber is fully cured. The gloved machine operator removes the whole smoking heap of sprue and dangling rubber parts from the mold and puts them into crates.
- The crates are brought to a cold room for the rubber to harden, which will facilitate the severing of the molded rubber parts from the *sprues*.
- In a separate factory space, workers pull the rubber parts from the sprue they were still attached to, and *flashes* (imperfections caused by rubber escaped through mold-joints) are trimmed. The finished parts are packaged in cardboard boxes.

On startup and shutdown of a compression-molding station, the runner system and nozzle are cleaned by the injection of hot rubber while the mould is not in place. The squirted out, uncured rubber forms a spaghetti-like reject referred to as a *purging*.

MATERIAL

Naturgummi ist ein elastisches Kohlenwasserstoffpolymer, das in dem Saft einiger Pflanzen in milchiger, kolloidaler Suspension (Latex) als natürliche Substanz vorkommt. Für die meisten industriellen Anwendungen muss das Naturgummi vulkanisiert werden. Bei der Vulkanisierung wird das Naturgummi unter Hitze und Druck mit Schwefel und anderen Zusatzstoffen behandelt. Bei diesem chemischen Prozess werden die Polymermoleküle über Schwefelbrücken oder Kohlenstoffbindungen miteinander vernetzt. Die Intensität der Vernetzung hängt von der Menge der eingesetzten Zusatzstoffe ab. Durch die Vulkanisierung wird das Material härter, haltbarer und beständiger gegenüber Chemikalien.

[Siehe auch Gummistiefel-Ausschuss auf Seite 12]

PROZESS

In Gummispritzgieß-Stationen werden kleine Gummiteile hergestellt. Ein Mann arbeitet an drei verschiedenen Stationen. Das Herz jeder Station ist das Werkzeug. Es besteht aus zwei genau passenden Stahlplatten, aus denen Kavitäten herausgefräst wurden. Die Werkzeuge sind häufig so ausgelegt, dass eine Reihe von identischen kleinen Gummiteilen gleichzeitig gefertigt werden können.

- Dem Einspritzsystem der Station wird ein ununterbrochener Streifen Gummimasse zugeführt. Die vorgewärmte, nicht vulkanisierte Gummimasse wird von einer großen Schnecke durch die Einspritzdüse in das Werkzeug gepresst. Bevor die Masse die Kavitäten erreicht, passiert sie im Werkzeug ein Labyrinth von Kanälen – den sogenannten *Anguss*. Der Begriff *Anguss* bezeichnet auch das Material, das sich nach dem Einspritzen in diesen Kanälen verfestigt. Der verfestigte Anguss bildet eine Struktur, die die gegossenen Teile quasi in einer Ebene miteinander verbindet.
- Das Werkzeug wird einige Minuten lang hohem Druck und hohen Temperaturen ausgesetzt, damit das Gummimaterial vulkanisiert.
- Das Werkzeug wird geöffnet, wenn das Gummi vollständig vulkanisiert ist. Der Bediener der Maschine nimmt den gesamten, noch dampfenden Anguss und die daran hängenden Gummiteile mit Handschuhen aus dem Werkzeug heraus und legt sie in Kisten.
- Die Kisten werden zum Aushärten des Gummis in einen kühlen Raum gebracht. Dadurch wird das Abtrennen der geformten Gummiteile vom Anguss erleichtert.
- In einem separaten Raum der Fabrik trennen Arbeiter die Gummiteile vom Anguss ab und entfernen die durch die Fugen der Werkzeughälften entstandenen *Gussgrate*. Die Fertigteile werden in Kartons verpackt.

Jeweils beim Anlaufen und Abschalten der Gummispritzgieß-Station werden Angießkanal und Düse durch Einspritzen einer heißen, nicht vulkanisierten Gummimasse ohne das Werkzeug gereinigt. Die nicht vulkanisierte Reinigungsmasse spritzt dabei spaghetti-förmig heraus.



Flashes are manually removed by a worker with a pair of scissors

Gussgrate werden von einem Arbeiter mit einer Schere manuell entfernt.



One operator controls three injection moulds standing in a row.

Ein Arbeiter steuert drei in Reihe aufgestellte Spritzgießmaschinen.



a worker removes injection molded pieces from their sprues.

Ein Arbeiter entfernt die Spritzgussformen von den Angussresten.



Heaps of uncured rubber waiting for onsite re-use. Before vulcanization the material is easy to reprocess; similar to unbaked dough in a bakery.

Kleine Haufen ungehärteten Gummis liegen für die Wiederverwertung vor Ort bereit. Vor der Vulkanisierung ist das Material leicht zu verarbeiten, ähnlich wie roher Teig.



Shelved molds for thermoplastics (left) with a cooling system for running water, versus moulds for thermosetting materials (middle and right) that are heated instead during use

Gießformen für thermoplastischen Kunststoff (links) mit Wasserkühlung, Gießformen für hitzehärtbares Material (Mitte und rechts), die während der Verarbeitung erhitzt werden.

PU DROOLINGS

	also referred to as 'drippings'
composition	foamed polyurethane
colours	brown, yellow, blue, white and mixed
treatment	the thermosetting material, difficult to recycle, is incinerated with heat recuperation
company details	Rubber and polyurethane boots factory 34 employees in 2007

ÜBERSCHÜSSIGES PU-MATERIAL

	auch bennant als „austropfender PU-Schaum“
Zusammensetzung	Polyurethanschaum
Farbe	Braun, Grün, Gelb, Blau, Weiß und bunt
Behandlung	aushärtendes Material, schwer recycelbar, wird unter Wärmerückgewinnung verbrannt
Firmendetails	Gummi- und Polyurethan-Stiefelfabrik 34 Mitarbeiter (2007)



MATERIAL

Polyurethanes belong to the class of organic compounds called reaction polymers. They are produced by reacting several liquid components, including catalysts and additives. The result is a polymer consisting of a chain of organic units joined by urethane links. One of the most desirable attributes of polyurethanes is their ability to be turned into foam, with various characteristics. For instance, material used for the injection of a boot's sole will have a higher density than the material used for the injection of the shaft. Other specifics include the ability to isolate, weight, mechanical and chemical resistance.

PROCESS

One worker operates a circular reaction-injection carousel consisting of 10 moulds and 2 injection units (for shaft and sole).

- The operator sprays the empty mould with silicon to prevent sticking, then places a textile sock inside it.
- The mould closes and rotates toward the injection unit.
- The shaft is injected in the mould by use of reacting substances. The chemical reaction and foaming of the compound takes place inside the mould. Because of possible variations during this reaction, too much material is systematically injected. The surplus of material is evacuated through a valve regulating the pressure inside the mould. The excess of coloured polyurethane foam coagulates almost instantly upon touching the floor, forming a stalagmitic cone that the operator will evacuate when it reaches a height that might hamper the motions of the machine, i.e. after about 30 minutes.
- The mould is rotated towards the second injection unit, giving the injected material time to cool down.
- The sole of the boot is injected in the same way as described in the second step.
- The mould is rotated towards the operator, giving it time to cool down.
- The operator removes the completed boot.

One cycle of the carousel takes about 6 minutes, but may vary in function of the tempo set by the operator. The carousel system allows for the simultaneous production of 5 pairs of boots.

When leaving the carousel, the boots still need to pass several post-production steps and quality controls. There is a fallout of about 1% of boots for various quality reasons, for instance because of colour streaks. Excess material (referred to as *flashes* or *burrs*) is shaved off.

MATERIAL

Polyurethane sind organische Verbindungen, die zur Klasse der Reaktionspolymere gehören. Sie werden durch Reaktion verschiedener flüssiger Komponenten, Katalysatoren und Additive synthetisiert. Das Produkt ist ein Polymer aus organischen Einheiten, die über Urethan-Gruppen miteinander verknüpft sind. Eine der wichtigsten Eigenschaften der Polyurethane ist ihre Fähigkeit, Schäume mit unterschiedlichen Eigenschaften zu bilden. So hat z. B. das Material zum Spritzformen von Stiefelsohlen eine andere Dichte als das Material für Stiefelschäfte. Weitere Eigenschaften sind gute Wärmeisolierung, geringes Gewicht sowie mechanische und chemische Beständigkeit.

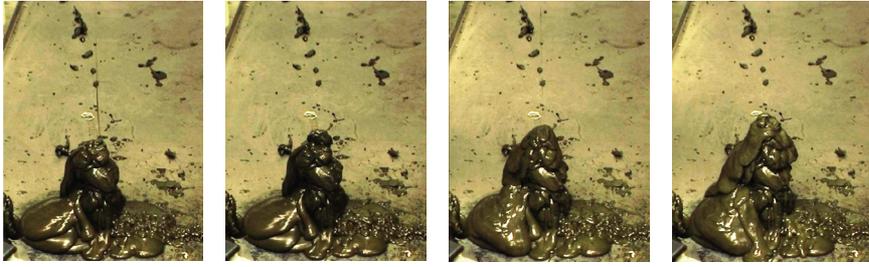
PROZESS

Ein Arbeiter bedient ein ringförmiges Einspritzkarussell, das aus zehn Werkzeugen und zwei Spritzeinheiten (für Schaft und Sohle) besteht.

- Der Bediener sprüht das leere Werkzeug mit Silikon aus, um ein Festkleben des Werkstücks zu verhindern, und legt das Textilfutter ein.
- Das Werkzeug wird geschlossen und dreht sich zur Spritzeinheit.
- Das Reaktionsgemisch für den Schaft wird in das Werkzeug eingespritzt. Die chemische Reaktion und das Aufschäumen der Verbindung finden im Werkzeug statt. Da die Reaktion unterschiedlich ablaufen kann, wird systematisch ein Materialüberschuss eingespritzt. Das überschüssige Material wird über ein Ventil abgelassen, das den Druck im Inneren des Werkzeugs regelt. Der abgelassene, farbige Polyurethanschaum koaguliert fast unmittelbar bei Berührung des Fußbodens und türmt sich dort kegelförmig auf. Dieser Rückstand wird vom Bediener beseitigt, sobald die aufgetürmte Menge die Bewegungen der Maschine beeinträchtigen könnte (nach ca. 30 Minuten).
- Das Werkzeug wird zur zweiten Spritzeinheit gedreht. Das bereits für den Schaft eingespritzte Material hat nun ausreichend Zeit zum Abkühlen.
- Die Stiefelsohle wird auf dieselbe Weise eingespritzt, wie im zweiten Schritt beschrieben.
- Das Werkzeug wird zum Bediener gedreht und kühlt eine gewisse Zeit ab.
- Der Bediener entnimmt den fertigen Stiefel.

Ein Zyklus des Karussells dauert etwa sechs Minuten. Das genaue Tempo kann vom Bediener eingestellt werden. Mit dem Karussellsystem können fünf Paar Stiefel gleichzeitig hergestellt werden.

Nach der Entnahme aus dem Karussell durchlaufen die Stiefel noch weitere Nachbearbeitungsschritte und Qualitätskontrollen. Etwa 1 % der gefertigten Stiefel werden wegen unterschiedlicher Qualitätsmängel (z. B. Farbstreifen) als Ausschuss ausgesondert. Das überschüssige Material (*Gussgrate* bzw. *Austrieb*) wird von den Stiefeln entfernt.



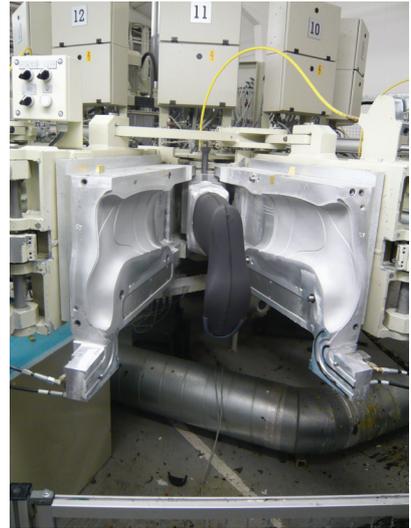
Growth of a drooling during one production cycle.

Überschüssiges Material, angesammelt während eines Produktionszyklus.



Droolings collected in the company's waste bin.

Überschüssiges Material im Abfallbehälter der Firma.



Opened mold on the reaction-injection carousel featuring the textile sock and the finished boots from that carousel.

Geöffnetes Formwerkzeug auf dem Reaktionsstritzguss-Karussell mit Stoffstrumpf und fertig gestellten Stiefeln.



On-site transportation racks for finished boots.
Transportgestell für fertiggestellte Stiefel.



Growth of a drooling beneath the carousel.
Überschüssiges Material, das sich unter dem Karussell ansammelt.



A worker inspects the boots while trimming the flashes.
Ein Arbeiter prüft die Stiefel während des Zuschneidens.

EJECTED PARISONS

composition	Polyethylene terephthalate (PET)
colours	various transparent and opaque colours
treatment	recycled by an external contractor
company details	Soft drink and water bottling plant 210 employees in 2007

AUSGEWORFENE PREFORMEN

Zusammen- setzung	Polyethylenterephthalat (PET)
Farbe	verschiedene transparente und undurch- sichtige Farben
Behandlung	Recycling durch andere Unternehmen
Firmendetails	Softdrink- und Wasserabfüller 210 Mitarbeiter (2007)



MATERIAL

PET (Polyethylene terephthalate) is a synthetic resin of the polyester family consisting of polymerized units of the monomer dimethyl terephthalate or ethylene terephthalate. PET is commonly used for beverage and food containers and for synthetic fibers; it is one of the most important raw materials used in man-made fibers.

Depending on its processing and thermal history, PET may exist both as an amorphous (transparent) or as a semi-crystalline (opaque and white) material.

PET can be semi-rigid to rigid, depending on its thickness. It has a high degree of impact resistance and tensile strength and is lightweight. Since PET has good gas and moisture barrier properties, it became the preferred choice for bottles containing carbonated beverages.

PROCESS

The plastic used for molding soft drink and water bottles has first been molded into a preform using an injection molding process. These preforms or parisons have the form and dimensions of a test-tube; on top they feature full-grown bottle-necks with screw threads, but the body of the tube below is a thick bot-tomed cylinder, about 10 cm long.

- The plastic parisons, supplied in bulk are fed to the machine by means of a hanging conveyor belt.
- In the stretch blow molding (SBM) process, the preforms are first heated (using infrared heaters) above their glass transition temperature (70°C), inserted in a cold metal mould, then filled with high pressure air that inflates them to the finished article shape. The stretching endured during the process results in strain hardening of the resin, allowing the bottles to resist deforming under the pressures caused by carbonated beverages.
- Once the plastic has cooled and hardened, the mold opens up and the part is ejected.

Because of the extreme pressures used, the process requires high-grade materials. Small impurities can lead to an explosion of the preforms inside the mould that cause the whole production chain to be halted. Hence, when the machine detects irregularities in the preforms, it ejects them to prevent a possible explosion.

MATERIAL

PET (Polyethylenterephthalat) ist ein Kunstharz aus der Polyester-Familie, das aus polymerisierten Einheiten des Monomers Dimethylterephthalat oder Ethylenterephthalat besteht. PET wird meist für Getränkebehälter und Lebensmittelverpackungen verwendet. Es ist außerdem einer der wichtigsten Rohstoffe zur Herstellung von Textilfasern.

Je nach Verarbeitung und Wärmebehandlung kann PET sowohl als amorphes (transparentes) oder halbkristallines (undurchsichtiges und weißes) Material vorliegen.

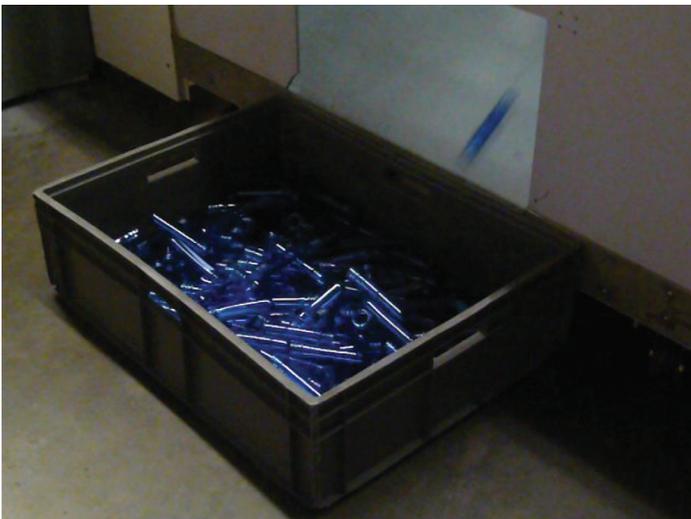
PET kann entsprechend der Dicke elastisch oder hart sein. Das Material ist leicht und besitzt eine große Schlagbiegefestigkeit und Zugfestigkeit. Da PET auch eine gute Gas- und Flüssigkeitsdichtigkeit besitzt, ist es heute das bevorzugte Material für Behälter von kohlenensäurehaltigen Getränken.

PROZESS

Zur Herstellung von Softdrink- oder Wasserflaschen werden aus dem Kunststoff zunächst im Spritzgussverfahren Preformen hergestellt. Diese Preformen bzw. Vorformlinge haben die Form und Abmessungen eines Teströhrchens. Der obere Teil besteht bereits aus einem fertigen Flaschenhals mit Schraubgewinde. Der untere Teil ist ein dickwandiger Zylinder von ca. 10 cm Länge.

- Die in großen Mengen gelieferten Kunststoff-Preformen werden über einen Hängeförderer der Maschine zugeführt.
- Beim Streckblasen werden die Preformen mittels Infrarotheizung auf eine Temperatur oberhalb der Erweichungstemperatur (70 °C) gebracht, in eine kalte Metallform gesetzt und mit Hochdruck fertig ausgeblasen. Durch die Streckung während des Prozesses wird eine höhere Festigkeit des Harzes erreicht, so dass die Flaschen auch durch den Druck kohlen-säurehaltiger Getränke nicht verformt werden.
- Sobald der Kunststoff abgekühlt und ausgehärtet ist, wird die Form geöffnet und das Pressteil ausgeworfen.

Wegen der extrem hohen Druckbelastung sind für den Prozess hochwertige Werkstoffe erforderlich. Schon kleine Verunreinigungen können zum Explodieren der Preformen im Werkzeug führen und die gesamte Fertigungskette unterbrechen. Um Explosionen zu vermeiden, werden die Preformen vor dem Blasformen von der Maschine überprüft und bei Unregelmäßigkeiten ausgeworfen.



Flawed preforms are detected and ejected from the system before Stretch Blow Molding, in order to prevent a possible explosion.

Mangelhafte Preformlinge werden vor dem Streckblasen von der Anlage erkannt und ausgeworfen, um mögliche Explosionen zu vermeiden.



**A Stretch Blow Molding installation uses infrared light to heat up the parisons.
 Preformlinge werden in einer Streckblas-Maschine mittels Infrarotlicht erhitzt.**



**Empty PET bottles being flung off to the filling section by means of a compressed air-driven, suspended guideway.
 Leere PET-Flaschen werden mittels Druckluft über eine Führungsbahn zur Abfüllstation befördert.**

UNDER-FILLED/ OVER-FILLED BOTTLES

composition	PET bottle with water based content
colours	colour of the bottles and their content
treatment	waste-water, bottle is recycled; some products are sold as second choice
company details	soft drink bottling plant 210 employees in 2007

UNTERFÜLLTE / ÜBERFÜLLTE FLASCHEN

Zusammensetzung	PET-Flasche mit Inhalt auf Wasserbasis
Farbe	variiert je nach Funktion von Flaschen und Inhalt
Behandlung	Inhalt als Abwasser entsorgt, Flasche wird wiederverwertet, manche Produkte werden als zweite Wahl verkauft
Firmendetails	Softdrinkabfüller 210 Mitarbeiter (2007)



MATERIAL

The term *soft drink* refers to a lack of alcohol by way of contrast to *hard drinks*. In industry the category designates a series of alcohol-free beverages likely to be bottled. It includes mineral water, carbonated water and sweetened drinks such as colas, iced teas, lemonades, squashes and fruit punches. *Carbonation* refers to the process of dissolving carbon dioxide gas in water. It results in the formation of carbonic acid (H_2CO_3) in the liquid. At decompression, the carbonic acid will dissolve again in its components, H_2O and CO_2 .

Carbonated water is the major and defining component of most soda pops. Besides causing the effervescence and the fizz of the drinks, the presence of carbonic acid in the aqueous solution also influences the taste. It gives the soda pops their typical 'biting' flavor. Beside water, CO_2 and sugar (or sugar substitutes), soft drinks usually contain a wide array of food additives ranging from food colourings over artificial flavors, emulsifiers, preservatives to added minerals and vitamins.

PROCESS

The bottling process is preceded by the simultaneous preparation of the drinks and manufacturing of the bottles:

- The soft-drink additives are transported in bulk and stored in stainless steel containers. An extensive computer-controlled piping system collects and mixes the required substances. At the same time, the filling station is cleaned thoroughly to eliminate traces of previous beverages.
- The stretch blow molding line is prepared with the appropriate mould (SBM is described in detail on page 75), and the production of the required type of PET-bottles is launched.
- The new-made bottles are transported from the molding line to a rinsing-carrousel that cleans the inside.
- This machine is synchronized with the filling station, also configured of a large carrousel.
- A third carrousel, the bottling machine, screws the caps on the bottles.
- The bottles are dried with pressurized air before receiving the labels.
- The bottles are individually checked on overfill, underfill, screw cap position and label position.
- A pneumatically operated arm pushes the flawed bottles aside, where a separate conveyor belt leads them to a dead-end.

Fallout is less than 1% when the system runs, but can be considerable on startup or stop down. These bottles are destroyed or sold as second choice.

MATERIAL

Der Begriff *Softdrink* bezeichnet Getränke ohne Alkohol (im Gegensatz zu *harten Getränken*). In der Industrie bezeichnet die Kategorie eine Reihe von Getränken, die meist in Flaschen abgefüllt werden. Dazu gehören Mineralwässer mit und ohne Kohlensäure, gesüßte Getränke wie Cola, Eistee, Limonade, Fruchtsaft und Fruchtsaftgetränke. Das Lösen von Kohlendioxidgas in Wasser nennt man *Karbonisieren*. Dabei bildet sich in der Flüssigkeit Kohlensäure (H_2CO_3). Bei Dekompression der Flüssigkeit bilden sich aus der Kohlensäure wieder H_2O und CO_2 .

Karbonisiertes Wasser ist der wichtigste Bestandteil der meisten Limonaden. Neben dem Sprudeln und Moussieren der Getränke beeinflusst die Anwesenheit von Kohlensäure auch den Geschmack. Die Limonaden erhalten dadurch ihren typischen „beißenden“ Geschmack. Neben Wasser, CO_2 und Zucker (oder Zuckerersatz) enthalten Softdrinks normalerweise auch eine breite Palette von Zusätzen. Dazu gehören u. a. Farbstoffe, künstliche Aromen, Emulgatoren, Konservierungsmittel, Mineralstoff- und Vitaminzusätze.

PROZESS

Vor dem eigentlichen Abfüllen werden die Getränke und die Flaschen parallel hergestellt:

- Die Zusätze für die Softdrinks werden in großen Mengen transportiert und in Edelstahlbehältern gelagert. Über ein komplexes, computergesteuertes Rohrsystem werden die erforderlichen Substanzen zugeführt und gemischt. Parallel dazu wird die Abfüllstation gründlich gereinigt, um die Rückstände der vorher abgefüllten Getränke zu beseitigen.
- Die Fertigungslinie für das Streckblasen wird mit den entsprechenden Werkzeugen vorbereitet (das Verfahren wird ausführlich auf Seite 75 beschrieben), und die Fertigung der benötigten PET-Flaschen beginnt.
- Die neu gefertigten Flaschen werden von der Fertigungslinie zu einem Spülkarussell transportiert, wo das Flascheninnere gereinigt wird.
- Diese Maschine wird mit der Abfüllstation synchronisiert, die ebenfalls aus einem großen Karussell besteht.
- In einem dritten Karussell werden die Kappen auf die Flaschen geschraubt.
- Die Flaschen werden mit Druckluft getrocknet, bevor die Etiketten angebracht werden.
- Die Flaschen werden einzeln auf Überfüllung, Unterfüllung, Lage der Schraubkappen und Lage der Etiketten überprüft.
- Ein pneumatisch betriebener Arm drückt die fehlerhaften Flaschen beiseite, wo sie über ein separates Förderband in eine Sackgasse geführt werden.

Wenn das System in Betrieb ist, liegt der Ausschuss unter 1%. Beim Anlaufen oder Anhalten des Systems ist die Ausschussquote wesentlich höher. Die fehlerhaften Flaschen werden vernichtet oder als zweite Wahl verkauft.



The content of flawed bottles is emptied;
the used plastic bottles are dispatched for
recycling.

Nicht ordnungsgemäß befüllte Flaschen
werden entleert und zur Wiederverwen-
dung umgeleitet.



Installation for overfill-underfill detection.
Einrichtung zur Prüfung auf Über- bzw.
Unterfüllung.



After filling, the bottles are transported by
a conveyor belt. Every bottle is checked
individually.

Nach dem Befüllen werden die Flaschen
auf einem Förderband transportiert. Jede
Flasche wird einzeln geprüft.



Station with three carousels for cleaning (bottom), filling (middle right) and screwing caps (left middle).

Station mit drei Karussells zum Reinigen (unten), Befüllen (Mitte rechts) und Verschließen (Mitte links).



Junction that separates the disqualified content from the qualified goods.

Kreuzung zur Trennung von mangelhaften und fehlerfreien Flaschen.



The bottles are dried with compressed air when leaving the filling carousel.

Nach Verlassen des Karussells werden die Flaschen mit Druckluft getrocknet.

HDPE BLOW-EXTRUSION STARTUP AND TRANSITION WASTE

composition	high-density polyethylene (HDPE)
colours	startup waste is usually colourless HDPE-resin (whitish and translucent) transition waste comes in virtually limitless colour-variations
treatment	all HDPE-waste can be recycled on site
company details	manufacturer of plastic and bio-plastic trash liners 38 employees in 2007

PE-HD-ABFÄLLE AUS DEN ANLAUF- UND ÜBERGANGSPHASEN BEIM BLASFORMEN

Zusammen- setzung	Polyethylen hoher Dichte (PE-HD)
Farbe	Abfall aus der Anlaufphase ist normaler weise farbloses PE-HD-Harz (weiß und durchscheinend). Abfall aus den Übergangphasen kann fast alle Farben haben
Behandlung	Sämtliche PE-HD-Abfälle werden vor Ort wiederverwertet
Firmendetails	Hersteller von Abfallbeuteln aus Kunst- stoff und Biokunststoff 38 Mitarbeiter (2007)



MATERIAL

HDPE (high-density polyethylene) is a polymer created through polymerization of ethene (usually known as ethylene). The ethylene molecule is the chemical compound with the formula C_2H_4 : two CH_2 groups connected by a double bond. The odorless gas ethylene is the most produced organic compound in the world. It is obtained by steam cracking gaseous or light liquid hydrocarbons.

The primary use of polyethylene is in film applications for packaging, carrier bags and trash liners. Other applications include injection molding, pipe extrusion, wire and cable sheathing and insulation, as well as extrusion coating of paper and cardboard.

The production of polyethylene can be made using addition polymerization in low or high-pressure processes that result in different densities. HDPE is often used to create bags that are stronger and have less clarity than lower densities of polyethylene (LDPE). Additives such as colourants and UV inhibitors are often used and can be mixed into the resin.

PROCESS

- The blow-extrusion machine is fed with LDPE-granules that are heated to the resin's melting point (between 120 and 130°C). The molten plastic is filtered before it is forced to travel through the die.
- The die is an upright cylinder with a thin circular opening that produces an upright hollow shaft of extruded running plastic. An air outlet located in the centre of the die forces compressed air through this hollow tube creating a bubble, a widening of the plastic column at about 1,5 meter above the die. This expands the extruded circular cross section by a specific ratio, referred to as the *blow-up ratio*. This ratio can be just a few percent up to more than many times the original diameter, depending on the required dimensions (diameter and thickness) of the tubular foil to be produced.
- Arriving at the top end of the blown shaft the PE is cooled down and solidifies as it runs through rollers where it is flattened into a double layer film. Changing the speed of these rollers will also influence the thinness of the foil. As it runs down again, the film can immediately receive a print; it is then stored in the form of *mother rolls*, containing up to 10 km of tubular plastic sheet. In subsequent operations, the plastic sheet can be cut into shapes, and heat-sealed into bags.
- Extrusion blow molding is a continuous process started on Monday mornings, and shut down on Friday evenings. Changes in diameter, thickness, colour, and composition of the foils are made gradually, resulting in hundreds of meters of transition film unfit for further processing or sale. These strokes are recycled on site.

The startup of the extrusion line is a messy operation generating waste in the form of aborted extrusion shafts, sculptural heaps of collapsed and coagulated hollow HDPE-tubes.

MATERIAL

PE-HD (Polyethylen hoher Dichte) ist ein Polymer, das durch Polymerisation von Ethen (auch als Ethylen bekannt) synthetisiert wird. Das Ethylen-Molekül hat die chemische Summenformel C_2H_4 ; Zwei CH_2 -Gruppen sind über eine Doppelbindung miteinander gekoppelt. Das geruchlose Ethylengas ist weltweit die meistproduzierte organische Verbindung. Es wird durch Dampfspaltung (Steamcracken) gasförmiger oder flüssiger Kohlenwasserstoffe gewonnen.

Polyethylen wird vor allem als Folie für Verpackungen, Tragetaschen und Abfallbeutel eingesetzt. Außerdem wird PE-HD zu Spritzgussteilen, Rohren, Draht- und Kabelummantelungen und -isolierungen sowie als Extrusionsbeschichtung von Papier und Pappe verarbeitet.

Polyethylen kann mittels Additionspolymerisation in Niedrig- oder Hochdruckprozessen hergestellt werden, die je nach gewünschter Dichte entsprechend definiert werden. PE-HD wird häufig für die Produktion von Tragetaschen verwendet. Die Folie ist fester und undurchsichtiger als Polyethylen geringer Dichte (PE-LD). Häufig werden dem Harz Additive wie Farbstoffe und UV-Inhibitoren zugesetzt.

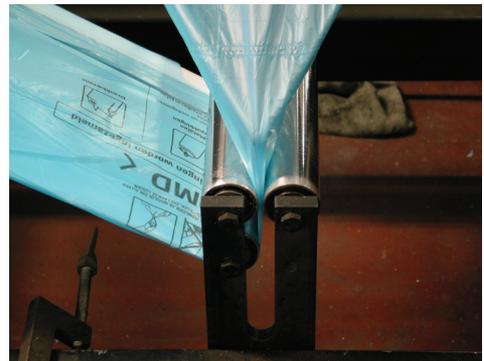
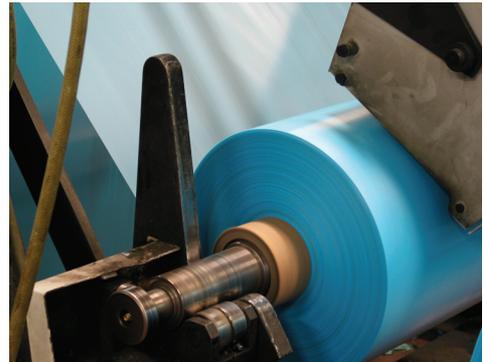
PROZESS

- Eine Blasformmaschine wird mit PE-Granulat beschickt, wo es auf den Schmelzpunkt erhitzt wird (zwischen 120 und 130 °C). Der geschmolzene Kunststoff verlässt den Zylinder und wird durch ein Siebpaket gepresst.
- Das Siebpaket ist ein aufrechter Zylinder mit einer schmalen, ringförmigen Öffnung, der einen aufrechten, hohlen Schaft extrudierenden PE-HDs bildet. In der Mitte des Werkzeugs wird Druckluft durch diesen aufrechten Schlauch geblasen. Die Druckluft erzeugt etwa 1,5 m über dem Werkzeug, eine plötzliche Aufweitung der Kunststoffsäule. Dadurch wird der Querschnitt des extrudierten Schlauches um ein bestimmtes Verhältnis (*Aufblasverhältnis*) erweitert. Dieses Verhältnis kann von nur wenigen Prozent bis auf ein Vielfaches des ursprünglichen Durchmessers variieren. Die Einstellung hängt von den gewünschten Maßen (Durchmesser und Dicke) der produzierten Schlauchfolie ab.
- Am oberen Ende des extrudierten Schlauches, wird das PE abgekühlt, verfestigt und über verschiedene Walzen als Doppelschichtfolie plan gelegt. Durch das Variieren der Geschwindigkeit der Walzen wird auch die Dicke der Folie beeinflusst. Wenn die Folie abwärts geführt wird, kann sie sofort bedruckt werden. Sie wird auf sogenannte *Mutterrollen* gewickelt, die jeweils bis zu 10 km oder 1 Tonne Schlauchfolie aufnehmen. In weiteren Arbeitsschritten kann die Folie in bestimmte Formen geschnitten und zu Tragetaschen heißgesiegelt werden.
- Das Blasformen ist ein ununterbrochener Prozess, der Montagmorgen beginnt und Freitagnachmittag angehalten wird. Sämtliche Änderungen von Durchmesser, Dicke, Farbe etc. erfolgen durch allmähliche Übergänge. Dabei werden Hunderte von Metern Übergangsfolie produziert, die für die weitere Verarbeitung oder für den Verkauf ungeeignet ist. Diese Abfälle werden vor Ort wiederverwertet. Beim Anlauf der Extrusionslinie entstehen ebenfalls Abfälle.



Refuse of a solenoid-driven perforator making circular openings in the waste-bin liners for inserting a strap.

Abfall eines elektromagnetisch betriebenen Perforationsgerätes, das Löcher zur Befestigung von Laschen in die Müllbeutel stanzt.



The film is flattened and rolled. Depending on the order, additional processing can be done, such as printing, folding or packaging.

Die Folie wird geglättet und gerollt. Je nach Auftrag erfolgen weitere Produktionsschritte wie das Bedrucken, Falten oder Verpacken.



A view on the 'mother-rolls' for future trash-bin liner the stock.
Blick auf die „Mutterrollen“ der Müll-beutel.



HDPE RETENTATE

	Also referred to as filtrand
composition	high-density polyethylene (HDPE) contaminated with various chemicals
colours	most frequently brownish
treatment	incineration
company details	manufacturer of plastic and bio-plastic trash liners 38 employees in 2007

PE-HD-RETENTATE

	auch bennat als Filtrat
Zusammensetzung	Polyethylen hoher Dichte (PE-HD), das mit verschiedenen Chemikalien verunreinigt ist
Farbe	meist bräunlich
Behandlung	Verbrennung
Firmendetails	Hersteller von Abfallbeuteln aus Kunststoff und Biokunststoff 38 Mitarbeiter (2007)



MATERIAL

HDPE (high-density polyethylene) is a polymer created through polymerization of ethene (usually known as ethylene). The ethylene molecule is the chemical compound with the formula C_2H_4 : two CH_2 groups connected by a double bond. The odorless gas ethylene is the most produced organic compound in the world. It is obtained by steam cracking gaseous or light liquid hydrocarbons.

The primary use of polyethylene is in film applications for packaging, carrier bags and trash liners. Other applications include injection molding, pipe extrusion, wire and cable sheathing and insulation, as well as extrusion coating of paper and cardboard.

The production of polyethylene can be made using addition polymerization in low or high-pressure processes that result in different densities. HDPE is often used to create bags that are stronger and have less clarity than lower densities of polyethylene (LDPE). Additives such as colourants and UV inhibitors are often used and can be mixed into the resin.

[See also HDPE Blow Extrusion startup and transition waste p. 83]

PROCESS

Throughout the production process of HDPE-foil and liners various wastes occur: disqualified bags, cutting strips or transitions in colour, thickness or width. The asset of thermoplastic polymers is that wastes are easy to reprocess. In theory they can be recycled without loss of quality; in practice small contaminations with dyes, dust, traces of glue, etc. degrade the material.

- Plastics fed into the reprocessing system are kept as pure as possible. A worker manually cleans bulk material by removing labels and packaging, before tossing them on a conveyor belt that leads to the shredder. Roles of HDPE-film destined for recycling stand upright next to the shredder, the film gradually unrolls from them as it feeds to the shredder.
- From the shredder, the torn up plastic foil is thrust by an Archimedean screw through a heated barrel until the plastic reaches its melting point. From this point on, the process is very similar to regular extrusion. At the front of the barrel, the molten plastic leaves the screw and travels through a screen pack or filter system to remove any contaminants in the melt.
- The plastic is pressed through a die, cooled down and shredded into pellets that can be used as raw material.

The obtained recycled resin is usually brown (as a result of the blend of various colours) and most often mixed down with black granules for the production of dark HDPE-products, thus avoiding colour-problems. On a monthly basis, the screen filters of the reprocessing system require cleansing; the extracted *retentate* – contaminated HDPE – comes in irregular brown extrusions.

MATERIAL

PE-HD (Polyethylen hoher Dichte) ist ein Polymer, das durch Polymerisation von Ethen (auch als Ethylen bekannt) synthetisiert wird. Das Ethylen-Molekül hat die chemische Summenformel C_2H_4 ; Zwei CH_2 -Gruppen sind über eine Doppelbindung miteinander gekoppelt. Das geruchlose Ethylengas ist weltweit die meistproduzierte organische Verbindung. Es wird durch Dampfspaltung (Steamcracken) gasförmiger oder flüssiger Kohlenwasserstoffe gewonnen.

Polyethylen wird vor allem als Folie für Verpackungen, Tragetaschen und Abfallbeutel eingesetzt. Außerdem wird PE-HD zu Spritzgussteilen, Rohren, Draht- und Kabelummantelungen und -isolierungen sowie als Extrusionsbeschichtung von Papier und Pappe verarbeitet.

Polyethylen kann mittels Additionspolymerisation in Niedrig- oder Hochdruckprozessen hergestellt werden, die je nach gewünschter Dichte entsprechend definiert werden. PE-HD wird häufig für die Produktion von Tragetaschen verwendet. Die Folie ist fester und undurchsichtiger als Polyethylen geringer Dichte (PE-LD). Häufig werden dem Harz Additive wie Farbstoffe und UV-Inhibitoren zugesetzt

[Siehe auch PE-HD Blasformen auf Seite 83]

PROZESS

In der gesamten Produktion von PE-HD-Folien und -beuteln entstehen verschiedene Abfälle: Tragetaschen-Ausschuss, Schnittstreifen, Folie aus den Übergangsphasen bei Änderungen von Farbe, Dicke oder Breite. Die Abfälle von Thermoplasten lassen sich problemlos wiederverwerten. Theoretisch ist das ohne Qualitätsverluste möglich. In der Praxis treten jedoch geringfügige Verunreinigungen durch Farbe, Staub, Klebstoffreste usw. auf, die die Qualität des Materials beeinträchtigen.

- Die dem Wiederverwertungssystem zugeführten Kunststoffe werden so rein wie möglich gehalten. Der Großteil des Materials wird von einem Arbeiter gereinigt, bevor es dem Schredder zugeführt wird. Dabei werden Etiketten und Verpackungen entfernt. Die für das Recycling vorgesehenen Rollen mit PE-HD-Folie stehen aufrecht neben dem Schredder. Die Folie wird allmählich abgerollt, während sie dem Schredder zugeführt wird.
- Die vom Schredder zerkleinerte Kunststoffolie wird mit einer Schnecke durch einen beheizten Zylinder befördert, an dessen Ende der Kunststoff den Schmelzpunkt erreicht. Der Rest des Vorgangs ähnelt dem regulären Extrusionsprozess. Im vorderen Bereich des Zylinders verlässt die Kunststoffschmelze die Schnecke und wird zum Entfernen der Verunreinigungen durch ein Siebpaket oder Filtersystem gepresst.
- Anschließend wird der Kunststoff durch ein Werkzeug gepresst, abgekühlt und in Pellets zerkleinert, die dann als Rohstoff eingesetzt werden.

Das recycelte Harz ist wegen der Mischung verschiedener Farben üblicherweise braun und wird mit schwarzem Granulat für die Herstellung dunkler PE-HD-Produkte gemischt. Auf diese Weise werden Farbprobleme vermieden. Die Filter der Wiederaufbereitungsanlage müssen monatlich gereinigt werden. Das dabei extrahierte *Retentat* – verschmutztes PE-HD – wird in unregelmäßiger brauner Farbe extrudiert.



The reprocessing system is fed with both PE-rolls of small and large dimensions.

Big rolls stand upright next to the shredder; the film gradually unrolls as it feeds to the shredder. Off-grade trash liner in smaller rolls is led to the shredder through a conveyer belt.

Die Wiederaufbereitungsanlage wird mit großen und kleinen PE-Rollen befüllt
 Große Rollen stehen aufrecht neben dem Schredder, die Folie wird gleichmäßig abgerollt während sie dem Schredder zugeführt wird. Mangelhafte Müllbeutel in kleineren Rollen werden dem Schredder über ein Förderband zugeführt.



The pellets or granules that form the outcome of the reprocessing operations are collected in boxes. They will be mixed with new resin and recycled.

Die beim Aufbereitungsprozess entstehenden Pellets bzw. das Granulat wird in Kisten aufgefangen, mit neuem Granulat vermischt und wiederverwendet



The retentate that forms the outcome of the monthly purification of the screen filters inside this HDPE-reprocessing system.

Das beim monatlichen Reinigen der Filter innerhalb der PE-HD-Wiederaufbereitungsanlage entstehende Retentat.

Acknowledgement / Dank

Rotor would like to thank a few people. Without their support, this project would have been impossible:

Rotor möchte gerne den Personen danken, ohne deren Unterstützung die Realisation des Projektes nicht möglich gewesen wäre:

Ursula Blickle
Jan Willaert (Allibert)
Rainer Blickle (Sew-Eurodrive)
Luc Goutsmet & Koen Cuypers (Dekaply)
Katelijne Meersseman (Sunco)
Thomas Vanderbeke (Bekina)
Rita Vandecandelaere (Sioen Coatings)
Johan Jaubin (Jemaco)
Luc De Visser (Rubber Van de Wiele)
Ekkehard Preuss (Preuss Technische Textilien)
Marnix Van Malderen (UCO)

Many thanks also to / Dank gilt ebenfalls

Myriam Stoffen (Zinneke vzw), Christophe Wullus (Zinneke vzw), Ariane d'Hoop, Manon de Boer, Chloé Martin, Stefan Gyles, Benedikte Zitouni, An Mertens, Hugo Devlieger

Besides the people that contributed directly to this project, Rotor would also like to thank the many writers that form the Wikipedia community. Without the existence of such a powerful, collaborative and open tool, we would not have been able to collect the technical specifics of all the described processes. Our relationship to open content has never been a one-way love, though. We release texts to the public domain, and we correct and complete Wikipedia with our own written and photographic work.

Neben den Personen, die direkt an dem Projekt beteiligt waren, möchte Rotor den anonymen Autoren der Wikipedia Community danken. Ohne diese herausragende, kollaborative und offene Internetplattform wäre es uns nicht möglich gewesen, die technischen Prozesse entsprechend zu beschreiben. Unser Verhältnis zu Open-Content-Plattformen war nie einseitig. Wir veröffentlichen unsere Texte und wir korrigieren und vervollständigen Wikipedia kontinuierlich mit unseren eigenen Kommentaren und Fotografien.

Colophon / Impressum

This catalogue is published on the occasion of the exhibition 'Deutschland im Herbst' by Rotor in the Ursula Blickle Foundation, November 9 – December 14, 2008.

Dieser Katalog erscheint anlässlich der Ausstellung 'Deutschland im Herbst' von Rotor in der Ursula Blickle Stiftung, 9. November – 14. Dezember 2008.

Kuratiert von / Curated by
Chus Martínez, Katja Schroeder

Editors / Herausgeber
Chus Martínez, Katja Schroeder für die Ursula Blickle Stiftung

Texts / Texte
Benedikte Zitouni
Rotor
Chus Martínez, Katja Schroeder

Design / Gestaltung
Julie Peeters, Werkplaats Typografie, Arnhem
thanks/danke Joris Kritis
Helvetica font by / von Karl Nawrot

Fotos / Images
All photographs by / alle Fotos von Rotor except for the photographs on the title page of each material / außer der Titelfotos der einzelnen Materialien, by / von Ccil Michel and François De Herdt

Translation / Übersetzung
Kimi Lum, Klaus Roth

Proof reading / Lektorat
Kimi Lum, Klaus Roth, Katja Schroeder

Print / Druck
Drukkerij De Rijn, Arnhem

ISBN 978-3-930043-30-9

© 2008
authors and artists / die Autoren und Künstler,
Ursula Blickle Stiftung

All rights reserved / Alle Rechte vorbehalten

Ursula Blickle Stiftung
Mühlweg 18
D – 76703 Kraichtal-UÖ
T + 49 7251 60919
F + 49 7251 68687
www.ursula-blickle-stiftung.de

Distributed by:
Actar D
Tel +34 93 418 77 59
Fax+34 93 418 67 07
office@actar-d.com
www.actar-d.com

ISBN 978-3-930043-30-9

**URSULA BLICKE STIFTUNG
DISTRIBUTED BY ACTAR D**

