

MANUF AKTUR

HERSTELLUNGSPROZESSE
FÜR DESIGNER

TANJA UNGER

MASTER OF INTERIOR ARCHITECTURE
BETREUER: PROF. KLAUS MICHEL

Eine Übersetzung und Zusammenfassung des Buches:
"Manufacturing Processes for Design Professionals"

ALLGEMEINES / RECHTLICHES

Dieses Buch ist eine Übersetzung und zeitgleich eine Zusammenfassung des Buches:

"Manufacturing Processes for Design Professionals"
Verlag: Thames & Hudson

Dh. in folgendem Werk tauchen sowohl die Struktur als auch Bildmaterial aus oben genannten Buch auf.

Ziel des Werkes war kein komplett neues Werk, sondern eine sinnvolle, übersichtliche und schnell verständliche deutsche Version der allgemein bekannten Herstellungsprozesse zu schaffen.

Folgedessen sind auch die Texte eine gemischte Zusammenfassung des Buches, Texten aus Wikipedia und anderen Quellen.

Zur besseren Benutzung in Verbindung mit dem bedeutend ausführlicheren Original befindet sich am Ende des Buches ein Fremdwortverzeichnis, dh. eine Übersetzung der Herstellungsprozesse von deutsch auf englisch.

INHALT

ALLGEMEINES / RECHTLICHES	3	Kümpeln in einen Sack Meiseln mit Vorrichtung Umformung mit Radwerkzeug Ausbeulen mit Form		Elektroformen	122	Bugholz Kreisbiegen Offenes Biegen	168
INHALTSVERZEICHNIS	4			Schleudergießen	124		
FORMEN	10			Metallbiegen Gesenkbiegen Schwenkbiegen	126	Papierfasergießen	172
<u>KUNSTSTOFFE & GUMMI</u>	12	Metalldrücken	64			<u>VERBUNDWERKSTOFFE</u>	174
Blasformen	12	Metallstanzen/ Prägen Metallstanzen Sekundäres Stanzen	68	<u>GLAS & KERAMIK</u>	132	Laminieren Nasslaminierverfahren Pregpreg-Technologie Harzinjektionsverfahren	174
Extrusionsblasformen (EBM)				Glasblasen	132		
Spritzblasformen (IBM)				Manuelles Glasblasen			
Spritz-Streckblasformen (ISBM)				Mechanisiertes Blas-Blas-Verfahren			
Thermoverformung	20	Stempelziehen	74	Mechanisiertes Press-Blas-Verfahren		DMC und SMC Formen	182
Vakuumtiefziehen		Superforming	78			Präzisionswickeln	184
Luft-Druckumformen		Formen in Aushöhlung		Kunstglasblasen	140	Thermisches 3D-Laminieren 3D-Laminieren 3D-Rotationslaminieren	186
Vakuuumformen mit Stempel		Blasen-Formen		Blasverfahren			
2 lagiges Druckumformen		Gegendruck-Formen		Lochbohren			
		Diaphragma-Formen		Biegen			
Rotationsgießen	28	Rohrbiegen	84	Spindelformen			
Vakuumgießen	32	Dornbiegen		Töpfen	146	<u>3D-DRUCK</u>	190
		Ringwalzen		Schlickergießen	148	Rapid Prototyping	190
Formpressen	36	Rundkneten	90	Keramikformpressen	150	Fused Deposition Modeling (FDM)	
Formpressen Gummi		Formrundkneten		Überdrehen		Gipsdrucker	
Formpressen Kunststoff		Hydraulisches Rundkneten		Kolbenpressen		Multi-Jet-Modeling (PJM)	
Spritzgießen	42	Rollformen / Walzprofilieren	96			Selektives Lasersintern (SLS)	
Spritzgießen (allgemein)		Schmieden	100	<u>HOLZ</u>	156	Direct Metal Laser Sintern (DMLS)	
Gasinnendruck-Spritzgießen		Gesensschmieden		CNC-Bearbeitung	156	Stereolithographie (SLA)	
Mehrkomponenten-Spritzgießen		Walzschmieden		Achs-Fräsen		Laminated Object Modeling (LOM)	
Folienhinterspritzen				Drechseln		Papierlayer	
Reaktionstechnik (RIM)	52	Sandgießen	106	Formverleimen	162		
Tauchformen	56	Druckgießen (Hoch-)Druckgießen Niederdruckgießen	110	Furnierverleimen		ZUSCHNEIDEN	208
<u>METALL</u>	58	Feingießen	116	Verkerben		<u>CHEMISCH</u>	210
Metallausbeulen / Kümpeln	58	MIM-Spritzgießen	120	Vollholzverleimen		Photochemisches Ätzen	210

<u>THERMISCH</u>	212	Ultraschallschweißen	250	Galvanisieren	288
Laserschneiden	212	Widerstandsschweißen	252	Verzinken / Feuerverzinken	290
Funkenerodieren	214	Rollennahtschweißen		Vakuummetalisierung	292
Senkerodieren		Widerstandspunktschweißen			
Drahterodieren		Buckelschweißen			
<u>MECHANISCH</u>	220	Lötverfahren	258	<u>SUBTRAKTIVE PROZESSE</u>	294
Lochen und Stanzen	220	Weichlöten		Schleifen, Polieren	294
Formstanzen	222	Hartlöten		Schleifrad	
Wasserstrahlschneiden	224	Heizofenmethode		Schleifband	
Glasschneiden	226	Nieten	264	Honen	
		Heißluftnieten		Läppen	
		Ultraschallnieten		Elektropolieren	300
		Heizelementschweißen	268	Strahlen	302
		<u>MECHANISCH</u>	270	Ätzen	304
FÜGEN	228	Holzverbindungen	270	CNC-Gravieren	306
<u>THERMISCH</u>	230	Weben	272	<u>DRUCKEN</u>	308
Lichtbogenschweißen	230	Polstern	274	Siebdrucken	308
Lichtbogenhandschweißen (MMA)		Holzfachwerk	276	Tampondruck	310
Schutzgasschweißen (MIG)		OBERFLÄCHE	278	Wassertransferdruck	312
Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG)		<u>ADDITIVE PROZESSE</u>	280	Prägefoliendruck / Einprägen	314
Plasmaschweißen		Spritzlackieren	280		
Unterpulverschweißen		Pulverbeschichten	282	<u>FACHWORTVERZEICHNIS</u>	316
Strahlschweißen	238	Elektrospritzlackieren		<u>DEUTSCH - ENGLISCH</u>	
Laserstrahlschweißen		Wirbelsinterbeschichten			
Elektronenstrahlschweißen		Eloxieren	286		
Reibschweißen	242				
Rotationsreibschweißen (RFW)					
Lineares Reibschweißen (LFW)					
Orbitalreibschweißen (OFW)					
Rührreibschweißen					
Vibrationsschweißen	248				

Blasformen

Das Blasformen ist ein Sammelbegriff für die Herstellung von Hohlkörpern aus thermoplastischen Kunststoffen, deren gemeinsames Merkmal das Aufblasen eines Vorformlings in einem formgebenden Blaswerkzeug ist. In Abhängigkeit von der Herstellung des Vorformlings werden das Extrusionsblasformen, das Spritzblasformen und das Tauchblasformen unterschieden.

Kosten:

moderate Werkzeugkosten
geringe Stückkosten

Qualität:

hochwertige, einheitliche dünnwandige Teile
hochwertige Endoberfläche möglich in glänzend, strukturiert oder matt

Eignung:

Holz, Alu, Metall,
bxfghc cf

Typische Anwendung:

chemische Verpackungen
medizinische Verpackungen

Verwandte Prozesse:

Spritzgießen
Rotationsgießen
Thermoverformung

Geschwindigkeit:

sehr schnelle Zykluszeit (normalerweise 1-2 min.)

Extrusionsblasformen (EBM)

Spritzblasformen (IBM)

Spritz-Streckblasformen (ISBM)

Blasformen

Extrusionsblasformen (EBM)

Wie funktioniert's:

Das Extrusionsblasformen dient der Herstellung von Hohlkörpern aus thermoplastischen Kunststoffen.

Beim Extrusionsblasformen wird ein schlauchförmiger Vorformling durch Extrusion erzeugt, in eine Blasform übergeben und durch Innendruck den Innenkonturen der Form angepasst. Derartig hergestellte Hohlkörper fin-

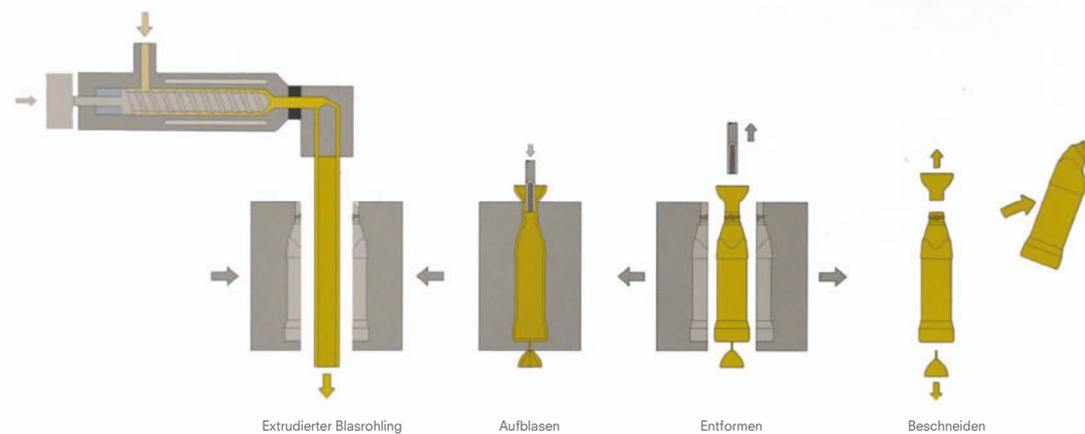
den sowohl im Verpackungsbereich als Kanister oder Fässer als auch für technische Teile wie Kraftfahrzeug-tanks, Lüftungskanäle oder gar Öltanks Verwendung. Für druckb- elastete Flaschen (beispielsweise für kohlenensäurehaltige Getränke) wird in der Regel das Spritzblasen angewen- det.

Mögliche Materialien:

- Polypropylen (PP)
- Polyethylen (PE)
- Polyethylene terephthaate (PET)
- Polyvinyl chlorid (PVC)



Extrusionsblasformen



Beispiel:
Eine Putzmittelflasche

Hersteller:
Polimoon
www.polimoon.com

Blasformen

Spritzblasformen (IBM)

Wie funktioniert's:

Beim Spritzblasen (Ein-Stufen-Verfahren) wird zunächst durch Spritzgießen eine zylindrische Preform (Vorformling) mit dem späteren Mündungs- und Dichtbereich aus einem Thermoplast hergestellt. Diese Preform wird in einer Konditionierstation thermisch auf das Blasprofil eingestellt und anschließend dem

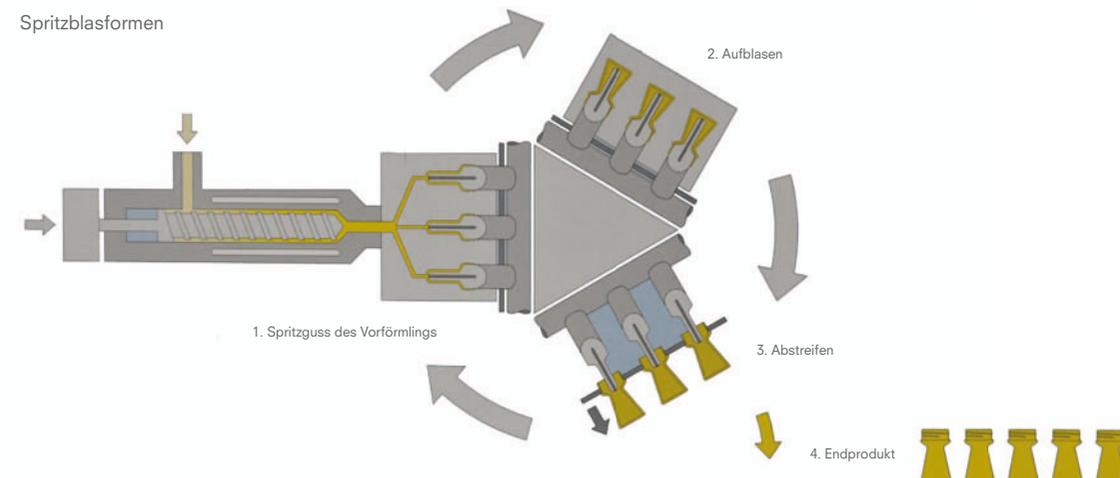
Blasvorgang zugeführt. Beim Blasvorgang wird erst die Preform in den zu expandierenden Bereichen oberhalb der Erweichungstemperatur gebracht und mittels Blasdom und Blaswerkzeug auf die endgültige Kontur aufgeblasen. Nach dem Abkühlen kann nun das fertige Formteil entformt werden.

Mögliche Materialien:

- Polypropylen (PP)
- HDPE



Spritzblasformen



Beispiel:
Ein Roldeobehälter

Hersteller:
Polimoon
www.polimoon.com



Blasformen

Spritz-Streckblasformen (ISBM)

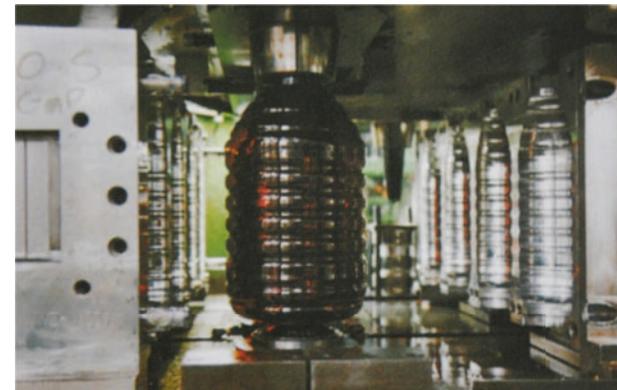
Wie funktioniert's:

Das Streckblasen ist ein Verfahren zur Herstellung von Kunststoff-Hohlkörpern aus thermoplastischem Kunststoff. Dieses Verfahren wird zur Herstellung von PET-Flaschen eingesetzt. Das Verfahren grenzt sich ab vom Extrusionsblasformen, bei dem ein Hohlkörper aus einem nur in die Länge gezogenen thermoplastischen Schlauchs hergestellt wird. Im Streckblasprozess werden Hohlkörper

hergestellt, die in Umfang und Längsrichtung verstreckt sind. Diese Verfahrensweise basiert auf der biaxialen (in zwei Richtungen) Ausrichtung der Makromoleküle im Kunststoff. Das Kennzeichen der im Streckblasprozess hergestellten Hohlkörper ist ein am Behälterboden erkennbarer Angusspunkt im Gegensatz zu den bei extrudierten Behältern sichtbaren Quetschnähten.

Mögliche Materialien:

- Polyethylen (PE)
- Polyethylene terephthaate (PET)
- Polyvinyl chlorid (PVC)

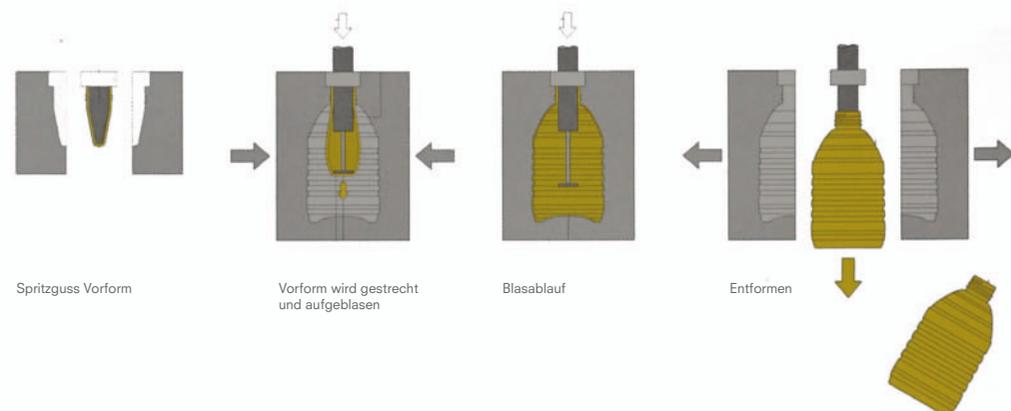


Beispiel:
Eine PET-Flasche

Hersteller:
Polimoon
www.polimoon.com



Spritz-Streckblasen



Thermoverformung

Die Thermoverformung (thermo-
plastische Umformung) umfasst die
Umformung von thermoplastischem
bahnenförmigem Material mittels
Hitze und Druck.

Niedriger Druck ist hierbei kos-
tengünstig und vielseitig, wo hinge-
gen mit hohem Druck Endoberflächen
und Details ähnlich zum Spritzgießen
produziert werden können.

Kosten:

geringe bis moderate Werkzeugkosten
geringe bis moderate Stückkosten, ungefähr 3 mal die
Materialkosten

Qualität:

hängt vom Material, Druck und der Technik ab

Eignung:

Bandablauf: geeignet für Massenproduktion
Einlagige Produktion: Einzelstückproduktion

Typische Anwendung:

Bad und Duschablagen
Verpackung
Transport- und Flugzeugausstattung

Verwandte Prozesse:

Verbundschichtstoffe
Spritzgießen
Rotationsgießen und Blasformen

Geschwindigkeit:

Bandablauf Zykluszeit: 10 Sekunden bis 1 Minute
Einlagige Produktion: 1-8 Minuten

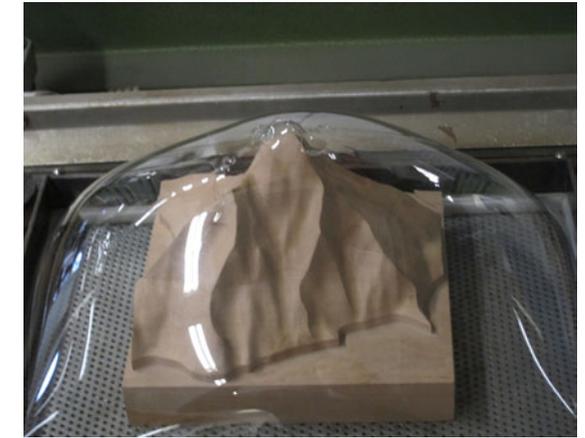
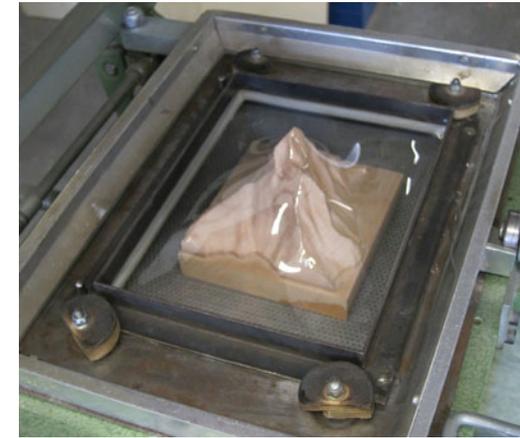
Vakuumentziehen

Luft-Druckumformen

Vakuuumformen mit Stempel

2 lagiges Druckumformen

Thermoverformung



Vakuumentziehen

Wie funktioniert's:

Ein Kunststoffbogen/ Material wird bis zu seinem Erweichungspunkt erhitzt. (Dieser ist für jedes Material unterschiedlich)

Das erweichte Material wird dann zu einer Blase aufgeblasen, welche dieses "vordehnt". Der Luftstrom wird dann schnell umgedreht und ein Vakuum zieht das Material in eine darunterliegende Form.

Nach erkalten des Materials wird dieses Formstabil und kann aus der Maschine genommen werden.

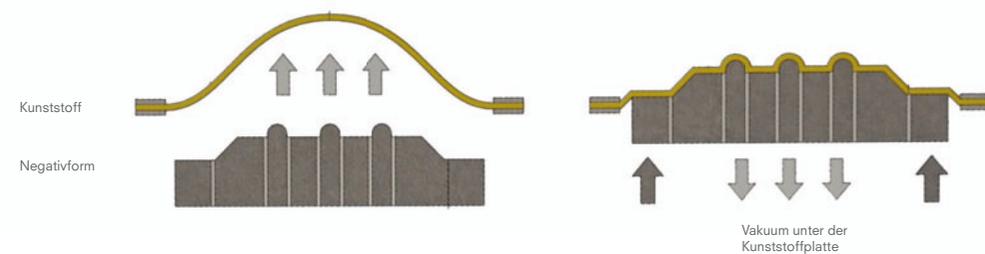
Mögliche Materialien:

- fast alle thermoplastische Materialien
- ABS
- Polyethylen terephthalate (PET)
- Polyethylen terephthalate mit glycol (PETG)
- Polypropylen (PP)
- Polycarbonat (PC)
- High impact polystyrene (HIPS)
- High density polyethylen (HDPE)

Beispiel:
Eine PET-Flasche

Hersteller:
Polimoon
www.polimoon.com

Vakuumentziehen



Thermoverformung

Luft-Druckumformen

Wie funktioniert's:

Ein Kunststoffbogen/ Material wird bis zu seinem Erweichungspunkt erhitzt, und dann mittels starkem Luftdruck (von oben) auf die darunter liegende Form gepresst.

Mögliche Materialien:

- fast alle thermoplastische Materialien
- ABS
- Polyethylen terephthalate (PET)
- Polyethylen terephthalate mit glycol (PETG)
- Polypropylen (PP)
- Polycarbonat (PC)
- High impact polystyrene (HIPS)
- High density polyethylen (HDPE)

Thermoverformung

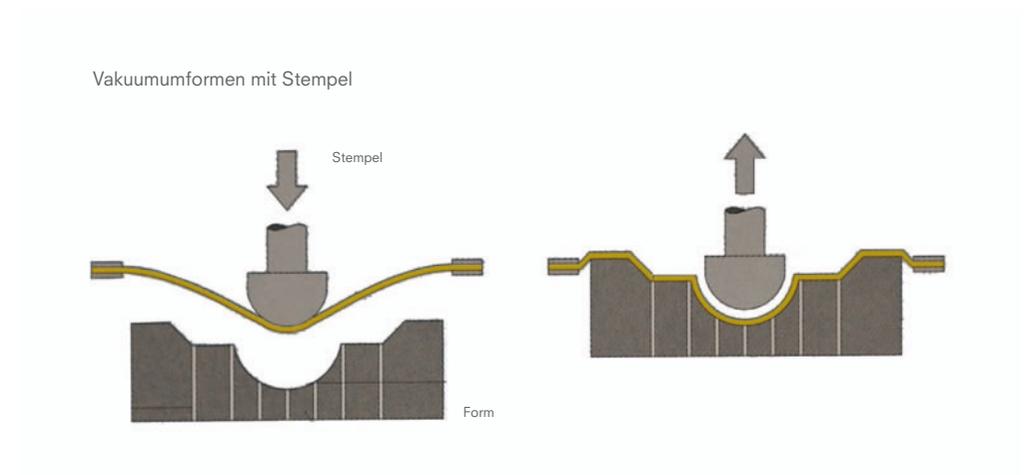
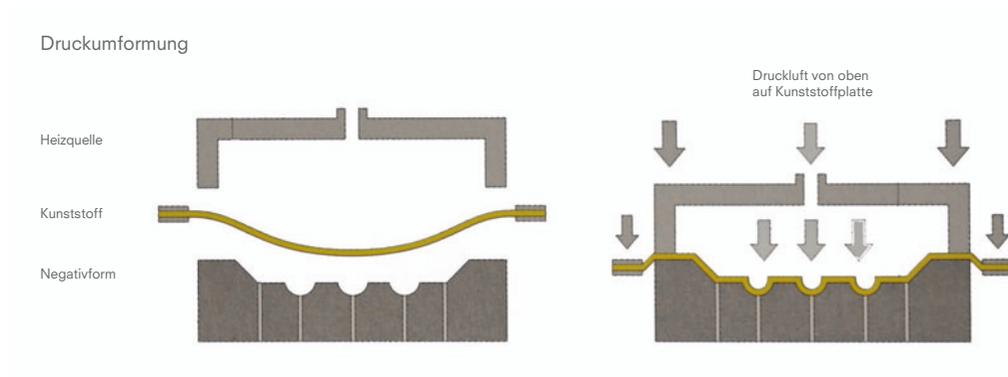
Vakuummformen mit Stempel

Wie funktioniert's:

Gleiches Verfahren wie beim Vakuummformen, nur dass dieses noch durch einen Negativ-Formstempel von oben unterstützt wird. Somit lässt sich die Materialstärke an der Stempelstelle kontrollieren.

Mögliche Materialien:

- fast alle thermoplastische Materialien
- ABS
- Polyethylen terephthalate (PET)
- Polyethylen terephthalate mit glycol (PETG)
- Polypropylen (PP)
- Polycarbonat (PC)
- High impact polystyrene (HIPS)
- High density polyethylen (HDPE)



Thermoverformung

2 lagiges Druckumformen

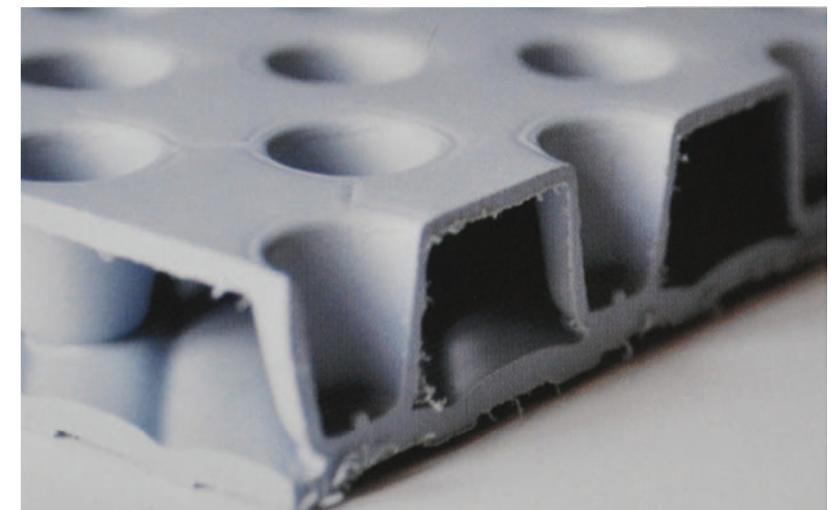
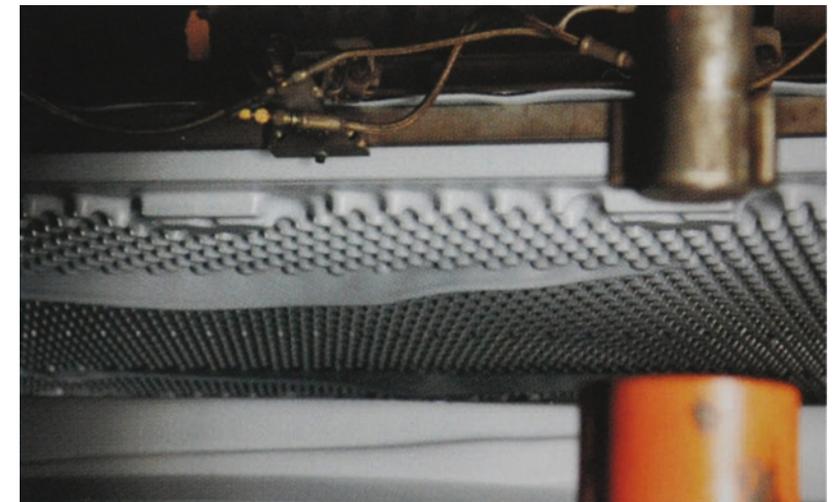
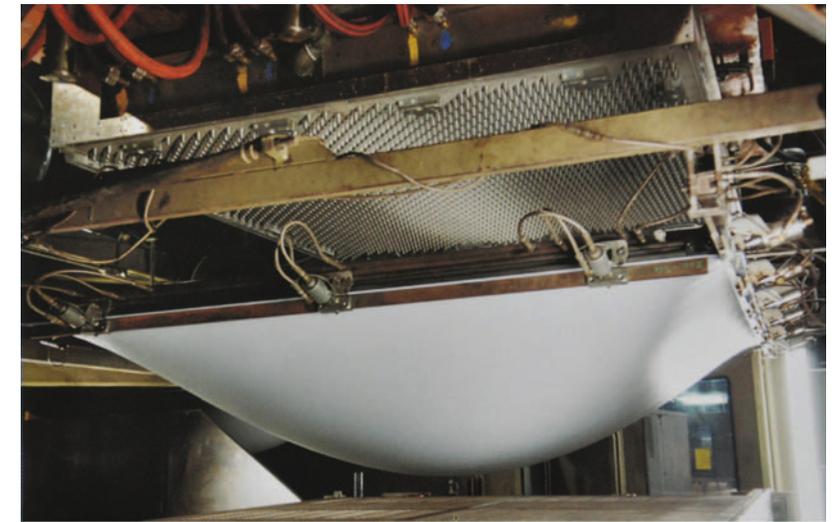
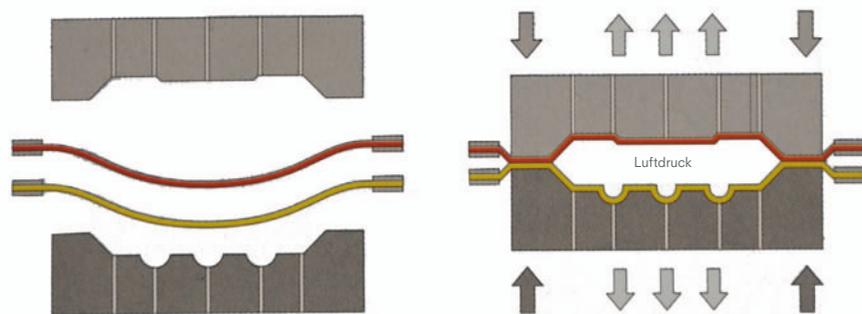
Wie funktioniert's:

Gleiches Verfahren wie beim Vakuumumformen, nur dass hierbei 2 Lagen Kunststoff erhitzt werden. Diese werden dann an den äußeren Kanten zusammengepresst/ verklebt. Zwischen die zwei Lagen wird Druckluft eingebracht, welche die Kunststofflagen nach außen in die Form drückt.

Mögliche Materialien:

- fast alle thermoplastische Materialien
- ABS
- Polyethylen terephthalate (PET)
- Polyethylen terephthalate mit glycol (PETG)
- Polypropylen (PP)
- Polycarbonat (PC)
- High impact polystyrene (HIPS)
- High density polyethylen (HDPE)

2-lagiges Druckumformen



Hersteller:
Kayserberg Plastics
www.kayplast.com

Rotationsgießen

Das Rotationsformen, auch Rotationsguss oder Rotationsinterververfahren genannt, ist ein spezielles Produktions-Verfahren, um große hohle nahtlose Kunststoff-Teile herzustellen. Bei der Herstellung lagert sich geschmolzenes Kunststoff-Granulat beim Abkühlen an den Innenflächen der rotierenden Form ab. Durch

die Beschaffenheit des Rotationswerkzeugs lassen sich verschiedene Wandstärken auch innerhalb einer einzigen Form realisieren. Anwendungsgebiete sind unter anderem große Gehäuse und Transportbehälter, aber auch Armaturen Bretter, Möbel und Spielzeug werden teilweise mit Rotationsgießen hergestellt.

Mögliche Materialien:

- Polyethylen (PE) am häufigsten
- Polyamid (PA)
- Polypropylen (PP)
- Polyvinyl chlorid (PVC)
- Ethylene vinyl acetat (EVA)

Kosten:

mittlere Werkzeugkosten
geringe bis mittlere Stückkosten, ungefähr 3-4 mal die Materialkosten

Qualität:

Endoberfläche ist gut
Geringer Druck während dem Formen produziert geringe Spannungsanhäufungen

Eignung:

kleine bis mittlere Volumina bis zu 10.000 Stück

Typische Anwendung:

Automobilzubehör
Möbel
Spielsachen

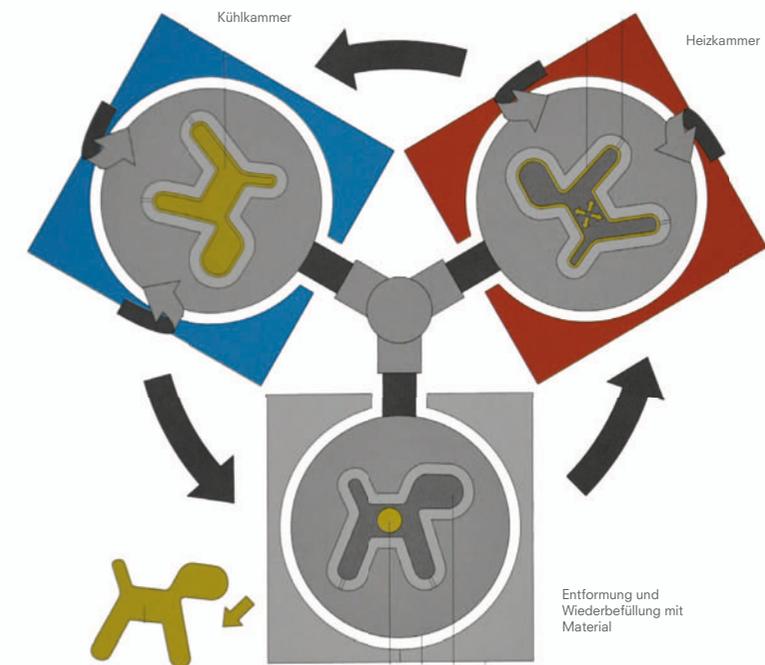
Verwandte Prozesse:

Blasformen
Thermoverformung

Geschwindigkeit:

Lange Zykluszeit: zwischen 30 bis 60 Minuten

Rotationsgießen





Beispiel:
Puppy
Eero Aarnio

Hersteller:
Magis
www.magisdesign.com



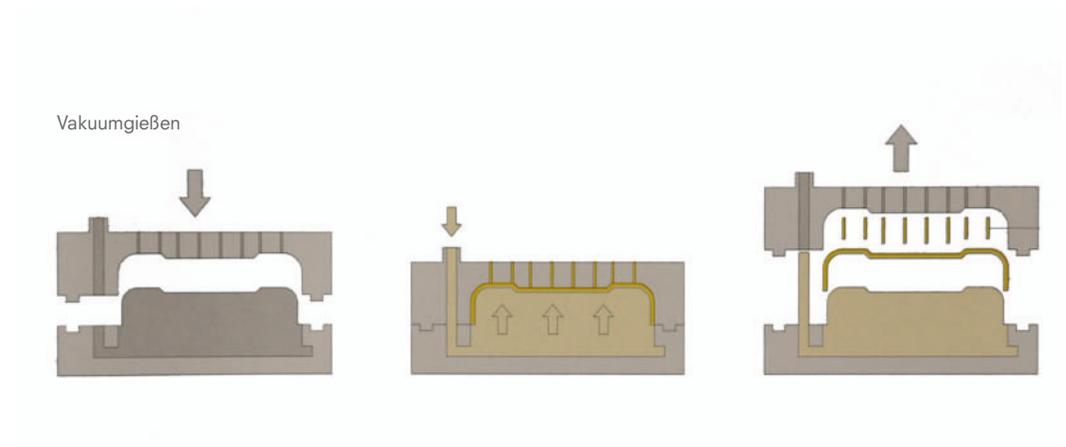
Vakuumgießen

Die Basis für die Herstellung ist der Prototyp. Nach der Definition der Formteilungsebene und des Angusses wird das Teil in einem Rahmen fixiert. Anschließend wird dieser Rahmen mit Silikonkautschuk ausgefüllt und unter Vakuum erwärmt. Dadurch entweicht die im Silikon enthaltene Luft und die Form erhält die erforder-

liche Festigkeit. Nach dem Entformen des Urmodells wird die Form erneut geschlossen und unter Vakuum mit dem flüssigen Material gefüllt. Nach dem Aushärten des Kunststoffes werden die erzeugten Teile entformt und gefinisht. Anschließend steht die Form für weitere Abgüsse zur Verfügung.

Mögliche Materialien:

- sehr viele PUR
- Polyamid (PA)
- Zweikomponenten-Gießharze (Kunststoffe)
- Schmelzfähige Wachsmaterialien (für den Einsatz als Urmodell für den Feinguss)
- Niedrigschmelzende
- Metalllegierungen



Kosten:

geringe Werkzeugkosten
moderate Stückkosten

Qualität:

Endoberfläche ist gut
Sehr hochwertige Endoberfläche und Reproduktion von Details

Eignung:

kleine bis mittlere Volumina bis zu 10.000 Stück

Typische Anwendung:

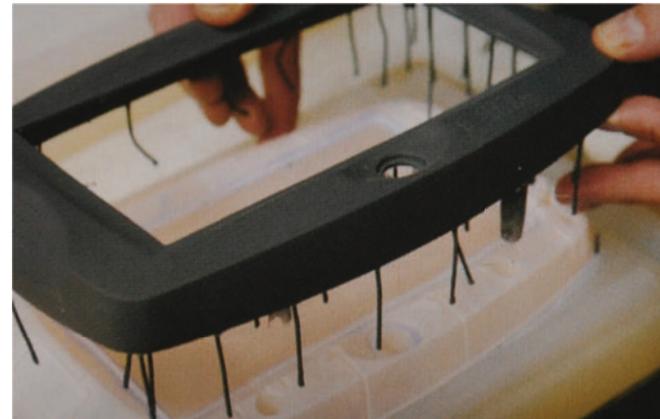
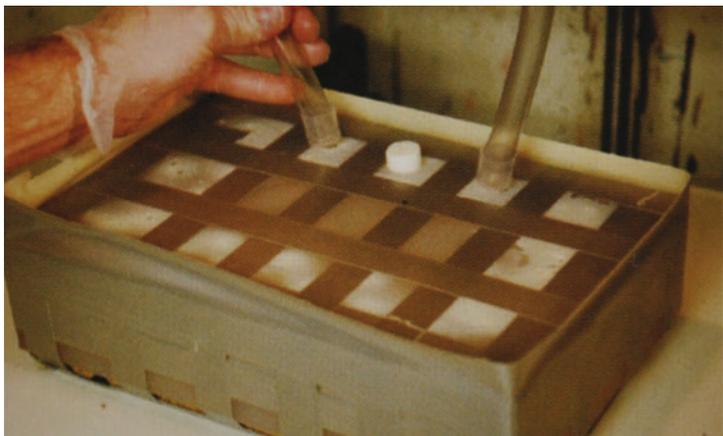
Automobilzubehör
Unterhaltungselektronik
Sportgeräte

Verwandte Prozesse:

Spritzgießen
Reaktionsspritzgießen

Geschwindigkeit:

Variable Zykluszeit: normalerweise zwischen 45 min. und 4 h, aber auch bis zu mehreren Tagen abhängig von der Größe des Bauteils.



Beispiel:
Bildschirm für Krankenhausanwendung

Hersteller:
CMA Moldform
www.cmamoldform.co.uk

Formpressen

Zu Beginn des Verfahrens wird die Formmasse in die Kavität eingebracht, welche aufgeheizt wird. Anschließend wird die Kavität unter Einsatz eines Druckkolbens geschlossen. Durch den Druck erlangt die Formmasse die vom Werkzeug vorgegebene Form. Bei duroplastischen Kunststoffen dient die Temperatur zur Beeinflussung des

Aushärtvorgangs, bei Thermoplasten zum Schmelzen des Kunststoffs. Nach dem Abkühlen kann das fertige Teil aus dem Formwerkzeug entnommen und ggf. nach- oder weiterverarbeitet werden.

Meistens werden thermisch aushärtende Kunststoffe bei diesem Verfahren verwendet.

Kosten:

moderate Werkzeugkosten
geringe Stückkosten, ungefähr 3-4 mal die Materialkosten

Qualität:

Hoch beanspruchbare Teile mit qualitativer Endoberfläche

Eignung:

Mittlere bis hohe Serienfertigung

Typische Anwendung:

Automobilindustrie unter der Motorhaube
Elektrische Haushaltswaren und Küchenequipment
Stempel, Dichtungen und Tastaturen

Verwandte Prozesse:

DMC und SMC Formen
Spritzgießen
Vakuumgießen

Geschwindigkeit:

Kunststoff: schnell (2 Minuten Zykluszeit)
Gummi: Langsamer (10 Minuten Zykluszeit)

Formpressen Gummi

Formpressen Kunststoff

Formpressen

Formpressen Gummi

Wie funktioniert's:

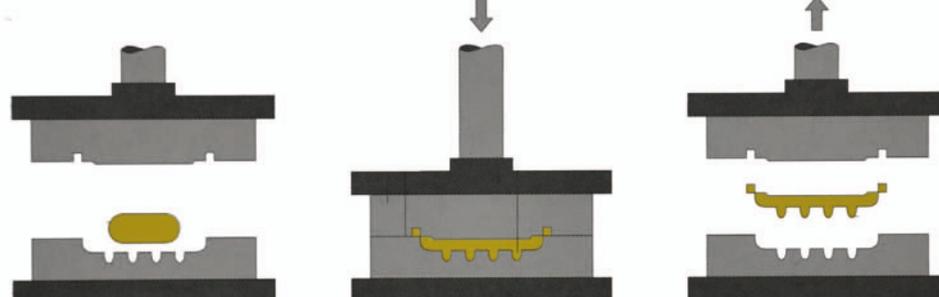
Formpressvorgang wie oben angegeben, nur das die Zykluszeit (ca. 10 Minuten-Zyklus) bedeutend länger ist wie beim Pressen von Kunststoff. Dazu muss die Pressform zum Ausformen nicht verändert werden. (Es sei denn Hinterschneidungen oä. sind sehr komplex)

Mögliche Materialien:

- viele Gummiarten
- meistens Silikone



Formpressen Gummi



Gummihohling

Pressvorgang

Entformung

Hersteller:
RubberTech2000
www.rubbertech2000.co.uk

Formpressen

Formpressen Kunststoff

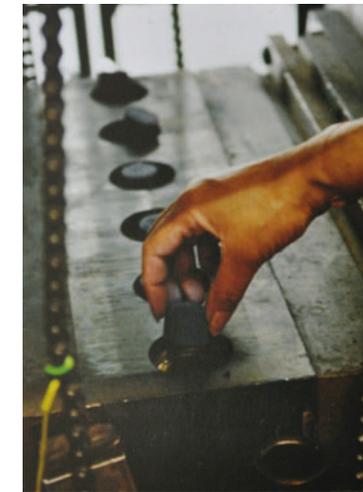
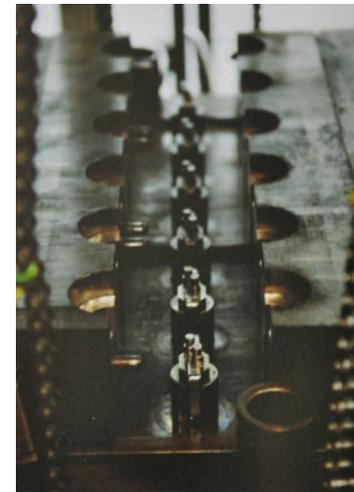
Wie funktioniert's:

Formpressvorgang wie oben angegeben, nur dass die Zykluszeit bedeutend kürzer ist als bei Gummi. (ca. 2 Minuten-Zyklus).

Dazu muss die Form zum Entformen teilbar sein, um Hinterschneidungen und kompliziertere Formen zu ermöglichen.

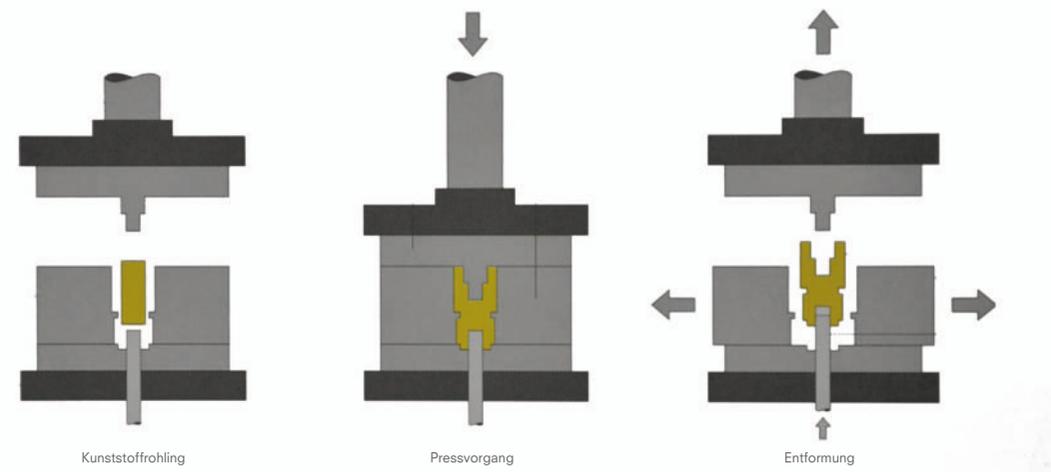
Mögliche Materialien:

- thermisch aushärtende Materialien:
- Phenole
- Polyester (PE)
- Harnstoff
- Melamine



Hersteller:
Cromwell Plastics
www.cromwell-plastics.co.uk

Formpressen Kunststoff



Spritzgießen

Das Spritzgießen ist ein Urformverfahren, das hauptsächlich in der Kunststoffverarbeitung eingesetzt wird.

Mit diesem Verfahren lassen sich wirtschaftlich direkt verwendbare Formteile in großer Stückzahl herstellen. Dazu wird mit einer Spritzgießmaschine der jeweilige Werkstoff, meist Kunststoff, in einer

Spritzeinheit plastifiziert und in ein Spritzgießwerkzeug eingespritzt. Der Hohlraum, die Kavität, des Werkzeugs bestimmt die Form und die Oberflächenstruktur des fertigen Teils. Es sind heute Teile im Gewichtsbereich von wenigen Zehntel Gramm bis zu einer Größenordnung von 150 Kilogramm herstellbar.

Mit dem Spritzgießen lassen sich Ge-

genstände mit hoher Genauigkeit, wie zum Beispiel für die Feinwerktechnik, und/oder Massenprodukte in kurzer Zeit herstellen. Dabei kann die Oberfläche des Bauteiles nahezu frei gewählt werden. Glatte Oberflächen für optische Anwendungen, Narbungen für berührungsfreundliche Bereiche, Muster und Gravuren lassen sich herstellen.

Kosten:

sehr hohe Werkzeugkosten, hängt von der Komplexität und den Aussparungen ab
sehr geringe Stückkosten

Qualität:

Sehr hochwertige Endoberfläche
sehr oft wiederholbarer Prozess

Eignung:

Hohe Stückzahlen/ Massenproduktion

Typische Anwendung:

Automobilteile
Elektronikartikel
Industrie- und Haushaltsprodukte

Verwandte Prozesse:

Reaktionsspritzgießen
Thermoverformen
Vakuumgießen

Geschwindigkeit:

Spritzgusszyklus normalerweise zwischen 30-60 Sekunden

Spritzgießen (allgemein)

Gasinnendruck-Spritzgießen

Mehrkomponenten-Spritzgießen

Folienhinterspritzen

Spritzgießen

Spritzgießen (allgemein)

Wie funktioniert's:

Das Spritzgussverfahren ist (fast nur) für größere Stückzahlen wirtschaftlich sinnvoll. Die Kosten für das Werkzeug machen einen großen Teil der notwendigen Investitionen aus. Dadurch ist selbst bei einfachen Werkzeugen die Schwelle der Wirtschaftlichkeit erst bei einigen tausend Teilen erreicht. Dafür können die Werkzeuge für die Herstellung von bis zu einigen Millionen Teilen verwendet werden.

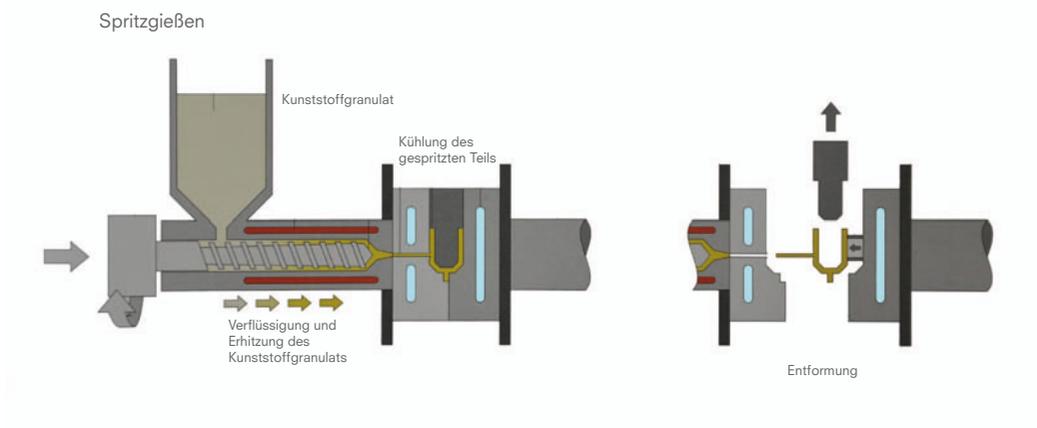
Mögliche Materialien:

- fast alle thermoplastischen Materialien
- einige thermisch aushärtende Materialien
- Pulvermetalle in einer Kunststoffmatrix



Beispiel:
Fahrradretreter

Hersteller:
ENL
www.enl.co.uk



Spritzgießen

Gasinnendruck-Spritzgießen

Wie funktioniert's:

Gasinnendruck-Spritzgießen ist ein spezialisiertes Spritzgussverfahren zur Herstellung hohler Werkstücke. Das Innendruck-Spritzgießen ist dabei eine moderne, wirtschaftliche Alternative zum normalen Spritzgussverfahren

Beim Gasinnendruck-Spritzgießen (kurz GID) verdrängt das Gas die Schmelze, übernimmt mit Drücken bis maximal 300 bar die Restfüll-

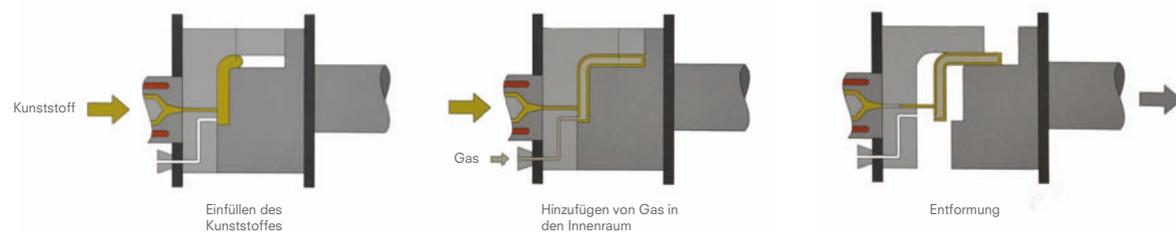
lung. Das Injizieren kann durch die Maschinendüse und damit durch das Angussystem oder durch eine separate Injektionsnadel direkt in das Formteil in der Kavität erfolgen. Eine weitere Variante ist die vollständige Füllung der Kavität mit Schmelze und anschließendem Ausblasen von Schmelze in eine Nebenkavität oder das Zurückblasen in den Schneckenzyylinder.

Mögliche Materialien:

- fast alle thermoplastischen Materialien
- einige thermisch aushärtende Materialien
- Pulvermetalle in einer Kunststoffmatrix



Gasinnendruck-Spritzgießen



Beispiel:
Magis Air Chair

Hersteller:
Magis
www.magisdesign.com



Spritzgießen

Mehrkomponenten-Spritzgießen

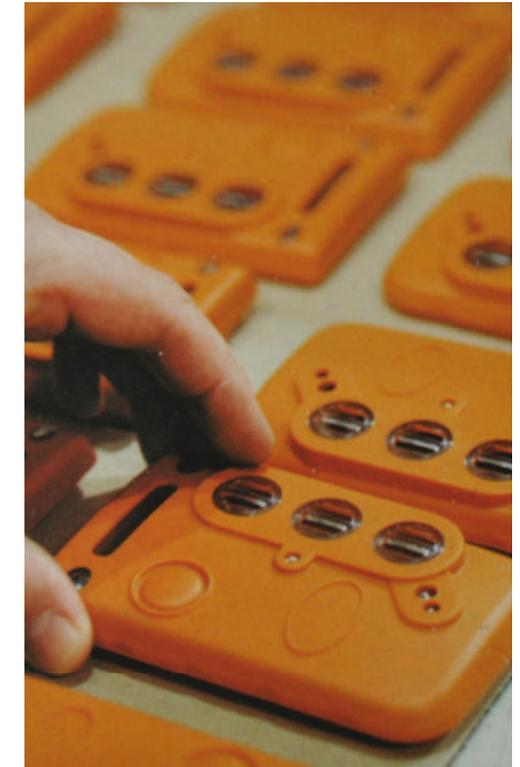
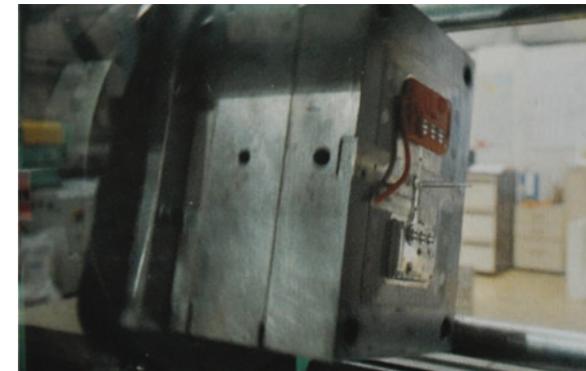
Wie funktioniert's:

Beim Mehrkomponenten-Verfahren gibt es verschiedene Arten des Spritzgießens, denen allen gemeinsam ist, dass Spritzgießmaschinen mit zwei oder auch mehreren Spritzeinheiten aber ggf. nur einer Schließeinheit benötigt werden. Die Spritzeinheiten müssen harmonierend arbeiten aber immer unabhängig voneinander steuerbar sein. Die Komponenten können durch eine Spezialdüse

eingespritzt oder an verschiedenen Stellen ins Werkzeug eingebracht werden.
· Verfahren für zwei scharf getrennte Komponenten:
Umsetzen des unfertigen Spritzlings in eine Werkzeugkavität mit Platz für die neue Komponente mittels Drehtechnik oder Schiebetechnik (meist wird eine Werkzeughälfte gedreht/bewegt)

Mögliche Materialien:

Die Kunststoffe können unterschiedlich sein, sollten jedoch eine gewisse Haftung zueinander aufweisen wie PP/PE, PMMA/PS, CA/ABS und PC/ABS, sofern beim Fertigteil eine feste Verbindung der Komponenten untereinander notwendig ist.

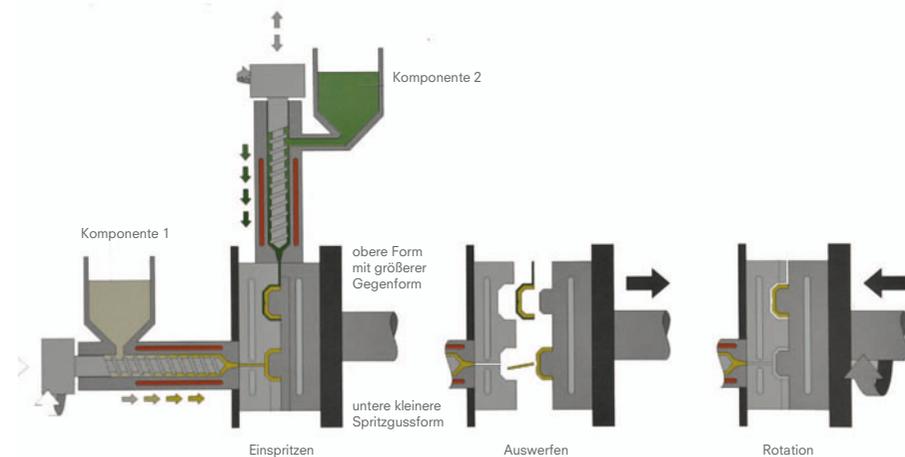


Beispiel:
Hand-Gasmelder

Hersteller:
Hymid Multi-Shot
www.hymid.co.uk



Mehrkomponenten-Spritzgießen



Spritzgießen

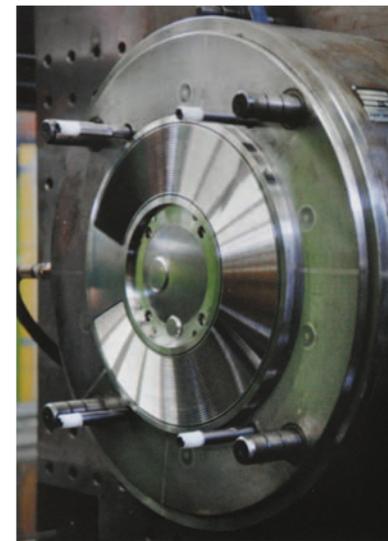
Folienhinterspritzen

Wie funktioniert's:

Beim Folienhinterspritzen wird eine meist bedruckte Folie z.B. im Thermoform-Prozess vorgeformt. Diese Folie wird dann in ein Spritzgusswerkzeug eingelegt und mit Kunststoff hinterspritzt.

Mögliche Materialien:

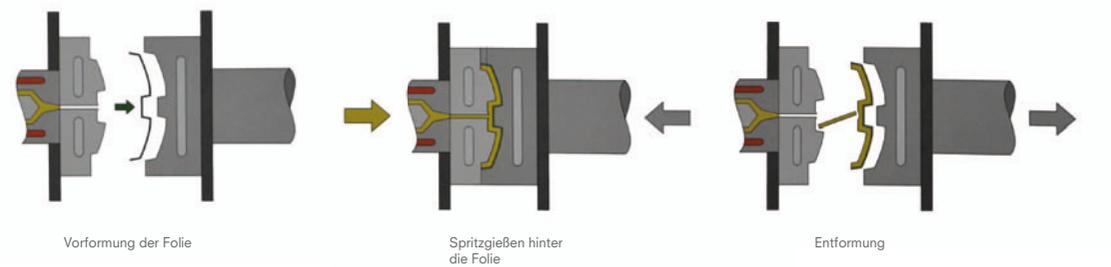
- fast alle thermoplastischen Materialien
- einige thermisch aushärtende Materialien
- Pulvermetalle in einer Kunststoffmatrix



Beispiel:
Lampenschirm

Hersteller:
Luceplan
www.luceplan.com

Folienhinterspritzen



Reaktionstechnik (RIM)

Reaktionstechnik (RIM - Reaction Injection Molding) beinhaltet das Kaltschaumformen. 2 Komponenten werden zusammengemischt, diese reagieren zusammen, schäumen auf und härten später aus.

Bsp. rechts:
Flüssiges Isozyanat und flüssiges Polyol werden in einem Kunststoffsack vermischt um den Reaktionsprozess zu demonstrieren.

Kosten:

geringe bis moderate Werkzeugkosten abhängig von der Größe und Komplexität der Form

Qualität:

Qualitative Formteile mit guter Detailreproduktion

Eignung:

Einzel- bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

Automobilteile
Möbel
Sportgeräte und Spielzeug

Verwandte Prozesse:

CNC Bearbeitung
Spritzgießen
Vakuumgießen

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit (5-15 Minuten) abhängig von der Komplexität des Werkstücks

Reaktions-Spritzgießen (RIM-Reaction Injection Molding)



Reaktionstechnik (RIM)

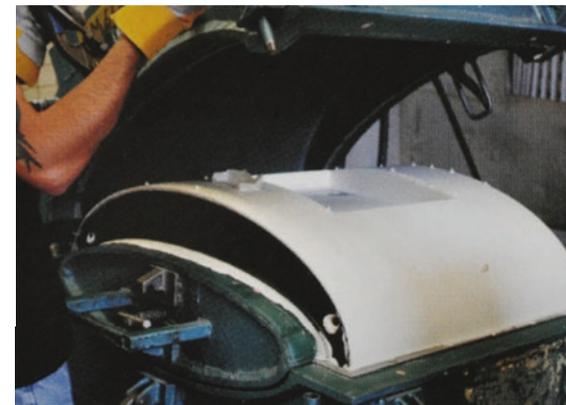
Reaktions-Spritzgießen (RIM-Reaction Injection Molding)

Wie funktioniert's:

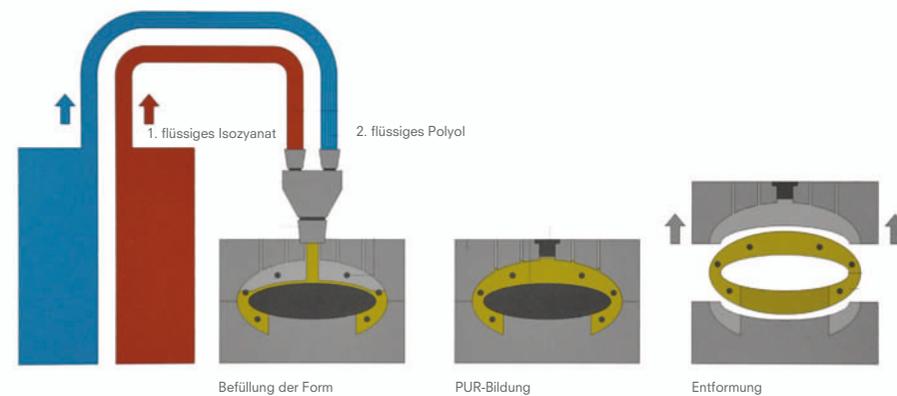
Flüssiges Isozyanat und flüssiges Polyol werden in eine Form gespritzt. Dort reagieren sie miteinander und "schäumen auf". In der Form härten die Materialien dann aus und heraus kommt ein formstabiles Teil aus PUR.

Mögliche Materialien:

· Bsp. Isozyanat + Polyol = PUR



Reaktionstechnik (RIM - Reaction Injection Molding)



Beispiel:
Eye Chair

Hersteller:
Interfoam
www.interfoam.co.uk



Tauchformen

Wie funktioniert's:

Diese kostengünstige Produktionsmethode wird verwendet um günstige thermoplastische Produkte herzustellen.

Es eignet sich vor allem für hohle Objekte mit Wandstärke aus flexiblen oder halbharten Materialien. Im Bereich der Beschichtungsverfahren kann mit dieser Methode zusätzlich eine dicke, glänzende, isolierende Schutzschicht auf Metallteilen aufgebracht werden.

Ein Negativwerkzeug wird auf

ungefähr 80° C-110° C vorgewärmt. Danach wird dieses Werkzeug in ein Bad mit flüssigem PVC eingetaucht. Diese Flüssigkeit polymerisiert bei einer Temperatur von ca. 60° C aus und setzt sich somit als feste Schicht an der Werkzeugoberfläche an. Um die Wandstärke zu verdicken muss das Werkzeug vorab auf eine höhere Temperatur aufgewärmt werden. Später wird das Werkstück von der Form entfernt und im Ofen ausgehärtet.

Mögliche Materialien:

- PVC (am häufigsten)
- Nylon
- Silikone
- Latex
- Urethane

Kosten:

sehr geringe Werkzeugkosten
Geringe bis moderate Stückkosten

Qualität:

Glänzend oder matte Oberfläche
Keine Grate oder Teilungsnähte

Eignung:

Einzel- bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

Verschlusssteile und Hülsen
Isolierungsüberzüge für Elektrik
Werkzeuggriffe

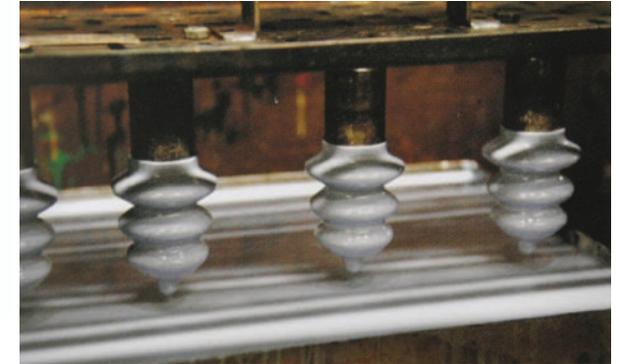
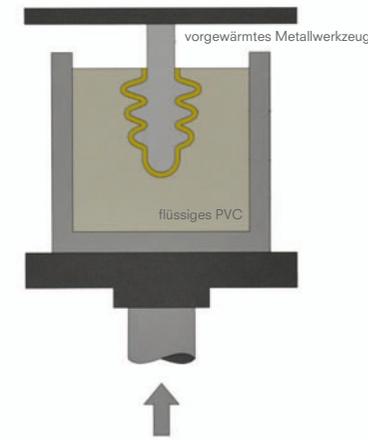
Verwandte Prozesse:

Spritzgießen
Pulverbeschichtung
Thermoverformung

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit (manuell 5-6 Minuten, automatisiert 1-2 Minuten)

Tauchformen



Beispiel:
flexible Kappe

Hersteller:
Cove Industrie
www.cove-industrie.co.uk

Metallausbeueln / Kumpeln

Als Kumpeln wird das Verfahren zur Umformung von Metallteilen bezeichnet, bei dem gewölbte Formteile ohne Änderung der Materialdicke hergestellt werden. Das Verfahren kann sowohl bei Raumtemperatur als auch mit Warmumformung durchgeführt werden. Weiche Kurven und wellenartige Formen aus Metallblech können mit diesem Verfahren hergestellt werden.

Dabei wird das Werkstück (Metallblech) immer über die Anwendung von Druck/ Hammerschlägen oä. in eine andere Form gebracht. Je nachdem was für eine Form erreicht werden soll wird auch die Art des Werkzeugs etc. gewählt.

Folgende Beispiele sind vom Bau einer Karosserie für den Spyker C8 Spyder.

Kosten:

geringe bis moderate Werkzeugkosten
Moderate bis hohe Stückkosten

Qualität:

Gute Handarbeitsqualität

Eignung:

Einzelstück bis geringe Stückzahlproduktion

Typische Anwendung:

Luftfahrt
Automobil
Möbel

Verwandte Prozesse:

Stempelziehen
Lochen und Stanzen
Superforming

Geschwindigkeit:

Lange Zykluszeit abhängig von der Größe und Komplexität des Bauteils

Kumpeln in einen Sandsack

Meiseln mit Vorrichtung

Umformung mit Radwerkzeug

Ausbeulen mit Form

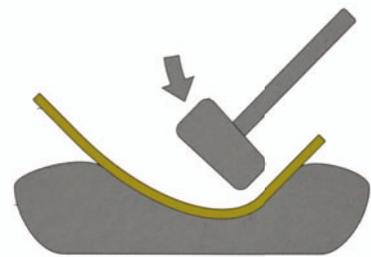


Beispiel:
Spyker C8 Spyder

Hersteller:
Coventry Prototype Panels
www.covproto.com

Metallausbeueln / Kumpeln

Kumpeln in einen Sandsack

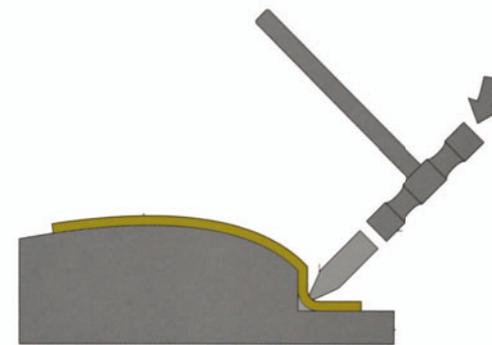


Kumpeln in einen Sandsack



Metallausbeueln / Kumpeln

Meiseln mit Vorrichtung

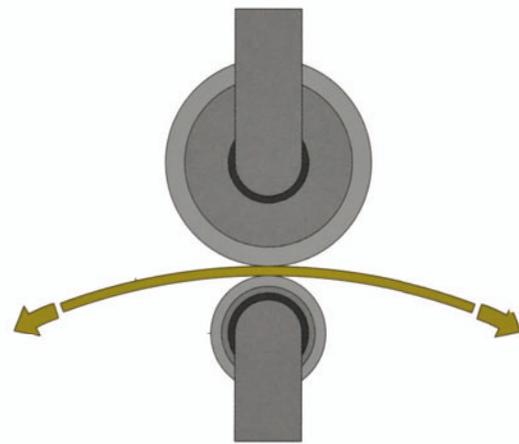


Meiseln mit Vorrichtung



Metallausbeueln / Kumpeln

Umformung mit Radwerkzeug

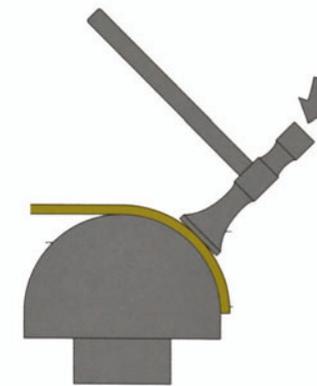


Umformung mit Radwerkzeug



Metallausbeueln / Kumpeln

Ausbeulen mit Form



Ausbeulen mit Form



Metalldrücken

Das Drücken (Metalldrücken/ Formdrücken) ist ein Fertigungsverfahren der Umformtechnik und gehört zur Gruppe der Druckverfahren. Die Druckverfahren dienen zur Herstellung zumeist rotationssymmetrischer Hohlkörper mit nahezu beliebiger Mantellinienkontur in kleinen und mittleren Stückzahlen und werden in der Regel in einer Kombination dieser Verfahren eingesetzt.

Typische Bauteile, die durch Drücken gefertigt werden sind beispielsweise:

- Töpfe, Kannen und Kessel für Großküchen
- Kunst- und Ziergegenstände wie Vasen und Pokale
- etc.

Kosten:

geringe Werkzeugkosten
Moderate Stückkosten

Qualität:

Variable: Die Qualität der Endoberfläche ist abhängig vom Können des Bearbeiters

Eignung:

Einzelstück bis geringe Stückzahlproduktion

Typische Anwendung:

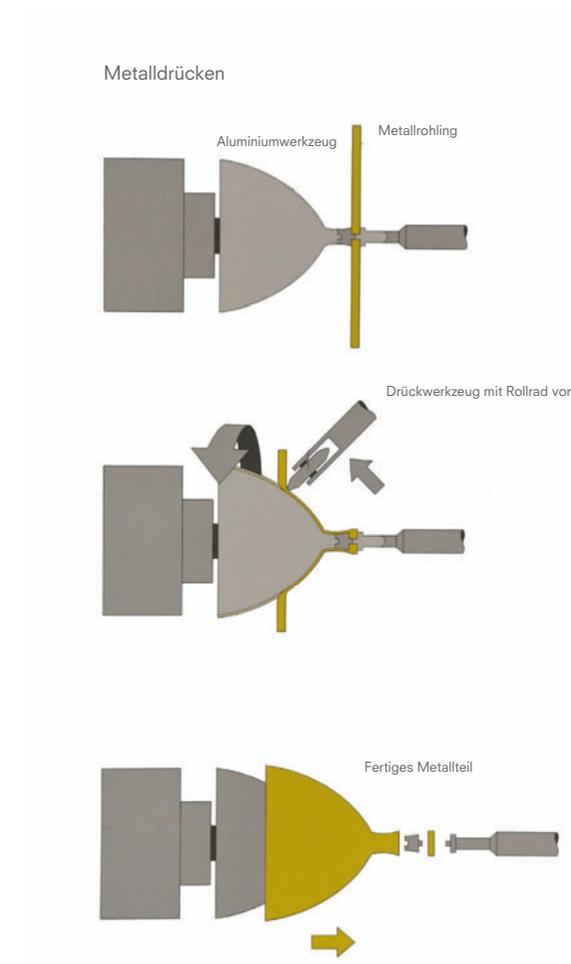
Automobil und Luftfahrt
Schmuck
Leuchten und Möbel

Verwandte Prozesse:

Stempelziehen
Metallstanzen/ Prägen

Geschwindigkeit:

Moderate bis schnelle Zykluszeit abhängig von der Größe und Komplexität, sowie Art und Dicke des zu bearbeitenden Materials



Metalldrücken

Wie funktioniert's:

Beim Drücken wird ein kreisförmiger Blechzuschnitt (die sogenannte Ronde) vor die Stirnseite eines Drückfutters gespannt. Das Drückfutter stellt dabei die Geometrie des Bauteils als Innenform dar (formgebendes Werkzeug). Das Futter wird dann zusammen mit der Ronde vom Hauptspindeltrieb der Drückmaschine oder in Einzelfällen auch von Muskelkraft - in Rotation versetzt.

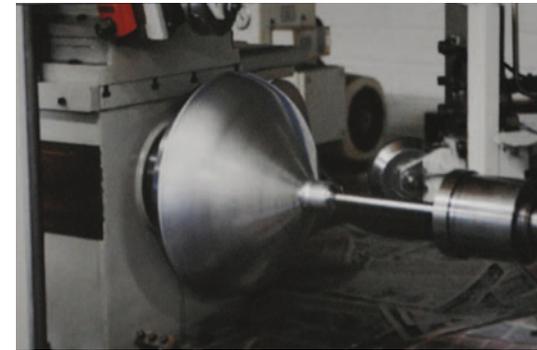
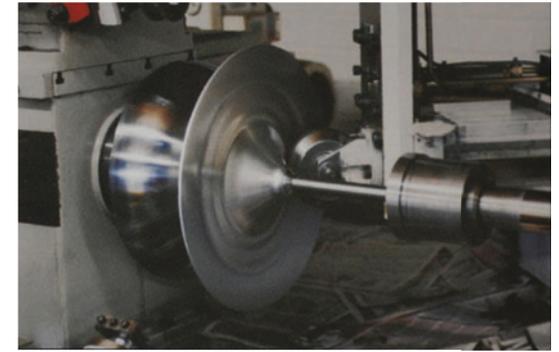
Die eigentliche Umformung der Ronde zum Bauteil erfolgt in mehreren Stufen durch ein Drückwerkzeug (universelles Werkzeug), welches Schritt für Schritt von der Mitte der

Ronde zum Rand und wieder zurück bewegt wird. Durch das Fortschreiten dieser Bewegung in axialer Richtung nähert sich die Ronde nach und nach der Geometrie des Futters an. Bei industriellen Prozessen wird als Werkzeug eine Drückrolle eingesetzt und die Bewegung wird computergesteuert durchgeführt. In der handwerklichen Drückteilefertigung kommen oft stabförmige Werkzeuge mit unterschiedlich geformten Enden zum Einsatz. Hierbei wird das Werkzeug in einer Aufnahme geführt und über die Handbewegungen des Menschen bewegt.

Mögliche Materialien:

die meisten Metallbleche wie

- Carbonstahl
- Edelstahl
- Aluminium
- Magnesium
- Titan
- Kupfer
- Messing
- Zink



Beispiel:
Grito Leuchterschirm

Hersteller:
Mathmos
www.mathmos.co.uk

Metallstanzen/ Prägen

Beim Stanzen werden Flachteile aus verschiedenen Werkstoffen (Bleche, Pappe, Textilien usw.) mit einer Presse oder auf Schlag und einem Schneidwerkzeug gefertigt. Das dabei verwendete Trennverfahren ist das Scherschneiden.

Ein Stanzwerkzeug besteht aus dem Stempel, der die Innenform darstellt, und der Matrize, die eine entsprechend passende Öffnung (Beispiel: Locher) aufweist. Der Stempel kann je

nach Werkzeugaufbau sowohl Ober- als auch das Unterteil des Werkzeuges sein. Je nach Anwendungsfall kann das Gegenstück zum Stempel auch eine ebene Unterlage sein. Dann besteht das Werkzeugoberteil aus einem entsprechend geformten, geschlossenen Stanzmesser (zum Beispiel an einer Lochzange oder Locheisen). In diesem Fall gehört die Unterlage nicht zum Werkzeug.

Kosten:

hohe Werkzeugkosten
Geringe bis moderate Stückkosten

Qualität:

Gute Qualität und präzise Biegungen durch ein angepasstes Werkzeug

Eignung:

hohe Stückzahlproduktion

Typische Anwendung:

Automobil
Konsumprodukte
Möbel

Verwandte Prozesse:

Stempelziehen
Metalldrücken
Gesenkbiegen

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit (unter 1 Sekunde bis zu 1 Minute)

Metallstanzen

Sekundäres Stanzen

Metallstanzen/ Prägen

Metallstanzen

Wie funktioniert's:

Metallstanzen wird mit einer Schlag-
presse vollzogen.

Davor wird ein Metallblech auf einen
Abstreifring gelegt. Danach erfolgt
ein Schlag über die Presse welcher
das Metallblech zwischen Positiv-
und Negativform presst.

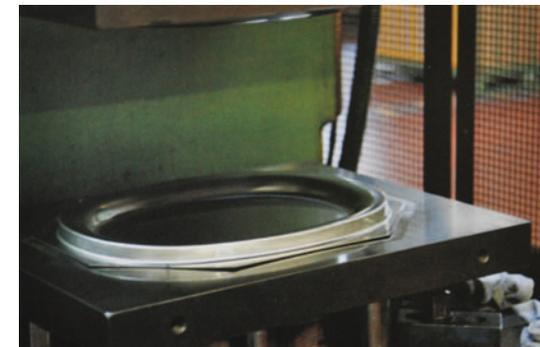
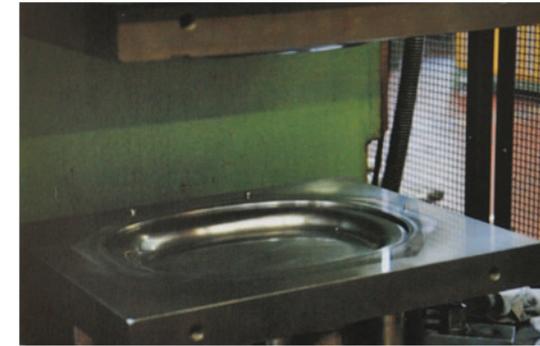
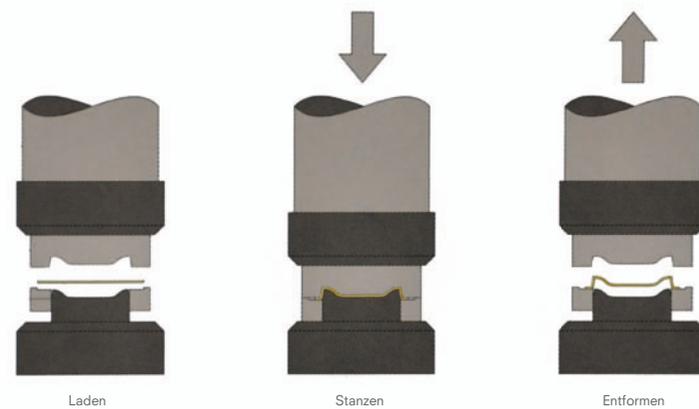
Dann kann das Werkstück mit dem
Abstreifring entformt werden.

Mögliche Materialien:

die meisten Metallbleche wie

- Carbonstahl
- Edelstahl
- Aluminium
- Magnesium
- Titan
- Kupfer
- Messing
- Zink

Metallstanzen



Beispiel:
Metalltablet

Hersteller:
Alessi
www.alessi.com



Metallstanzen/ Prägen

Sekundäres Stanzen

Wie funktioniert's:

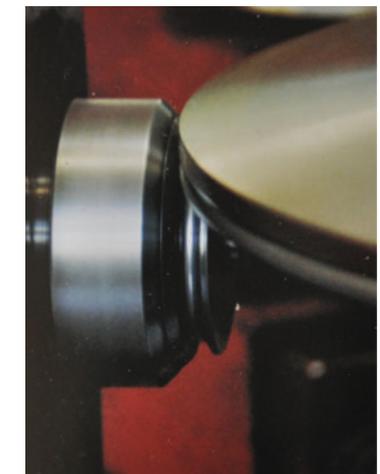
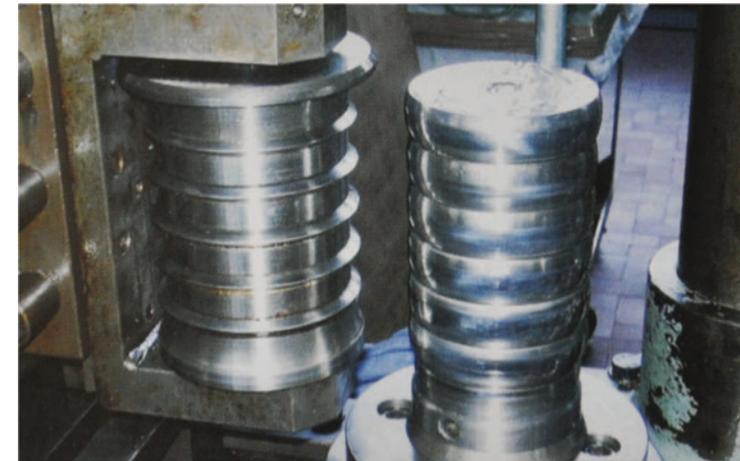
Als Ausgangsform können viele Objekte bzw. in unterschiedlichen Prozessen hergestellte Objekte verwendet werden. (Bsp. Eimerförmiges Objekt) Diese werden dann in einem zweiten Produktionsschritt weiterverformt.

Die Objekte werden in das Werkzeug eingespannt.

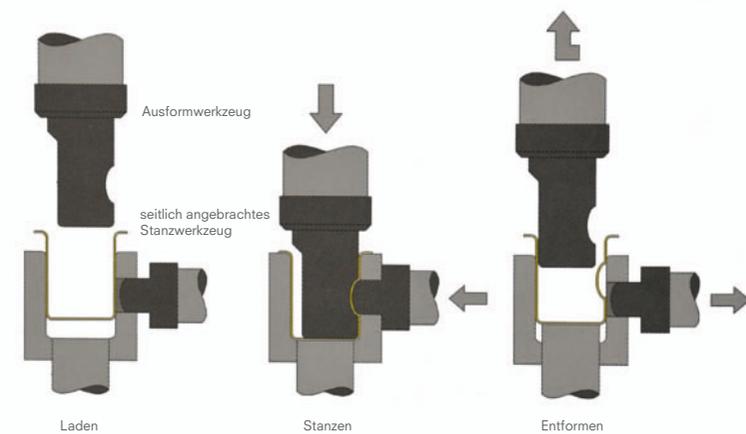
Die Innenseite wird dann mit einem Ausformwerkzeug ausgesteift und von außen wird eine zusätzliche Verformung über ein Stanzwerkzeug eingepresst. Wird dann das Ausgangsobjekt auch noch in der Vorrichtung gedreht, so kann man rotationsymmetrische Formen einstanzen.

Mögliche Materialien:

- die meisten Metallbleche wie
- Carbonstahl
- Edelstahl
- Aluminium
- Magnesium
- Titan
- Kupfer
- Messing
- Zink

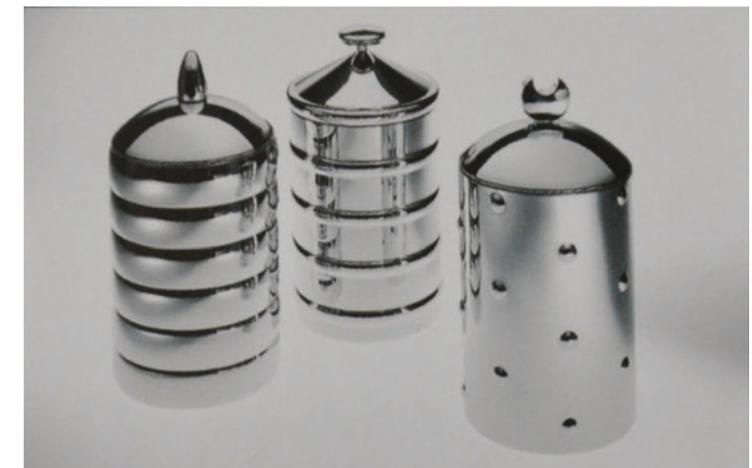


Sekundäres Stanzen



Beispiel:
oben und unten: Wäschetonne
mitte: Tablett

Hersteller:
Alessi
www.alessi.com



Stempelziehen

Das Stempelziehen ist ein Kaltverformungsprozess für Metall.

Dabei wird eine Metallplatte über einen Stempel in eine Negativform gedrückt.

Mit dieser Methode werden hauptsächlich gebogene Geometrien hergestellt.

Sehr hohe Geometrien können durch ein Stufenwerkzeug hergestellt werden.

Kosten:

hohe bis sehr hohe Werkzeugkosten
Moderate Stückkosten

Qualität:

Gute Endoberfläche

Eignung:

Mittlere bis hohe Stückzahlproduktion

Typische Anwendung:

Automobil und Luftfahrt
Essens- und Getränkeverpackungen
Möbel und Leuchten

Verwandte Prozesse:

Metalldrücken
Metallstanzen
Superforming

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit (ein paar Sekunden bis zu mehreren Minuten) abhängig von der Anzahl der Bearbeitungsschritte

Beispiel:
Cribbio

Hersteller:
Rexite
www.rexite.it



Stempelziehen

Wie funktioniert's:

Zu Beginn wird die Metallplatte in die Presse gelegt und von den Blechhaltern gehalten. Die Blechhalter bewegen sich seitlich nach unten, das Metall umformt die untere Pressform und formt sich zu einer symmetrischen Topfform.

Danach drückt das obere Werkzeug

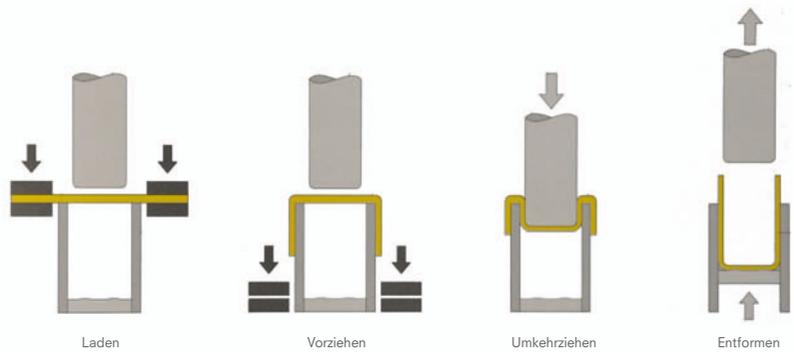
(Stempel) das Metall in die verkehrte Richtung in die untere Pressform.

Das Metall zieht sich somit über die oberen Kanten der unteren Form um die Form des Stempels anzunehmen. Dabei verdünnt sich auch die Wandstärke des Metalls.

Mögliche Materialien:

- Stahl
- Zink
- Kupfer
- Leichtmetalle

Stempelziehen



Superforming

Mit diesem relativ neue Warmumformungsprozess kann man Metallbleche ähnlich wie bei der Thermoverformung in dreidimensionale Formen verwandeln. Dabei wird ein Metallblech bis zu seinem Erweichungspunkt erwärmt und danach mit Druck in eine einseitige Form gepresst. Die Metalltemperatur ist hierbei abhängig vom Material und dessen Dicke, in folgenden Beispielen wurde es jeweils auf ca. 450° C - 500° C aufgewärmt.

Mögliche Materialien:

- "Superplastic Metals"
- Aluminium
- Magnesium
- Titanlegierungen

Kosten:

geringe bis moderate Werkzeugkosten
Moderate bis hohe Stückkosten

Qualität:

Sehr gute Endoberfläche

Eignung:

Geringe bis mittlere Stückzahlproduktion

Typische Anwendung:

Luftfahrt
Automobil
Möbel

Verwandte Prozesse:

Stempelziehen
Metallstanzen
Thermoverformen

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit (5-20 Minuten)

Formen in Aushöhlung

Blasen-Formen

Gegendruck-Formen

Diaphragma-Formen

Hersteller:

Superforming Aluminium

www.superform-aluminium.com

Superforming

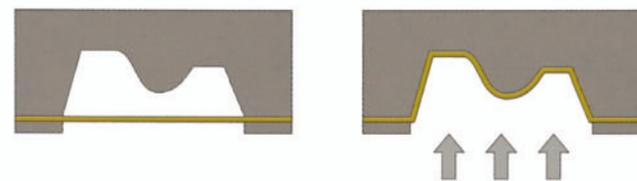
Formen in Aushöhlung

Wie funktioniert's:

Bei dieser Methode wird das Metallblech mit Druck (ca. 1-30 bar) auf die Innenseite einer Form gedrückt.

Dieser Prozess eignet sich für große flache Werkstücke.

Formen in Aushöhlung



Superforming

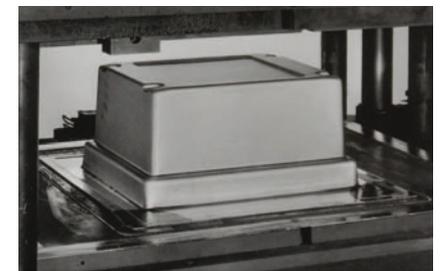
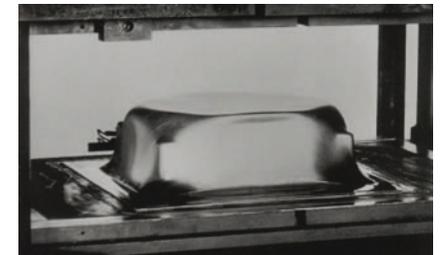
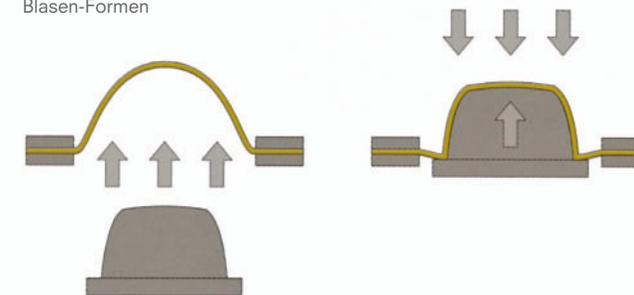
Blasen-Formen

Wie funktioniert's:

Diese Methode ähnelt sich der des Tiefziehens. Das Metall wird erwärmt, zu einer Blase aufgeblasen und vorgedehnt. Danach wird der Druck umgedreht und das Metallblech formt sich an die Aussenseite der darunterliegenden Form. Durch die Vordehnung ist die Materialstärke überall gleich dick.

Dieser Prozess eignet sich für tiefe und komplexe Werkstücke.

Blasen-Formen

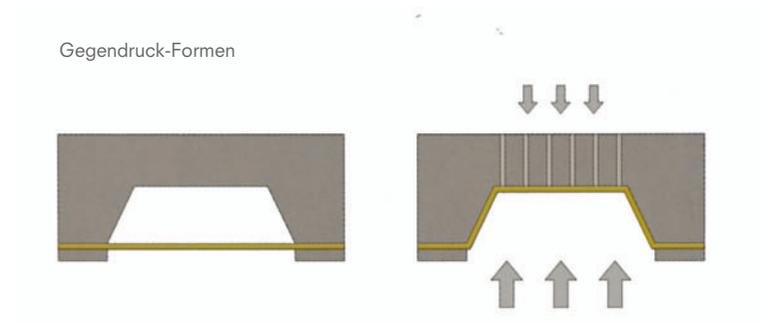


Superforming

Gegendruck-Formen

Wie funktioniert's:

Dieser Prozess ist dem Formen mit Aushöhlung sehr ähnlich. Der einzige Unterschied ist dass zu dem Druck von unten noch Druck von oben aufgebracht wird. Somit kann der Umformungsprozess besser kontrolliert werden und das Material wird nicht so beansprucht.



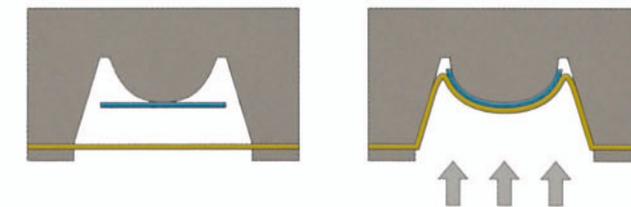
Superforming

Diaphragma-Formen

Wie funktioniert's:

Dieser Prozess wurde entwickelt um die sogenannten "Non-superplastic"-Legierungen dh. die nicht am besten für den Prozess geeigneten Legierungen zu bearbeiten. Dabei wird ein "Metaldiaphragma" mit in die Form eingelegt welches das heiße Metallblech dabei unterstützt in komplexe 3D-Formen zu fliesen, da sich das Bauteil so "zwangslos" in der Form ausbreiten kann.

Diaphragma-Formen



Rohrbiegen

Bei diesem Verfahren werden gerade Metallrohre gebogen. Dabei kann man mittels Dornbiegen eher kleinere Radien herstellen und mit dem Ringwalzen eher große Radien.

Kosten:

keine Kosten für Standardwerkzeuge (wenn vorhanden)
Moderate bis hohe Kosten für Spezialwerkzeuge
Geringe bis moderate Stückkosten

Qualität:

Hoch

Eignung:

Einzel bis Serienproduktion

Typische Anwendung:

Konstruktion
Möbel
Transport und Automobil

Verwandte Prozesse:

Lichtbogenschweißen
Gesenkbiegen
Gesens Schmieden

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit
Die Maschineneinrichtung kann lange dauern

Dornbiegen

Ringwalzen

Rohrbiegen

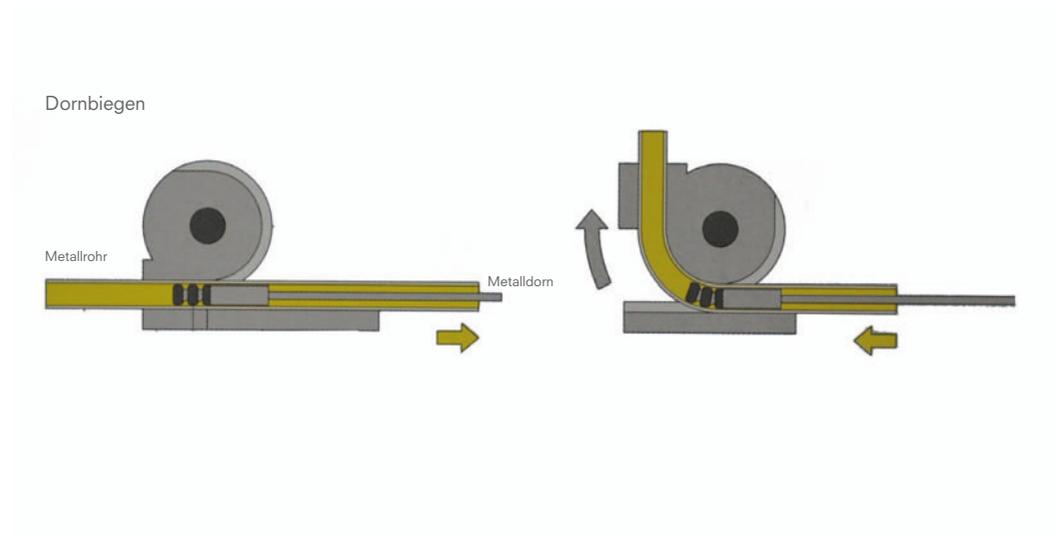
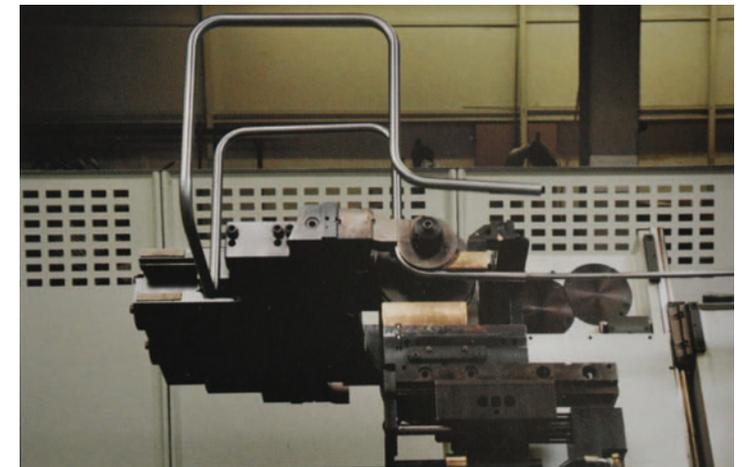
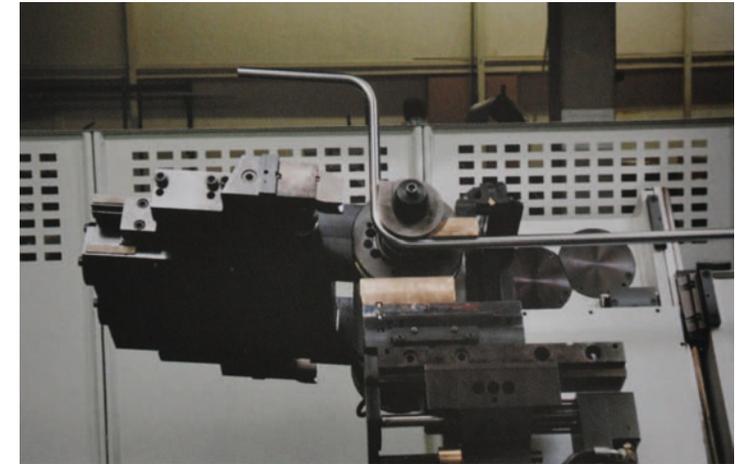
Dornbiegen

Wie funktioniert's:

Ein Metallrohr wird über eine Metallhorn gestülpt und zwischen Ausformrolle und seitlich angebrachte Backen geklemmt. Das vordere Stück wird um die rotierende Ausformrolle gebogen und der Dorn hindert das Einfallen der Wandstärken des Rohrs am Biegepunkt. Die Pressklemme wandert mit dem Rohr mit damit sich keine Falten oä. im Rohr bilden.

Mögliche Materialien:

- Stahl
- Aluminium
- Kupfer
- Titan



Beispiel:
Stuhlgestell Stuhl S43

Hersteller:
Thonet
www.thonet.de



Rohrbiegen

Ringwalzen

Wie funktioniert's:

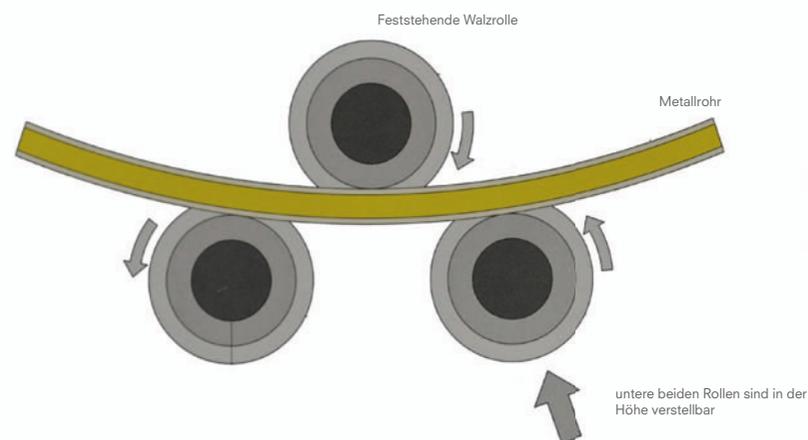
Ein sehr simpler Verformungsprozess:
Ein Metallrohr wird zwischen 3 Rollen mit dem Metallrohrdurchmesser eingespannt. Dann lassen sich die Rollen (in diesem Fall die unteren beiden) nach oben verfahren. Dadurch wird der Abstand zwischen den Rollen verringert und das Rohr

biegt sich zu einem Radius. Umso geringer der Abstand der Rollen umso kleiner ist der Radius. Danach werden die Rollen in Rotation versetzt, so dass sich das Werkstück zwischendurchbewegt und dadurch verbiegt.

Mögliche Materialien:

- Stahl
- Aluminium
- Kupfer
- Titan

Ringwalzen



Hersteller:
Pipercraft
www.pipercraft.co.uk

Rundkneten

Es gibt zwei Rundknetetechniken, Hämmern und Eindrücken. Diese Bearbeitungstechniken werden zum Aufweiten oder Verringern von Metallrohren benutzt. Dabei lassen sich Abschrägungen/ Kegel, Metallverbindungen oder dichte Enden herstellen.

Kosten:

geringe bis moderate Werkzeugkosten
Geringe bis moderate Stückkosten

Qualität:

Hohe Präzision

Eignung:

Einzel bis Serienproduktion

Typische Anwendung:

Spikes
Gerüstbau
Teleskopstangen

Verwandte Prozesse:

Lichtbogenschweißen
Rohrbiegen

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit hängt aber von der Komplexität des Werkstücks ab

Formrundkneten

Hydraulisches Rundkneten

Rundkneten

Formrundkneten

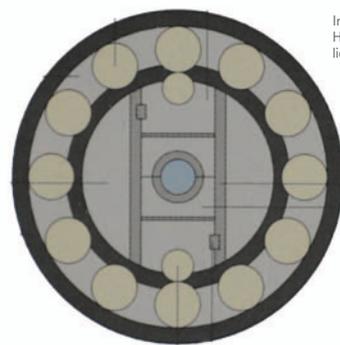
Wie funktioniert's:

In einer schnell rotierenden Vorrichtung befindet sich ein Hammerwerkzeug mit innenliegender Formmatrize das auf und zu geht und somit rotierend auf das Werkstück einschlägt. Dadurch verformt sich das Werkstück in die forgegebene Form.

Mögliche Materialien:

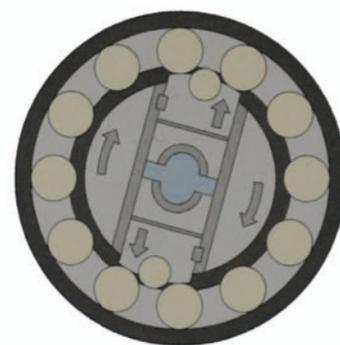
- Stahl
- Aluminium
- Kupfer
- Messing
- Titan

Formrundkneten

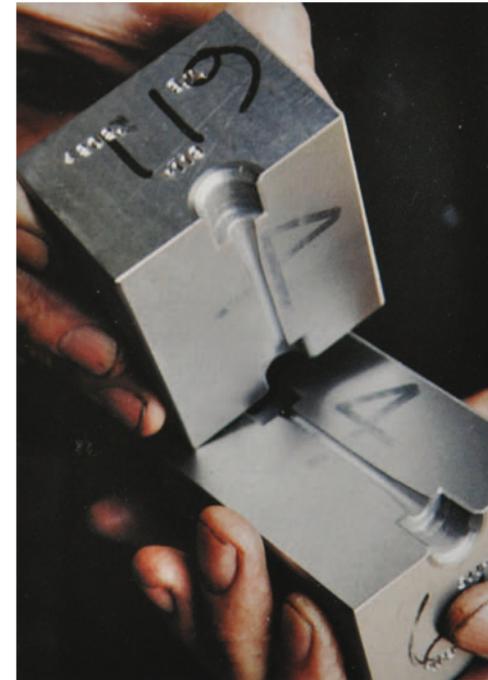


geschlossen

Innenliegender
Hammerblock mit darin
liegender Form



offen



innenliegende Form



Hersteller:
Pipercraft
www.pipercraft.co.uk



Rundkneten

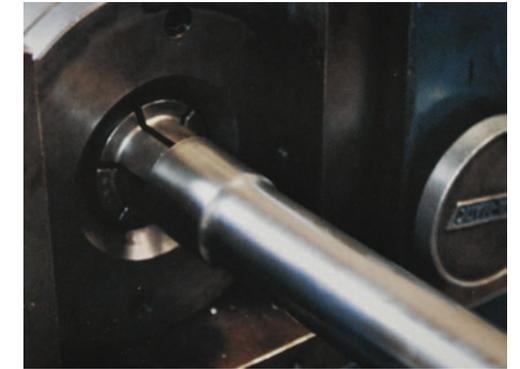
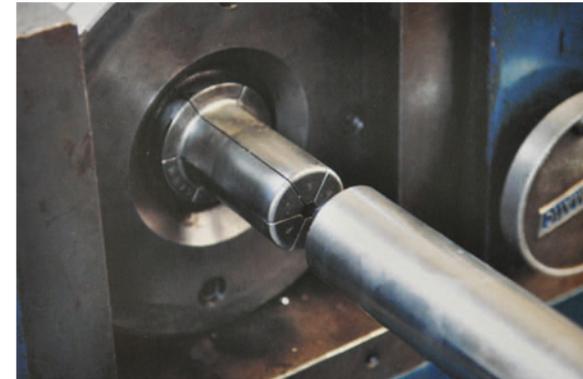
Hydraulisches Rundkneten

Wie funktioniert's:

Beim hydraulischen Rundkneten wird der Druck von Innen oder außen auf das Rohr angebracht und somit der Querschnitt verjüngt oder erweitert.

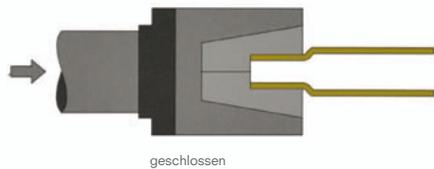
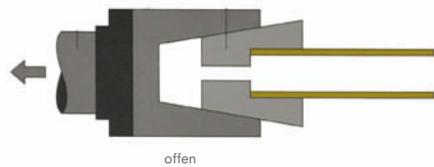
Mögliche Materialien:

- Stahl
- Aluminium
- Kupfer
- Messing
- Titan

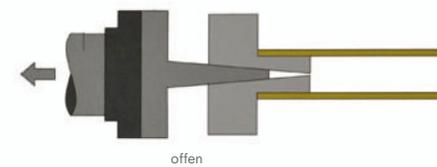


Hydraulisches Rundkneten

Verringern



Aufweiten



Hersteller:
Pipercraft
www.pipercraft.co.uk



Rollformen/ Walzprofilieren

Rollformen, auch Walzprofilieren genannt, ist ein mehrstufiges Umformungsverfahren mit drehender Werkzeugbewegung (geregelt in der DIN 8586) auf speziellen Maschinen, die gemäß der gewünschten Produktion modular kombinierbar sind.

Kosten:

hohe spezial-Werkzeugkosten
Geringe bis moderate Stückkosten

Qualität:

Gute Abstandspräzision (0,125-025 mm / 0,005-0,01 in.)

Eignung:

Serienproduktion mit mindestens 1500 m (5000 ft.)

Typische Anwendung:

Automobil und Transport
Bau/ Konstruktion
Gehäuse für weiße Ware

Verwandte Prozesse:

Gesenkschmieden
Metallstanzen
Gesenkbiegen

Geschwindigkeit:

Sehr schnelle Zykluszeit, hängt aber von der Komplexität des Werkstücks ab
lange Umrüstungszeiten

Rollformen/ Walzprofilieren

Wie funktioniert's:

Bsp. Kaltwalzverfahren:

Nach und nach wird das flache Metall durch eine immer enger werdende Walzstraße befördert und somit zu einem Profil gebogen.

Rollformanlagen können 100 und mehr Meter lang sein, entsprechend den Anforderungen, die das Produkt innerhalb eines Arbeitsprozesses erfüllen soll. Dabei wird ein ursprünglich ebenes ab 0,1 Millimetern starkes Blechband

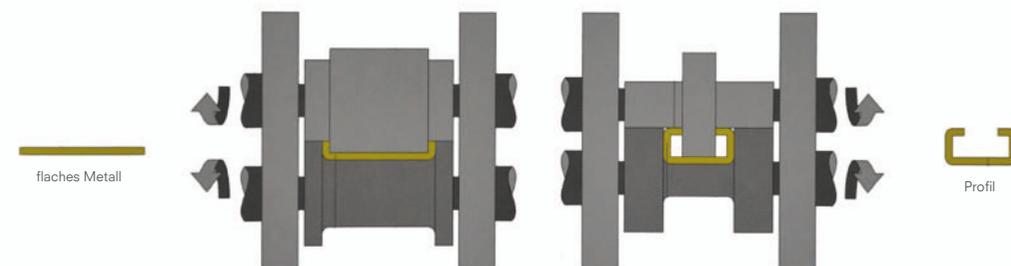
vom Coil herunter mit bis zu 120 Metern pro Minute durch die Anlage befördert. Die Bandeinlaufbreite des Blechs reicht üblicherweise von acht Millimetern bei Zierleisten bis zu 1,2 Metern Breite bei Trapezblechen für Dacheindeckungen. Trotz aller Umformungsschritte innerhalb eines Verfahrens bleibt die Blechstärke beim Rollformen immer konstant. Das Blech durchläuft bis zu 60 und mehr angetriebene Umformstationen bis die gewünschte Profilform gebogen ist.

Mögliche Materialien:

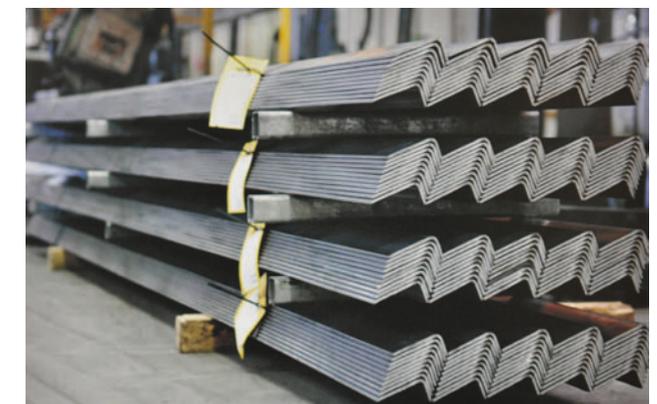
- Stahl
- Edelstahl
- Verzinkter Stahl
- Karbon



Rollformen



Hersteller:
Blagg & Johnson
www.blaggs.co.uk



Schmieden

Schmieden ist das spanlose Druckumformen von Metallen zwischen zwei Werkzeugen durch Querschnittsveränderung. Vorteile sind geringer Materialverlust im Gegensatz zur spanenden Bearbeitung und die gezielte Änderung des Feingefüges, also der Kristallstruktur. Nachteilig ist die gegenüber spanenden Verfahren geringere Genauigkeit. Das manuelle Schmieden (Freiform-

schmieden) gehört zu den ältesten Handwerken der Menschheitsgeschichte. Hier muss der Schmied die Form seines Werkstückes am Amboss oder heute auch z. B. Lufthammer frei erarbeiten, was Einfühlungsvermögen und vor allem Erfahrung bedeutet. Der Schmied (auch Kunstschmied) arbeitet mit Schmiedehammer, Amboss und Kohlen- oder Gas-Esse.

Kosten:

Moderate bis hohe Werkzeugkosten
Moderate Stückkosten

Qualität:

Exzellente Metallstruktur

Eignung:

Alle Arten der Produktion

Typische Anwendung:

Automobil und Luftfahrt
Handwerkzeug und Metallwerkzeuge
Schwerlastmaschinen

Verwandte Prozesse:

Rohrbiegen

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit (normalerweise weniger wie 1 Minute) abhängig von Größe, Form und Metallart

Gesenkschmieden

Walzschmieden

Schmieden

Gesenkschmieden

Wie funktioniert's:

Das Gesenkschmieden unterscheidet sich vom Freiformschmieden darin, dass das Schmiedestück nahezu völlig vom geschlossenen Werkzeug, dem Gesenk umschlossen wird. Die in das Gesenk vom Formenbauer eingebrachte Gravur bestimmt die Form des fertigen Schmiedestücks. Zuerst wird das Bauteil dabei erwärmt, bei komplexen Bauteilen in einem ersten Schmiedevorgang vorgestrichelt und dann in der Form (Gesenk)

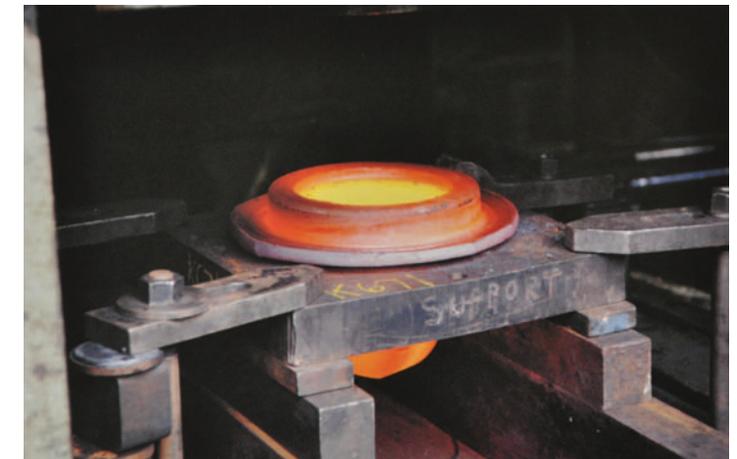
geschmiedet.

Je nachdem wie schnell oder langsam der Abkühlprozess erfolgt (an statischer Umgebungsluft, unter einem Lüftergebläse oder in einem flüssigen Medium (Wasser, Öl, Salzbäder, wässrige Polymer-Lösung)) oder ob dieser in einem oder mehreren Schritten (gestuftes Abkühlen) stattfindet, können dadurch dem fertigen Bauteil zusätzliche Materialeigenschaften gegeben werden.

Mögliche Materialien:

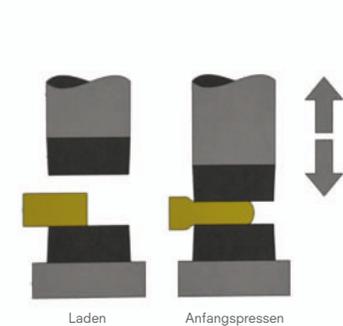
die meisten eisenhaltigen Metalle:

- Edelstahl
 - Karbon
 - Legierungen
- nichteisenhaltige Metalle wie:
- Titan
 - Kupfer
 - Aluminium

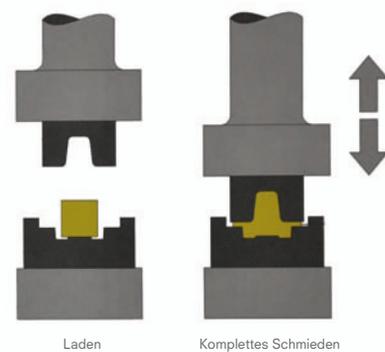


Gesenkschmieden

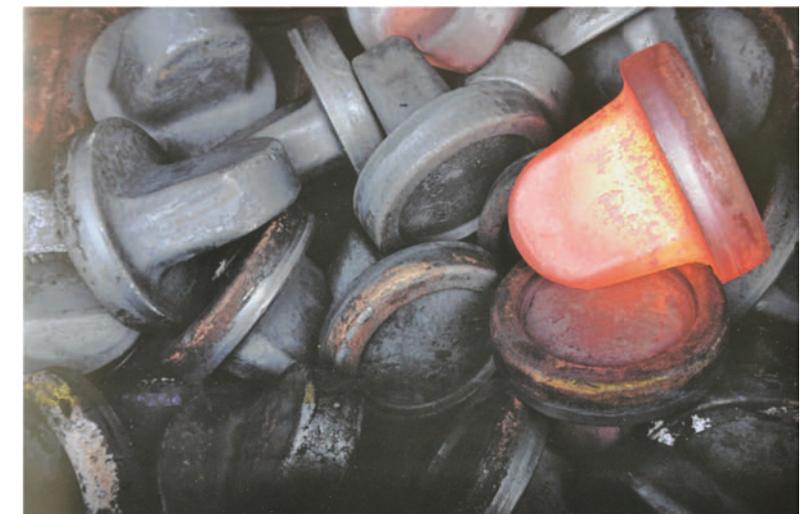
Schmieden in offener Form



Schmieden in Vollform



Hersteller:
W.H. Tildesley
www.whitildesley.com



Schmieden

Walzschmieden

Wie funktioniert's:

Ein Metallquerschnitt wird nach und nach in heißem Zustand flacher gewalzt/ vorgewalzt.

Danach wird dem vorgewalzten Metall ein Profilquerschnitt eingedrückt.

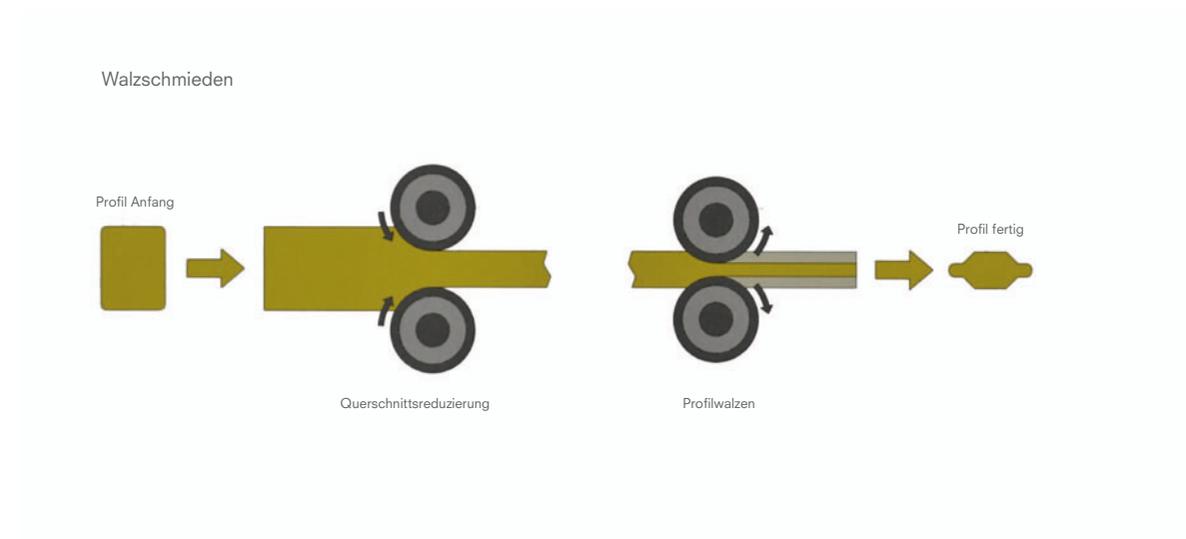
Mögliche Materialien:

die meisten eisenhaltigen Metalle:

- Edelstahl
- Karbon
- Legierungen

nichteisenhaltige Metalle wie:

- Titan
- Kupfer
- Aluminium



Sandgießen

Eine Urform wird in einem Gusskasten befestigt und mit einem Sandgemisch aus Vinylester ausgeschüttet. Dieses Sandgemisch härtet aus und bildet somit eine Negativform zum Ausgießen. Danach wird diese Form mit flüssigem Metall (hier Aluminium) ausgegossen. Nach dem Erkalten des Metalls (ca. 15 Min.) kann das gegossene Objekt entformt werden. Die Sandform wird hierbei zerstört, dh. es ist eine verlorene Form.

Kosten:

Geringe Werkzeugkosten
Moderate Stückkosten

Qualität:

Schlechte Endoberfläche und hohe Porosität

Eignung:

Einzel- bis geringe Stückzahlproduktion

Typische Anwendung:

Architekturleuchten
Automobil
Möbel und Leuchten

Verwandte Prozesse:

Schleudergießen
Druckgießen
Schmieden

Geschwindigkeit:

Moderate Zykluszeit (normalerweise 30 Minuten) abhängig von zusätzlichen Arbeitsprozessen

Sandgießen

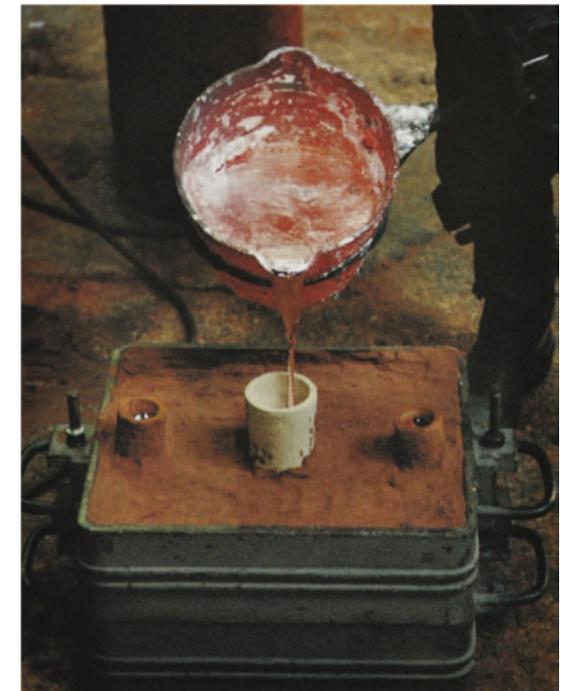
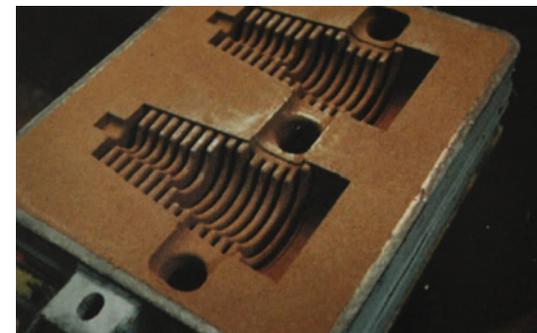
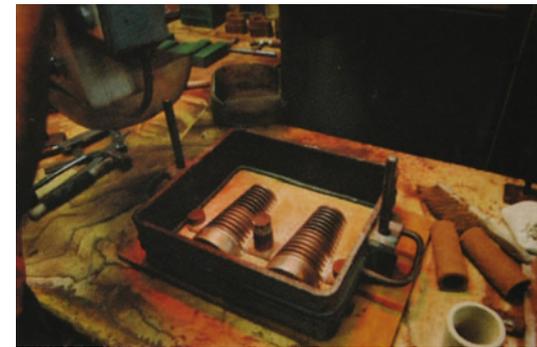
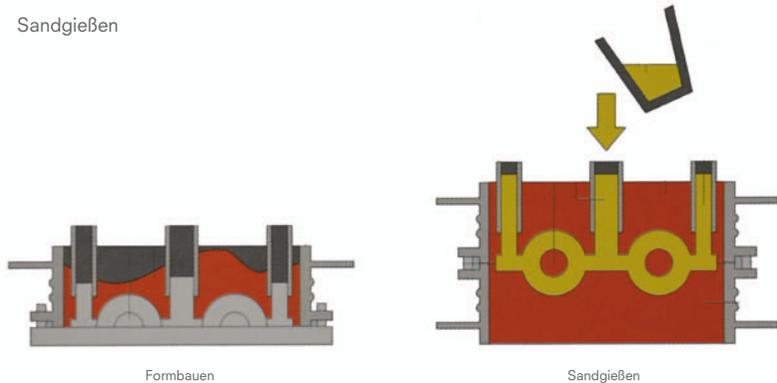
Wie funktioniert's:

Bsp. Guss eines Leuchtengehäuses.
Die später verlorene Sandform wird
mit flüssigem Aluminium (über 900°
C) ausgefüllt und später entformt.

Mögliche Materialien:

- Eisen
- Stahl
- Kupferlegierungen
- Messing
- Bronze
- Aluminiumlegierung
- Magnesium (Luftfahrt)

Sandgießen



Hersteller:
Luthon Engineering Pattern Company
www.chilterncastingcompany.co.uk



Druckgießen

Das Druckgießen ist dem Spritzgießen von Kunststoffen sehr ähnlich. Jedoch ist es für metallische Werkstoffe gedacht. Metallische Werkstoffe haben im Einzelfall Vorteile, die den Markt für Druckgussartikel sichern.

Kosten:

Hohe Werkzeugkosten
Geringe Stückkosten

Qualität:

Sehr hochwertige Endoberfläche
Variable mechanische Möglichkeiten

Eignung:

Hohe Stückzahlproduktion

Typische Anwendung:

Automobil
Möbel
Küchenartikel

Verwandte Prozesse:

Schmieden
Feingießen
Sandgießen

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit abhängig von der Größe und Komplexität des Bauteils

(Hoch-)druckgießen

Niederdruckgießen

Druckgießen

(Hoch-)druckgießen

Wie funktioniert's:

Beim Druckguss wird die flüssige Schmelze unter hohem Druck von ca. 10 bis 200 MPa und mit einer sehr hohen Formfüllgeschwindigkeit von bis zu 120 m/s in eine Druckgussform (Gussform, Kavität) gedrückt, wo sie dann erstarrt. Das Besondere am Druckgussverfahren ist, dass mit einer Dauerform, d. h. ohne Modell, gearbeitet wird. Dadurch fällt bei einer Serie gleicher Bauteile die Formherstellung nur einmal an,

allerdings bei wesentlich höherem Herstellungsaufwand. Damit wird eine hohe Mengenleistung erzielt, insbesondere bei einer Warmkammer-Druckgießmaschine, bei der sich der Gießbehälter und der Gießkolben ständig in der Schmelze befinden. Bei Legierungen, deren Schmelzpunkt höher ist, wird das Kaltkammer-Druckgussverfahren angewendet, die Gießgarnitur befindet sich hierbei außerhalb der metallischen Schmelze.

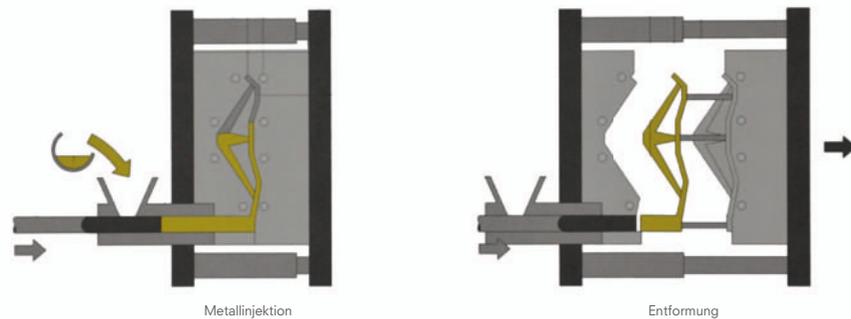
Mögliche Materialien:

nur nichteisenhaltigen Metalle:

- Aluminium
- Magnesium
- Zink
- Kupfer
- Zinn



Hochdruckgießen



Beispiel:
Chair One
Konstantin Grcic

Hersteller:
Magis
www.magisdesign.com



Druckgießen

Niederdruckgießen

Wie funktioniert's:

Unter Niederdruck-Gießverfahren (ND-Gießverfahren) versteht man Gießanordnungen, bei denen die Metallschmelze meist mittels eines Steigrohrs von unten her in den Formhohlraum der aufgesetzten Gießform, meist eine Kokille (Dauerform), aber auch eine Sandform oder eine Feingießform (Schalenform), gedrückt wird. Dabei wird die Aufwärtsbewegung des flüssigen Metalls entgegen der Schwerkraft vorzugsweise nach dem Gasdruckprinzip bewirkt. Der grundsätzliche Verfahrensablauf

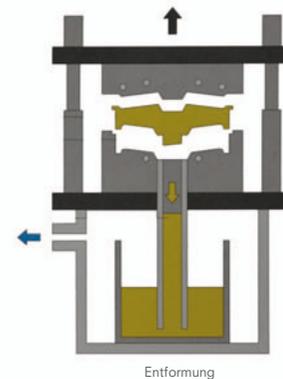
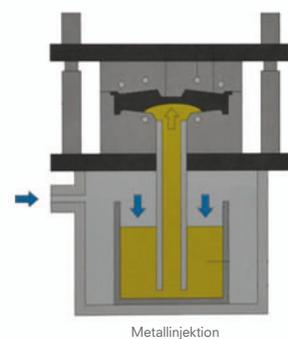
ist folgender. Durch Gasdruckbeaufschlagung gelangt das Metall steigend in den Formhohlraum. Nach der Formfüllung bleibt auch während der Erstarrung der Gasdruck aufrechterhalten, um die Nachspeisung zum Ausgleich des Volumendefizits (Lunker) beim Übergang vom flüssigen in den festen Zustand zu ermöglichen. Dies setzt naturgemäß eine möglichst gerichtete Erstarrung von oben nach unten voraus und bedingt eine möglichst günstige Gussstückgestaltung oder Querschnittsabstufungen.

Mögliche Materialien:

nur nichteisenhaltigen Metalle:

- Aluminium
- Magnesium
- Zink
- Kupfer
- Zinn

Niederdruckgießen



Feingießen

Wie funktioniert's:

Unter Feinguss versteht man die Herstellung von kleinen bis kleinsten Gussteilen nach dem Wachsaustrichmelzverfahren. Die Gussstücke zeichnen sich durch Detailstärke, Maßgenauigkeit und Oberflächenqualität aus. Oftmals kann eine spanende Bearbeitung eingespart werden. Das Modell wird dabei aus speziell geeigneten Wachsen oder ähnlichen

Thermoplasten oder deren Gemischen zum Beispiel im Spritzgussverfahren hergestellt. Die Modelle werden zunächst in Einfach- oder Mehrfachwerkzeugen gespritzt. Diese Werkzeuge bestehen in der Regel aus Aluminium oder Stahl. Je nach Gesamtstückzahl, Gestalt des Gussstückes und Art des Modellwerkstoffes wird das entsprechende Spritzwerkzeug

gebaut. Um Hinterschneidungen in der Kontur mit einzubringen, können vorgeformte wasserlösliche oder keramische Kerne erforderlich sein, für welche dann ein Zusatzwerkzeug benötigt wird. Deswegen lohnt sich Feingießen nur bei größeren Stückzahl ab etwa 4000 Stück.

Kosten:

Geringe bis moderate Kosten für Wachspritzguss
Keine dauerhaften Formen
Moderate bis hohe Stückkosten

Qualität:

Sehr hochwertige Qualität
Komplexe Formen mit hoher Widerstandsfähigkeit

Eignung:

Geringe bis hohe Stückzahlproduktion

Typische Anwendung:

Luftfahrt
Bau/ Konstruktion
Elektronikartikel

Verwandte Prozesse:

Druckgießen
MIM-Spritzgießen
Sandgießen

Geschwindigkeit:

Lange Zykluszeit (ca. 24 Stunden)

Im nächsten Schritt werden die Modelle mit dem Gießsystem zu sogenannten Modelltrauben zusammengefügt. Diese Modelltraube wird dann in einen sogenannten Schlicker getaucht. Der Schlicker ist eine keramische Masse zur Herstellung einer Formschale aus feinem feuerfesten Mehl als Formgrundstoff und zum Beispiel Ethylsilikat als Bindemittel. Die mit Schlicker benetzte Traube wird anschließend mit Sand berieselt oder die Traube wird in ein durch Druckluft fluidisiertes Sandbett getaucht. Das Tauchen und Besanden wird so oft wiederholt, bis die Formschale die notwendige Stabilität zum Abguss erreicht hat. Zum Ausschmelzen der Wachsmodele bei etwa 150 °C dienen spezielle Ausschmelzöfen (in der Regel sind dies Autoklaven), während das Brennen der Formen bei etwa 750 bis 1200 °C vorgenommen

wird. Die gebrannten Formen können nun direkt abgegossen werden. Ist der metallostatistische Druck und die Gießtemperatur der Schmelze hoch, können die Formen auch in einen Kasten gegeben, und mit trockenem Sand als Füllstoff hinterfüllt werden. Das Gießen geschieht meistens in heiße Formen, damit auch enge Querschnitte und feine Konturen sauber „auslaufen“, wie es der Gießer bezeichnet. Nach dem Abguss und der vollständigen Erstarrung der Schmelze wird das Gussstück entformt, und die Gussteile werden mittels Trennscheibe, Säge oder Vibration vom Gießsystem getrennt. Anschließend erfolgt die notwendige Nacharbeit durch Putzen, Schleifen, Strahlen sowie die Wärmebehandlung und Richten wie auch die erforderlichen Prüfungen der Gussteile.

Mögliche Materialien:
fast alle eisenhaltigen und nichteisenhaltigen Metalllegierungen: (vorallem für Materialien die mit anderen Herstellungsprozessen nicht bearbeitet werden können)

- Karbon
- nicht legierter Stahl
- Edelstahl
- Aluminium
- Titan
- Zink
- Kupferlegierungen
- Edelmetall
- Nickel
- Kobalt
- magnetische Legierungen

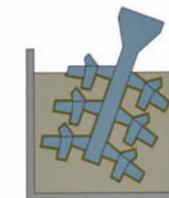
Feingießen



Waxguss



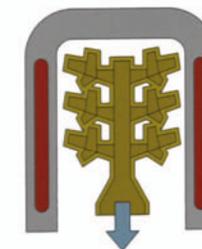
Andocken der Waxteile an Gussbaum



Aufbau wird in Schlicker getunkt



Berieselung mit Sand o.ä.



Waxausschmelzung



Erhitzung der Form

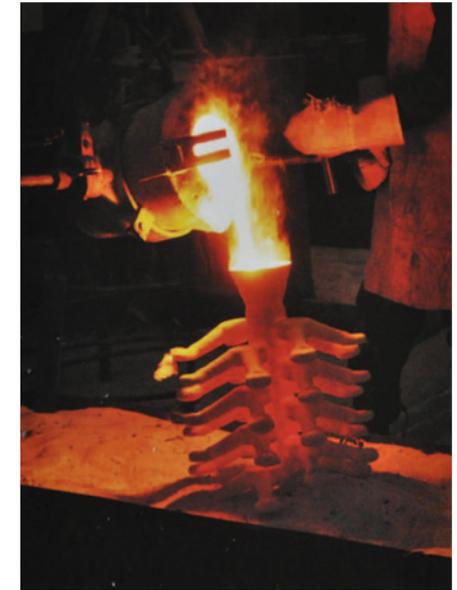


Metallguss in die heiße Form



Ausformen mit Zerschneiden der Form

Feingießen



Beispiel:
Teil für Fenster

Hersteller:
Deangroup International
www.deangroup-int.co.uk

MIM-Spritzgießen

Wie funktioniert's:

Das MIM-Spritzgießen (Metal Injection Molding) vereint Metallkunde mit der Technik des Spritzgießens. Es ist geeignet für die Produktion von kleinen Teilen aus diversen Metallen. Feiner Metallpulver wird mit einem thermoplastischen Waxbinder vermischt. Danach wird das ganze im herkömmlichen Spritzgussverfahren

geformt, mit dem Unterschied dass die Gussteile ca. 20% in jede Dimension größer sind bevor sie erhitzt und gesintert werden. Dann werden die Gussteile erhitzt um Thermoplaste und Waxbinder zu entfernen. Danach werden die Teile im Vakuumofen gesintert. Dabei schrumpft das Gussteil um ca. 15-20%.

Mögliche Materialien:

meist eisenhaltigen Metalle:

- niedriglegierter Stahl
- Werkzeugstahl
- Edelstahl
- Magnetische Legierungen
- Bronze

Kosten:

Hohe Werkzeugkosten
Moderate bis geringe Stückkosten

Qualität:

Sehr hochwertige Endoberfläche
Hohe Dichte

Eignung:

Hohe Stückzahlproduktion
Kleine bis mittlere Stückzahlproduktionen für bestimmte Anwendungen

Typische Anwendung:

Luftfahrt
Automobil
Elektroartikel

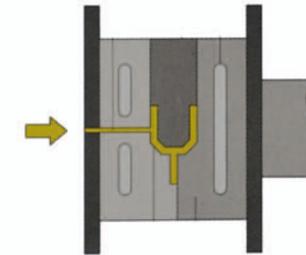
Verwandte Prozesse:

Druckgießen
Schmieden
Feingießen

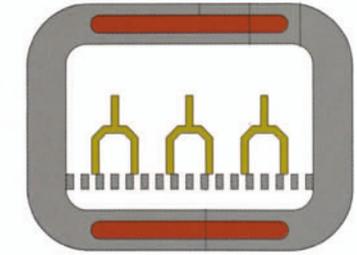
Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit ähnlich wie beim Spritzgießen (normalerweise ca. 30-60 Sekunden)
Entbindern und Sintern (2-3 Tage)

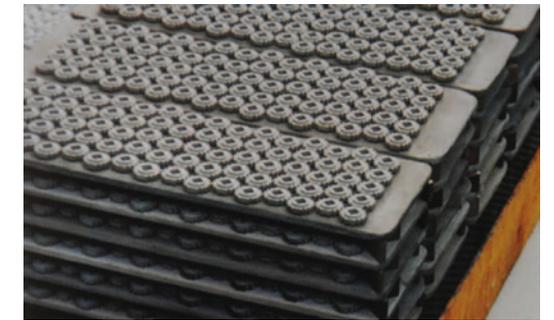
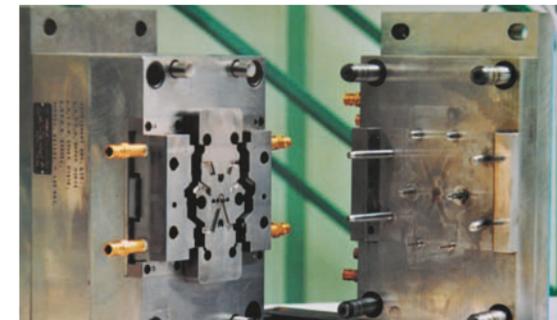
MIM-Spritzgießen



Spritzguss



Erhitzen und Sintern



Beispiel:
Zahnrad für Fenster

Hersteller:
Metal Injection Mouldings
www.metalinjection.co.uk

Elektroformen

Wie funktioniert's:

Mit dem Elektroformen lassen sich Abdrücke aus Metall formen. Dabei wird entweder eine Negativform die später entfernt wird verwendet, oder eine Positivform deren Oberfläche mit Metall beschichtet wird.

Als Negativform eignen sich jegliche Materialien wie Holz, Silikon.....

Die Silikonnegativform wird mit Silberpulver bedeckt um eine Basis für

das Ansetzen des Kupfers im Kupferbad zu gewährleisten. Danach wird die Form unter Spannung gelegt und in ein Kupferionenbad getaucht. Dann setzen sich die Kupferionen auf der Oberfläche der Form fest und bilden eine eigene Schicht mit Wandstärke abhängig von der Dauer des Bades. Bsp. hier ca. 48 Stunden.

Mögliche Materialien:

- Holz
- Keramik
- Kunststoff
- Silikon

Kosten:

normalerweise niedrige Werkzeugkosten
Hohe Stückkosten, abhängig vom Elektroformmaterial

Qualität:

Sehr gute Qualität für Replikat mit unterschiedlichen Wandstärken

Eignung:

Einzel bis Beschränkte Produktionsmenge

Typische Anwendung:

Architektur und Innenausbau
Biomedizin
Schmuck, Schmiedekunst und Skulpturen

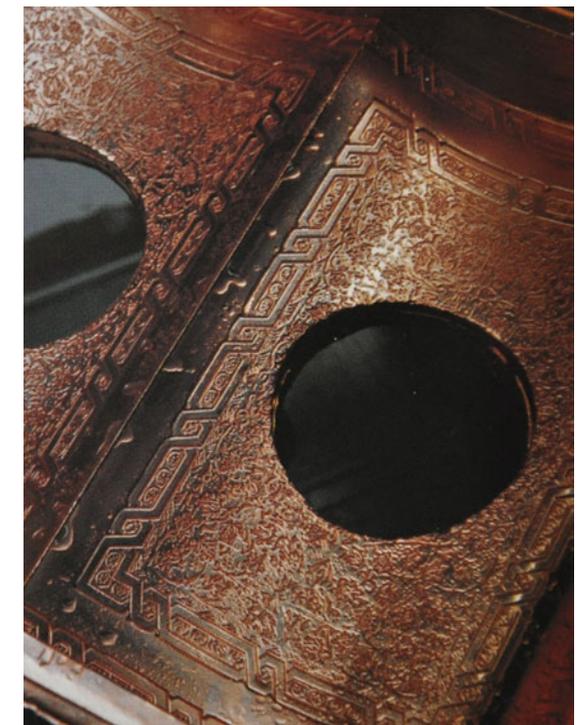
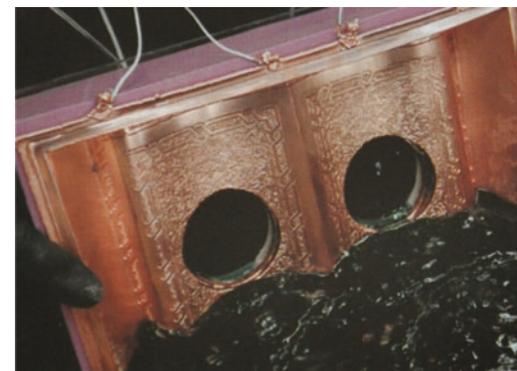
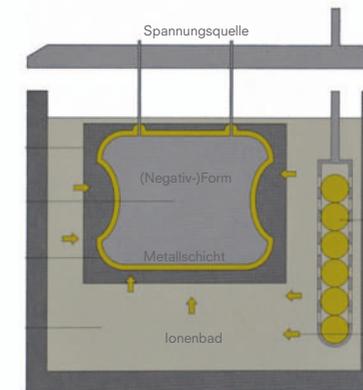
Verwandte Prozesse:

CNC Bearbeitung
Feingießen
Laserschneiden und gravieren

Geschwindigkeit:

Sehr lange Zykluszeit (einige Stunden bis zu mehreren Wochen) abhängig vom Material und der Wandstärke

Elektroformen



Beispiel:
Replikat Buch

Hersteller:
BJS Company
www.bjsco.com

Schleudergießen

Wie funktioniert's:

Schleuderguss wird gewählt, wenn rotationssymmetrische Bauteile herzustellen sind. Hierzu wird flüssiges Metall (Schmelze) in eine um ihre Mittelachse rotierende Gussform (Kokille) gefüllt. Durch reibungsbedingte Schubkräfte wird die Schmelze ebenfalls in Rotation versetzt und durch die Zentrifugalkraft an die Kokillenwand gepresst.

Horizontalgießen:

Beim Horizontalguss wird die Schmelze in eine liegende Kokille eingegossen, die von vorn und hinten mit Deckeln verschlossen ist.

Vertikalgießen:

Beim Vertikalguss erfolgt der Abguss in einer Kokille, deren Achse vertikal rotiert. Vertikalguss wird hauptsächlich für konische oder kugelförmige Außenkonturen eingesetzt.

Mögliche Materialien:

- Weißmetall
- Hartzinn
- Zink
- viele andere Metalle...

Kosten:

geringe Werkzeugkosten
Geringe Stückkosten abhängig vom Material

Qualität:

Sehr gute Reproduktion von feinen Details und Oberflächentextur
Keine Einschlüsse etc. hohe Festigkeit

Eignung:

Einzel- bis Serienproduktion

Typische Anwendung:

Badezimmerartikel
Schmuck
Prototypenbau und Modellbau

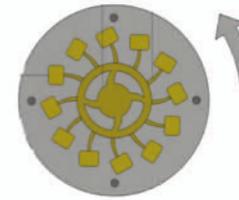
Verwandte Prozesse:

Druckgießen
Feingießen
Sandgießen

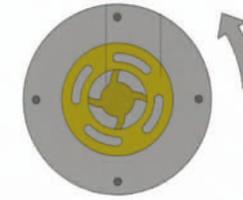
Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit (normalerweise 0,5-5 Minuten)

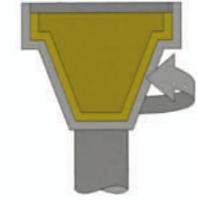
Schleudergießen



Horizontalgießen mit Mehrfachwerkzeug



Horizontalgießen mit Einzelwerkzeug



Vertikalgießen mit offenem Werkzeug



Einfachform



Mehrfachform



Beispiel:
Hartzinn-Modell

Hersteller:
CMA Moldform
www.cmamoldform.co.uk

Metallbiegen

Das Biegen von Blechen, auch Abkanten oder Umbördeln genannt, wird im Prinzip durch das Umklappen eines Flächenteils gegenüber dem verbleibenden Flächenteil einer Blechtafel bewirkt. Je nach den zur Anwendung kommenden handwerklichen Werkzeugen oder industriellen Verfahren und Maschinen sind relevante Ausprägungen am Werkstück wie Biegekante, Biegewinkel oder

Biegeradius mehr oder weniger exakt definiert und reproduzierbar. Zur maßgenauen Bearbeitung ist dabei die Biegeverkürzung mit einzuberechnen und die Blechabwicklung vorzuplanen. Eine Blechbiegung mit einem Biegewinkel von 180° zur Herstellung eines Falzes wird als Umschlag bezeichnet.

Kosten:

Keine extra Kosten für Standardwerkzeug
Geringe bis moderate Stückkosten

Qualität:

Gute Qualität und akkurate Biegungen

Eignung:

Einzel bis kleine Einheiten

Typische Anwendung:

Elektroartikel
Verpackung
Transport und Automobil

Verwandte Prozesse:

Extrudieren
Metallstanzen
Rollformen

Geschwindigkeit:

Zykluszeit bis zu 6 Biegungen pro Minute
Maschineneinrichtung kann lange dauern

Gesenkbiegen

Schwenkbiegen

Metallbiegen

Gesenkbiegen

Wie funktioniert's:

In einer Gesenkbiegepresse, Abkantpresse oder Kantbank werden Blechteile wie Verkleidungsteile, Gehäuse oder Maschinenkomponenten durch Biegen hergestellt. Die Presse besteht grundlegend aus dem Biegestempel und dem Biegegesenk. Kommen noch ein Werkzeugspeicher und Werkzeugwechseleinrichtung hinzu, spricht man von einem Gesenkbiegezentrum.

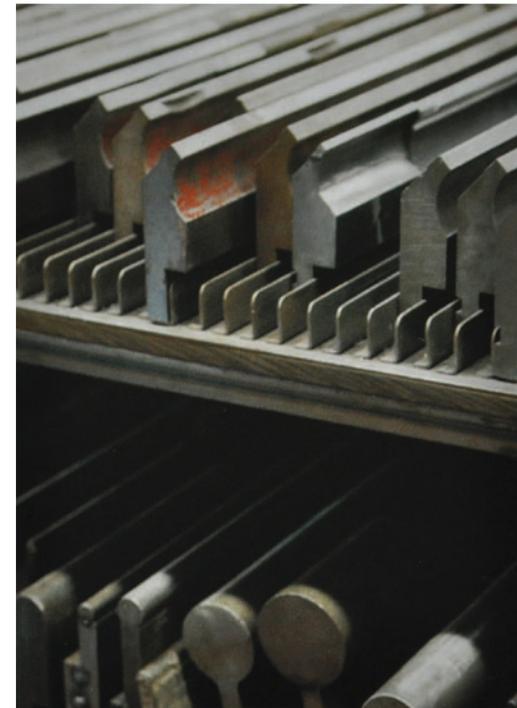
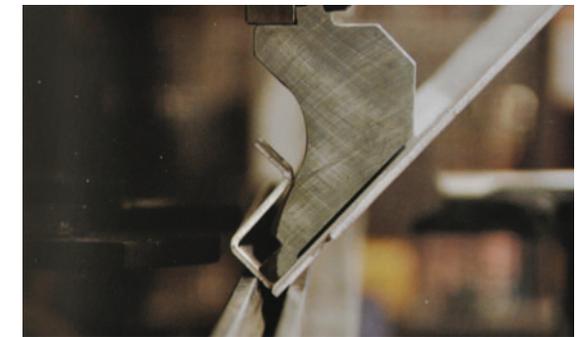
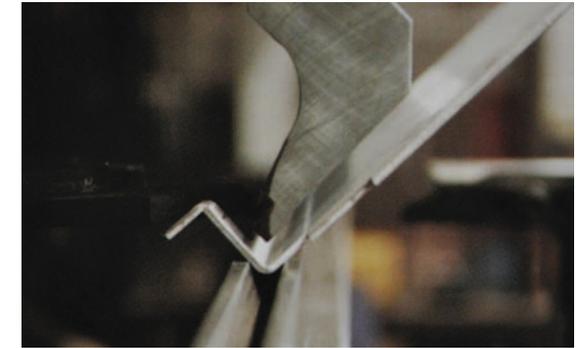
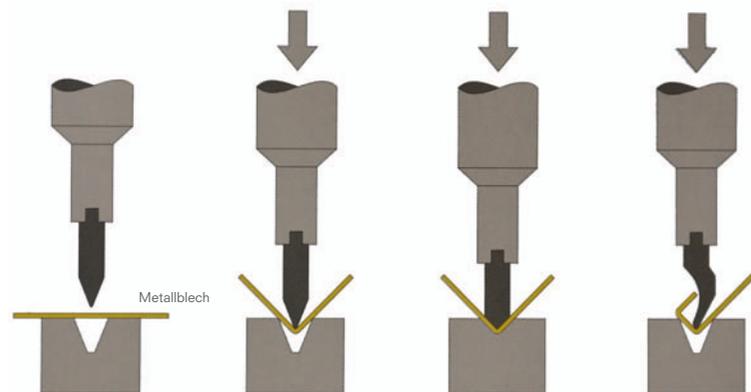
Beim Gesenkbiegen befindet sich ein Blech zwischen Stempel und Gesenk. Wird nun der Stempel gesenkt, wird

das Blech in das Gesenk gedrückt und nimmt die Form des Gesenkes an. Durch ein nicht vollständiges Absenken können auch beliebige kleinere Biegewinkel erzeugt werden. Bei komplizierteren Profilen sind auch mehrere Senkungen möglich, dabei wird nach der ersten Senkung das Blech anders positioniert und der Stempel nochmals gesenkt. Die Presse muss hierfür nicht neu eingerichtet werden, weshalb es sich um eine sehr wirtschaftliche Art der Formgebung handelt.

Mögliche Materialien:

- fast alle Metalle:
- Stahl
 - Aluminium
 - Kupfer
 - Titan
 - etc....

Gesenkbiegen



Hersteller:
Cove Industries
www.cove-industries.co.uk



Metallbiegen

Schwenkbiegen

Wie funktioniert's:

Beim Schwenkbiegen wird das Blech durch eine Oberwange gespannt und durch eine Schwenkbewegung der Biegewange gebogen. Neben Stand-alone-Schwenkbiegemaschinen werden leistungsfähige Biegezentren zur flexiblen Fertigung großer Mengen an Biegeteilen, vor allem auch für komplexe Biegeformen, bis zu Einzelstücken verwendet. Typische Produkte sind: Elektrochränke, Gehäuse, Büromöbel, Türen, Kassetten, etc. Siehe hierzu auch: Kantteil. Das Rollbiegen ist eine patentierte Sonderform des Schwenkbiegens, bei

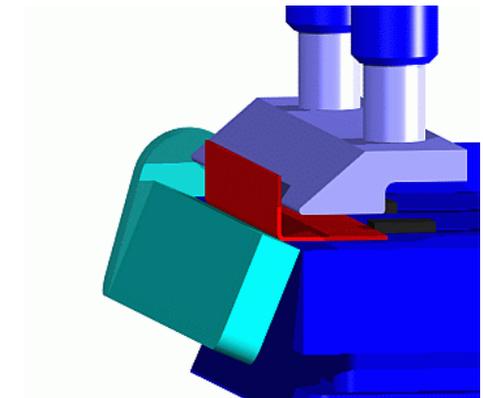
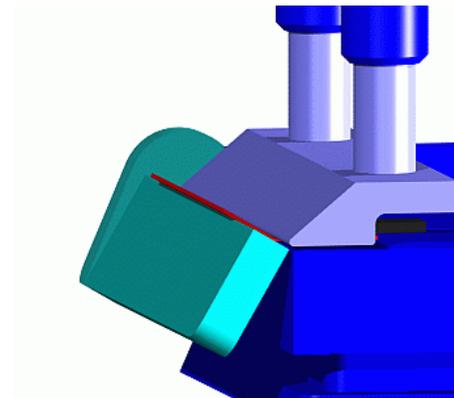
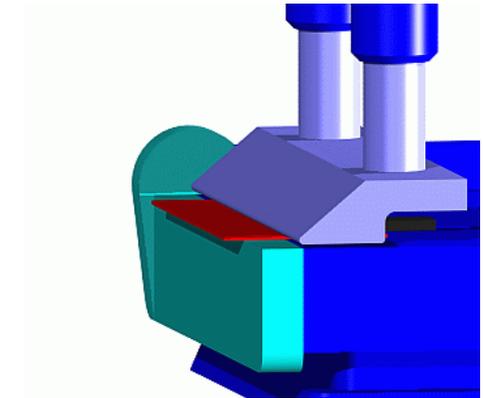
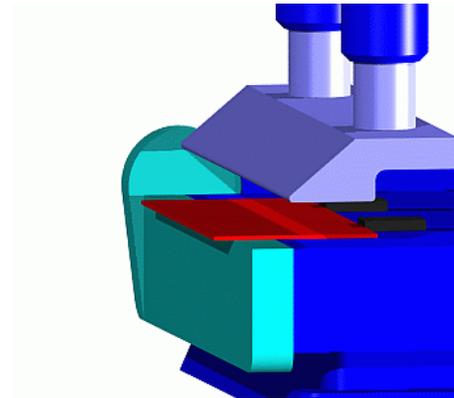
der sich die Biegewange während der Schwenkbewegung kontrolliert vom Blech weg bewegt. Damit unterbleibt jegliche Relativbewegung zwischen Werkzeug und Blech, wodurch keine Kratzspuren an der Blech-Oberfläche entstehen können. Dies ist etwa beim Biegen von Edelstahl und bei Blechen mit vorlackierter oder vorbeschichteter Oberfläche wichtig. Mit dem gesteuerten Wegfahren der Biegewange können zudem programmierbare Biegeradien erzeugt werden. Das Rollbiegen kommt bei manchen Biegezentren zum Einsatz.

Mögliche Materialien:

fast alle Metalle:

- Stahl
- Aluminium
- Kupfer
- Titan
- etc....

Schwenkbiegen



Glasblasen

Sowohl dekorative als auch funktionale, hohle und offene Gefäße können durch Glasblasen hergestellt werden. Dabei wird Luft in einen Klumpen von geschmolzenem Glas geblasen, um dieses aufzublasen und die Wandstärke nach und nach zu verringern.

Kosten:

Hohe Werkzeugkosten für mechanisierte Produktionen, niedrige für Einzelproduktionen

Qualität:

Gute Qualität und hoher Wahrnehmungswert

Eignung:

Einzel bis Serienproduktion

Typische Anwendung:

Essen und Getränkeverpackung
Pharmazeutische Verpackungen
Tisch- und Küchenzubehör

Verwandte Prozesse:

Glaspressverfahren
Kunststoffblasformen
Wasserstrahlschneiden und Glasschneiden

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit bei mechanisiertem Ablauf
Lange bis sehr lange Zykluszeiten für Einzelproduktionen

manuelles Glasblasen

mechanisiertes Blas-Blas-Verfahren

mechanisiertes Press-Blas-Verfahren

Glasblasen

manuelles Glasblasen

Wie funktioniert's:

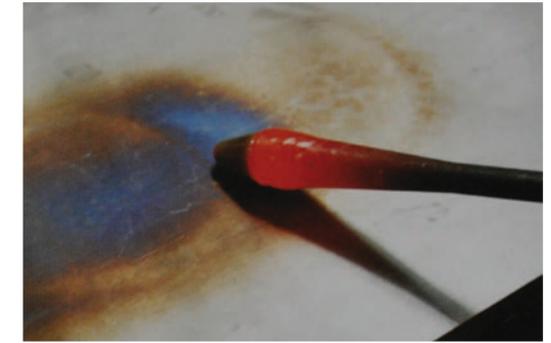
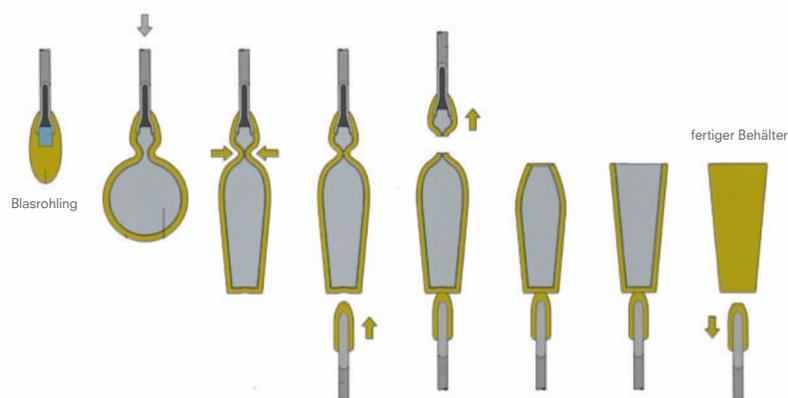
In einem dauernd erhitzten Schmelz-
tegel befindet sich eine Glasschmelze
(meist Kalknatronglas oder Kristallg-
las) mit über 1120° C.
Dann wird ein Eisenstab bei 600° C
zum glühen gebracht und ein Stück
farbiges Glas wird am Ende befestigt.
Danach wird dieses in die Glass-
schmelze getunkt und in glühendem
Zustand nach und nach in eine Vor-
form mittels drehen des Eisenstabes
in dieser gebracht. Diese Vorgang

wird mehrmals wiederholt bis die
erwünschte Vorform mit genug
Material erreicht ist. Danach wird das
ganze über das Blasrohr aufgeblasen,
gedreht, erhitzt, usw. So lange bis die
entgültige Form erreicht ist.
Um genauer an die gewünschte
Endform zu gelangen kann eine
kalte Gegenform verwendet werden,
durch die das Werkstück gedreht
wird. Darin kühlt das heiße Glas dann
schneller ab und verformt sich.

Mögliche Materialien:

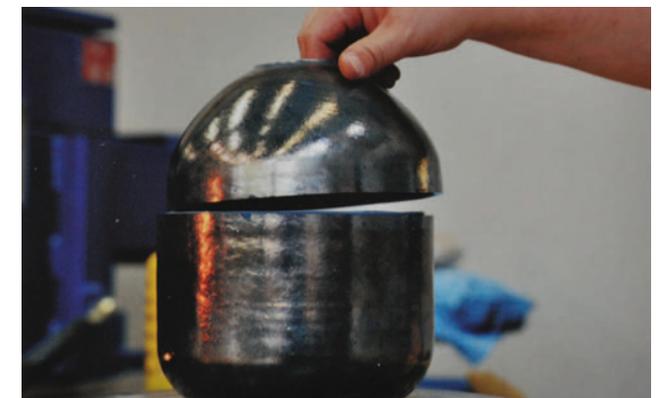
- Kalknatronglas
- Kristallglas

Manuelles Glasblasen



Beispiel:
Gefäß

Hersteller:
The National Glass Center
www.nationalglasscenter.com



Glasblasen

mechanisiertes Blas-Blas-Verfahren

Wie funktioniert's:

Beim Blas-Blas-Verfahren wird zuerst ein Klumpen heißes Glas in eine Vorform gedrückt und leicht ausgeblasen.

Danach kommt der Vorförmling in eine zweite Form wo er komplett in seine entgültige Form geblasen wird.

Mögliche Materialien:

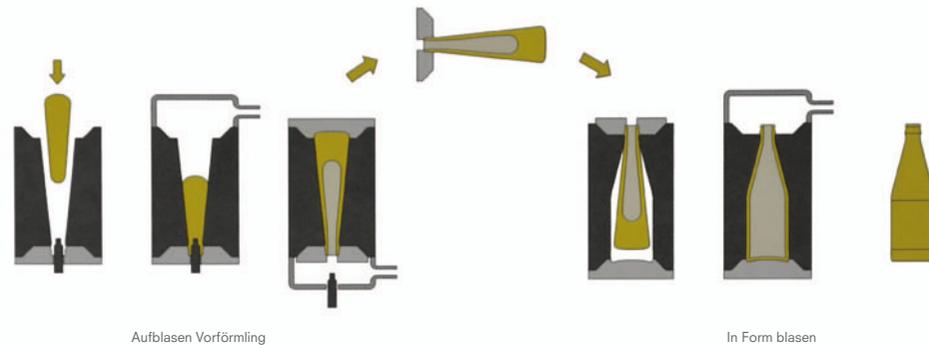
- Kalknatronglas
- Kristallglas



Beispiel:
Flasche

Hersteller:
Beatson Clark
www.beatsonclark.co.uk

Mechanisiertes Blas-Blas-Verfahren



Glasblasen

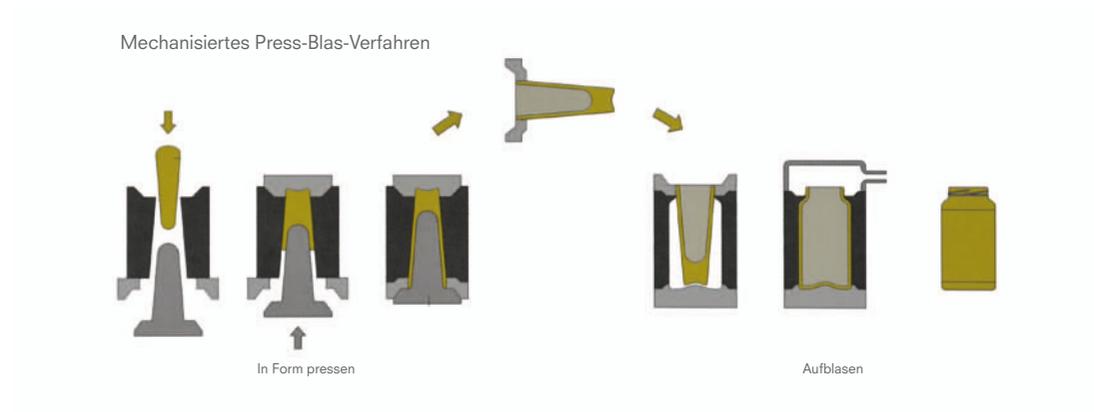
mechanisiertes Press-Blas-Verfahren

Wie funktioniert's:

Beim Press-Blas-Verfahren wird zuerst ein Klumpen heißes Glas in eine Vorform (mit Hohlraum) gepresst. Danach kommt der Vorförmling in eine zweite Form wo er komplett in seine entgültige Form geblasen wird.

Mögliche Materialien:

- Kalknatronglas
- Kristallglas



Kunstglasblasen

Beim Kunstglasblasen wird normalerweise eine Öllampe oder ein Brenner zum Erhitzen eines Glasrohres benutzt. Dieses wird dann durch Einblasen, und Drücken mit verschiedenen Werkzeugen in seine Form gebracht. Heute wird Kunstglasblasen hauptsächlich noch im Kunsthandwerk angewendet.

Mögliche Materialien:
viele verschiedene Glasarten:
· Borosilikate
· Kalknatronglas

Kosten:
normalerweise keine Werkzeugkosten
Moderate bis hohe Stückkosten

Qualität:
Sehr gute Qualität abhängig vom Können des Kunstglasbläfers

Eignung:
Geringe bis mittlere Stückzahlproduktion

Typische Anwendung:
Kunst
Schmuck
Laborequipment

Verwandte Prozesse:
Glaspressformen
Glasblasen

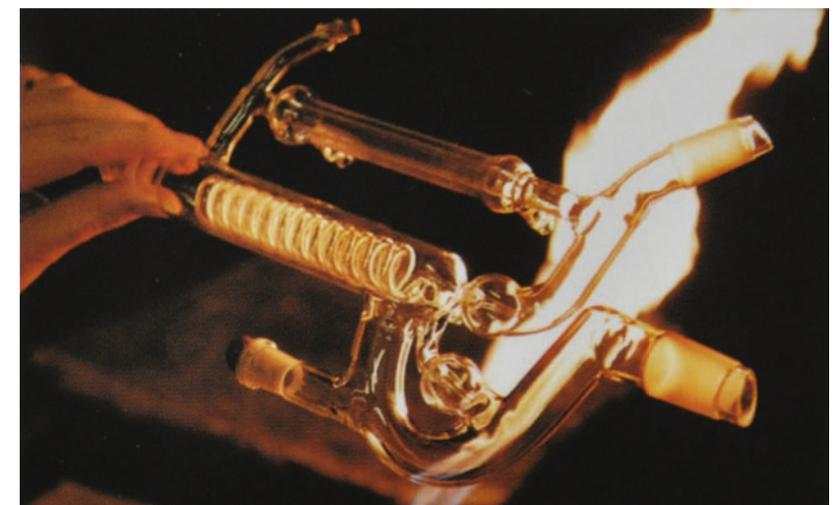
Geschwindigkeit:
Moderate bis lange Zykluszeit abhängig von Größe und Komplexität des Werkstücks

Blasverfahren

Lochbohren

Biegen

Spindelformen



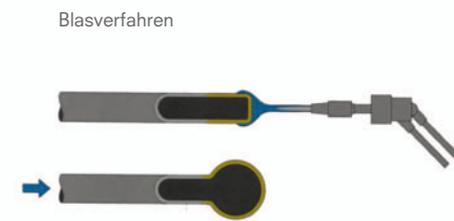
Beispiel:
Chemiglasbehälter

Hersteller:
Dixon Glas
www.dixonglass.co.uk

Kunstglasblasen

Blasverfahren

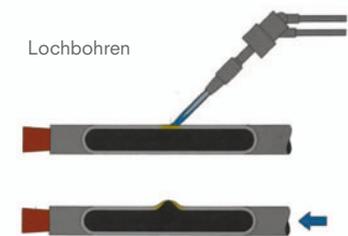
Wie funktioniert's:
Formen einer Kugel am Ende des Rohres. Diese wird dann immer mehr aufgeblasen.



Kunstglasblasen

Lochbohren

Wie funktioniert's:
Einschneiden eines Loches mittels Werkzeug

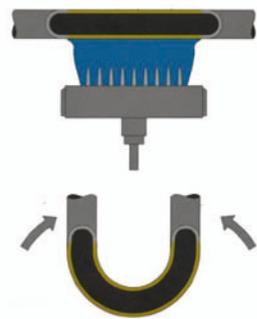


Kunstglasblasen

Biegen

Wie funktioniert's:
Flächige Erhitzung und Biegung des
Glasrohrs

Biegen

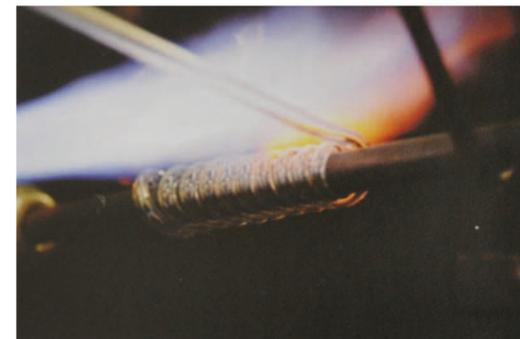
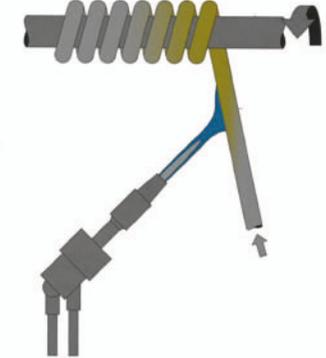


Kunstglasblasen

Spindelformen

Wie funktioniert's:
Umwickeln einer Form mit dem
heißen Glasrohr

Spindelformen



Töpfern

Wie funktioniert's:

Keramische Produkte die axensymmetrisch sind können mit einer Töpferscheibe hergestellt werden. Form und Funktion des Objekts bestimmt der Töpfer. Dazu sind diese abhängig vom Können und den angewandten Techniken des Töpfers. Zuerst wird der Ton in eine Lehmühle gepackt, wo er sich gut durchmischt und Luftpneinschlüsse herausgeknetet werden. Danach wird

die gewünschte Menge an vorgeknetetem Ton auf die sich drehende Töpferscheibe gelegt. Danach drückt der Töpfer den Ton immer weiter nach oben um eine Wandstärke aufzubauen. Überstände werden abgeschnitten, mit verschiedenen Werkzeugen und Techniken können unterschiedliche Geometrien erreicht werden.

Mögliche Materialien:

- Tonwaren
- Steinzeug
- Porzellan

Kosten:

keine Werkzeugkosten
Geringe bis moderate Stückkosten

Qualität:

Variabel da es Handarbeit ist

Eignung:

Einzel- bis Kleinserienproduktion

Typische Anwendung:

Gartenartikel
Küchenartikel
Tischdeko

Verwandte Prozesse:

Schlickergießen
Keramikformpressen

Geschwindigkeit:

Moderate Zykluszeit (15-45 Minuten) abhängig von der Größe und Komplexität des Objekts
Langer Brennprozess (8-12 Stunden)

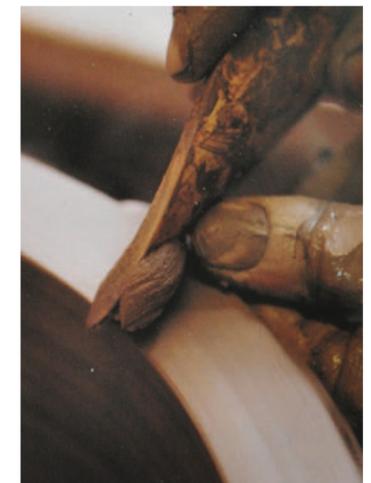
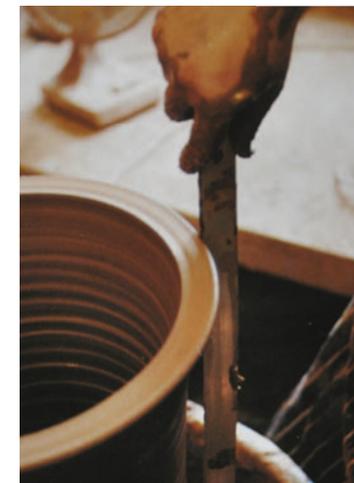
Töpfern



Lehmühle



Töpfern auf Töpferscheibe



Beispiel:
Tontopf

Hersteller:
S.&B. Evans & Sons
www.sandbevansandsons.com

Schlickergießen

Wie funktioniert's:

Der Schlickerguss ist ein spezielles Gipsform-Gussverfahren zum Gießen von Grünkörpern, Rohlingen oder Gusskörpern, die zum Brand keramischer Erzeugnisse geeignet sind. Der Schlickerguss kommt beispielsweise in der traditionellen Porzellanherstellung zur Anwendung.

Der Schlicker, ein Mineral-Wassergemisch definierter Viskosität,

wird in vorher sorgfältig getrocknete Gipsformen eingebracht. Der Gips entzieht dem Schlicker rasch Wasseranteile, wodurch sich die mineralischen Bestandteile an der Gipsform ablagern, verdichten und zunehmend verfestigen. Nach Erreichung eines bestimmten plastischen Festigkeitszustands werden die teilbaren Gipsformen vorsichtig entfernt.

Mögliche Materialien:

- Teracotta
- Steingut
- Porzellan

Kosten:

geringe Werkzeugkosten
Moderate bis hohe Stückkosten

Qualität:

Endoberfläche hängt von der Form und vom Können des Bearbeiters ab

Eignung:

Einzel- bis Kleinserienproduktion

Typische Anwendung:

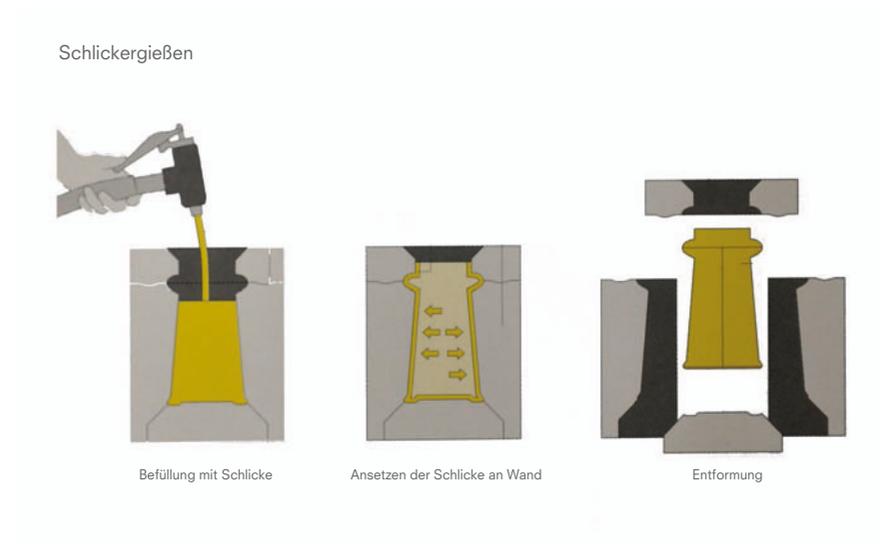
Badezimmerarmaturen
Küchenartikel und Tischdeko
Leuchten

Verwandte Prozesse:

Töpfern
Keramickformpressen

Geschwindigkeit:

Moderate Zykluszeit (0,4 - 4 Stunden) abhängig von der Größe und Komplexität des Objekts
Langer Brennprozess (bis zu 48



Beispiel:
Tonkrug

Hersteller:
Hartley Greens & Co. (Leeds Pottery)
www.hartleygreens.com

Keramikformpressen

Keramikformpressen wird dann verwendet wenn mehrere/ viele Keramikwaren mit einer permanenten Form hergestellt werden sollen. Vorallem werden diese Prozesse für Küchenutensilien und Tischutensilien wie Schüsseln, Teller etc. verwendet.

Kosten:

geringe bis moderate Werkzeugkosten
geringe bis moderate Stückkosten, abhängig vom Grad der manuellen Bearbeitung

Qualität:

gute Oberflächenqualität

Eignung:

Geringe bis hohe Stückzahlproduktion

Typische Anwendung:

Küchen- und Tischutensilien
Abgüsse und Becken
Fliesen

Verwandte Prozesse:

Schlickergießen
Töpfern

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit (1 - 6 pro Minute) abhängig vom Automatisierungsgrad
Langer Brennprozess (bis zu 48 Stunden)

Überdrehen

Kolbenpressen

Keramikformpressen

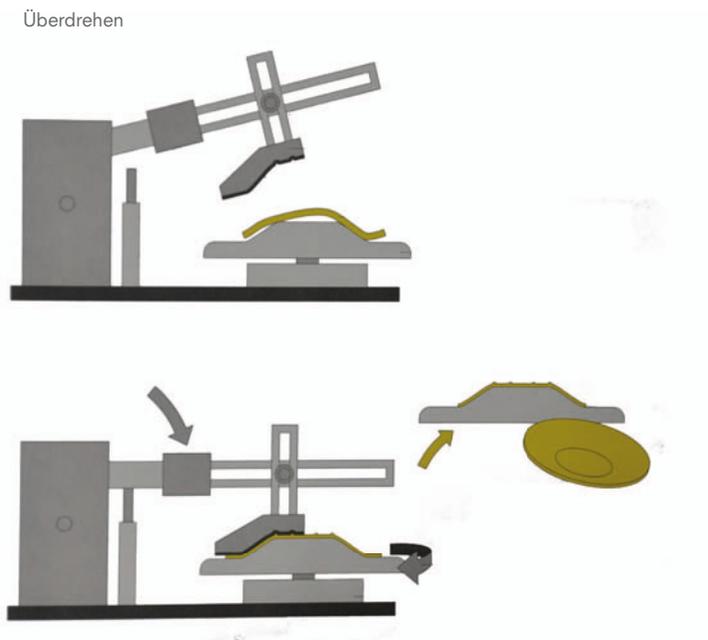
Überdrehen

Wie funktioniert's:

Ein Tonrohling wird auf eine rotierende Negativform gelegt. Danach wird eine partiell angebrachte Positivform daraufgedrückt. Durch das Rotieren der unteren Form wird so der Tonrohling nach und nach durch die Profilform gedrückt und verformt. Danach kann der Förmling verziert und bearbeitet werden.

Mögliche Materialien:

- Steingut
- Porzellan



Beispiel:
Tonteller

Hersteller:
Hartley Greens & Co. (Leeds Pottery)
www.hartleygreens.com

Keramikformpressen

Kolbenpressen

Wie funktioniert's:

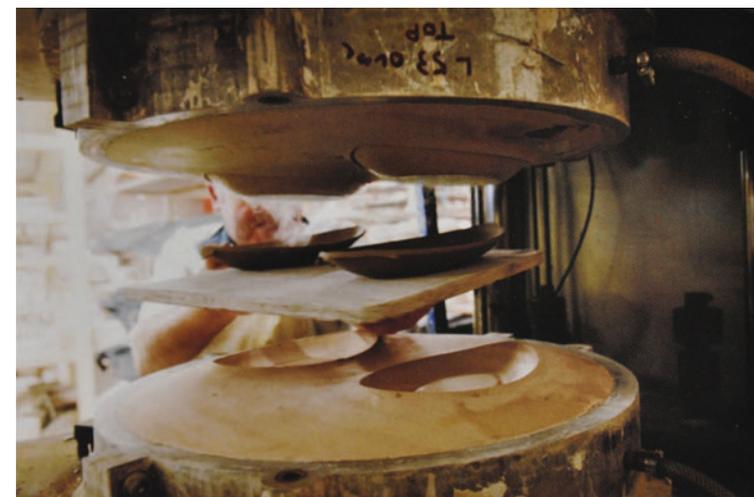
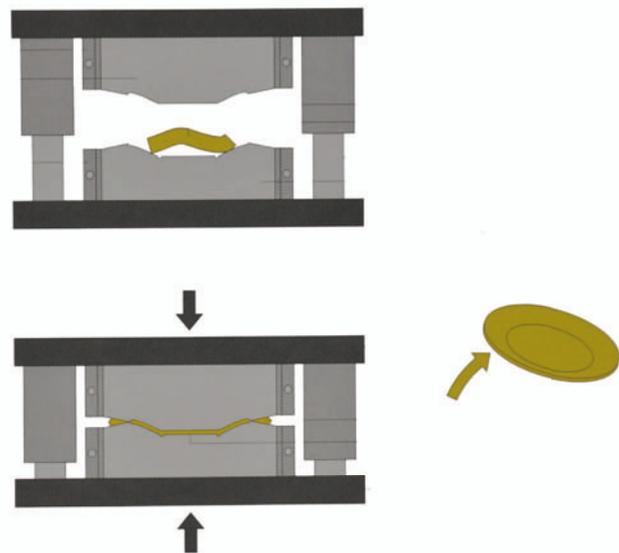
In eine Kolbenpresse wird eine Positiv- und Negativform eingebracht. (z.B. Form aus Gips) Dann wird in den Zwischeraum ein Stück Ton gelegt welches dann mit Druck zusammengepresst wird und durch die erwärmte Gipsform etwas aush-

ärtet. Die Form kann dabei aus einem großen Formteil oder auch mehreren kleinen Formteilen bestehen. Das Kolbenpressen ist um einiges schneller wie Überdrehen. Hier können bis zu 6 Pressvorgänge pro Minute vorgenommen werden.

Mögliche Materialien:

- Steingut
- Porzellan

Kolbenpressen



Beispiel:
Tonschüssel

Hersteller:
Hartley Greens & Co.
(Leeds Pottery)
www.hartleygreens.com

CNC-Bearbeitung

Bei der CNC-Bearbeitung können CAD-Daten direkt auf ein Werkstück übertragen werden. Dabei gibt es immer ein Schneide-/Fräswerkzeug welches in bestimmte Richtungen verfahrbar ist und wodurch unterschiedliche Formen/ Schnitte und Fräsungen erreicht werden können.

Kosten:

geringe Werkzeugkosten
geringe Stückkosten

Qualität:

gute Oberflächenqualität welche durch Schleifen und Polieren verbessert werden kann.

Eignung:

Einzel- bis hohe Stückzahlproduktion

Typische Anwendung:

Automobil
Möbel
Werkzeugherstellung

Verwandte Prozesse:

Erodieren
Elektroformen
Laserschneiden

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit, ist aber abhängig von der Größe und Komplexität des Werkstücks

Achs-Fräsen

Dreheln

CNC-Bearbeitung

Achs-Fräsen

Wie funktioniert's:

Ein spanabhebendes Fräswerkzeug ist in eine Vorrichtung eingespannt. Diese Vorrichtung ist je nach Ausführung der Maschine in mehrere Achsen verfahrbar. Darunter ist jeweils eine Vorrichtung angebracht auf der ein zu bearbeitendes Werkstück befestigt werden kann. Z.B. ein Vakuumtisch welcher Holzplatten oä. am Boden vestsaugt. Nach und nach fährt dann das

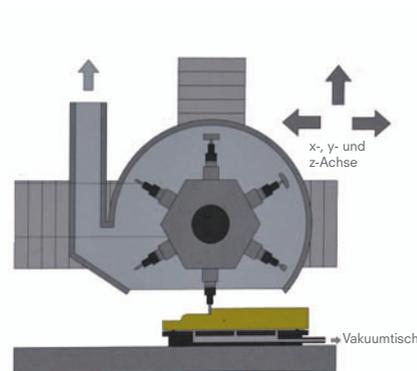
Fräswerkzeug den durch CAD-Programme vorgegebenen Weg ab und formt das Werkstück. Die 3-Achs-Fräse ist hierbei in x-y- und z-Richtung verfahrbar, wodurch flache Werkstücke/ Plattenware von oben bearbeitet werden können. Die 5-Achs-Fräse hat dazu noch einen Schwenkarm mit 2 Rotationsachsen wodurch 3D-Objekte geformt werden können.

Mögliche Materialien:

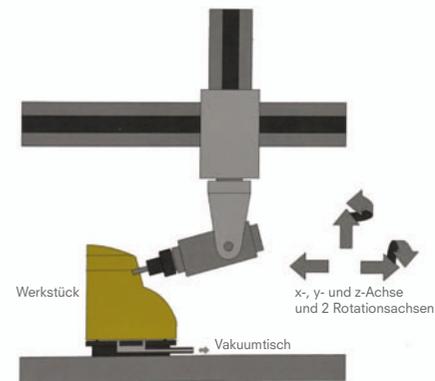
fast jegliche Materialien wie:

- Holz
- Kunststoff
- Metall
- Glas
- Keramik
- Verbundwerkstoffe

3-Achs-Fräse



5-Achs-Fräse



3-Achs-Fräse



5-Achs-Fräse

Beispiel:
Sitzfläche Stuhl

Hersteller:
Ercol Furniture
www.ercol.com

CNC-Bearbeitung

Drechseln

Wie funktioniert's:

Beim Drechseln wird ein länglich vorgefertigtes Werkstück in eine Vorrichtung eingespannt. Danach wird die Vorrichtung in eine schnelle Rotation versetzt. Wenn man nun ein scharfes Werkzeug daran hält werden

nach und nach Späne abgetragen und das Werkstück verformt sich in runden Dimensionen. Dabei gibt es zum einen die händische Drechselbearbeitung und auch eine CNC-gesteuerte.

Mögliche Materialien:

- Holz
- Kunststoffe
- Metall (drehen)
- etc.



Beispiel:
Stuhlbeine

Hersteller:
Ercol Furniture
www.ercol.com

Formverleimen

Beim Formverleimen werden mehrere Holzschichten übereinander geleimt wodurch runde Holzformen hergestellt werden können.

Kosten:

geringe Werkzeugkosten
Moderate Stückkosten

Qualität:

Gute Qualität

Eignung:

Geringe bis mittlere Stückzahlproduktion

Typische Anwendung:

Architektur
Ingenieurshölzer
Möbel

Verwandte Prozesse:

CNC-Bearbeitung
Bugholz

Geschwindigkeit:

Mittlere bis lange Zykluszeit (bis zu 24 Stunden)

Furnierverleimen

Verkerben

Vollholzverleimen

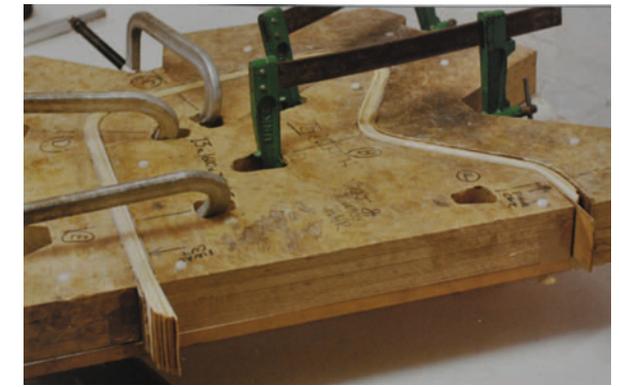
Formverleimen

Furnierverleimen

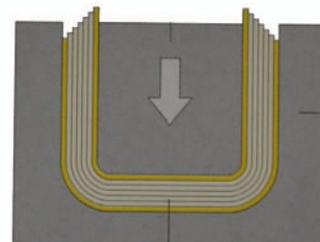
Wie funktioniert's:

Beim Furnierverleimen werden mehrere Furnierschichten eingeleimt und in einer Positiv-/Negativform verpresst. Dadurch kann man unterschiedliche Radien aus Holz erreichen oder auch fast fertig geformte Möbelstücke. Um die Stabilität an bestimmten Stellen zu

erhöhen werden dort einfach mehr Schichten an Furnier eingearbeitet. Da sich normales Furnier nur bis zu einem gewissen Grad dreidimensional verbiegen lässt gibt es ein spezielles 3D-Furnier welches aus einzelnen dünnen Holzstäbchen zu einem Furnier zusammengesetzt wird.



Furnierverleimen



Beispiel:
Beistelltisch

Hersteller:
Isokon Plus
www.isokonplus.com

Formverleimen

Verkerben

Wie funktioniert's:

Holzplatten o.ä. werden in eine Richtung schlitzartig eingesägt (Kerben). Dadurch lässt sich diese bis zu einem gewissen Grad biegen. (Abhängig vom Abstand der Schlitze und Art des Holzes). Danach kann man zwei oder mehrere dieser Platten aufeinanderleimen um so eine zwei-dimensionale Biegung zu erreichen.

Verkerben



Formverleimen

Vollholzverleimen

Wie funktioniert's:

Ähnlich wie beim Furnierverleimen werden hier mehrere Vollholzsichten miteinander verleimt. Da diese Schichten jedoch dicker sind lassen diese sich nicht so stark biegen und der Radius der möglichen Rundungen ist größer. Da das Material so auch eine gewisse Steifigkeit besitzt kann man Vollholz auch meist nur mit einer einseitigen Form verleimen.

Vollholzverleimen



Bugholz

Beim Bugholz werden vorgefertigte Holzstäbe so lange in Wasserdampf erhitzt und befeuchtet bis sich die einzelnen Fasern leicht voneinander lösen lassen. Danach werden die Stäbe verbogen, wobei sich die Fasern gegeneinander verschieben, jedoch die äußere Form des Holzstabes nicht zusammenfällt. Nach Erkaltung des Stabes hat man gebogenes Holz.

Kosten:

geringe Werkzeugkosten
Moderate bis hohe Stückkosten

Qualität:

Gute Qualität

Eignung:

Geringe bis große Stückzahlproduktion

Typische Anwendung:

Bootsbau
Möbel
Musikinstrumente

Verwandte Prozesse:

CNC-Bearbeitung
Formverleimen

Geschwindigkeit:

Lange Zykluszeit (bis zu 3 Tagen)

Kreisbiegen

Offenes Biegen



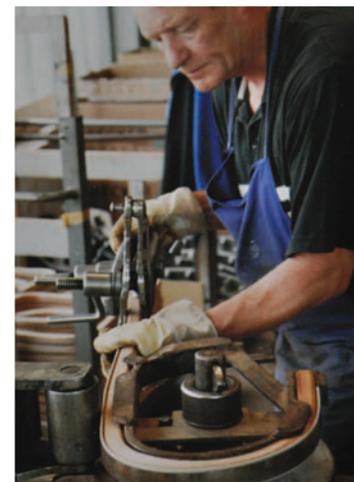
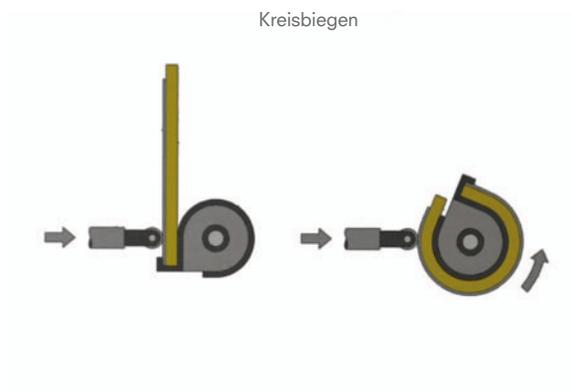
Beispiel:
Bugholzstuhl

Hersteller:
Thonet
www.thonet.de

Bugholz

Kreisbiegen

Wie funktioniert's:
Biegen zu Kreisformen mit einer kreisförmigen Einspannvorrichtung.



Bugholz

Offenes Biegen

Wie funktioniert's:
Händisches Biegen in eine Form wobei 2 Personen zum Bearbeiten benötigt werden.



Papierfasergießen

Wie funktioniert's:

Geformte Papierverpackungen werden fast komplett aus Abfallmaterial der Papierindustrie hergestellt. Der Prozess ist sehr umweltfreundlich da das recycelte Material nur noch die Zuführung von Wasser benötigt. Papierfasern werden mit Wasser vermischt und in einen Tank gegeben. In diesem Tank befindet sich eine Negativform die mit kleinen Löchern

bestückt ist. Dadurch kann man an die Form ein Vakuum anlegen, Papierfasern legen sich auf die Oberfläche der Form und das Wasser wird durchgespült. Danach werden die Faserförmlinge in eine Gegenform gesteckt die durch Vakuum weiteres Wasser herauszieht. Zum Schluss werden die Objekte für ca. 15 Minuten im Ofen getrocknet.

Mögliche Materialien:

· Papierabfall

Kosten:

geringe bis moderate Werkzeugkosten
Geringe bis moderate Stückkosten

Qualität:

Variabel

Eignung:

Kleinserien- und Massenproduktion

Typische Anwendung:

Biologisch abbaubare Blumentöpfe
Verpackung

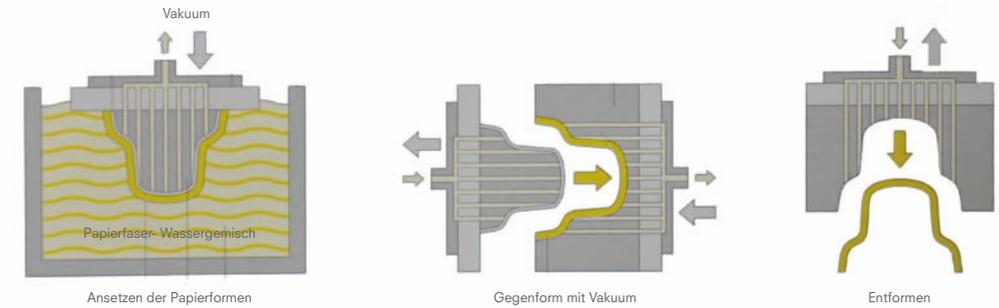
Verwandte Prozesse:

Formstanzen
Aufgeschäumtes Polystyrol
Thermoverformung

Geschwindigkeit:

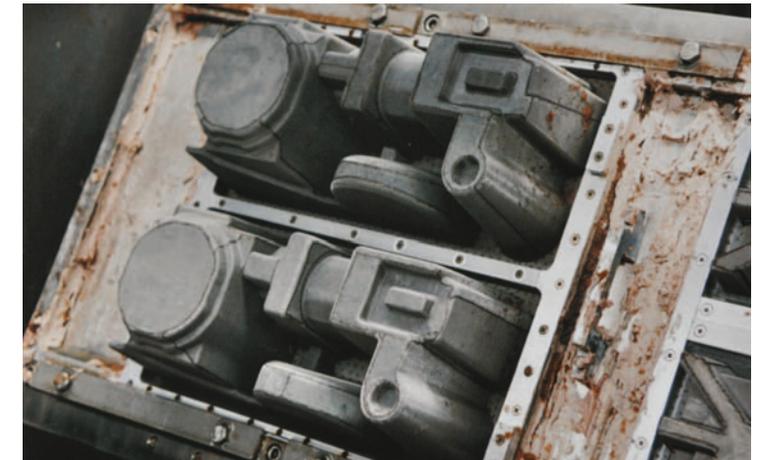
Schnelle Zykluszeit (5-10 Zyklen pro Minute)
Trocknungszeit 15 Minuten

Papierfasergießen



Beispiel:
Papierverpackung

Hersteller:
Cullen Packaging
www.cullen.co.uk



Laminieren

Die Lamination bezeichnet das Verbinden einer dünnen, oftmals folienartigen Schicht mit einem Trägermaterial mittels eines Klebers. Der Begriff findet sich auch beispielsweise im Laminat wieder.

Kosten:

Moderate bis hohe Werkzeugkosten
Moderate bis hohe Stückkosten abhängig von der Oberfläche, Komplexität und Bauart

Qualität:

Gute Qualität für leichte Produkte

Eignung:

Geringe bis mittlere Stückzahlproduktion

Typische Anwendung:

Luftfahrt
Möbel
Rennautos

Verwandte Prozesse:

DMC und SMC Formen
Spritzgießen
Thermoverformung

Geschwindigkeit:

Lange Zykluszeit (1-150 Stunden) abhängig von Größe und Komplexität des Bauteils

Nasslaminierverfahren

Prepreg-Technologie

Harzinjektionsverfahren

Laminieren

Nasslaminierverfahren

Wie funktioniert's:

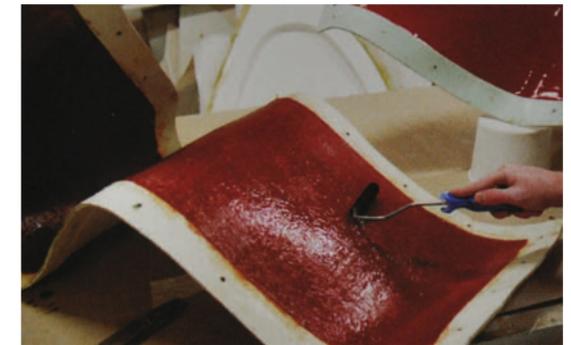
Alle Arten von Gewebe können mit dem Nasslaminierverfahren bearbeitet werden. Dieses ist zugleich auch das am wenigsten präzise Laminierverfahren. Man benötigt dafür eine Negativform die zum einen stabil und zum anderen flexibel für die Entformung ist. Dann wird ein Gel-Coat als untere Trennschicht zur besseren

Entformung aufgetragen. Danach wird schichtweise ein Fasergewebe (Glasfasern für GFK, Karbonfasern, Aramidfasern) und eine Harzschicht aufgetragen. Je nach Faserart und Aufbaustärke kann dabei eine unterschiedliche Härteeigenschaft und ein unterschiedliches Gewicht erreicht werden.

Mögliche Materialien:

- Glasfasern
- Karbonfasern
- Aramidfasern

Nasslaminierverfahren



Beispiel:
Stuhl

Hersteller:
Radcor
www.radcor.co.uk

Laminieren

Prepreg-Technologie

Wie funktioniert's:

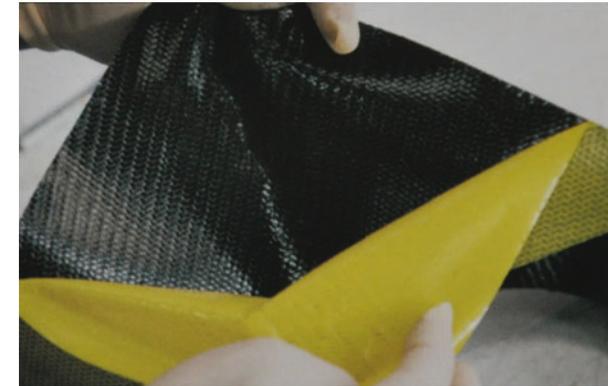
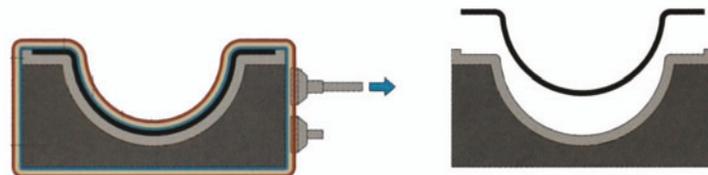
Mit Matrixwerkstoff vorimprägnierte (also bereits getränkte) Fasermatten werden auf die Form aufgelegt. Das Harz ist dabei nicht mehr flüssig, sondern hat eine leicht klebrige feste Konsistenz. Der Verbund wird anschließend mittels Vakuumsack entlüftet und danach, häufig im Autoklaven, unter Druck und Hitze ausgehärtet. Das Prepregverfahren ist aufgrund der notwendigen Betrieb-

sausrüstung (Kühlanlagen, Autoklav) und der anspruchsvollen Prozessführung (Temperaturmanagement) eines der teuersten Herstellungsverfahren. Es ermöglicht neben dem Faserwickeln und den Injektions- und Infusionsverfahren jedoch die höchsten Bauteilqualitäten. Das Verfahren findet vor allem in der Luft- und Raumfahrt, im Motorsport, sowie für Leistungssportgeräte Anwendung.

Mögliche Materialien:

- Karbonfasern

Prepreg-Technologie



Beispiel:
Teil Rennauto

Hersteller:
Lola Cars International
www.lolacars.com

Laminieren

Harzinjektionsverfahren

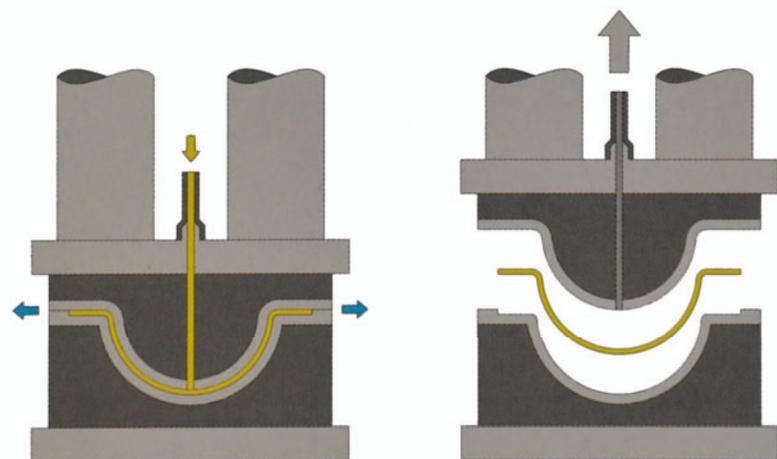
Wie funktioniert's:

Beim Harzinjektionsverfahren (RTM Resin Transfer Molding) werden Fasern in eine vorgewärmte Positiv-/Negativform gelegt und unter Druck oder Vakuum mit Harz durchdränkt. Hierdurch entstehen sehr präzise und reproduzierbare Bauteile.

Mögliche Materialien:

- Glasfasern
- Karbonfasern
- Aramidfasern

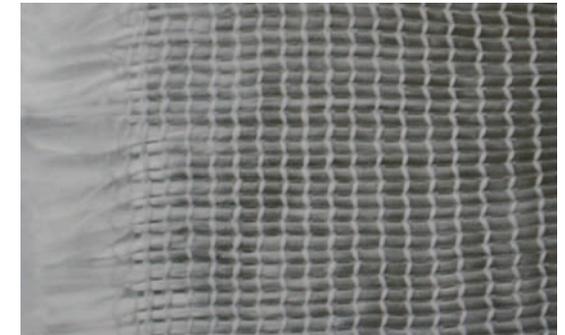
Harzinjektionsverfahren



Beispiele Fasern:



wirre Glasfaser



gewobene Glasfaser



Karbonfaser



Kevlar Aramid



PP und Glasfaser verwoben



PP und Glasfaser laminiert

DMC und SMC Formen

Wie funktioniert's:

DMC und SMC Formen wird verwendet um strukturelle leichtgewichtige Teile herzustellen. Der Prozess ist dabei dem Laminieren und dem Spritzgießen sehr nahe.

SMC wird dabei für dünne Bauteile benutzt.

Das Material besteht aus einer Faserverstärkung und thermisch

aushärtendem Harz. DMC besteht aus kurzen Fasern während SMC gewebte Fasermatten enthält. Diese Materialien werden dann in eine Metallform gegeben, erhitzt und somit ausgehärtet und später entformt. Um das ganze später besser entformen zu können werden kleine Vorrichtungen dafür miteingearbeitet.

Mögliche Materialien:

- DMC (dough molding compound)
- SMC (sheet molding compound)

Kosten:

Moderate Werkzeugkosten

Geringe Stückkosten (3 bis 4 mal Materialkosten)

Qualität:

Sehr stabile Teile mit langer Faserlänge

Eignung:

Serien- bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

Automobil

Gebäude und Konstruktion

Elektronik und Kommunikation

Verwandte Prozesse:

Laminieren

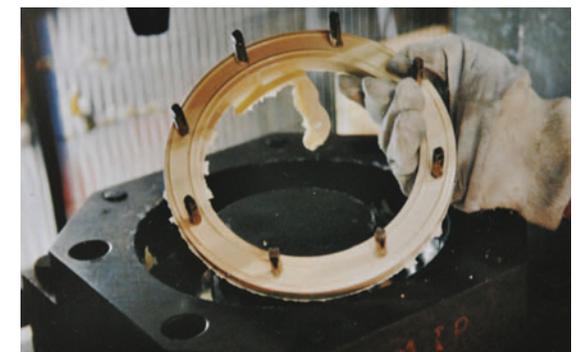
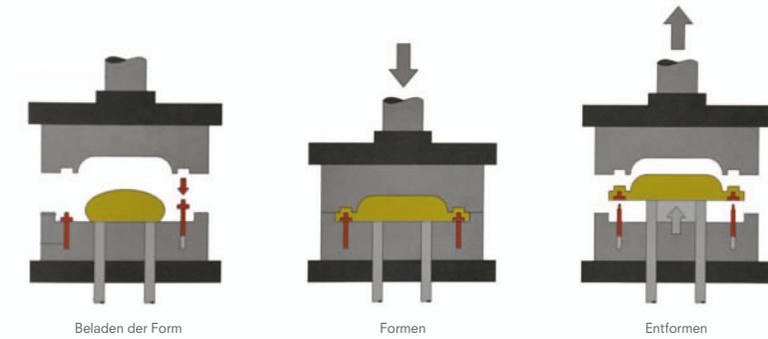
Formpressen

Spritzgießen

Geschwindigkeit:

Zykluszeit zwischen 2 und 5 Minuten

DMC und SMC Formen



Beispiel:
Fassungsring

Hersteller:
Cromwell Plastics
www.cromwell-plastics.co.uk



Präzisionswickeln

Wie funktioniert's:

Karbonfaserschnüre die in Harz getränkt werden werden auf eine rotierende Form aufgewickelt. Dabei kann zum einen ein verlorene Form, als auch eine Mehrfachform verwendet werden.

Die Karbonfaserschnur läuft über ein Rad und wird mit Harz getränkt.

Danach wird sie in einem bestimmten Raster über den bewegbaren Steuerkopf auf die rotierende Form aufgewickelt. Je nach Anforderungen an Stabilität etc. können somit mehrere Schichten/ Materialstärken gebaut werden.

Mögliche Materialien:

- Glasfaser
- Karbonfaser
- Aramidfaser

Kosten:

Geringe bis moderate Werkzeugkosten abhängig von der Größe

Moderate bis hohe Stückkosten

Qualität:

Hochglanzoberfläche

Qualitative leichtgewichtige Produkte

Eignung:

Einzel bis Kleinserienproduktion

Typische Anwendung:

Luftfahrt

Automobil

Tiefseeutensilien

Verwandte Prozesse:

Thermisches 3D-Laminieren

Laminieren

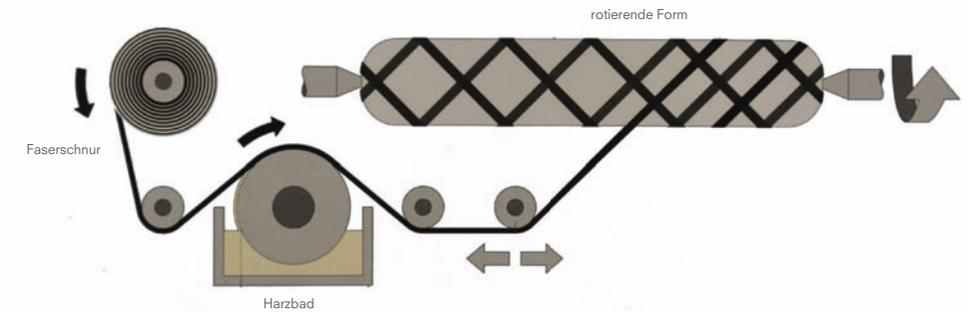
DMC und SMC Formen

Geschwindigkeit:

Moderate Zykluszeit für kleine Teile (20-120 Minuten)

Große Teile benötigen bis zu mehreren Wochen

Präzisionswickeln



Beispiel:
Teil für Rennauto

Hersteller:
Crompton Technology Group
www.ctg ltd.com

Thermisches 3D-Laminieren

Dieser Prozess wurde von North Sails entwickelt um ultraleichte dreidimensionale Segel zu bauen. Die Faserverstärkung ist hier durchgängig über die ganze Größe des Segels um die traditionellen Methoden von Schneiden und Zusammensetzen zu verbessern und zu ersetzen.

Kosten:

Sehr hohe Werkzeugkosten
Sehr hohe Stückkosten

Qualität:

Sehr gute Festigkeit im Vergleich zum Gewicht

Eignung:

Geringe bis kleine Stückzahlproduktion

Typische Anwendung:

Segeln

Verwandte Prozesse:

Laminieren
Präzisionswickeln
Heften

Geschwindigkeit:

Zykluszeit bis zu 5 Tage

3D-Laminieren

3D-Rotations-Laminieren



Thermisches 3D-Laminieren

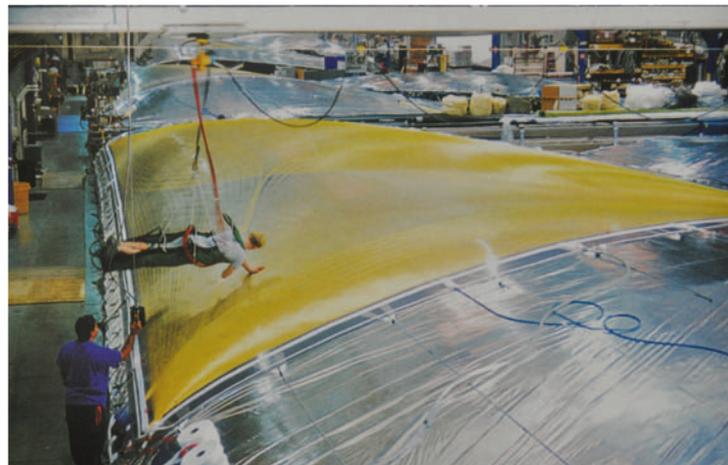
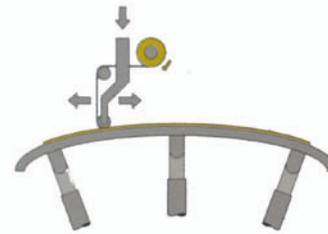
3D-Laminieren

Wie funktioniert's:

Jedes Segel hat eine unterschiedliche Form welche im CAD konstruiert und durch pneumatische Elemente dargestellt wird. Dann wird ein PET-Film auf die Form gelegt und dieses wiederum unter Spannung gesetzt. Dieses ist mit einer Beschichtung speziell für North Sails versehen.

Dann wird eine Fasermatte daraufgelegt und das ganze mittels CNC-gesteuertem 6-Axen-System verfestigt. Die Fasern folgen den Belastungslinien des Segels. Dann wird ein zweiter Layer aufgebracht und unter Vakuum verfestigt. Nach 5 Tagen wird das Segel entformt.

3D-Laminieren (3DL)



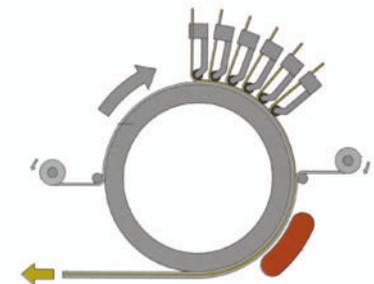
Thermisches 3D-Laminieren

3D-Rotations-Laminieren

Wie funktioniert's:

Beim 3D-Laminieren wird das Segel über einer Rolle produziert, wodurch das Segel später schneller zusammengebaut werden kann.

3D-Rotations-Laminieren (3Dr)



Rapid Prototyping

Rapid Prototyping wird verwendet um Einzelteile bis kleine Serien herzustellen. Dabei werden 3D-Modelle durch verschiedene Verfahren Schichtweise aufgebaut und verfestigt. Als Voraussetzung benötigt man eine funktionierende CAD-Datei die dann auf den Drucker übertragen und gedruckt wird.

Kosten:

keine Werkzeugkosten
Moderate bis hohe Stückkosten

Qualität:

Abhängig vom Verfahren, von hochwertig bis simpel

Eignung:

Einzelproduktionen, Prototypen und geringe Stückzahlproduktion

Typische Anwendung:

Automobil, F1 und Luftfahrt
Produktentwicklung und Produkttests
Werkzeug

Verwandte Prozesse:

CNC-Bearbeitung
Erodieren
Feingießen

Geschwindigkeit:

Langer Prozess abhängig vom Verfahren und der CAD-Datei

Fused Deposition Modeling (FDM)

Gipsdrucker

Multi-Jet-Modeling (Poly-Jet-Modeling PJM)

Selektives Lasersintern (SLS)

Direct Metal Laser Sintern (DMLS)

Stereolithographie (SLA)

Laminated Object Modeling (LOM)

Papierlayer

Rapid Prototyping

Fused Deposition Modeling (FDM)

Wie funktioniert's:

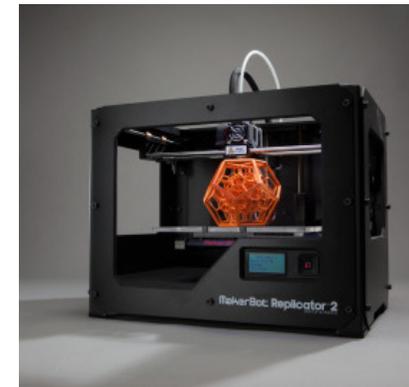
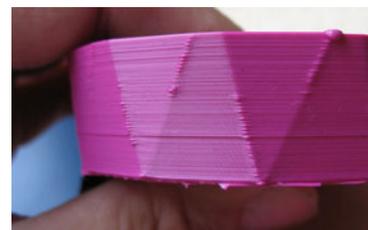
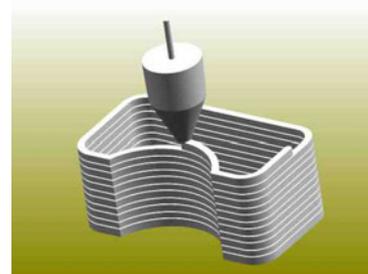
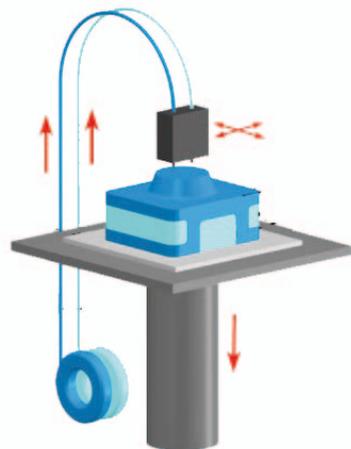
Schichtweiser Aufbau des 3D-Modells aus einem schmelzfähigen Kunststoff. Dabei wird ein Kunststoffdraht/ eine Kunststoffschnur durch eine verfahrbare Heizdüse geleitet und auf der Fertigungsebene aufgebaut.

Die Kunststoffäden kühlen dann ab, verkleben miteinander und werden zu einem 3D-Modell. Dabei können Schichtdicken zwischen 0,025-1,25mm erreicht werden.

Der Aufbau erfolgt außen schichtförmig und innen mittels Kreuzstruktur. Vorteil: Eher günstige Herstellungsmethode (besonders bei kleinen 1-Materialdruckern wie Replicator/ Ultimaker).

Nachteil: Teilweise etwas ungenau, viel Stützstruktur ist teuer und muss mit Chemikalien ausgewaschen werden.

Fused Deposition Modelling (FDM)



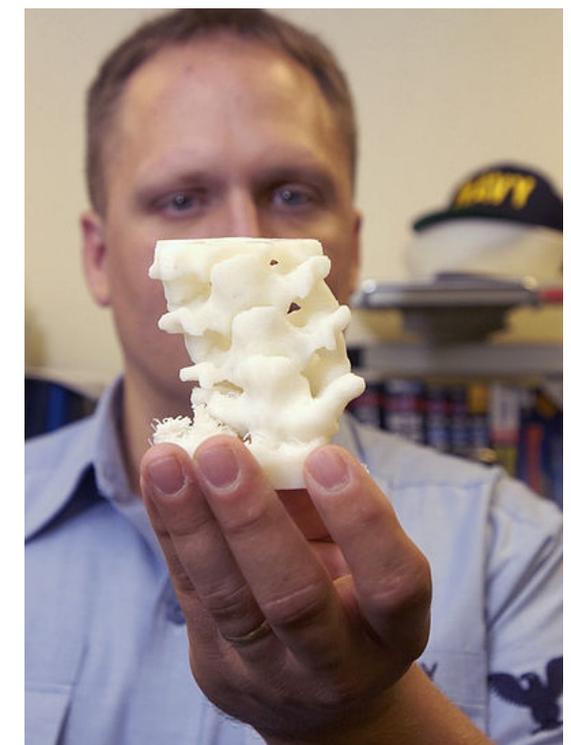
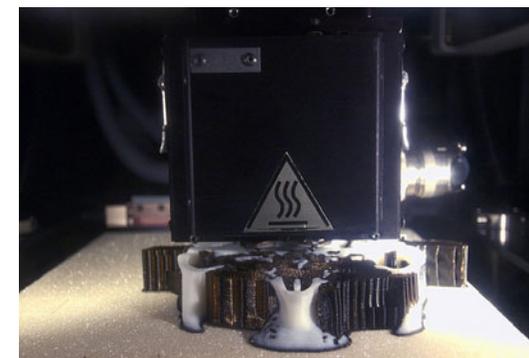
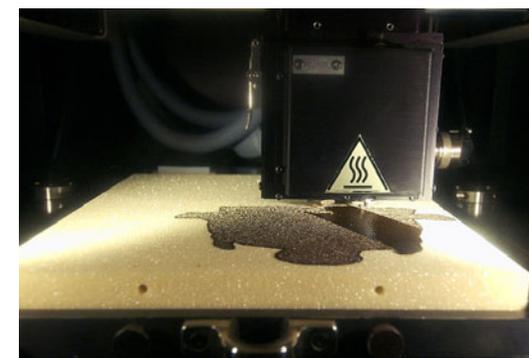
kostengünstige 1-Materialdrucker



Modell mit Stützstruktur

Hersteller:
Replicator (Makerbot)
Ultimaker
Dimension

Aufbau eines Wirbelsäulenmodells mit Stützstruktur



Rapid Prototyping

Gipsdrucker

Wie funktioniert's:

Ein Modell wird schichtweise in einem Gipsbett aufgebaut, bzw. aus Gipsschichten geklebt.

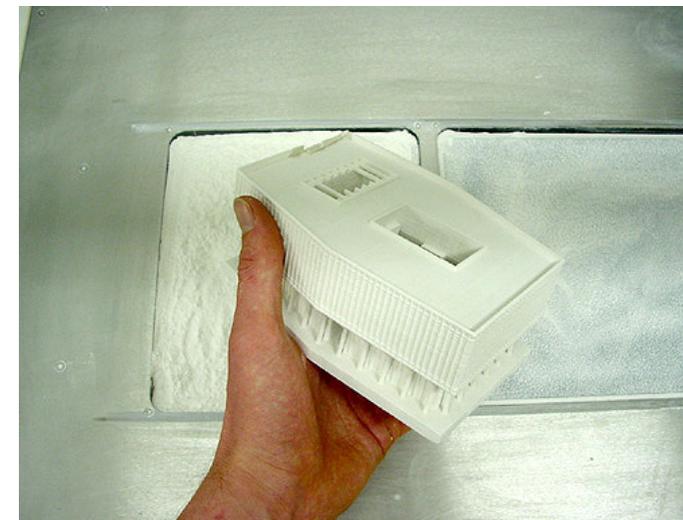
Vorteil: Eher günstige 3D-Modelle

Nachteil: Es ist eine Nachbearbeitung mit Härter zur Festigung des Modells notwendig, wodurch sie die Farbe

verändert.

Beim 3D-Modell muss man eine Mindestwandstärken von 2-3mm beachten.

Bei neueren Druckern kann man die Modelle auch mit Farbe bedrucken.



Hersteller:
Z Corporation

Rapid Prototyping

Multi-Jet-Modeling (Poly-Jet-Modeling PJM)

Wie funktioniert's:

Aus einem Druckkopf werden schmelzfähige Kunststoffe schichtweise auf eine Trägerplatte aufgetragen.

Damit sind Modelle mit einer relativ glatten Oberfläche möglich.

Mittlerweile gibt es auch mehrere Druckköpfe mit unterschiedlichen Druckmaterialien, dh. es können Modelle mit unterschiedlichen Materialeigenschaften gedruckt werden. (von Gummi zu fest)



Modell mit verschiedenen Härtegraden

Hersteller:
Objet
Voxeljet

Rapid Prototyping

Selektives Lasersintern (SLS)

Wie funktioniert's:

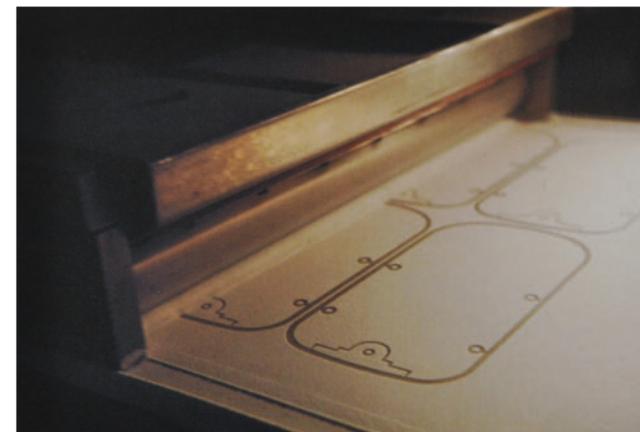
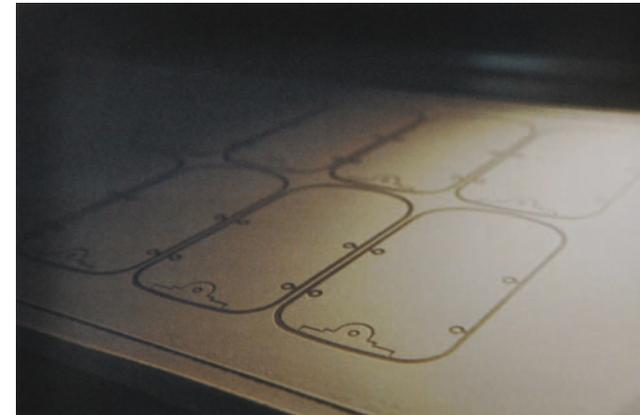
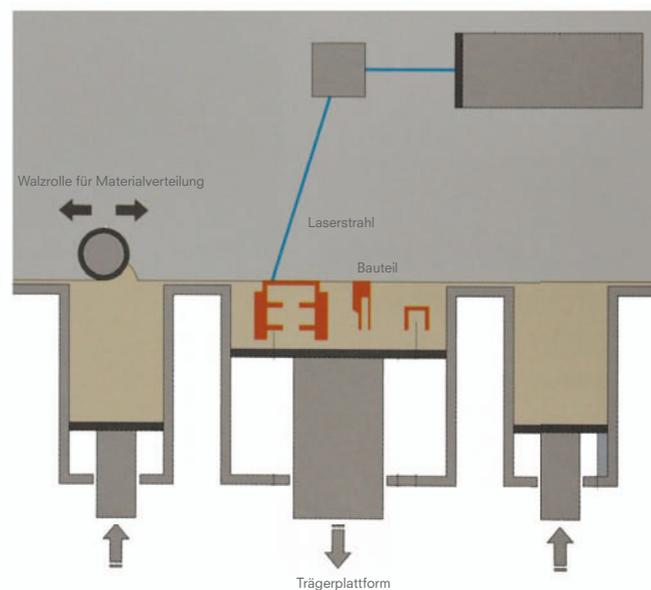
Schichtweiser Aufbau eines Modells.
Erst wird eine dünne Schicht Gips mit einer Walze aufgetragen.

Diese wird dann mit einem Laserstrahl an den jeweiligen Stellen verhärtet und die Trägerplattform

wandert um die Auftragsschichtdicke nach unten.

Mit dieser Methode sind sehr präzise und stabile Modelle möglich jedoch auch sehr teure Modelle

Selektives Lasersintern (SLS)



Hersteller:
EOS
Concept Laser

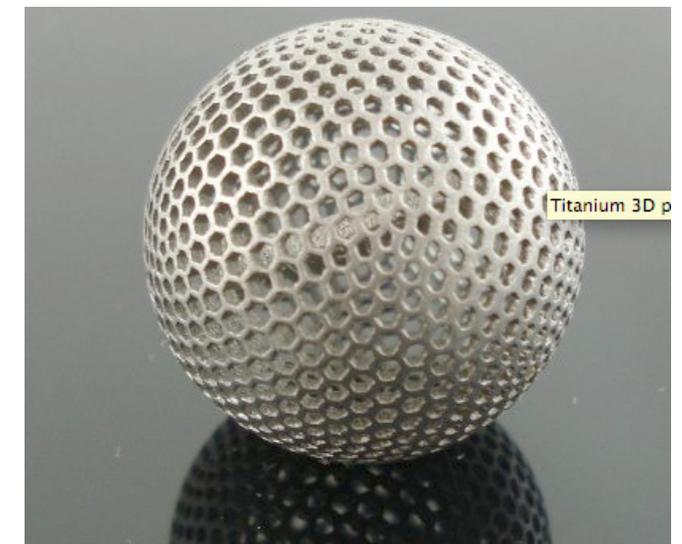
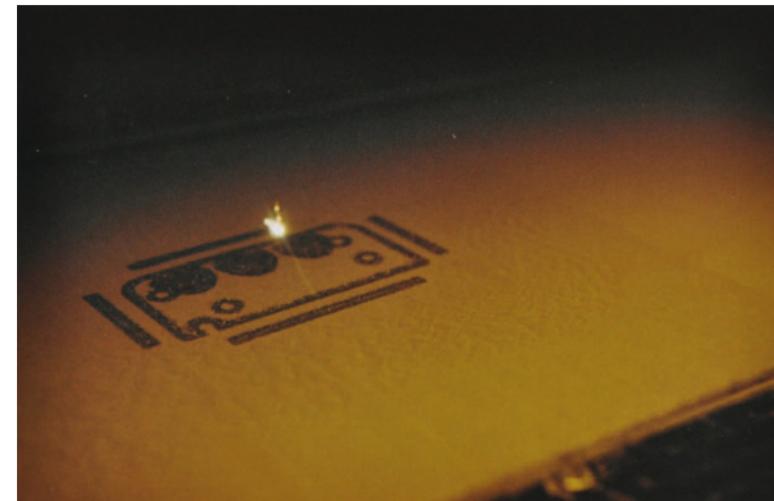
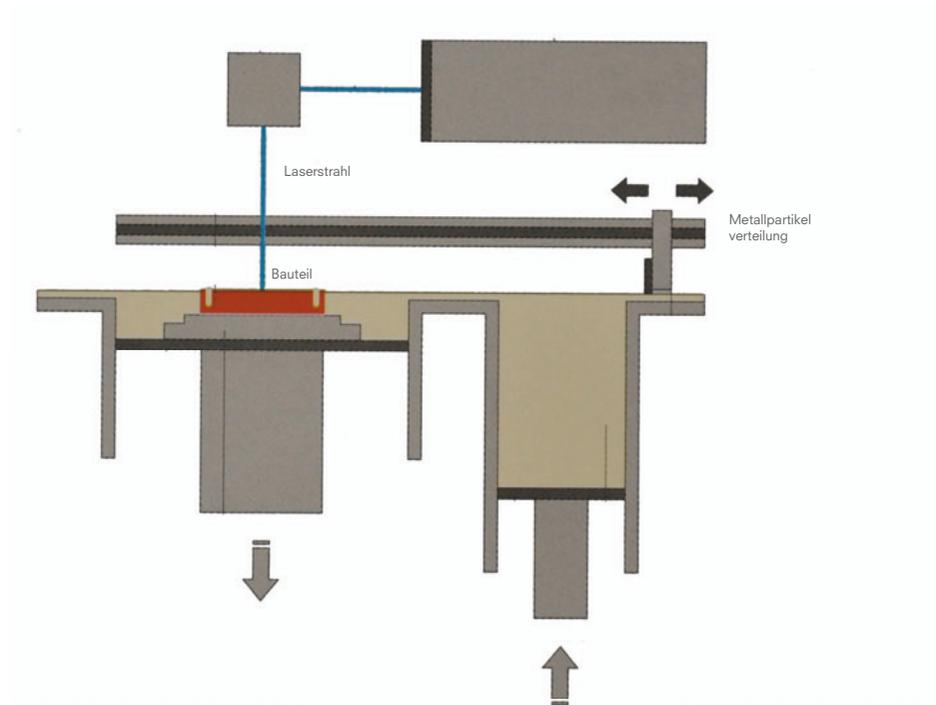
Rapid Prototyping

Direct Metal Laser Sintern (DMLS)

Wie funktioniert's:
ähnliches Verfahren wie SLS nur mit
Metallpartikeln.

Bsp. aus Titanium

Direct Metal Laser Sintern (DMLS)



Rapid Prototyping

Stereolithographie (SLA)

Wie funktioniert's:

In einem flüssigen Bad befinden sich Basismonomere eines lichtaushärtenden Kunststoffes. Dieser Kunststoff wird an der Oberfläche schichtweise mit einem Laser ausgehärtet.

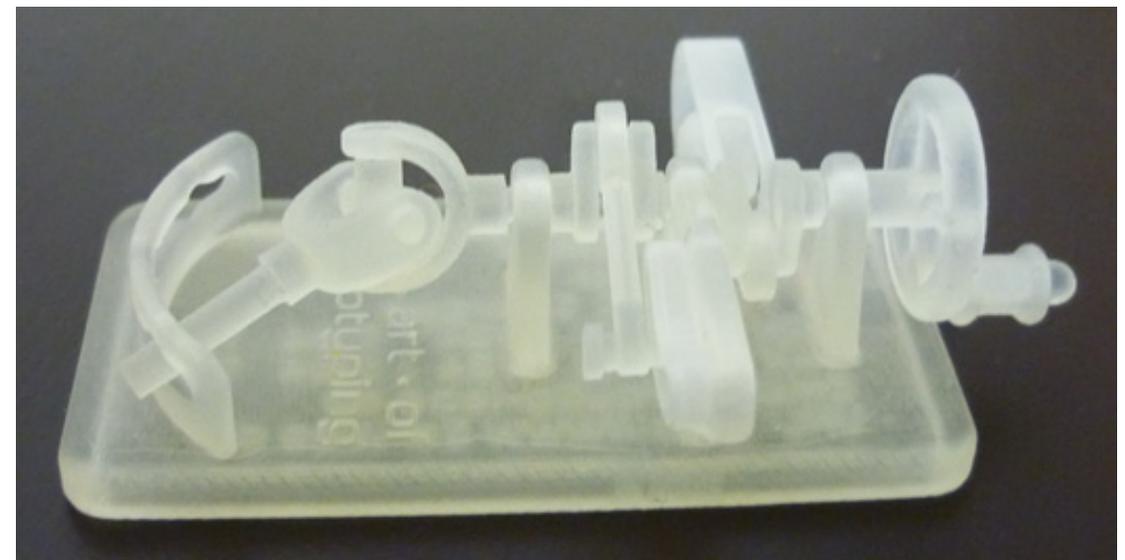
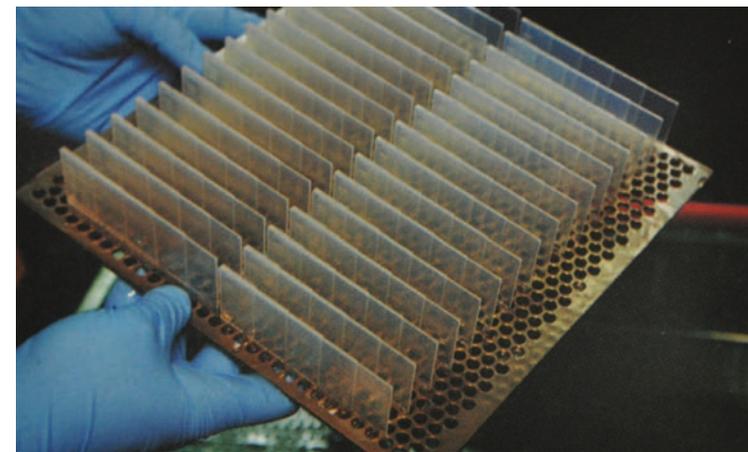
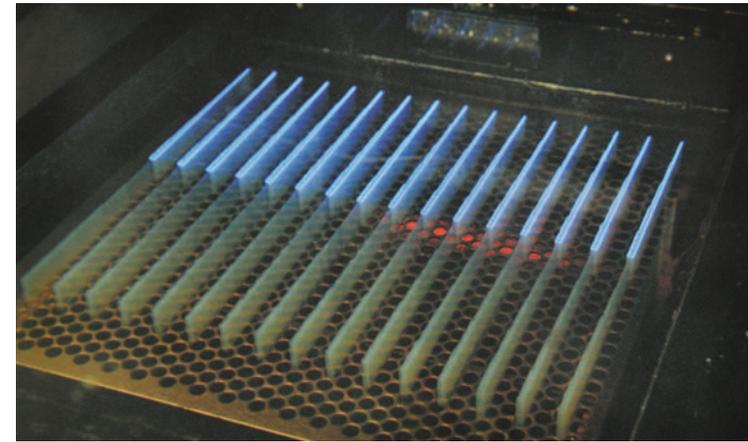
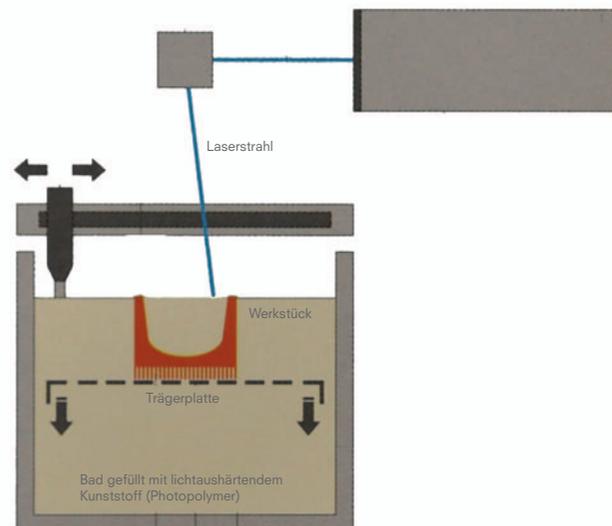
Das Werkstück bewegt sich dann schichtweise mit der Trägerplatte nach unten in das Bad.

Somit erreicht man eine extrem hohe Präzision der Werkstücke:

Es gibt sehr filigrane Teile mit glatter Oberfläche jedoch auch sehr teuer.

Diese Methode findet viel Anwendungen im medizinischen Bereich.

Stereolithographie (SLA)



Rapid Prototyping

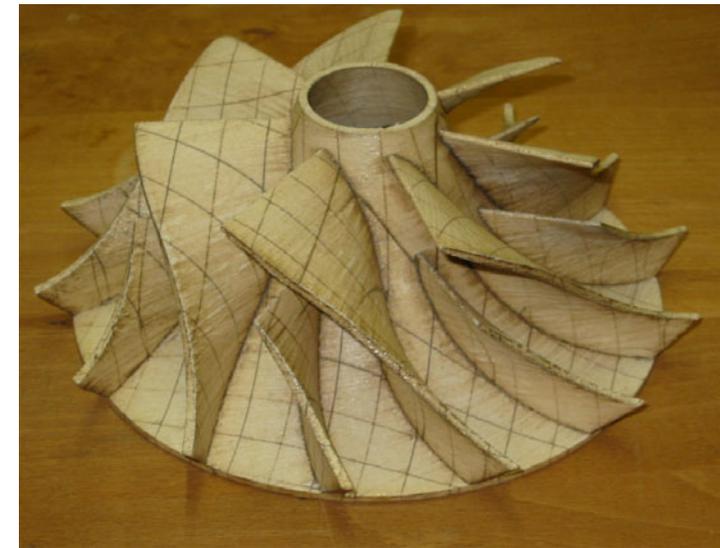
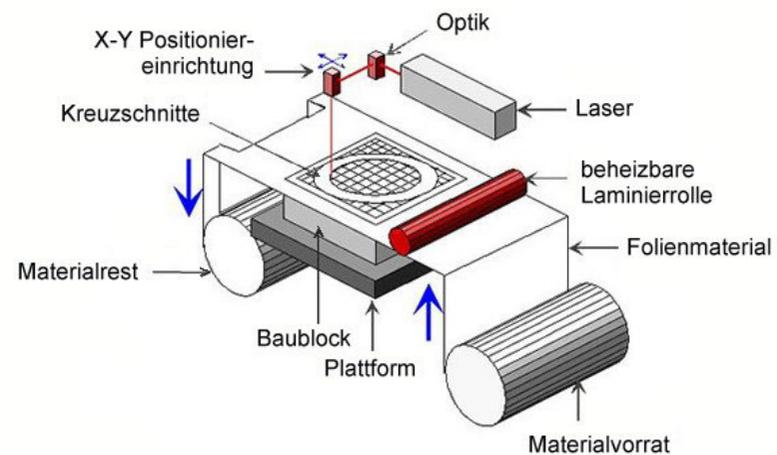
Laminated Object Modeling (LOM)

Wie funktioniert's:

Das LOM-System besteht aus einer Folienträger- und Transporteinheit, einer Laminierungseinheit und dem Laser einschließlich Positionierungseinheit. Eine Folie wird über die Arbeitsfläche (Bauplatzform) gespannt. Eine Walze (Laminierroller) ist über der Bildebene angeordnet. Sie wird elektrisch beheizt und hat die Aufgabe, während des Überstreichens der Folie, den trockenen, festen Heißkleber auf der Rückseite

der Folie zu erwärmen und in einen pastösen Zustand zu überführen. Die Walze übt gleichzeitig einen gleichmäßigen Druck auf die Folienschicht aus, dadurch werden die einzelnen Schichten fest miteinander verbunden.

Der Laser schneidet rechnergesteuert die Kontur des Bauteils, entsprechend der Slices-Daten, die der Steuerrechner der Anlage liefert.



Hersteller:
RTC

Rapid Prototyping

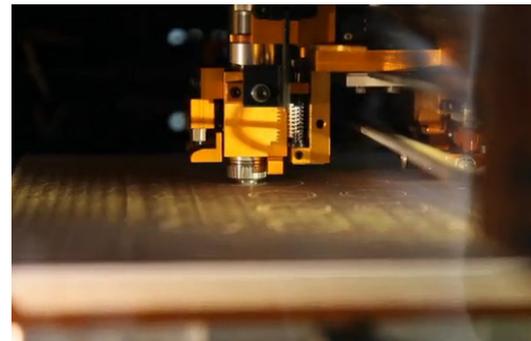
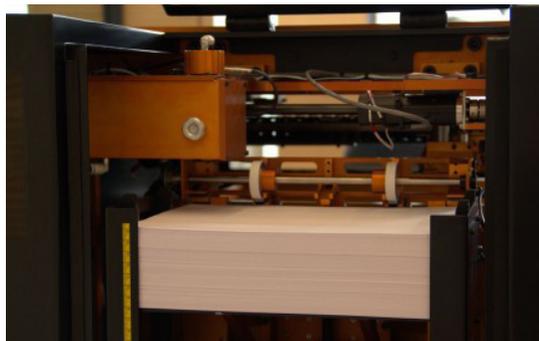
Papierlayer

Wie funktioniert's:

Schichtweise wird A4-Papier aufeinandergelegt, verklebt und dann mit einem Messer an geschnitten.

Der "nichtbrauchbare" Papierbauraum wird in kleine Stücke zerschitten so dass er später entfernt werden kann. Dies ist eine extrem günstige

Produktion da man herkömmliches A4-Papier verwenden kann. Die Modelle können nach dem Drucken wie ein Holzwerkstück bearbeitet, oder auch während des Druckens mittels Farbdruckverfahren farblich bedruckt werden.



Weißes A4-Papier



Buntes A4-Papier



Hersteller:
MCor

Farbig bedruckt



ZUSCHNEIDEN

Photochemisches Ätzen

Wie funktioniert's:

Ätzen bezeichnet die Abtragung von Material in Form von Vertiefungen auf der Oberfläche organischer oder anorganischer Materialien durch Anwendung ätzender Stoffe. Erst wird die Metallplatte mit einem lichtempfindlichen Film überzogen. Das Negativmuster wird auf Metallplatte aufgelegt und durch UV-Belichtung wird dessen positiv "eingraviert"

(Dh. dort wo das Licht auftrifft, reagiert die Beschichtung und bleibt am Material haften.) Danach wird die unbelichtete Beschichtung mit Wasser entfernt. Wo das Licht wirken konnte, bleibt die ätzresistente Beschichtung auf dem Material. Das Säurebad entfernt alle Stellen an denen keine resistente Beschichtung ist.

Ätzen ist ein sehr genauer und präziser Bearbeitungsprozess.

Bsp. rechts:
2 unterschiedliche Muster auf 2 Seiten, da wo sich die Ätzstellen überschneiden werden Löcher eingeätzt.

Kosten:

sehr geringe Werkzeugkosten
Moderate bis hohe Stückkosten

Qualität:

Sehr hochwertig: Genauigkeit bis zu 10% der Materialstärke

Eignung:

Prototypen bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

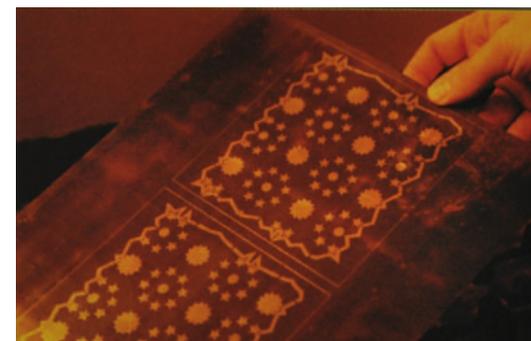
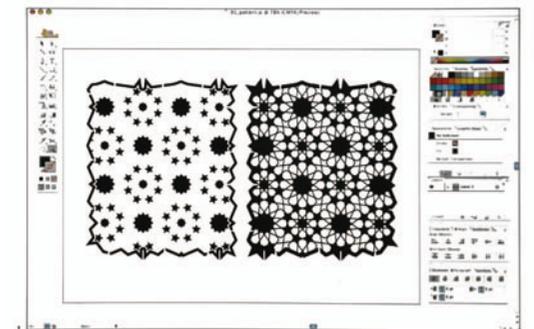
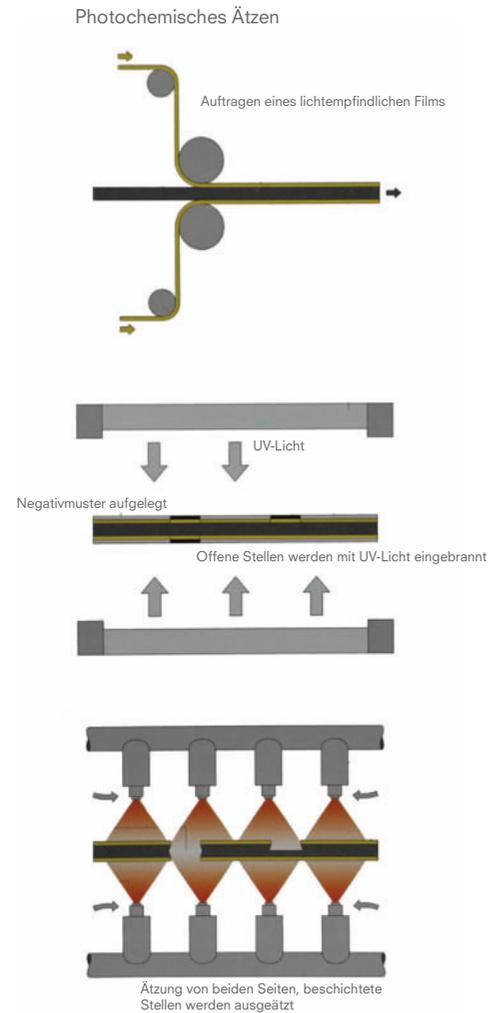
Luftfahrt
Automobil
Elektronik

Verwandte Prozesse:

Strahlen
CNC Bearbeitung und Gravierung
Laserschneiden

Geschwindigkeit:

Moderate Zykluszeit



Laserschneiden

Schneiden von flachen Materialien wie Holz, Metall, Kunststoff mit einem Laserstrahl. Das Material wird "durchbrannt" und nach angefertigten CAD-Daten zugeschnitten.

Kosten:

keine Werkzeugkosten
Moderate bis hohe Stückkosten

Qualität:

Hohe Fertigungsqualität
Präzisionsprozess

Eignung:

Einzelproduktionen bis hohe Stückzahlen

Typische Anwendung:

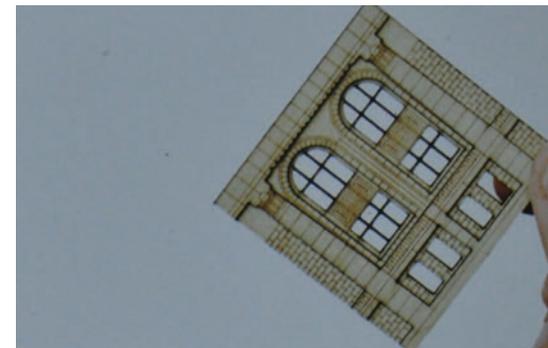
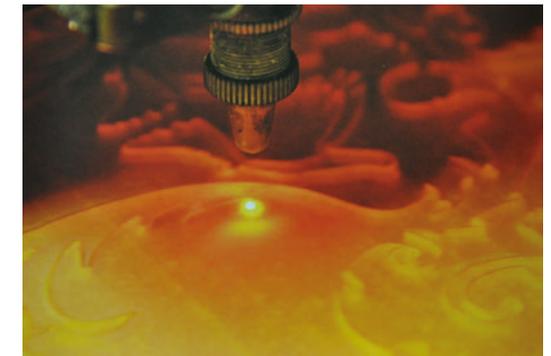
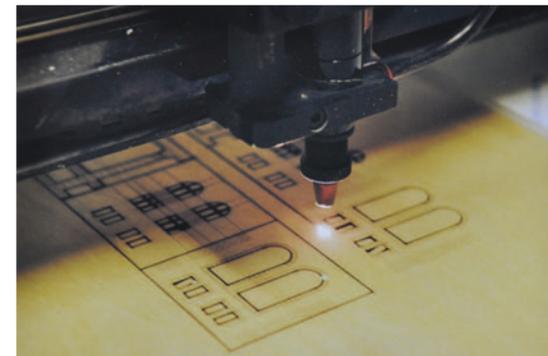
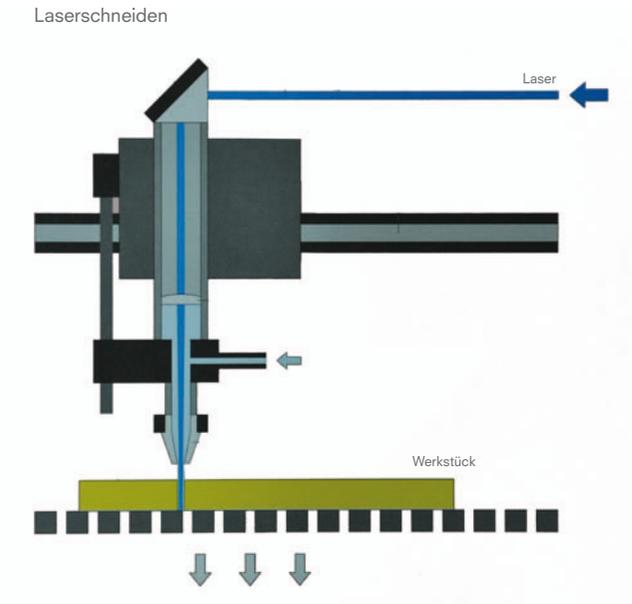
Konsumelektronik
Möbel
Modelbau

Verwandte Prozesse:

CNC-Bearbeitung
Lochen und Stanzen
Wasserstrahlschneiden

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit



Funkerodieren

Das Funkenerodieren (kurz EDM von engl. electrical discharge machining; auch funkenerosives Bearbeiten oder elektroerosives Bearbeiten), ist ein thermisches, abtragendes Fertigungsverfahren für leitfähige Materialien, das auf elektrischen Entladevorgängen (Funken) zwischen einer Elektrode (Werkzeug) und einem leitenden Werkstück beruht.

Kosten:

geringe bis keine Werkzeugkosten
Moderate bis hohe Stückkosten

Qualität:

Sehr gute Qualität der Endoberfläche

Eignung:

Einzelproduktionen bis Kleinserien

Typische Anwendung:

Präzisionsmetallarbeiten in Luftfahrt und Elektroindustrie
Werkzeugherstellung

Verwandte Prozesse:

CNC-Bearbeitung
Laserschneiden
Wasserstrahlschneiden

Geschwindigkeit:

Lange Zykluszeit

Senkerodieren

Drahterodieren

Funkerodieren

Senkerodieren

Wie funktioniert's:

Senkerodiermaschinen werden überwiegend als Badmaschine gebaut. Das Werkstück befindet sich also in einem Bad aus Dielektrikum. Als Dielektrikum wird ein nicht leitendes Öl oder deionisiertes Wasser verwendet. Der Maschinenkopf ist beweglich und führt die Bewegung in der Z-Achse aus. Der Tisch führt die Bewegungen in der X- und Y-Achse aus.

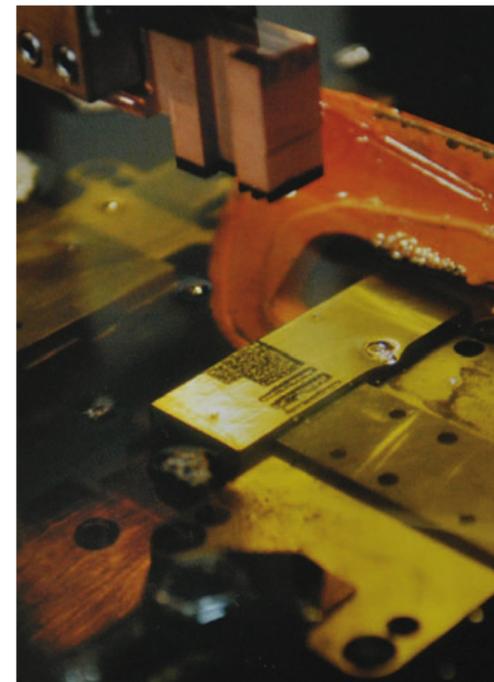
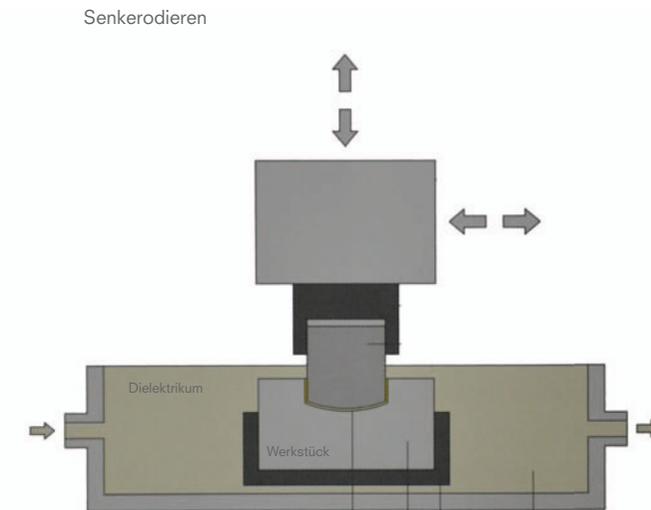
Die Elektrode (Kathode) hat ungefähr die negative Form des zu bearbeitenden Werkstücks (Anode) und besteht häufig aus Kupfer oder Graphit. Da der Materialabtrag

nicht erst beim direkten Kontakt zwischen Werkstück und Elektrode stattfindet, sondern bei einer gewissen Annäherung der Funke durch das Dielektrikum springt, muss die Elektrode etwas kleiner dimensioniert sein. Dieser sogenannte Funkenspalt hat normalerweise eine Größe von einigen Hundertstel- bis Zehntelmillimetern.

Der Abtrag entsteht durch thermische Mechanismen, namentlich durch Schmelzen oder Verdampfen des Materials. Das abgetragene Material wird durch die im Dielektrikum entstandene Gasblase und das

Dielektrikum selbst wegtransportiert. Das Dielektrikum wird permanent in einem Kreislauf gefiltert.

Nicht nur das Werkstück, sondern auch die Elektrode unterliegt einem Materialabtrag. Durch geschickte Wahl der Entladungstechnologie versucht man das Verhältnis von Werkstück- und Elektrodenabtrag zu optimieren. Für die Endbearbeitung (Schichten) wird häufig eine neue Elektrode benötigt und eine feinere Technologie gewählt.

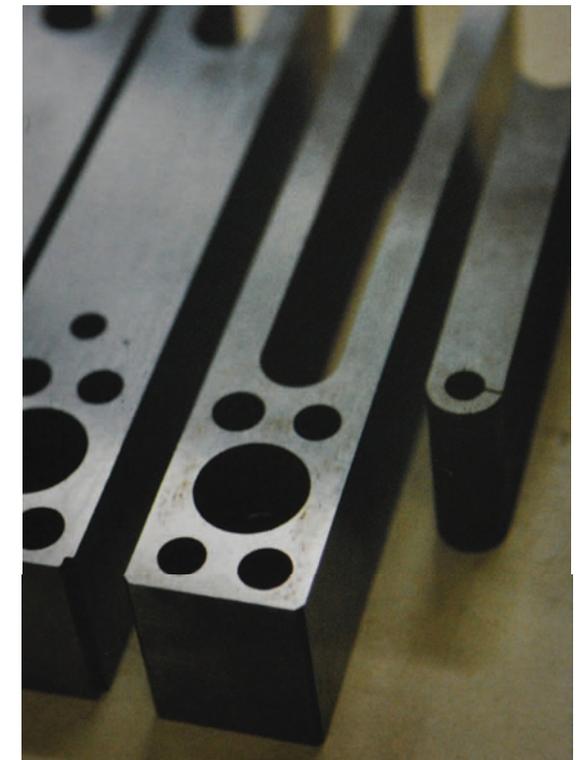
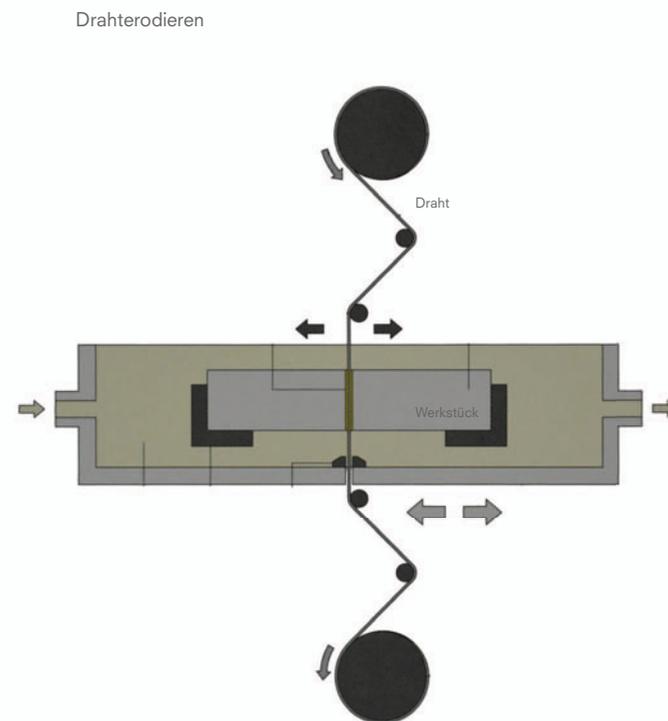


Funkerodieren

Drahterodieren

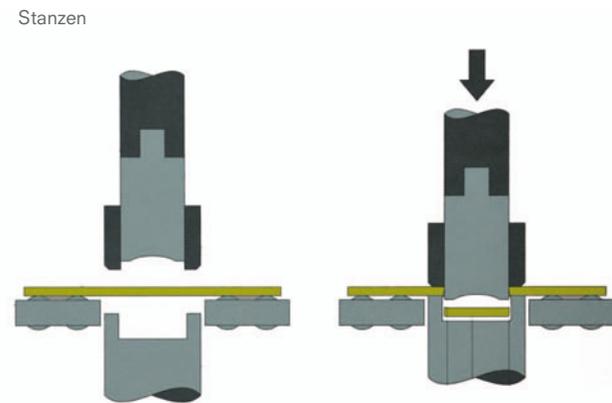
Wie funktioniert's:

Hier wird Metall mittels eines mit Strom durchflossenen Drahts geschnitten. Die Werkstücke werden in einem Bad mit deionisiertem Wasser geschnitten. Der Draht ist meist positiv gepolt und das Werkstück negativ. Nach Anlegung von Spannung wird Material vom zu schneidenden Werkstück auf den durchlaufenden Draht übertragen. (Elektromigration: Metallionen sind positiv geladen)



Lochen und Stanzen

Beim Stanzen werden Flachteile aus verschiedenen Werkstoffen (Bleche, Pappe, Textilien usw.) mit einer Presse oder auf Schlag und einem Schneidwerkzeug gefertigt. Das dabei verwendete Trennverfahren ist das Scherschneiden.



Kosten:

geringe bis moderate Werkzeugkosten
Geringe bis moderate Stückkosten

Qualität:

Hohe präzise Qualität, Ecken oä. müssen nachbearbeitet werden

Eignung:

Einzel bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

Automobil und Transport
Konsum- und Geräteelektronik
Küchenwaren

Verwandte Prozesse:

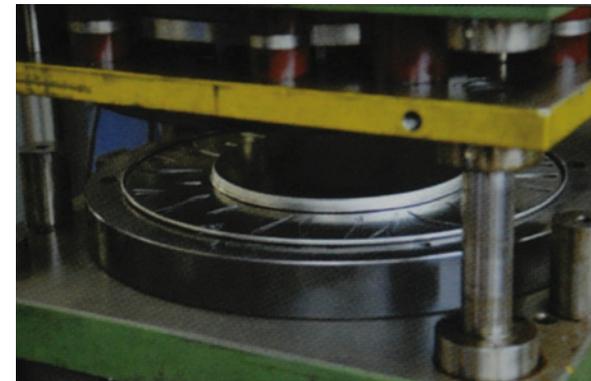
CNC-Bearbeitung
Laserschneiden
Wasserstrahlschneiden

Geschwindigkeit:

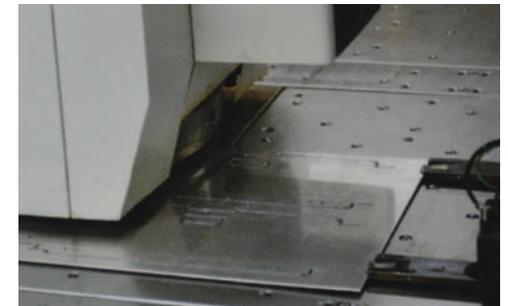
Schnelle Zykluszeit (1-100 pro Minute)
Werkzeugwechsel braucht viel Zeit



Lochen



Stanzstempel



mit CNC -gesteuertem Stanzenwerkzeug

Formstanzen

Wie funktioniert's:

Ähnlich wie beim Stanzen werden hier Umrisse aus dünnen Materialien ausgestanzt. Dabei sind Schneidformen, Perforationen und Durchdrücke möglich.

Der Prozess wird vorallem in der Verpackungsindustrie für Kartons und für Bürobedarf verwendet.

Ein Layer mit Material wird in eine

Stanzpresse gelegt. In dieser Presse ist bereits ein Stanzmesser/Werkzeug eingespannt, welches die Teile mittels Schlag ausstanzt.

Dabei kann bei den Werkzeugen zwischen Perforationswerkzeug, Schneidwerkzeug, Anritzwerkzeug und Eindrückwerkzeug (Schema von links nach rechts) entschieden werden.

Kosten:

geringe Werkzeugkosten
gering Stückkosten

Qualität:

Gute Kantenqualität

Eignung:

Geringe bis hohe Stückzahlproduktionen

Typische Anwendung:

Verpackung
Werbartikel
Bürobedarf und Label

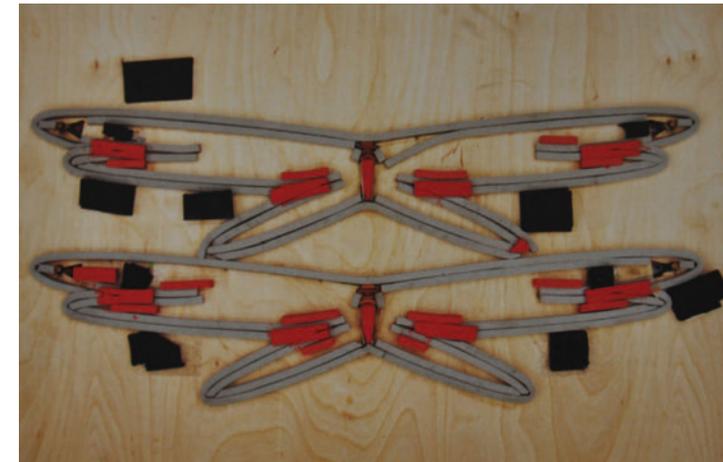
Verwandte Prozesse:

Laserschneiden
Stanzen
Wasserstrahlschneiden

Geschwindigkeit:

Sehr schnelle Zykluszeit (bis zu 4000 pro Stunde)

Formstanzen



Wasserstrahlschneiden

Beim Wasserstrahlschneiden wird das zu bearbeitende Material durch einen Hochdruckwasserstrahl getrennt. Dieser Strahl hat einen Druck von bis zu 6000 bar und erreicht Austrittsgeschwindigkeiten von bis zu 1000 m/s. Das Schneidgut erwärmt sich dabei kaum. Daher eignet sich das Verfahren, im Gegensatz zum Laserschneiden, auch um gehärteten Stahl zu schneiden. Zur Erhöhung der Sch-

neidleistung wird dem Wasser häufig ein Schneidmittel, ein sogenanntes Abrasiv, zugesetzt. Erst durch die Beimengung eines solchen Abrasivs (wie z. B. Granat oder Korund) ist es möglich, härtere Materialien zu schneiden, die mit reinem Wasserstrahl nicht trennbar sind, oder deren Bearbeitung mit Purwasser nicht wirtschaftlich ist, bzw. wo eine höhere Schnittqualität verlangt wird.

Kosten:

keine Werkzeugkosten
Moderate Stückkosten

Qualität:

Gute Qualität

Eignung:

Einzelproduktionen bis Kleinserien

Typische Anwendung:

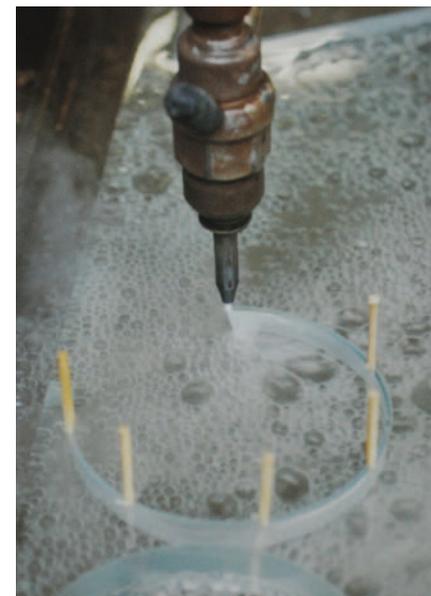
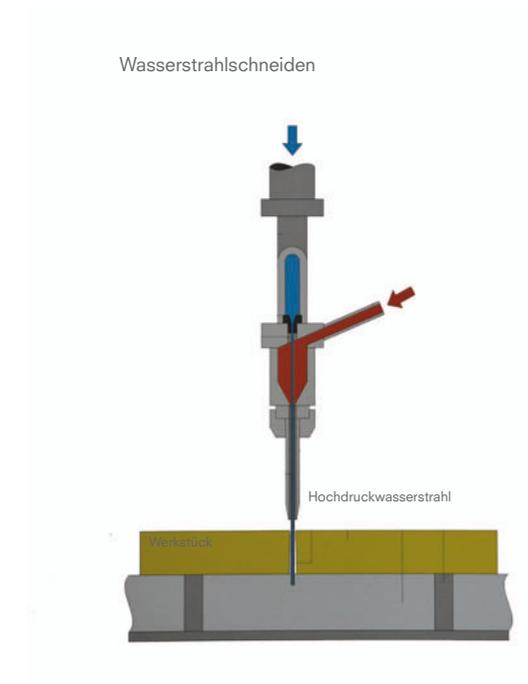
Luftfahrt
Automobil
Wissenschaftliche Werkzeuge

Verwandte Prozesse:

Formstanzen
Laserschneiden
Lochen und Stanzen

Geschwindigkeit:

Moderate Zykluszeit abhängig von Art und Dicke des Materials



Glasschneiden

Beim Glasschneiden wird Glas mit einem maschinell betriebenen Schneidwerkzeug angeritzt.

Die durch Anritzen entstandene Fissur führt zu einer Spannungskonzentration (Kerbwirkung) und entlang dieser bricht das Glas auf kontrollierte Druck, Zug oder Biegebelastung.

Kosten:

keine Werkzeugkosten
Geringe Stückkosten

Qualität:

Gute Qualität mit Kanten, aber auch partielle kleine Risse

Eignung:

Einzelproduktionen bis hohe Stückzahlproduktion

Typische Anwendung:

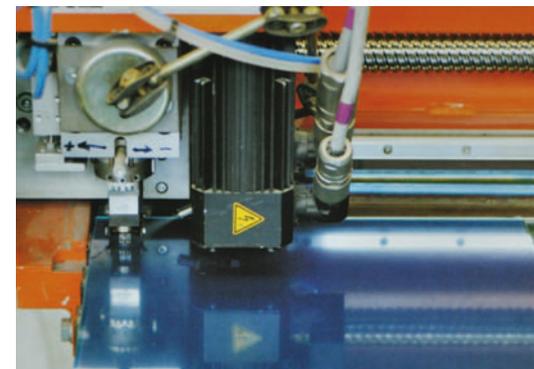
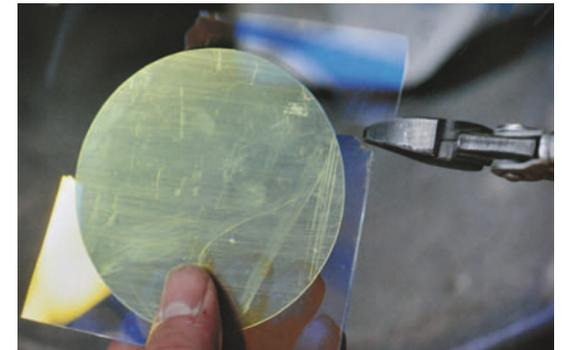
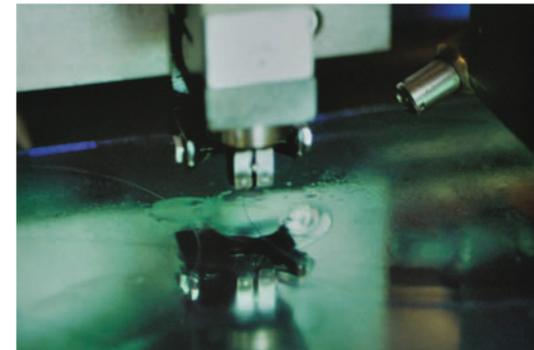
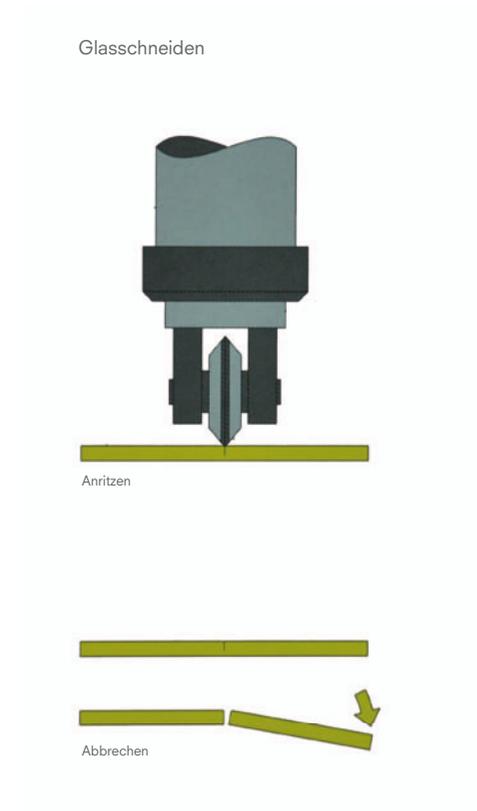
Möbel
Glasfliesen etc.
Buntglas

Verwandte Prozesse:

Laserschneiden
Wasserstrahlschneiden

Geschwindigkeit:

Lange Zykluszeit (ca. 100m pro Minute)



FÜGEN

Lichtbogenschweißen

Lichtbogenschweißen beinhaltet eine Summe von Schmelz-Schweißverfahren. Diese Prozesse können nur zur Verbindung von Metall genutzt werden, da dabei ein elektrischer Lichtbogen zwischen Werkstück und Elektrode erzeugt werden muss.

Kosten:

keine Werkzeugkosten
Geringe Stückkosten

Qualität:

Gute Qualität

Eignung:

Einzelproduktion bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

Kontainer
Fabrikationen
Strukturen

Verwandte Prozesse:

Reibschweißen
Strahlschweißen
Widerstandspressschweißen

Geschwindigkeit:

Langsame bis schnelle Zykluszeit

Lichtbogenhandschweißen (MMA)

Schutzgasschweißen (MIG)

Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG)

Plasmaschweißen

Unterpulverschweißen

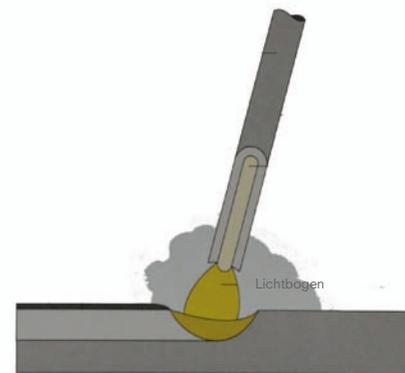
Lichtbogenschweißen

Lichtbogenhandschweißen (MMA)

Wie funktioniert's:

Ein elektrischer Lichtbogen zwischen einer als Zusatzwerkstoff abschmelzenden Elektrode und dem Werkstück wird als Wärmequelle zum Schweißen genutzt. Durch die hohe Temperatur des Lichtbogens wird der Werkstoff an der Schweißstelle aufgeschmolzen. Als Schweißstromquellen dienen Schweißtransformatoren (Streueldtransformatoren) mit oder ohne Schweißgleichrichter, Schweißumformer oder Schweißinverter.

Lichtbogenhandschweißen (MMA)



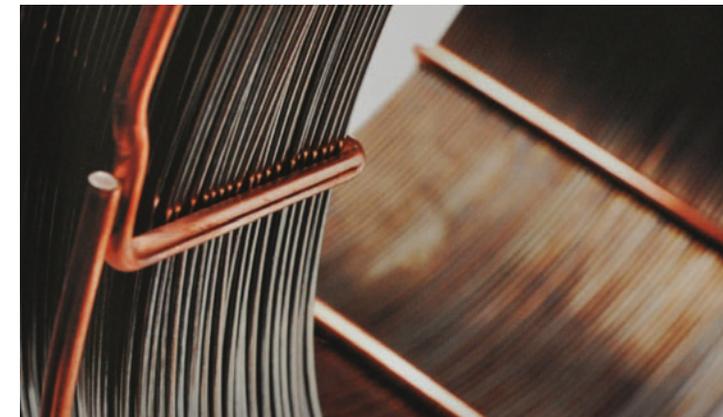
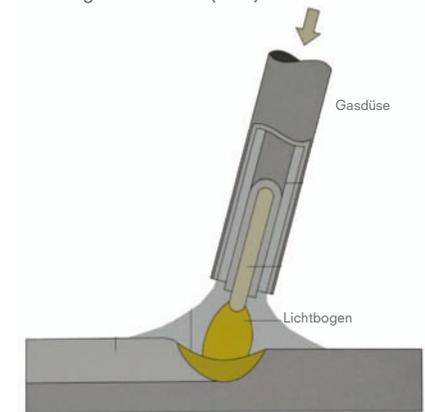
Lichtbogenschweißen

Schutzgasschweißen (MIG)

Wie funktioniert's:

Das MIG-Schweißen ist ein Lichtbogenschweißverfahren, bei dem der abschmelzende Schweißdraht von einem Motor mit veränderbarer Geschwindigkeit kontinuierlich nachgeführt wird. Die gebräuchlichen Schweißdrahtdurchmesser liegen zwischen 0,8 und 1,2 mm (seltener 1,6 mm). Gleichzeitig mit dem Drahtvorschub wird der Schweißstelle über eine Düse das Schutz- oder Mischgas zugeführt. Dieses Gas schützt das flüssige Metall unter dem Lichtbogen vor Oxidation, welche die Schweißnaht schwächen würde.

Schutzgasschweißen (MIG)

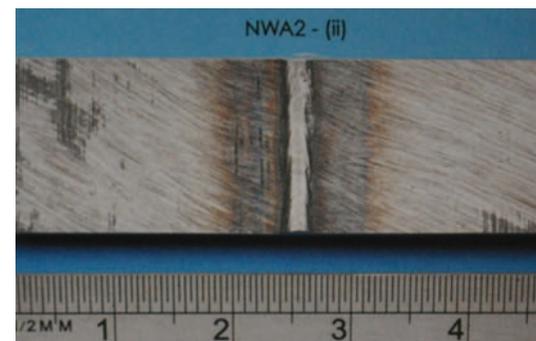
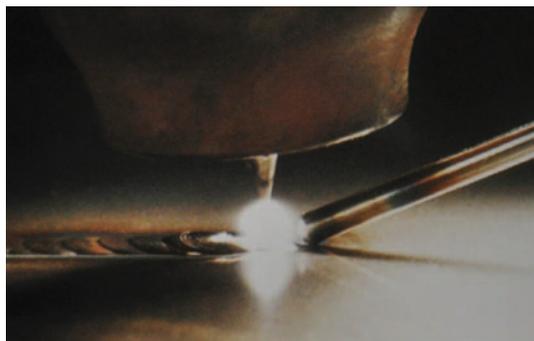
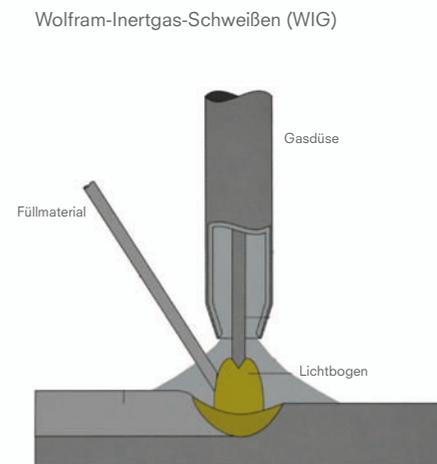


Lichtbogenschweißen

Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG)

Wie funktioniert's:

Beim WIG-Schweißen wird nicht mit einer abschmelzenden Elektrode sondern mit der manuellen Zugabe von Schweißzusatz gearbeitet. Durch den verhältnismäßig geringen und kleinräumigen Wärmeeintrag ist der Schweißverzug der Werkstücke geringer als bei anderen Verfahren. Wegen der hohen Schweißnahtgüten wird das WIG-Verfahren bevorzugt dort eingesetzt, wo die Schweißgeschwindigkeiten gegenüber den Qualitätsanforderungen zurücktreten.

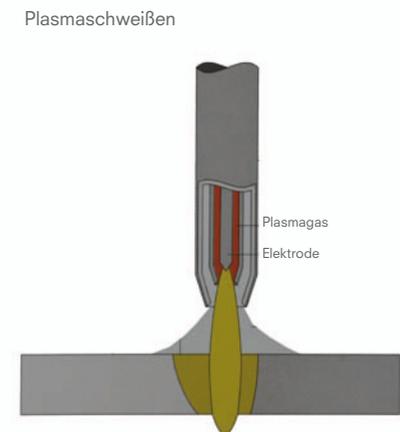


Lichtbogenschweißen

Plasmaschweißen

Wie funktioniert's:

Beim Plasmaschweißen (Plasma-Metall-Inertgasschweißen) dient ein Plasmastrahl als Wärmequelle. Plasma ist ein durch einen Lichtbogen hochoberflächiges, elektrisch leitendes Gas. Im Plasmaabrenner wird durch Hochfrequenzimpulse das durchströmende Plasmagas (Argon) ionisiert und ein Hilfslichtbogen (Pilotlichtbogen) gezündet. Dieser brennt zwischen der negativ gepolten Wolframelektrode und der als Düse ausgebildeten Anode und ionisiert die Gassäule zwischen Düse und plusgepoltem Werkstück. Ein berührungsloses Zünden des Lichtbogens ist dadurch möglich. Als Plasmagas sind Gasgemische aus Argon und Wasserstoff bzw. Argon und Helium gebräuchlich, die die Schmelze vor Oxidation schützen und den Lichtbogen stabilisieren. Die geringfügigen Beimischungen von Helium oder Wasserstoff verstärken den Einbrand und erhöhen dadurch die Schweißgeschwindigkeit.

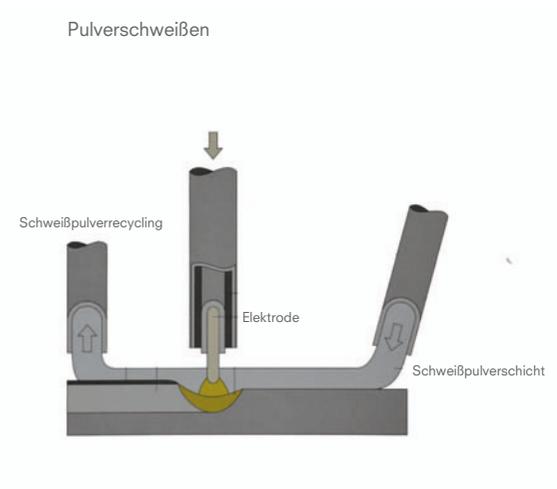


Lichtbogenschweißen

Unterpulverschweißen

Wie funktioniert's:

Das Unterpulverschweißen ist ein Lichtbogenschweißverfahren, mit dem hohe Abschmelzleistungen erzielt werden können. Es wird industriell vor allem zum Schweißen langer Nähte eingesetzt und eignet sich nicht zur manuellen Ausführung. Beim Unterpulverschweißen wird der Schweißprozess von einer Schicht aus grobkörnigem, mineralischen Schweißpulver bedeckt. Dieses schmilzt durch die vom Lichtbogen emittierte Wärme und bildet eine flüssige Schlacke, die aufgrund ihrer geringeren Dichte auf dem metallischen Schmelzbad schwimmt. Durch die Schlackeschicht wird das flüssige Metall vor Zutritt der Atmosphäre geschützt. Der Lichtbogen brennt in einer gasgefüllten Kaveme unter Schlacke und Pulver. Nach dem Schweißvorgang löst sich die Schlackeschicht oft von selbst ab, das nicht aufgeschmolzene Pulver kann wiederverwendet werden.



Strahlschweißen

Strahlschweißen ist ein sehr leistungstarker Schweißprozess. Beim Elektronenstrahlschweißen kann Stahl mit bis zu 150mm und Aluminium bis zu 450mm Dicke verschweißt werden.

Laserstrahlschweißen wird meistens für Materialien verwendet die dünner sind wie 15mm.

Kosten:

keine Werkzeugkosten
sehr hohe Ausstattungskosten
Hohe Stückkosten

Qualität:

Sehr feste Verbindungen

Eignung:

Spezial- bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

Luftfahrt
Automobil
Konstruktion

Verwandte Prozesse:

Lichtbogenschweißen
Ultraschallschweißen

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit

Laserstrahlschweißen

Elektronenstrahlschweißen

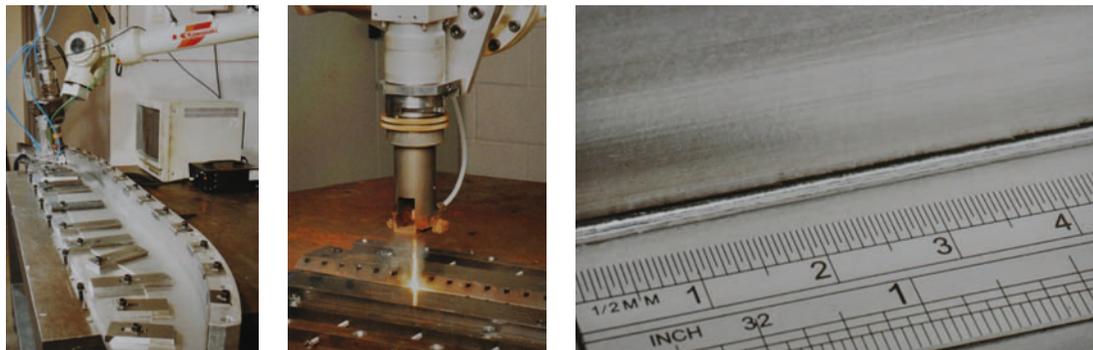
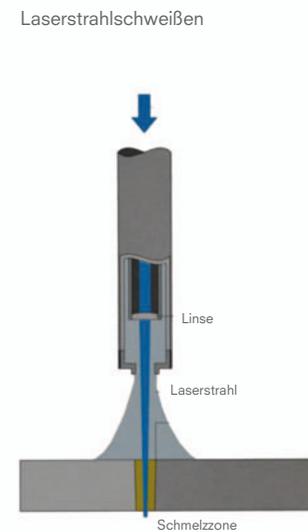
Strahlschweißen

Laserstrahlschweißen

Wie funktioniert's:

Das Laserstrahlschweißen wird vor allem zum Verschweißen von Bauteilen eingesetzt, die mit hoher Schweißgeschwindigkeit, schmaler und schlanker Schweißnahtform und mit geringem thermischem Verzug gefügt werden müssen. Das Laserstrahlschweißen oder Laserschweißen wird in der Regel ohne Zuführung eines Zusatzwerkstoffes ausgeführt. Die Laserstrahlung wird mittels einer Optik fokussiert. Die Werkstückoberfläche der Stoßkante, also der

Fügestoß der zu verschweißenden Bauteile befindet sich in der unmittelbaren Nähe des Fokus der Optik (im Brennfleck). Durch Absorption der Laserleistung erfolgt auf der Werkstückoberfläche ein extrem schneller Anstieg der Temperatur über die Schmelztemperatur von Metall hinaus, so dass sich eine Schmelze bildet. Durch die hohe Abkühlgeschwindigkeit der Schweißnaht wird diese je nach Werkstoff sehr hart und verliert in der Regel an Zähigkeit.



Strahlschweißen

Elektronenstrahlschweißen

Wie funktioniert's:

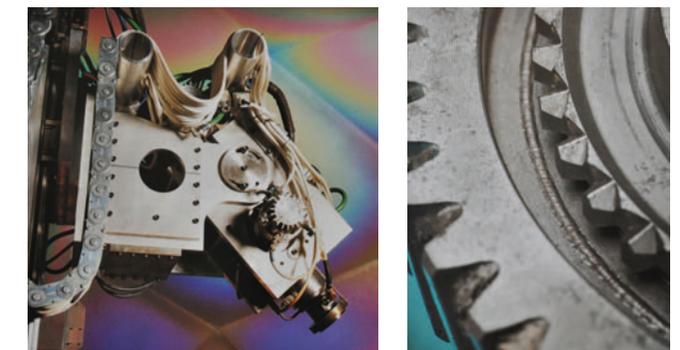
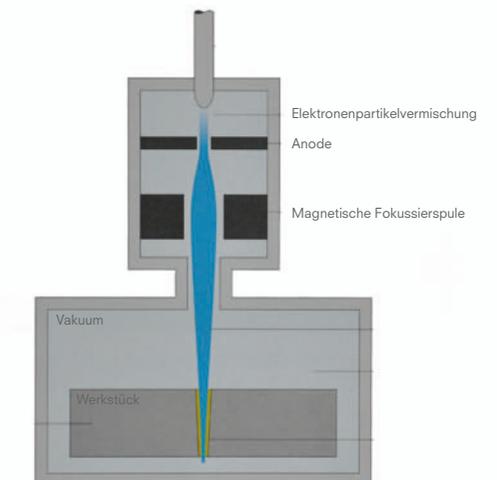
Beim Elektronenstrahlschweißen wird die benötigte Energie von durch Hochspannung (60–150 kV) beschleunigten Elektronen in die Prozesszone eingebracht. Die Strahlbildung sowie der Schweißvorgang erfolgen meist im Vakuum.

Beim Aufprall der Elektronen auf das Werkstück setzen diese einen Großteil ihrer kinetischen Energie in Wärme um. Ferner entsteht Röntgenstrahlung, weshalb die Arbeitskammer abgeschirmt sein muss.

Das Elektronenstrahlschweißen erlaubt hohe Schweißgeschwindigkeiten mit extrem tiefen, schmalen und parallelen Nähten. Durch die geringen Nahtbreiten und die hohe Parallelität kann der Verzug extrem klein gehalten werden.

Die hohe Energiedichte erlaubt das Verschweißen aller, auch höchstschmelzender Metalle sowie die Herstellung von Mischverbindungen durch das Verschweißen verschiedener Materialien, beispielsweise Stahl und Bronze oder auch unterschiedlicher Stahllegierungen, z. B. Vergütungsstahl.

Elektronenstrahlschweißen



Reibschweißen

Beim Reibschweißen (EN ISO 4063: Prozess 42) werden zwei Teile unter Druck relativ zueinander bewegt, wobei sich die Teile an den Kontaktflächen berühren. Durch die entstehende Reibung kommt es zur Erwärmung und Plastifizierung des Materials. Am Ende des Reibvorganges ist es von entscheidender Bedeutung, die Teile richtig zueinander zu positionieren und einen hohen Druck auszuüben. Die Vorteile dieses Ver-

fahrens sind, dass die so genannte Wärmeeinflusszone deutlich kleiner ist als bei anderen Schweißverfahren und dass es nicht zur Bildung von Schmelze in der Fügezone kommt. Es können eine Vielzahl von Werkstoffen, wie beispielsweise Aluminium mit Stahl, miteinander verschweißt werden. Auch die Verbindung von metallischen Werkstoffen, die keine Legierungen miteinander eingehen, ist vielfach möglich.

Kosten:

RFW, LFW und OFW keine Werkzeugkosten
FSW geringe Werkzeugkosten
Geringe bis moderate Stückkosten

Qualität:

Gute Qualität bei hermetischer Versiegelung
Sehr gute Verbindung die ähnliche Eigenschaften wie das Basismaterial hat

Eignung:

Große Stückzahlproduktionen

Typische Anwendung:

Luftfahrt
Automobil und Transport
Schifffahrt

Verwandte Prozesse:

Lichtbogenschweißen
Strahlschweißen
Widerstandspressschweißen

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit abhängig von der Verbindung

Rotationsreibschweißen (RFW)

Lineares Reibschweißen (LFW)

Orbitalreibschweißen (OFW)

Rührreibschweißen (FSW)

Reibschweißen

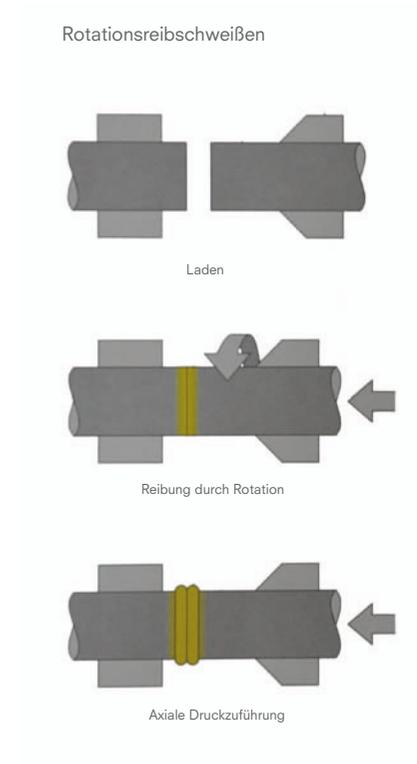
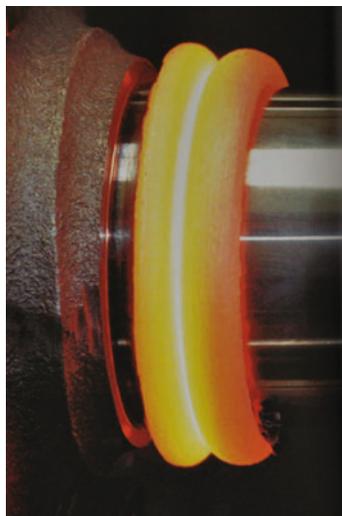
Rotationsreibschweißen (RFW)

Wie funktioniert's:

Das Rotationsreibschweißen ist ein Pressschweißverfahren. Dabei muss mindestens ein Fügeteil in der Fügezone eine rotationssymmetrische Gestalt aufweisen. Die Energiezufuhr wird ausschließlich durch eine Relativbewegung der Fügeteile zueinander unter Druck eingebracht. Dabei steht ein Fügeteil still und das zweite Teil wird in Rotation versetzt. Weit verbreitet ist die Anwendung, um

an Rohre (Bohrstäben) Verbinder unterschiedlicher Materialgüte anzuschweißen.

Die verwendeten Maschinen ähneln Drehmaschinen. Sie enthalten eine rotierende Spindel und ein nicht rotierendes Gegenstück, das auf einen axial zustellbaren Schlitten gespannt und auf das rotierende Teil gedrückt wird.

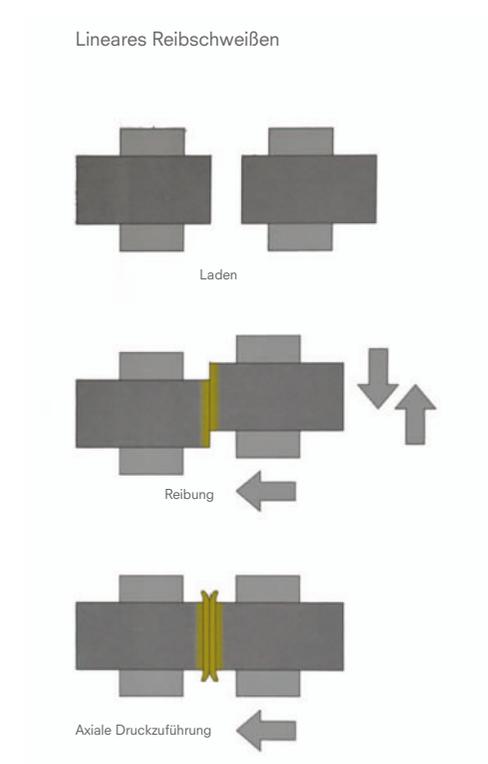


Reibschweißen

Lineares Reibschweißen (LFW)

Wie funktioniert's:

Das Lineare Reibschweißen funktioniert ähnlich wie das Rotationsreibschweißen, mit dem Unterschied dass das zweite Teil nicht in Rotation versetzt wird, sondern durch eine Reibe-Auf-und-Ab-Bewegung verschmolzen wird.



Reibschweißen

Orbitalreibschweißen (OFW)

Wie funktioniert's:

Orbitalreibschweißen ist ein Reibschweißverfahren. Im Unterschied zum verwandten Rotationsreibschweißen müssen die Teile hier nicht rotations-symmetrisch sein. Die Energiezufuhr wird mittels einer zirkularen Kreisschwingbewegung der Fügeteile - ähnlich wie bei einem Schwing-schleifer - unter Druck eingebracht. Hierbei bleibt die Ausrichtung der Achsen gleich. Beim Multiorbitalreibschweißen schwingen beide Bauteile, im Unterschied zum Orbitalreibschweißen, welches deshalb „Single Orbitalreibschweißen“ genannt wird.

Reibschweißen

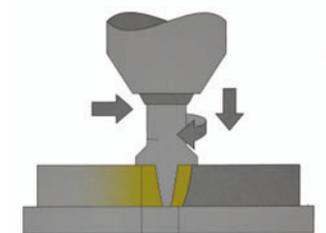
Rührreibschweißen (FSW)

Wie funktioniert's:

Beim Rührreibschweißen wird die Reibenergie nicht durch die Relativbewegung der beiden Fügepartner erzeugt, sondern durch ein verschleißfestes, rotierendes Werkzeug. Der Prozessablauf gliedert sich im Wesentlichen in sechs Schritte. Im ersten Schritt wird ein rotierendes Werkzeug mit hoher Kraft solange in den Fügespalt gedrückt, bis die Werkzeugschulter auf der Bauteiloberfläche zur Anlage kommt. Während des zweiten Schritts verweilt das sich drehende Werkzeug für einige Sekunden an der Eintauchstelle. Durch die Reibung zwischen Werkzeugschulter und Fügepartnern erwärmt sich der Werkstoff unter der Schulter bis kurz unter den Schmelzpunkt. Dieser Temperaturanstieg hat einen Festigkeitsabfall zur Folge, wodurch der Werkstoff plastifiziert wird und eine Vermischung der Fügezone möglich wird. Mit dem Einsetzen der Vorschubbewegung

beginnt der dritte Schritt, bei dem das rotierende Werkzeug mit hoher Anpresskraft entlang der Füge-linie bewegt wird. Der durch die Vorschubbewegung entstehende Druckgradient zwischen Vorder- und Rückseite des Werkzeugs und dessen Rotationsbewegung bewirken den Transport von plastifiziertem Werkstoff um das Werkzeug herum, der sich dort vermischt und die Naht bildet. Im vierten Schritt wird die Verfahrbewegung am Ende der Naht gestoppt. Im fünften Schritt wird das sich drehende Werkzeug wieder aus der Fügezone herausgezogen. Im sechsten Schritt wird die fertige Schweißnaht visuell begutachtet bzw. mit zerstörungsfreien Prüfmetho-den untersucht. Aufgrund des charakteristischen Prozessablaufs des Rührreißchweißens ist das Verfahren besonders für Aluminiumlegierungen geeignet.

Rührreibschweißen



Vibrationsschweißen

Vibrationsschweißen wird vor allem für das Verbinden von thermoplastischen Polymerwerkstoffen verwendet. Vibrationsschweißmaschinen übertragen eine vom Antriebssystem erzeugte Schwingbewegung konstanter oder veränderlicher Frequenz und Amplitude auf eines (oder beide) der zu schweißenden Fügeteile. Dh. diese werden aneinander gerieben und verschmelzen unter dem dann angelegten Druck.

Kosten:

geringe bis moderate Werkzeugkosten
Geringe Stückkosten

Qualität:

Gute Stärke und homogene Verbindung
Hermetische Abdichtungen sind möglich

Eignung:

Mäßige bis große Stückzahlproduktionen

Typische Anwendung:

Automobil
Konsumelektronik
Verpackung

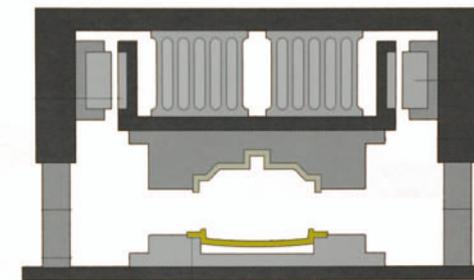
Verwandte Prozesse:

Reibschweißen
Heizelementschweißen
Ultraschallschweißen

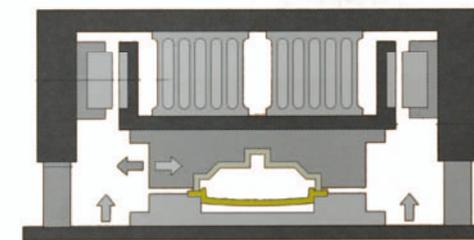
Geschwindigkeit:

Sehr schnelle Zykluszeit (bis zu 30 Sekunden)

Vibrationsschweißen



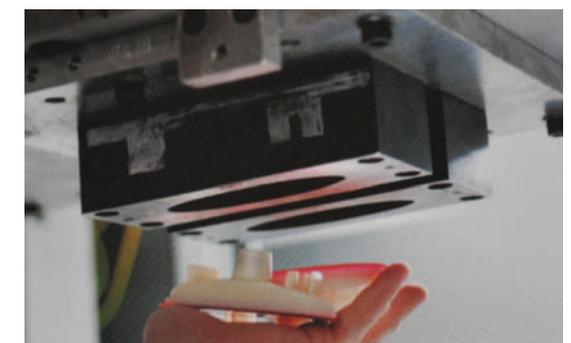
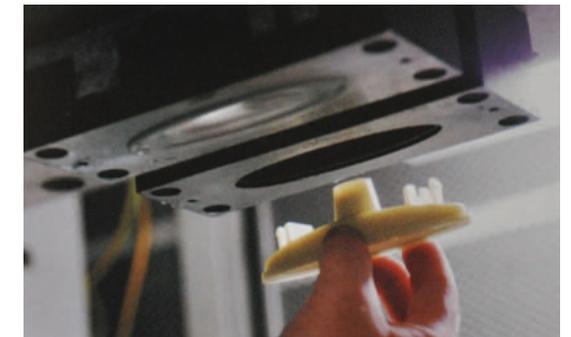
Ladevorgang mit Ober- und Unterteil



Versetzung in Vibration und Verpressung

Beispiel:
Autolicht

Hersteller:
Branson Ultrasonics
www.branson-plasticsjoin.com



Ultraschallschweißen

Für Kunststoff und Metall.
Ein Generator erzeugt elektrische Ultraschallschwingungen welche von einem Converter in mechanische Schwingungen umgewandelt werden. Der sogenannte Booster paßt die vom Converter abgegebene konstante Amplitude dem Anwendungsfall an. Die Sonotrode schließlich überträgt die hochfrequente Schwingungsenergie auf die Fügefläche. Durch Grenzflächenreibung und Schallabsorption setzen sich die eingeleiteten Schwingungen bei

gleichzeitig aufgebrachter Kraft in Schmelzwärme um: Das Material fließt innerhalb der Schweißzone der beiden Teile ineinander und bildet nach dem Erkalten eine fast homogene Verbindung. Die Technik ist schnell, effizient und - da auf Hilfsmittel verzichtet werden kann - umweltgerecht. Über das flächige Verschweißen hinaus kann mit dem Ultraschallprozess genietet, gebördelt, punktgeschweißt oder Metallbuchsen in das Material versenkt werden.

Kosten:

Geringe Werkzeugkosten
Geringe Stückkosten

Qualität:

Gute Qualität bei konstanten Verbindungen
Hermetische Abdichtungen sind möglich

Eignung:

Große Stückzahlproduktionen

Typische Anwendung:

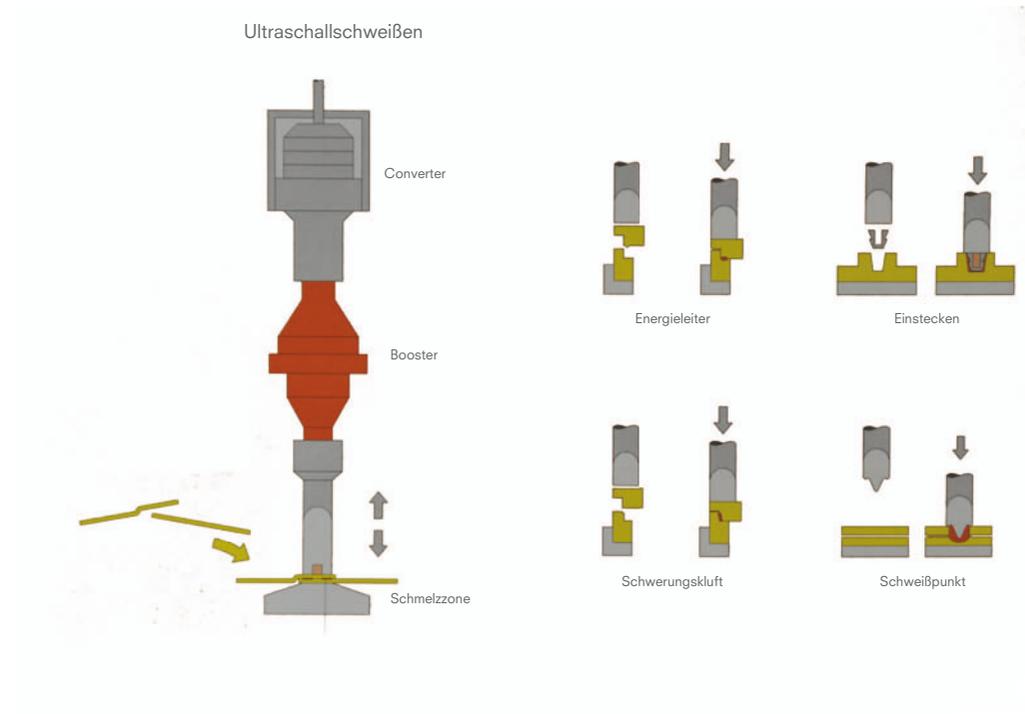
Kosumelektronik
Medizin
Verpackung

Verwandte Prozesse:

Heizelementschweißen
Strahlschweißen
Vibrationsschweißen

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit (weniger als 1 Sekunde)



Hersteller:
BRANSON ULTRASONICS
www.branson-plasticsjoin.com

Widerstandsschweißen

Dies sind schnelle Technologien um eine Verbindung von zwei Metallteilen zu schaffen. Buckelschweißen und Widerstandspunktschweißen werden für Montagevorgänge benutzt, während hingegen Rollennahtschweißen dafür verwendet wird sich überlappende Schweißkerne zu bilden die für eine hermetische Abdichtung sorgen.

Kosten:

Geringe Werkzeugkosten
Geringe Stückkosten

Qualität:

Hohe Schwerfestigkeit, geringes Haftvermögen
Hermetische Abdichtungen sind mit Rollennahtschweißen möglich

Eignung:

Einzel- bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

Automobil
Möbel
Prototypen

Verwandte Prozesse:

Lichtbogenschweißen
Reibschweißen
Nieten

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit

Rollennahtschweißen

Widerstandspunktschweißen

Buckelschweißen

Widerstandsschweißen

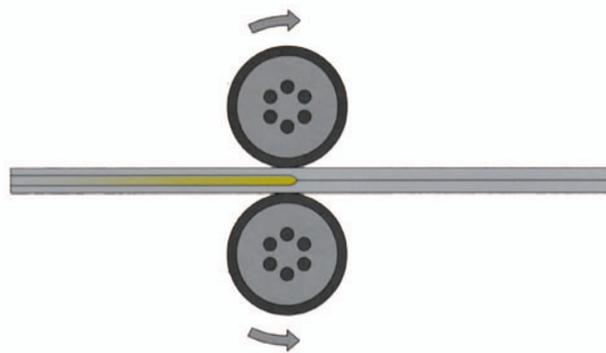
Rollennahtschweißen

Wie funktioniert's:

Beim Rollennahtschweißen sind die Elektroden im Vergleich zum Punktschweißgerät scheibenförmig ausgeführt und rollen auf den, zwischen den Scheiben hindurchgeführten Fügepartnern, ab. Somit lassen sich, anders als beim Punktschweißen, quasi-kontinuierliche Nähte erzeugen,

die aus der Überlagerung einzelner Schweißpunkte bestehen. Ein Rollennahtschweißgerät funktioniert nach dem gleichen Schweißprinzip wie das Punktschweißen. Ein Anwendungsbeispiel des Verfahrens ist die Herstellung des zylindrischen Teiles von Weißblech-Konservendosen.

Rollennahtschweißen



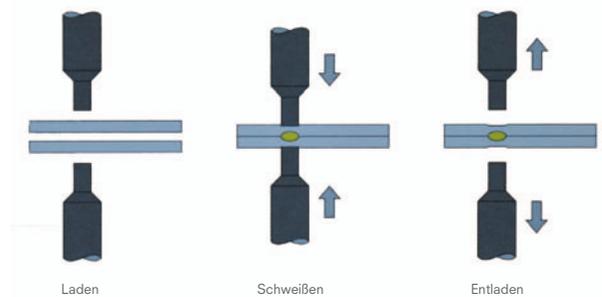
Widerstandsschweißen

Widerstandspunktschweißen

Wie funktioniert's:

Punktschweißen (Widerstandspunktschweißen) ist ein Widerstandsschweißverfahren zum Verschweißen von Blechen. Die Bleche werden dabei durch zwei gegenüberliegende Elektroden an einem Punkt zusammengepresst. Durch die Elektroden wird ein Schweißstrom in das Blech eingeleitet. Das Aufschmelzen des Grundwerkstoffes erfolgt an der Stelle des größten elektrischen Widerstandes, in der Regel am Übergang zwischen den Blechen. Dieser Übergangswiderstand ist etwa 30mal höher als der Widerstand des Materials selbst. Die Elektroden sitzen meistens am Ende einer Punktschweißzange oder an Zylindern. Um ein Überhitzen der Elektroden zu vermeiden, wird häufig auf der Innenseite Kühlwasser hindurchgeleitet. Punktschweißen ist ein wichtiges Verfahren zur Verbindung der Karosserieteile im Automobilbau und bei der Fertigung elektrotechnischer Artikel, wie zum Beispiel Elektronenröhren.

Widerstandspunktschweißen



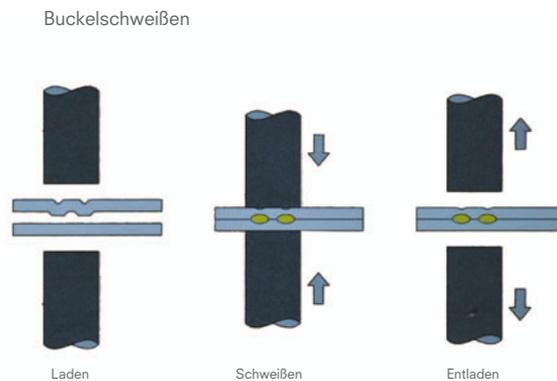
Widerstandsschweißen

Buckelschweißen

Wie funktioniert's:

Buckelschweißen entspricht im Prinzip dem Punktschweißen, wobei aber in einem der zu verbindenden Bauteile eine oder mehrere Erhöhungen (Schweißbuckel) eingebracht werden. Nur diese Buckel liegen nun auf dem anderen zu verschweißenden Bauteil auf. Durch die Geometrie des Buckels ist der Bereich des Stromüberganges genau definiert, als Elektroden werden (im Unterschied zum Punktschweißen) flächenhafte Kupferelektroden verwendet. Während des Stromflusses schmilzt

der Buckel teilweise auf, drückt das Material des Buckels teilweise in das andere Bauteil und geht mit diesem eine Verbindung ein. Eine weitere Variante des Buckelschweißens ist das Ausnutzen natürlicher Buckel, beispielsweise beim Schweißen von Gittern (sogenanntes Kreuzdrahtschweißen). Dabei fließt Strom über die Kontaktstellen der einander kreuzenden Metallstäbe, wodurch es an diesen Stellen zur Erwärmung und Verschweißung kommt.



Lötverfahren

Löten ist ein thermisches Verfahren zum stoffschlüssigen Fügen von Werkstoffen, wobei eine flüssige Phase durch Schmelzen eines Lotes (Schmelzlöten) oder durch Diffusion an den Grenzflächen (Diffusionslöten) entsteht. Die Liquidustemperatur der Grundwerkstoffe wird nicht erreicht. Im Gegensatz dazu wird beim Schweißen diese Temperatur überschritten. Nach dem Erstarren des Lotes ist eine stoffschlüssige Verbindung hergestellt.

Kosten:

Keine Werkzeugkosten außer evtl. Schablonen
Geringe Stückkosten

Qualität:

Sehr feste Verbindungen

Eignung:

Einzel- bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

Elektronik
Schmuck
Küchenartikel

Verwandte Prozesse:

Lichtbogenschweißen
Widerstandsschweißen

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit (1-10 Minuten abhängig von der Technik und Größe)

Weichlöten

Hartlöten

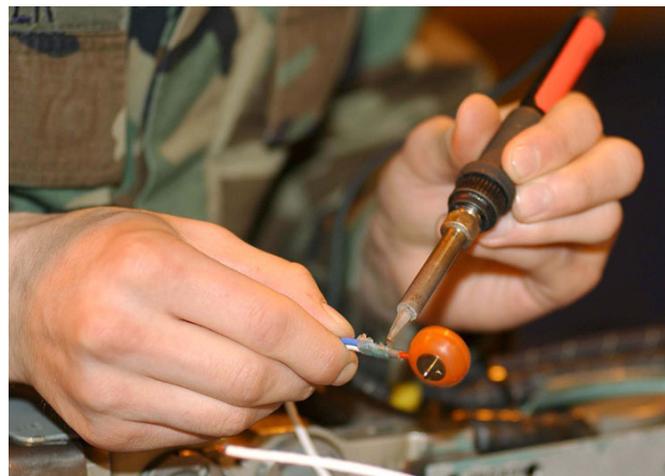
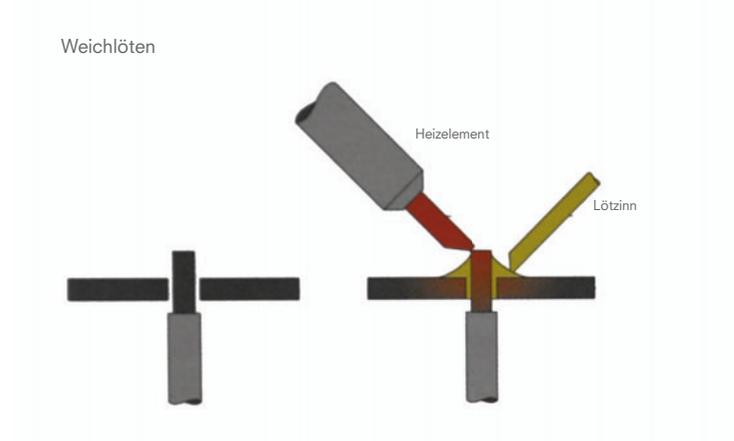
Heizofenmethode

Widerstandsschweißen

Weichlöten

Wie funktioniert's:

Bei Weichlöten werden die zu lötenden Bauteile mit einem Lötkolben oä. erhitzt (bis 450°C). Dann wird ein ebenfalls durch den Lötcolben erweichtes Lötzinn in die Fugestelle gegeben. Ist alles gut erhitzt, so fließt das Lötzinn in die Öffnungen, erkaltet und erstarrt dann.

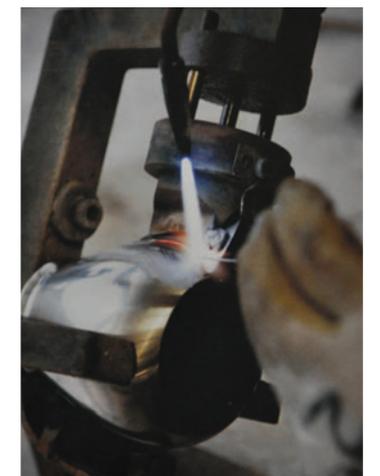
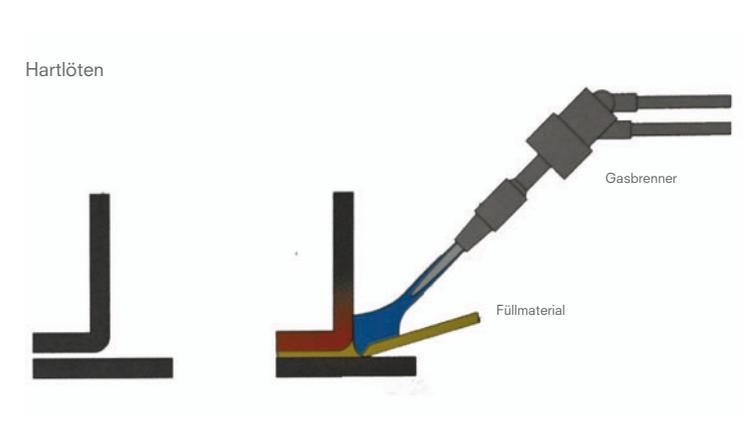


Widerstandsschweißen

Hartlöten

Wie funktioniert's:

Beim Hartlöten werden die zu lötenden Bauteile mit einem Gasbrenner auf eine Temperatur von über 450°C erhitzt. Danach wird ein Füllmaterial ebenfalls erhitzt und auf die zu lötende Stelle aufgegeben, wo dieses wiederum erkaltet und aushärtet.



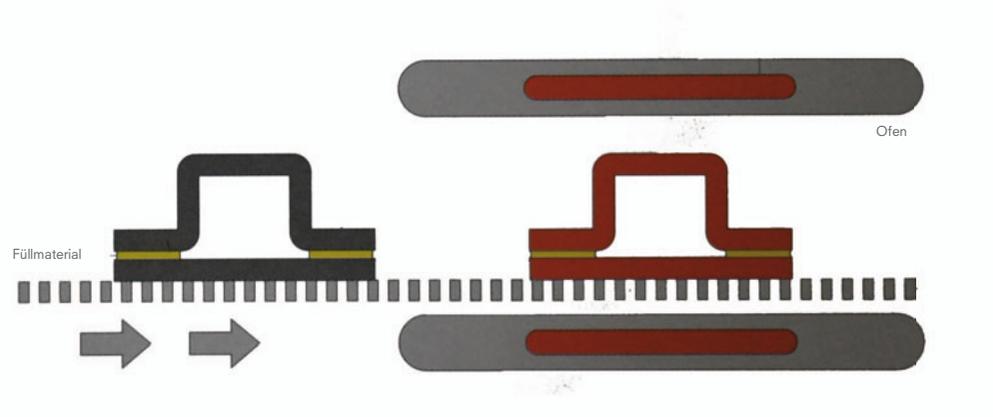
Widerstandsschweißen

Heizofenmethode

Wie funktioniert's:

Die zwei zu lötenden Teile werden aufeinander gelegt und an die Lötstelle wird eine vorgeformte Lötportion dazwischen gegeben. Das ganze wird dann mittels Laufband durch einen Heizofen gefahren, wo sich das Lötzinn verflüssigt, später dann erkaltet und somit wieder eine harte, feste Formverbindung ergibt.

Heizofenmethode



Nieten

Der Niet (Plural die Niete) ist ein plastisch verformbares, zylindrisches Verbindungselement. Nietverbindungen werden vorwiegend zum Fügen von Blechteilen eingesetzt. Durch die Kaltnietung wird eine formschlüssige Nietverbindung zweier Bauteile hergestellt. Bei der Warmnietung entsteht beim Abkühlen des Niets durch Schrumpfen zusätzlich ein Kraftschluss.

Kosten:

Geringe Werkzeugkosten
Geringe Stückkosten

Qualität:

Sehr feste Verbindungen

Eignung:

Medium- bis hohe Stückzahlproduktion

Typische Anwendung:

Geräte
Automobil
Konsumelektronik

Verwandte Prozesse:

Heizelementschweißen
Ultraschallschweißen
Vibrationsschweißen

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit (0,5-15 Sekunden)

Heißluftnieten

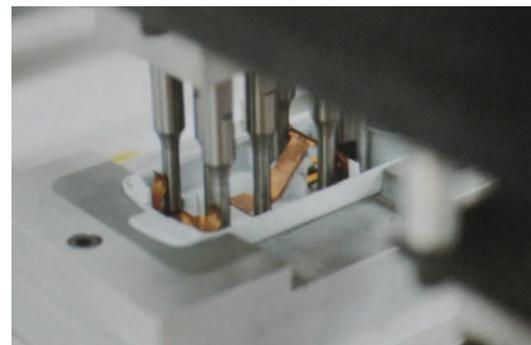
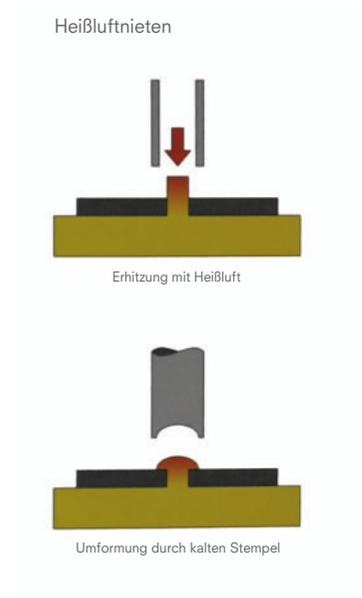
Ultraschallnieten

Widerstandsschweißen

Heißluftnieten

Wie funktioniert's:

Das Heißluftnieten arbeitet in der Aufwärmphase kontaktlos. Ein kontinuierlich umlaufender Heißluftstrom erwärmt den Nietzapfen. Dann erfolgt die Ausformung des Nietkopfes mit einem Kaltstempel in einer separaten Station. Durch die nachgeschaltete Kühlphase unter Druckeinfluss und Formzwang wird eine geringere Relaxation des Kunststoffes erreicht. Die Erwärmungstemperatur liegt in der Regel höher als 300 °C. Mit diesem Verfahren können grundsätzlich alle thermoplastischen Kunststoffe verarbeitet werden.

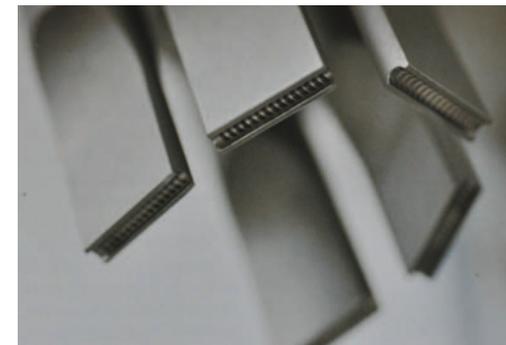
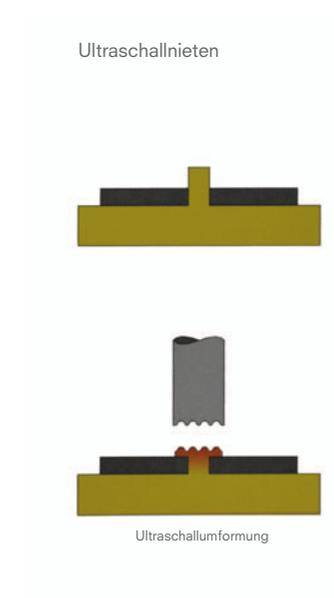


Widerstandsschweißen

Ultraschallnieten

Wie funktioniert's:

Ultraschallnieten funktioniert ähnlich wie Heißluftnieten nur dass bei diesem Verfahren die Energie, welche zum Erzeugen der Schmelztemperatur und damit zum Verbinden der Bauteile erforderlich ist, durch Ultraschall erzeugt wird.



Heizelementschweißen

Das Heizelementschweißen ist ein Fügeverfahren, bei dem die Fügeflächen der zu schweißenden Formteile mit Hilfe eines elektrisch beheizten Heizelementes durch Berührung oder Strahlung ausreichend erwärmt und anschließend unter Druck geschweißt werden. Das Schweißen mittels Heizelement zählt zu den am häufigsten in der indus-

triellen Serienfertigung eingesetzten Schweißverfahren. Die Vorteile des Heizelementschweißens liegen neben dem Schweißen von dreidimensionalen Fügeflächen und dem hohen Automatisierungsgrad der Maschinen in der großen Produktpalette an Kunststoffen, die geschweißt werden können.

Kosten:

Moderate Werkzeugkosten
Geringe Stückkosten

Qualität:

Gute Qualität bei homogenen Verbindungen
Hermetische Abdichtungen möglich

Eignung:

Kleinserien- bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

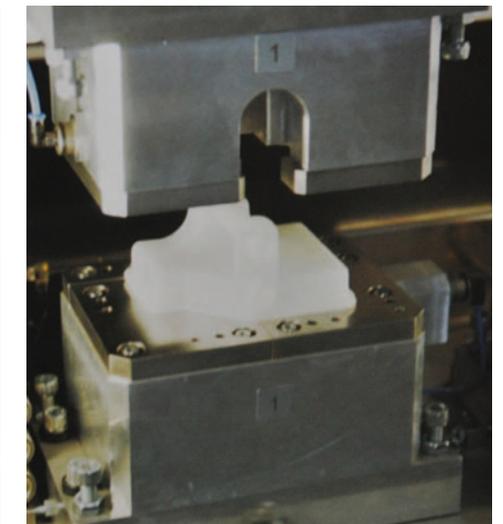
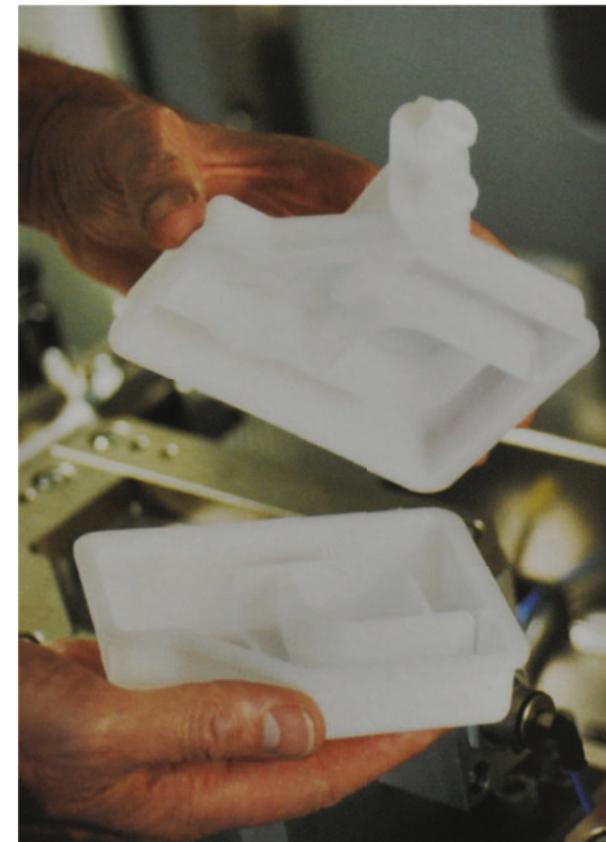
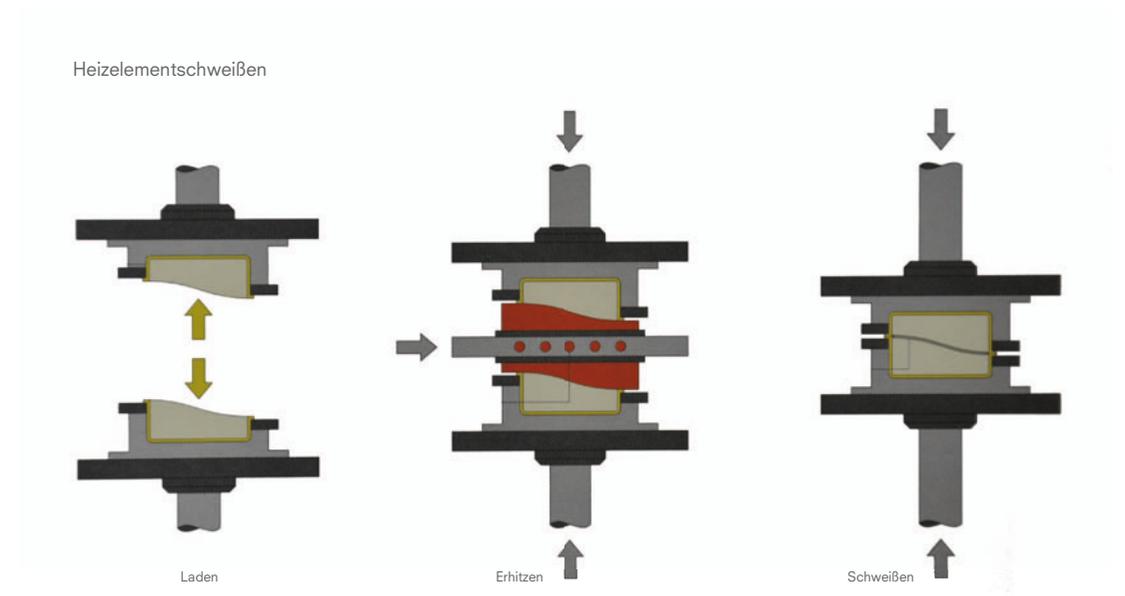
Automobil
Verpackung
Pharmazeutische Artikel

Verwandte Prozesse:

Ultraschallschweißen
Vibrationsschweißen

Geschwindigkeit:

Variable Zykluszeit (30 Sekunden bis 10 Minuten)



Holzverbindungen

Zeitgenössische Möbel werden mit beidem, handgemachten und maschinell hergestellten Verbindungen gefertigt. Es gibt sehr viele unterschiedliche Arten von Holzverbindungen. Je nach Ausführung sind diese stabiler und schöner.

Je nach Art des Anschnittes entsteht auch eine größere Verklebefläche und somit eine stabilere Verbindung.

Kosten:

Keine Werkzeugkosten, evtl sind Vorrichtungen notwendig
Moderate bis hohe Stückkosten

Qualität:

Gute Qualität und stabile Verbindungen

Eignung:

Einzel- bis Serienproduktion

Typische Anwendung:

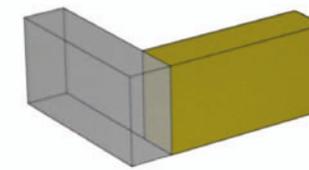
Konstruktion
Möbel
Innenräume

Verwandte Prozesse:

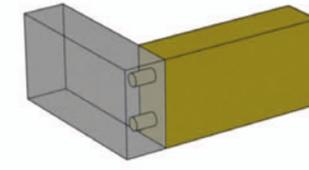
Reibschweißen
Holzfachwerk

Geschwindigkeit:

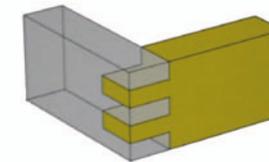
Zykluszeit abhängig von der Komplexität des Teils



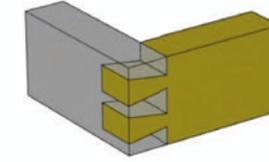
Stumpfe Verbindung



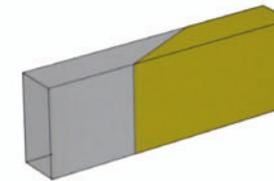
Dübelverbindung



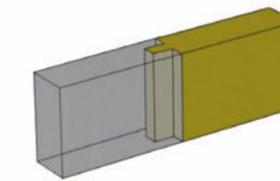
Fingerzinken



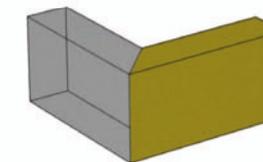
Schwalbenschwanzverbindung



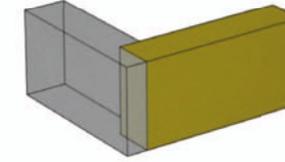
Schrägstoß



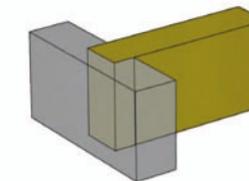
Nut- und Federverbindung



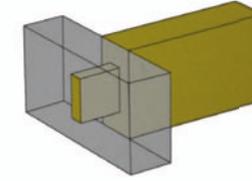
Gehrungsverbindung



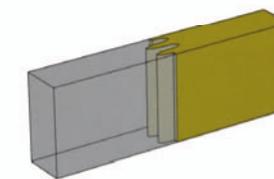
Überlappstoß



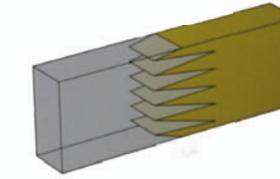
Schlitzverbindung



Zapfenverbindung



M-Verbindung



Keilzinkenverbindung

Weben

Weben bezeichnet den Prozess bei dem Fäden und Streifen eines Materials über- und untereinander gelegt werden, um eine feste Struktur/ eine feste Form zu bekommen. Die Festigkeit des Objekts kann über Faserstärke, Webart und Dichte der Verwebung gesteuert werden. Je

nach Webart sind die unterschiedlichsten Muster möglich. Traditionelle Materialien zum Weben sind Ratten, Weide und Bambus. In der Massenproduktion werden auch oft Metalle, Papier, Kunststoff und Holz als Ausgangsmaterial verwendet.

Kosten:

Keine Werkzeugkosten
Geringe Stückkosten sofern das Rohmaterial günstig ist

Qualität:

Abhängig vom Rohmaterial

Eignung:

Einzel- bis Serienproduktion

Typische Anwendung:

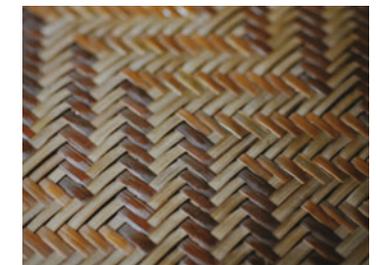
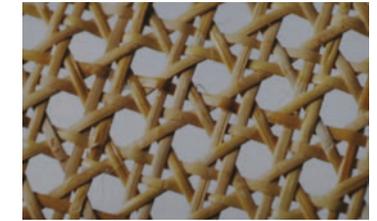
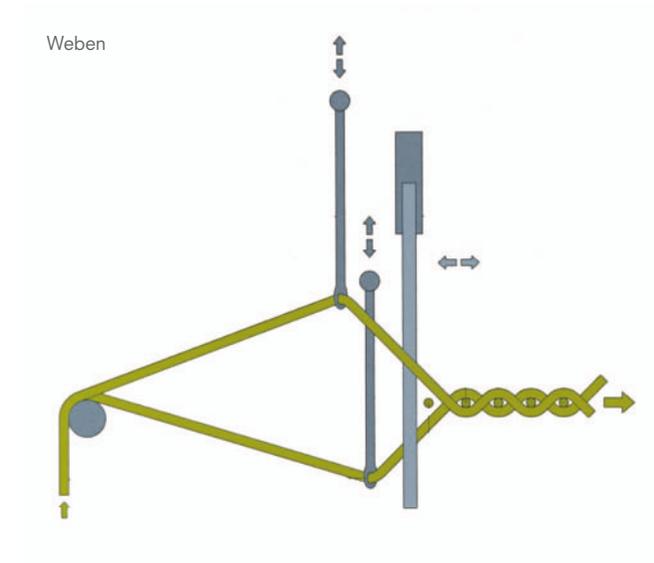
Möbel
Innenräume
Stauraum

Verwandte Prozesse:

Bugholz
Polstern
Formverleimen

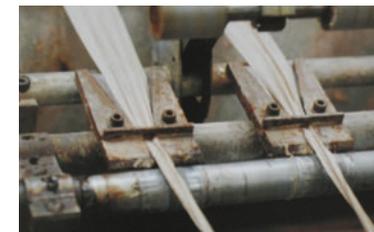
Geschwindigkeit:

Maschinelles Weben ist sehr schnell
Handweben eher langsam



Webmuster Beispiele

Beispiel: Weben eines Stuhls



Polstern

Polstern ist ein hochqualifizierter Herstellungsprozess für gepolsterte Möbel. Es bezeichnet den Prozess bei dem die harten und weichen Komponenten eines Möbelstücks zusammengebracht werden.

Kosten:

Keine Werkzeugkosten
Geringe bis Stückkosten

Qualität:

Sehr gute Qualität die abhängig ist vom Können des Bearbeiters

Eignung:

Einzel- bis Serienproduktion

Typische Anwendung:

Möbel
Schiffs- und Automobilinterieur
Sitze öffentliche Verkehrsmittel

Verwandte Prozesse:

Bugholz
Weben
Formverleimen

Geschwindigkeit:

Moderate bis lange Zykluszeit abhängig von der Größe und Komplexität des Produktes



Holzfachwerk

Große Holzfachwerkstrukturen können mit einer Vielzahl von Verbindungsmöglichkeiten verbunden werden. Mit dem richtigen Holz können dabei große Spannweiten überspannt werden. Oft werden diese im Hausbau verwendet, da das Aufstellen schnell und effizient vollzogen werden kann.

Kosten:

Keine Werkzeugkosten
Moderate Stückkosten abhängig von der Komplexität

Qualität:

Leicht und dauerhaft

Eignung:

Einzel- bis Kleinserienproduktion

Typische Anwendung:

Temporäre Strukturen
Theater und Filmkulissen
Holzfachwerkhäuser

Verwandte Prozesse:

Holzverbindungen

Geschwindigkeit:

Moderate Zykluszeit (5-30 Minuten)

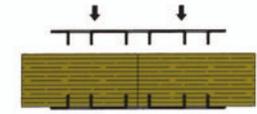
Holzfachwerk



gerades Nageln



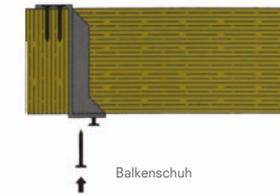
schräges Nageln



Nagelplatte



Verbinderbolzen



Balkenschuh



OBERFLÄCHE

Spritzlackieren

Das Spritzlackieren ist ein Verfahren zur Beschichtung von Oberflächen mit Lack.

Dabei wird der Lack meist durch Druckluft (2–6 bar) beim Austritt aus einer Düse mit einer Spritzpistole zerstäubt. Dieses Verfahren wird bei kleinen und flächigen Teilen verwendet, hat jedoch den Nachteil, dass der Lackverlust relativ groß ist.

Kosten:

keine Werkzeugkosten

Geringe bis hohe Stückkosten abhängig von Größe und Art des zu sprayenden Teils

Qualität:

Variabel. Hängt ab vom Können des Bearbeiters

Eignung:

Einzelproduktion bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

Luftfahrt

Automobil und Transport

Konsumelektronik

Verwandte Prozesse:

Wassertransferdruck

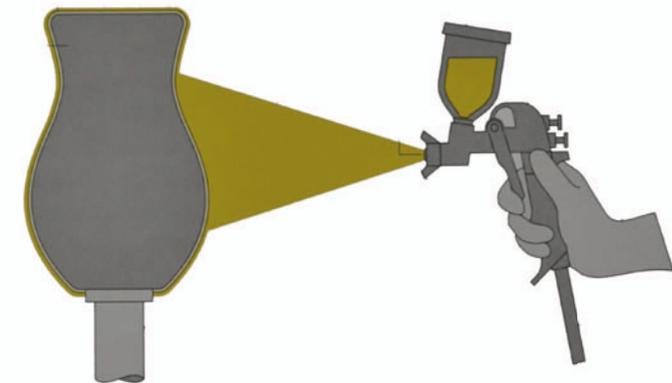
Pulverbeschichten

Vakuummetalisierung

Geschwindigkeit:

Variable Zykluszeit, abhängig von der Größe und Trocknungszeit

Spritzlackieren



Pulverbeschichten

Das Pulverbeschichten oder die Pulverlackierung ist ein Beschichtungsverfahren, bei dem ein elektrisch leitfähiger Werkstoff mit Pulverlack beschichtet und später eingebrannt wird. Eine typische Beschichtungsanlage besteht aus Oberflächenvorbehandlung (Reinigung und / oder Aufbringen einer Konversionsschicht), Zwischentrocknung, elektrostatischer Beschichtungszone und Trockner. Die Werkstücke werden dabei durch ein Fördersystem transportiert.

Typische Untergründe für die Pul-

verlackierung sind Stahl, verzinkter Stahl und Aluminium. Das Hauptanwendungsgebiet ist die allgemeine Metallbeschichtung mit 35 % Anteil, gefolgt von Haushaltsgeräten (sogenannte Weiße Ware, 21 %), Fassadenbeschichtungen (20 %), Möbellackierung (13 %) und Automobillackierung (8 %). Heutzutage werden aber auch Automobile wie der Smart oder temperaturempfindliche Substrate wie MDF-Platten pulverbeschichtet.

Kosten:

keine Werkzeugkosten
Geringe Stückkosten

Qualität:

Gute Qualität, glänzend und einheitlich

Eignung:

Einzelproduktion bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

Automobil
Konstruktion
Weiße Ware

Verwandte Prozesse:

Tauchformen
Verzinken/ Feuerverzinken
Spritzlackieren

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit jedoch abhängig von Größe und Beschaffenheit des Teils

Elektrospritzlackieren

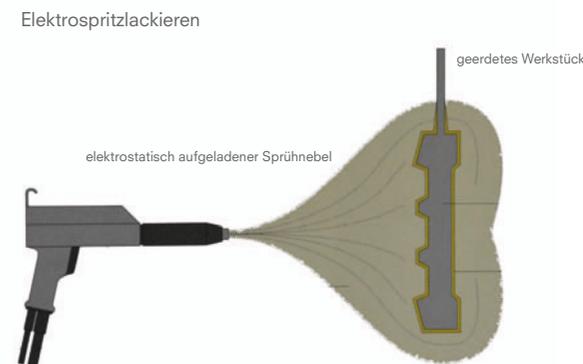
Wirbelsinterbeschichten

Pulverbeschichten

Elektrospritzlackieren

Wie funktioniert's:

Abhilfe bietet das Elektrospritzlackieren, es ist besonders bei Rohrkonstruktionen und anderen komplizierten Teilen hilfreich, da eine allseitige Beschichtung erfolgt. Hierbei wird der Sprühnebel elektrostatisch aufgeladen (ca. 40 kV) und auf das geerdete Werkstück gespritzt. Es hat den weiteren Vorteil, dass der Lackverlust gering bleibt und der Lack gleichmäßig verteilt wird.



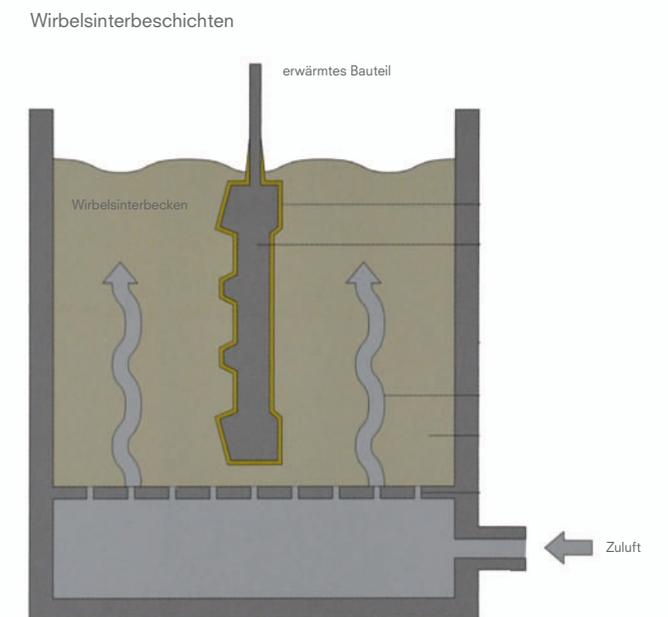
Pulverbeschichten

Wirbelsinterbeschichten

Wie funktioniert's:

Bei der Wirbelsinterbeschichtung wird das Bauteil nach erfolgter Vorbehandlung in einem Ofen über den Schmelzpunkt des Beschichtungsmaterials erwärmt und anschließend in das so genannte Wirbelsinterbecken eingetaucht. Eine kontinuierliche Luftzufuhr über den porösen Beckenboden sorgt für eine andauernde Bewegung des Beschichtungspulvers und lässt eine geschlossene Oberfläche auf dem warmen Bauteil entstehen.

Mit diesem Beschichtungsverfahren können zum einen sehr hohe Schichtstärken realisiert und zum anderen Werkstücke mit komplizierter Formgebung teilweise oder vollständig beschichtet werden.



Eloxieren

Das Eloxal-Verfahren (von Eloxal, Abkürzung für elektrolytische Oxidation von Aluminium) ist eine Methode der Oberflächentechnik zum Erzeugen einer oxidischen Schutzschicht auf Aluminium durch anodische Oxidation. Dabei wird, im Gegensatz zu den galvanischen Überzugsverfahren, die Schutzschicht nicht auf dem Werkstück niedergeschlagen, sondern durch Umwandlung der obersten

Metallschicht ein Oxid bzw. Hydroxid gebildet. Es entsteht eine 5 bis 25 Mikrometer dünne Schicht, die tiefere Schichten solange vor Korrosion schützt, wie keine Lücken, beispielsweise durch mechanische Beschädigung, in dieser Schicht entstehen. Die atmosphärische Oxidschicht des Aluminiums beträgt lediglich wenige Nanometer.

Kosten:

Werkzeug ist normalerweise nicht notwendig
Geringe Stückkosten, diese steigen aber mit der Oberflächendicke

Qualität:

Gute Qualität, leicht und sehr hart

Eignung:

Einzelproduktion bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

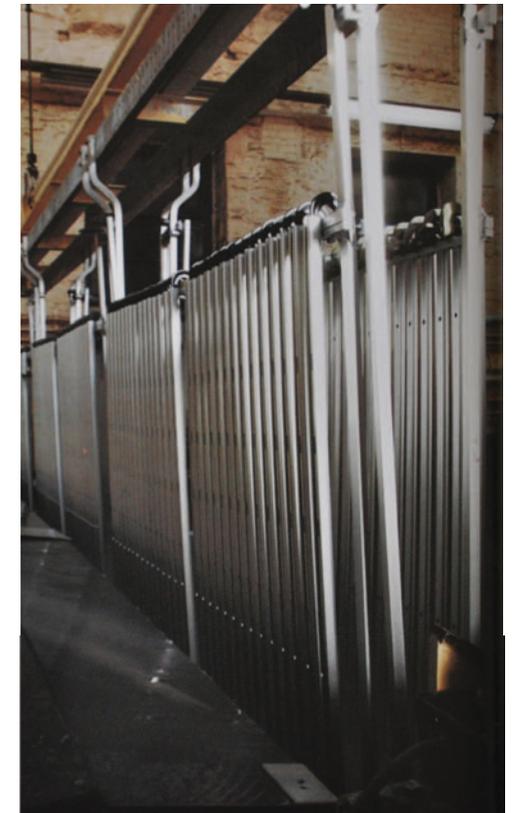
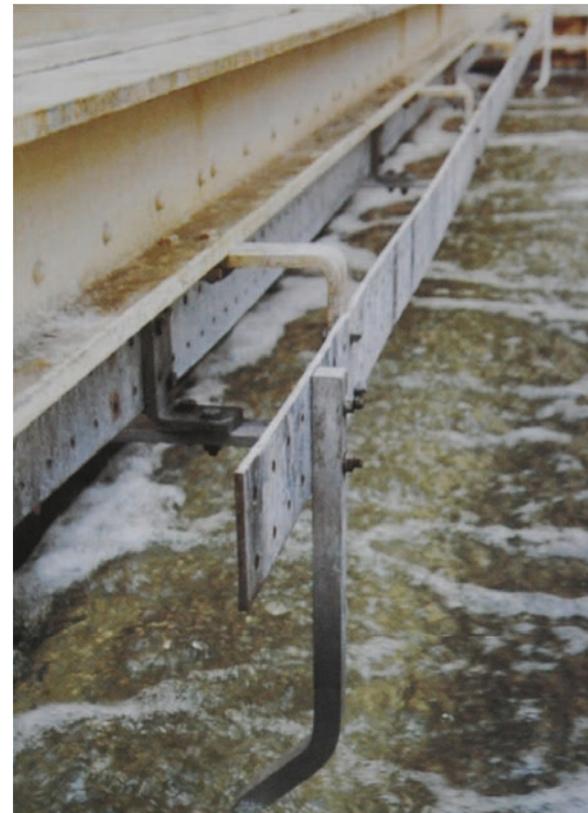
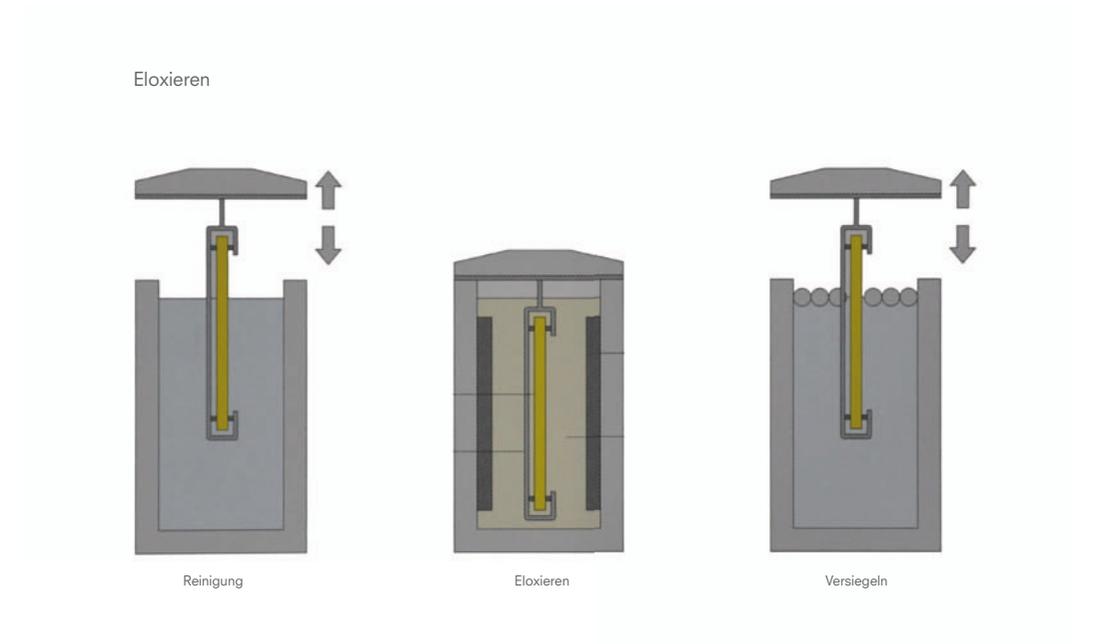
Architektur
Automobil
Konsumelektronik

Verwandte Prozesse:

Pulverbeschichten
Spritzlackieren

Geschwindigkeit:

Moderate Zykluszeit (rund 6 Stunden)



Galvanisieren

Dieser elektrolytische Prozess wird dazu verwendet um eine dünne Schicht Metall auf eine Metalloberfläche anzubringen. Bei der Galvanik wird durch ein elektrolytisches Bad Strom geschickt. Am Pluspol (Anode) befindet sich das Metall, das aufgebracht werden soll (z. B. Kupfer oder Nickel), am Minuspol (Kathode) der zu beschichtende Gegenstand. Der elektrische Strom löst dabei Metal-

tionen von der Verbrauchselektrode ab und lagert sie durch Reduktion auf der Ware ab. So wird der zu veredelnde Gegenstand allseitig gleichmäßig mit Kupfer oder einem anderen Metall beschichtet. Je länger sich der Gegenstand im Bad befindet und je höher der elektrische Strom ist, desto stärker wird die Metallschicht (z. B. Kupferschicht).

Kosten:

keine Werkzeugkosten
Hohe Stückkosten abhängig vom Material

Qualität:

Je nach Oberflächenmaterial ist die Qualität unterschiedlich

Eignung:

Einzelproduktion bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

Konsumelektronik
Möbel und Automobil
Schmuck und Silberschmieden

Verwandte Prozesse:

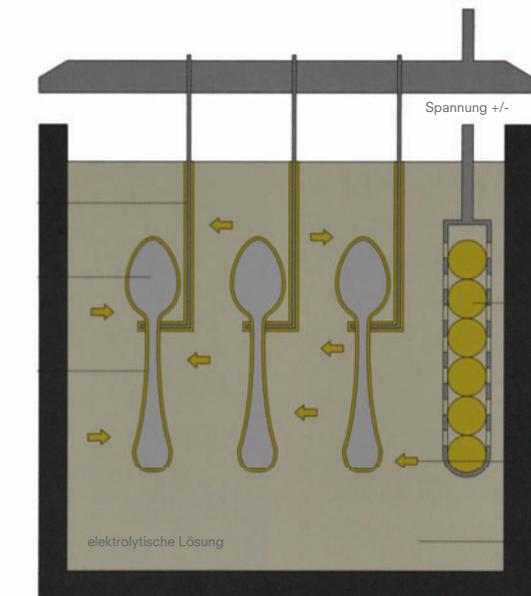
Verzinken
Spritzlackieren
Vakuummetallisieren

Geschwindigkeit:

Moderate Zykluszeit abhängig von der Art des Materials und der Oberflächendicke



Galvanisieren



Verzinken/ Feuerverzinken

Durch Verzinken wird Stahl mit einer dünnen Schicht Zink versehen, um ihn vor Korrosion zu schützen.

Unter Feuerverzinken versteht man das Überziehen von Stahl mit einem metallischen Überzug durch Eintauchen des Stahls in eine Schmelze aus flüssigem Zink, deren Temperatur bei ca. 450 °C liegt.

Kosten:

geringe Kosten (gerademal das zweifache der Materialkosten)

Qualität:

Exzellenter Schutz

Erscheinung ist abhängig von der Qualität des Stahls

Eignung:

Einzelproduktion bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

Architektur und Brücken

Automobil

Möbel

Verwandte Prozesse:

Galvanisieren

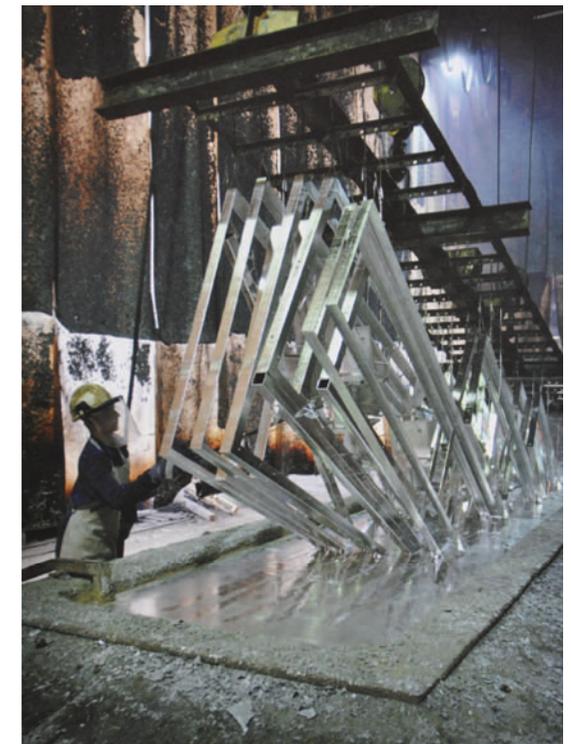
Spritzlackieren

Vakuummetallisieren

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit (normalerweise ca. 10 Minuten)

Feuerverzinken



Vakuummetalisierung

Das Verfahren erlaubt eine sehr dekorative Metalloptik auf Kunststoff-, Glas-, Keramik oder Metallteilen und geht in der Vielfalt der verfügbaren Farben weit über das galvanische Verchromen hinaus.

Als erstes werden die Werkstücke mit einer Grundlackierung versehen und in eine sich um 3 Achsen dre-

hende dichte Vorrichtung gesteckt. Danach wird ein Vakuum und Spannung angelegt wodurch sich Aluminium (oder Metall) sofort verdampft und sich gleichmäßig auf die kalten Werkstücke legt. Als Abschluss kann ein Decklack (auch mit Farbe um andere Metalle zu simulieren) aufgebracht werden.

Kosten:

Keine Werkzeugkosten, aber Vorrichtungen werden benötigt

Moderate Stückkosten

Qualität:

Hohe Qualität und Schutzfilm mit ähnlichen Eigenschaften wie beim Spritzlackieren

Eignung:

Einzelproduktion bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

Konsumprodukte

Reflektoren

RF, EMI und Wärmeabschirmplatten

Verwandte Prozesse:

Galvanisieren

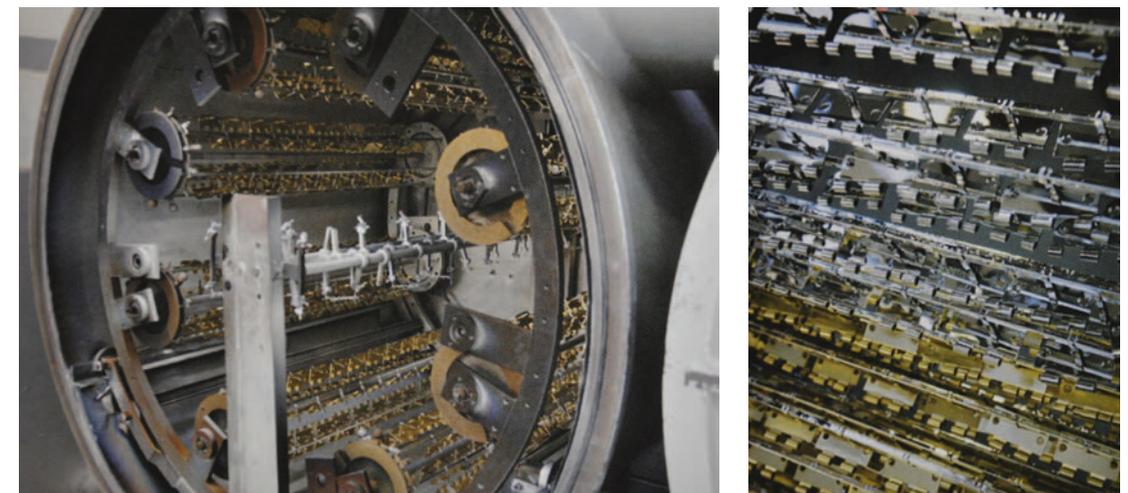
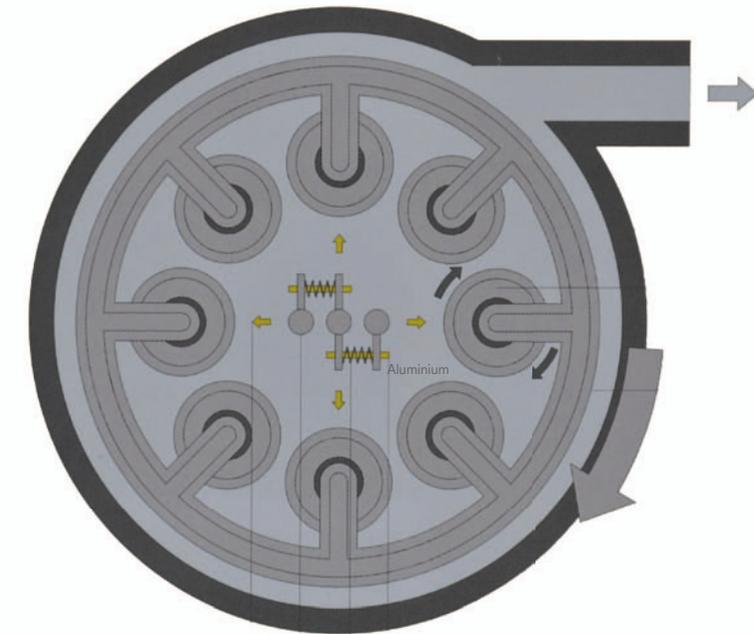
Verzinken

Spritzlackieren

Geschwindigkeit:

Moderate Zykluszeit (6 Stunden mit Grundlackierung)

Vakuummetalisierung



Schleifen, Polieren

Je nach Wahl der Methode kann das Material von glatt poliert bis rauh und matt geschliffen werden.

Kosten:

keine Werkzeugkosten für viele Anwendungen
Stückkosten sind abhängig von der Bearbeitungsart

Qualität:

Gute Oberflächenqualität

Eignung:

Einzelproduktion bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

Automobil, Architektur und Luftfahrt
Kochgeschirr
Glaslinsen, Kontainer

Verwandte Prozesse:

Strahlen
Elektropolieren

Geschwindigkeit:

Schnelle bis lange Zykluszeit abhängig von Größe und Art der Bearbeitung

Schleifrad

Schleifband

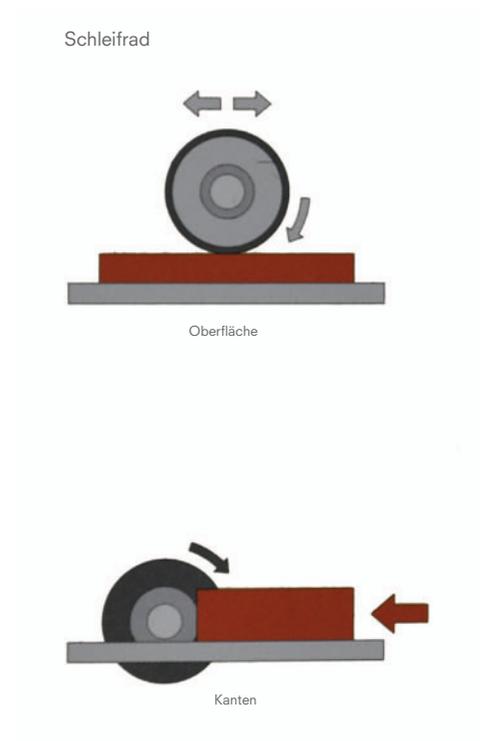
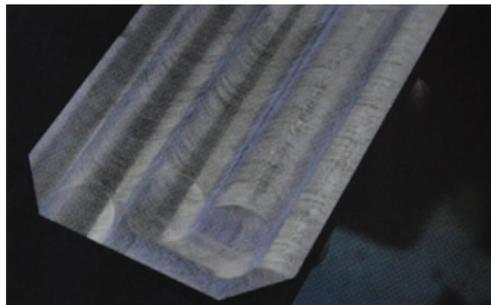
Honen

Läppen

Schleifen, Polieren

Schleifrad

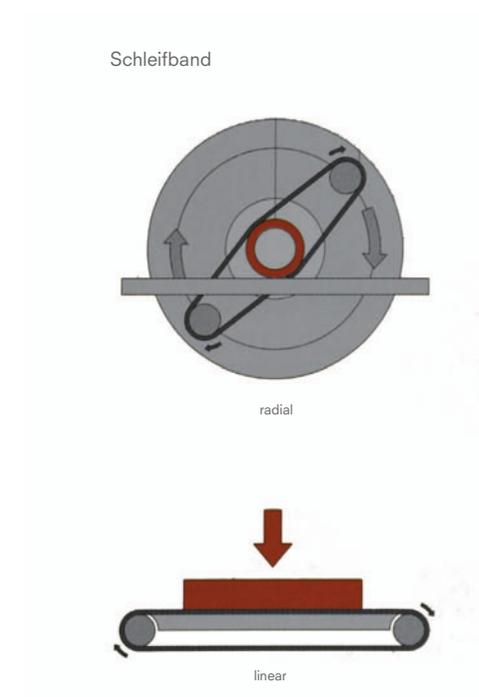
Wie funktioniert's:
Schleifen und polieren von Oberflächen und Kanten mittels Schleifrad/Schleifscheibe.



Schleifen, Polieren

Schleifband

Wie funktioniert's:
Schleifen und Polieren von Werkstücken mittels umlaufenden Schleifband. Bsp. radial für Rohre, linear für gerade Flächen.



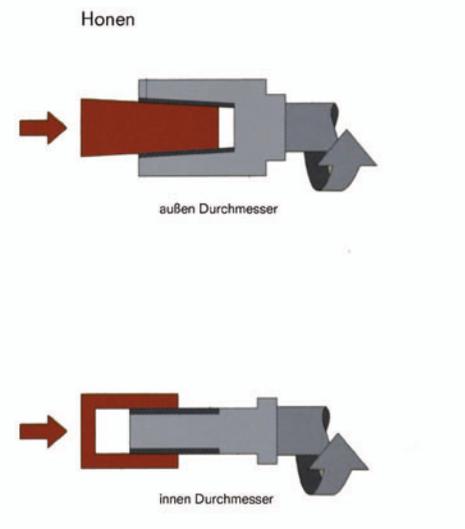
Schleifen, Polieren

Honen

Wie funktioniert's:

Honen ist das Spanen mit einem vielschneidigen Werkzeug aus gebundenem Korn unter ständiger Flächenberührung zwischen Werkzeug und Werkstück zur Verbesserung von Maß, Form und Ober-

fläche vorbearbeiteter Werkstücke. Zwischen Werkstück und Werkzeug findet ein Richtungswechsel der Längsbewegung statt. Die erzielten Oberflächen weisen parallele, sich kreuzende Spuren auf.



Schleifen, Polieren

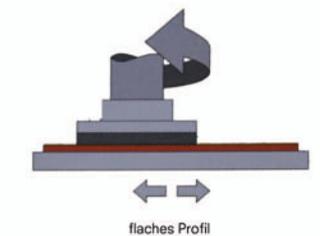
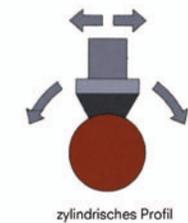
Läppen

Wie funktioniert's:

Beim Läppen wird ein Gemisch aus Läpp-Pulver und Wasser oder Läppöl im Verhältnis 1:10 bis 1:2 verwendet. Im Gegensatz zum Schleifen, bei dem das Schleifkorn fest gebunden ist, wird dabei mit losem (rollendem) Korn gearbeitet. Dadurch können, selbst bei relativ grober Körnung, wegen des geringen Materialabtrags sehr hohe Oberflächengüten erreicht werden. Wichtig ist, dass die

Korngröße des Schleifguts annähernd homogen ist, da vereinzelte größere Körner sonst relativ tiefe Riefen ergeben. Im Gegensatz zum Schleifen ist Läppen ein Abtrag in mehreren Richtungen. Hierfür wird ein Läppmittel verwendet. Dieses kann z. B. das kompakte Korn Aluminiumoxid (WCA) oder das rollende Korn Siliziumkarbid (SiCD) sein. Diamantkorn findet ebenfalls Verwendung.

Läppen



Elektropolieren

Die Elektropolitur, auch Elektropolieren genannt, zählt zu den abtragenden Fertigungsverfahren. Genauer wird es den elektrochemischen Abtragverfahren mit Fremdstromquelle zugeordnet. Dabei wird in einem speziell auf das Material abgestimmten Elektrolyten Metall anodisch abgetragen, das heißt, das metallische Werkstück bildet die Anode in einer elektrochemischen Zelle.

Plasmapolieren ähnelt dem Verfahren des elektrolytischen Polierens, arbeitet jedoch mit ökologisch als unbedenklicher geltenden Salzlösungen. Ein wichtiger Unterschied besteht in der wesentlich höheren Spannung, die zu einem Plasmafilm um das Werkstück führt, weshalb auch ein anderer Wirkmechanismus zum Abtrag führt.

Kosten:

keine Werkzeugkosten, Vorrichtungen sind ab und zu notwendig

Geringe Stückkosten (5 % der Materialkosten)

Qualität:

Gute Oberflächenqualität, hell, hygienisch

Eignung:

Einzelproduktion bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

Architektur und Konstruktion
Essensverarbeitung und Lagerung
Pharmaindustrie und Krankenhaus

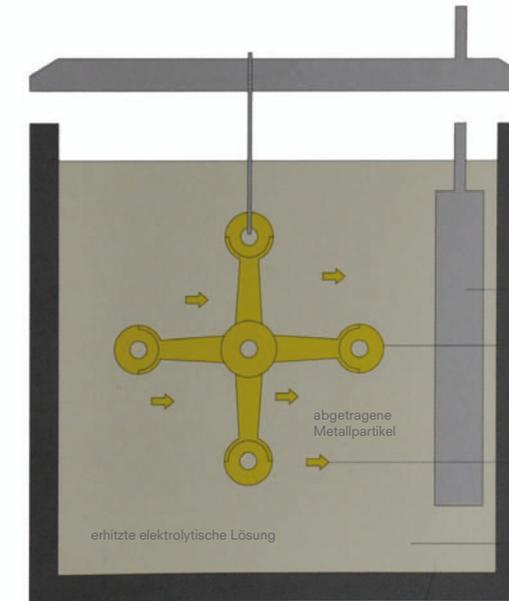
Verwandte Prozesse:

Galvanisieren
Schleifen, Polieren

Geschwindigkeit:

Moderate Zykluszeit (5-30 Minuten)

Elektropolieren



Mikroskopisches Detail



Strahlen

Unter Strahlen (engl. abrasive blasting) versteht man die Oberflächenbehandlung eines Materials oder Werkstücks durch Einwirkung von Sand o.ä. als Schleifmittel gegen Rost, Verschmutzungen, Farbe, Zunder und andere Verunreinigungen.

Mittels eines Kompressors wird ein starker Luftstrahl erzeugt, der das Strahlmittel (z. B. Sand aber auch Hochfenschlacke, Glasgranulat, Korund, Stahl, Kunststoffgranulat, Nussschalen oder Soda mit unterschiedlichsten

Feinheitsgraden; siehe hierzu Strahltechnik) aus einem Sammelbehälter mitnimmt und beschleunigt. Die Schleifmittel treffen dann zusammen mit dem Luftstrahl mit hoher Geschwindigkeit auf die zu behandelnde Oberfläche. Auf Grund der meist abrasiven Wirkung des Strahlmittels werden unerwünschte Bestandteile der Oberfläche, wie Rost oder Farbe, abgelöst und fortgetragen.

Bsp. Sandstrahlen, Glasperlenstrahlen

Kosten:

keine Werkzeugkosten, aber Negativmuster werden evtl benötigt

Geringe bis hohe Stückkosten

Qualität:

Es können sehr feine Details produziert werden

Eignung:

Großflächige Oberflächenbearbeitung

Kleine bis kleinserielle Mengen für feine Detailbearbeitungen

Typische Anwendung:

Architekturglas

Dekoratives Glas

Shopfronten

Verwandte Prozesse:

Chemisches Abbeizen

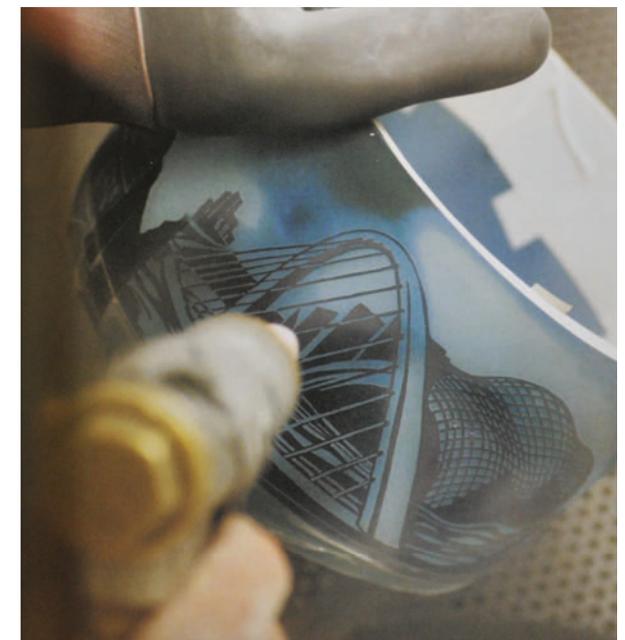
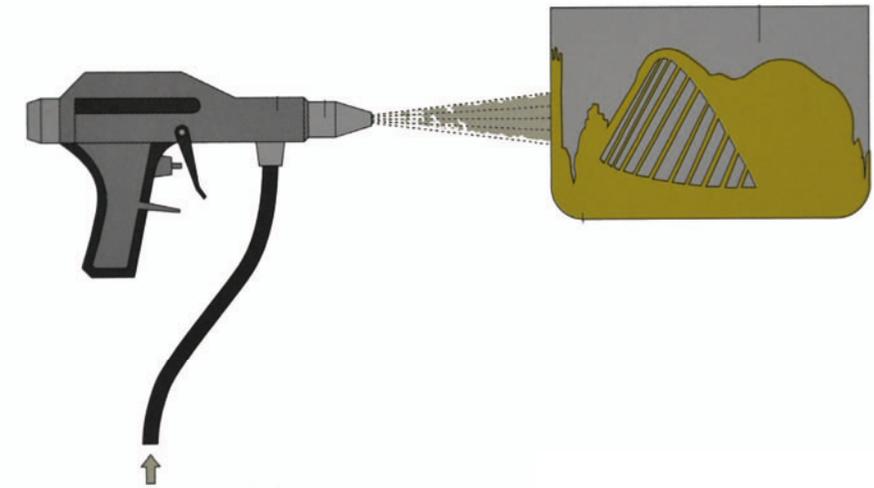
Ätzen

Polieren

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit, Vorbereitung braucht Zeit

Strahlen



Ätzen

Wie funktioniert's:

Sowie photochemisches Ätzen als Zuschneidprozess verwendet werden kann, so kann es auch zur Bearbeitung von Oberflächen genutzt werden. Erst wird die Metallplatte mit einem lichtempfindlichen Film überzogen. Das Negativmuster wird auf Metallplatte aufgelegt und durch UV-Belichtung wird dessen positiv "eingraviert" (Dh. dort wo das Licht auftrifft, reagiert die Beschichtung

und bleibt am Material haften.) Danach wird die unbelichtete Beschichtung mit Wasser entfernt. Wo das Licht wirken konnte, bleibt die ätzresistente Beschichtung auf dem Material. Das Säurebad entfernt alle Stellen an denen keine resistente Beschichtung ist. Ätzen ist ein sehr genauer und präziser Bearbeitungsprozess.

Kosten:

Geringe Werkzeugkosten
Moderate bis hohe Stückkosten

Qualität:

Mit ausgedehnter Entwicklung kann man unterätzen

Eignung:

Prototypen bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

Schmuck
Beschilderung
Trophäen und Namensplaketten

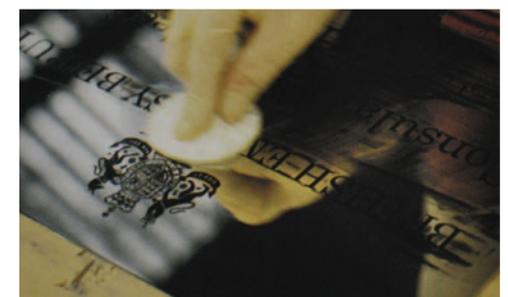
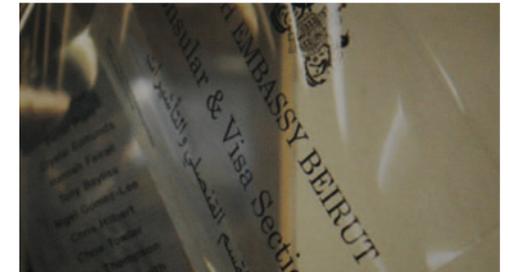
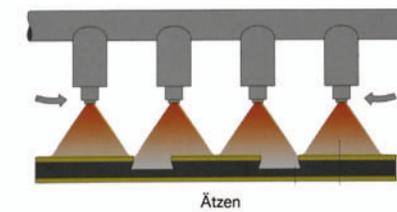
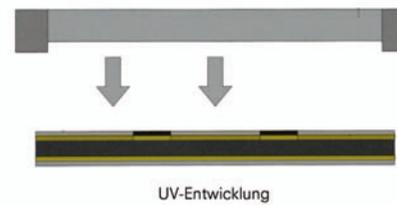
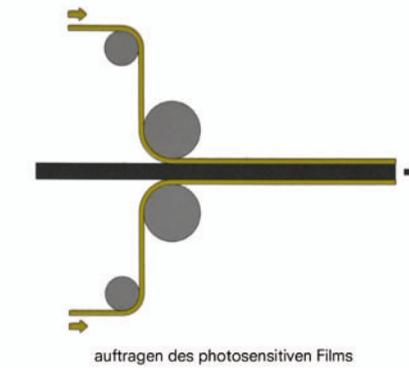
Verwandte Prozesse:

Strahlen
CNC Bearbeiten und Gravieren
Laserschneiden und Gravieren

Geschwindigkeit:

Moderate Zykluszeit (ca. 5 Minuten)

Ätzen



CNC-Gravieren

Gravuren sind Einschneidungen von Ornamenten, Schriften und Verzierungen in Metall, Glas, Stein und anderen feste Werkstoffe.

Diese werden mittels rotierendem Fräswerkzeug und CNC gesteuerter Maschine nach den vorab angefertigten CAD-Daten in ein Werkstück eingraviert. Als Finish kann die Gravurvertiefung zusätzlich mit Farbe ausgegossen werden.

Kosten:

Keine Werkzeugkosten
Moderate Stückkosten

Qualität:

Sehr gut

Eignung:

Einzel- bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

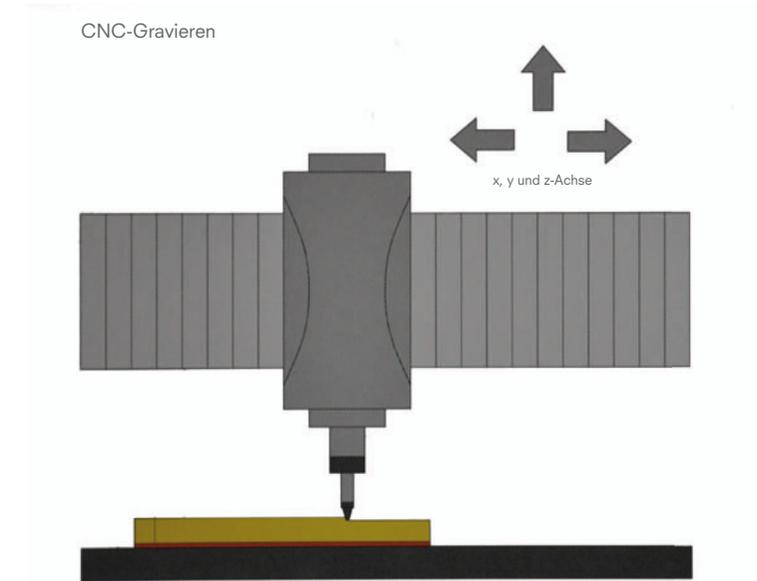
Schaltpläne
Werkzeugherstellung und Formenherstellung
Trophäen und Namensplaketten

Verwandte Prozesse:

Laserschneiden
Ätzen
Siebdrucken

Geschwindigkeit:

Moderate Zykluszeit, abhängig von der Größe und Komplexität der Gravur



Siebdrucken

Der Siebdruck ist ein Druckverfahren, bei dem die Druckfarbe mit einer Gummirakel durch ein feinmaschiges Gewebe hindurch auf das zu bedruckende Material gedruckt wird. An denjenigen Stellen des Gewebes, wo dem Druckbild entsprechend keine Farbe gedruckt werden soll, werden die Maschenöffnungen des Gewebes durch eine Schablone farbundurchlässig gemacht. Im Siebdruckverfahren ist es möglich,

viele verschiedene Materialien zu bedrucken. Hauptsächlich werden Papiererzeugnisse, Kunststoffe, Textilien, Keramik, Metall, Holz und Glas bedruckt. Ein Vorteil des Siebdrucks besteht darin, dass durch verschiedene Gewebefeinheiten der Farbauftrag variiert werden kann, so dass hohe Farbschichtdicken erreicht werden können. Im Vergleich zu anderen Druckverfahren ist die Druckgeschwindigkeit jedoch relativ gering.

Der Siebdruck wird hauptsächlich im Bereich der Werbung und Beschriftung, im Textil- und Keramikdruck und für industrielle Anwendungen eingesetzt.

Kosten:

Geringe Werkzeugkosten
Geringe Stückkosten, jedoch abhängig von der Anzahl der Farben

Qualität:

Sehr gute Qualität und scharfe Detailabbildung

Eignung:

Einzel- bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

Kleidung
Konsumelektronik
Verpackung

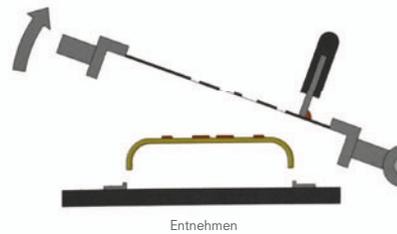
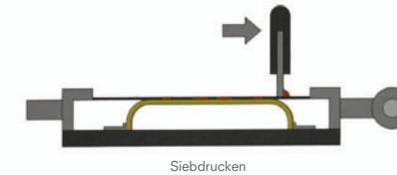
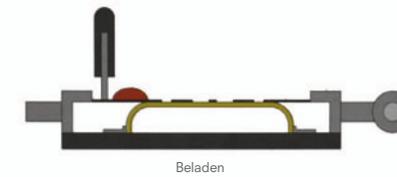
Verwandte Prozesse:

Prägefoliendruck/ Einprägen
Transferdruck
Tampondruck

Geschwindigkeit:

Manuelle Systeme (1-5 Zyklen pro Minute)
Mechanisierte Produktion (1-30 Zyklen pro Minute)

Siebdrucken



Tampondrucken

Der Tampondruck ist ein indirektes Tiefdruckverfahren, bei dem die Druckfarbe durch einen elastischen Tampon aus Silikonkautschuk von der Druckform auf den Bedruckstoff übertragen wird.

Das Tampondruckverfahren ist das wichtigste Verfahren zum Bedrucken von Kunststoffkörpern und ist damit unter anderem in der Werbemittelbranche von großer Bedeutung.

Kosten:

Geringe Werkzeugkosten
Geringe Stückkosten

Qualität:

Gute Qualität und scharfe Kanten

Eignung:

Kleinserien- bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

Automobil
Konsumelektronik
Sportequipment

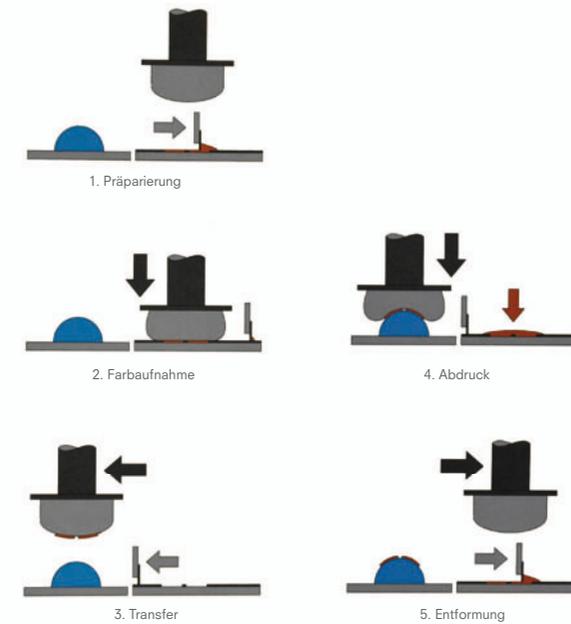
Verwandte Prozesse:

Transferdrucken
Siebdrucken
Spritzlackieren

Geschwindigkeit:

Drucken dauert 2-5 Sekunden
Trocknen im Ofen ca. 20-60 Minuten

Tampondruck



Wassertransferdruck

Der Wassertransferdruck ist ein Oberflächenbeschichtungsverfahren zum Aufbringen unterschiedlichster Muster und Dekore auf dreidimensional geformten Objekten. Ein Dekor wird auf einen speziellen wasserlöslichen Polyvinylalkohol-Film gedruckt. Sofern erforderlich werden die zu beschichtenden Teile grundiert und/oder mit einem Grundfarbton (Basislack) überzogen. Der Druckfilm wird auf der Wasseroberfläche des

Tauchbeckens ausgelegt und mit einem Aktivator besprüht. Die Träger-substanz löst sich auf und gibt das vorher aufgedruckte Dekor in flüssiger Form an die Wasseroberfläche ab. Es bleibt dabei in seiner Form erhalten. Die zu beschichtenden Teile werden durch die schwimmende Farbschicht in das Wasserbad getaucht. Durch den Druck des Wassers wird der Dekorfilm gleichmäßig an die Teile gepresst. Er haftet an ihnen

an und erzeugt so das gewünschte Muster. Die bedruckten Teile werden anschließend gereinigt, um die überschüssige Polyvinylalkohol-Trägerschicht des Films zu entfernen, und dann getrocknet.

Kosten:

Keine Werkzeugkosten, aber kleine Produkte benötigen Hilfskonstruktionen
Geringe bis moderate Stückkosten

Qualität:

Hohe Präzision in Bildern
Kleine Stretchungen

Eignung:

Kleinserien- bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

Automobil
Konsumelektronik
Militär

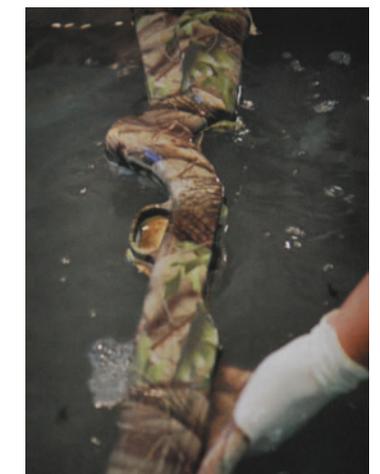
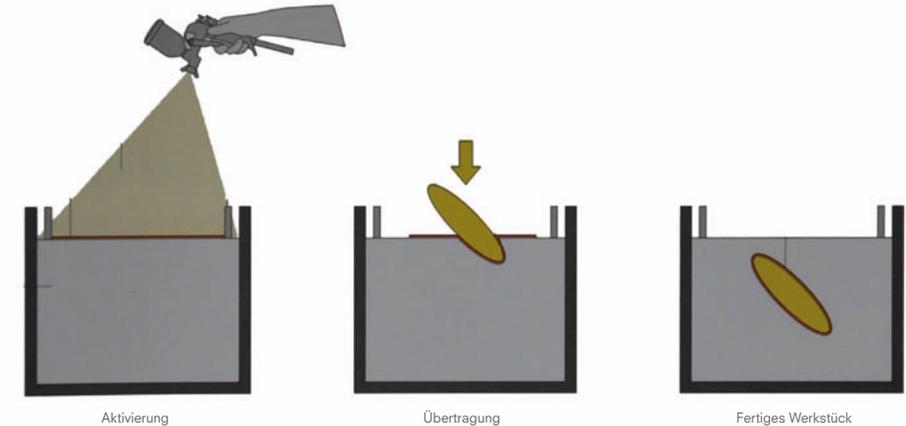
Verwandte Prozesse:

Folienhinterspritzen
Tampondrucken
Spritzlackieren

Geschwindigkeit:

Gute Zykluszeit (10-20 Zyklen pro Stunde)

Wassertransferdruck



Prägefoliendruck/ Einprägen

Beim Prägefoliendruck wird eine Prägefolie mithilfe einer Präge-
druckform auf einen Bedruckstoff
„gepresst“. Die Grundform des Präge-
druckverfahrens ist die so genannte
Planprägung. Die übertragene Folie
liegt dabei in einer Ebene mit dem
Bedruckstoff. Je nach Anpressdruck

und Bedruckstoff entsteht eine kaum
merkliche bis deutliche Einprägung
der Folienschicht.
Beim Einprägen bewirkt ein Umform-
werkzeug mit Druck auf einer ebenen
Werkstückoberfläche eine Verform-
ung zu einem Relief.

Kosten:

Sehr geringe Werkzeugkosten
Geringe Stückkosten

Qualität:

Gute Qualität und Reproduzierbarkeit

Eignung:

Sehr kleine Serien bis Massenproduktion

Typische Anwendung:

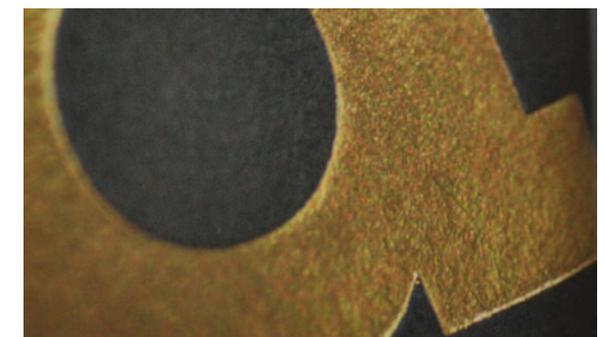
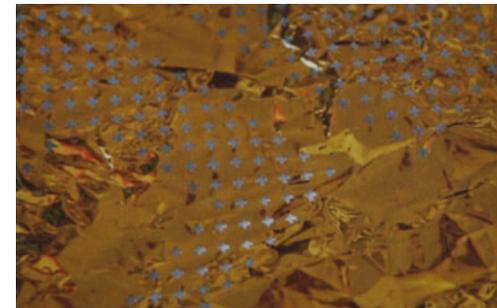
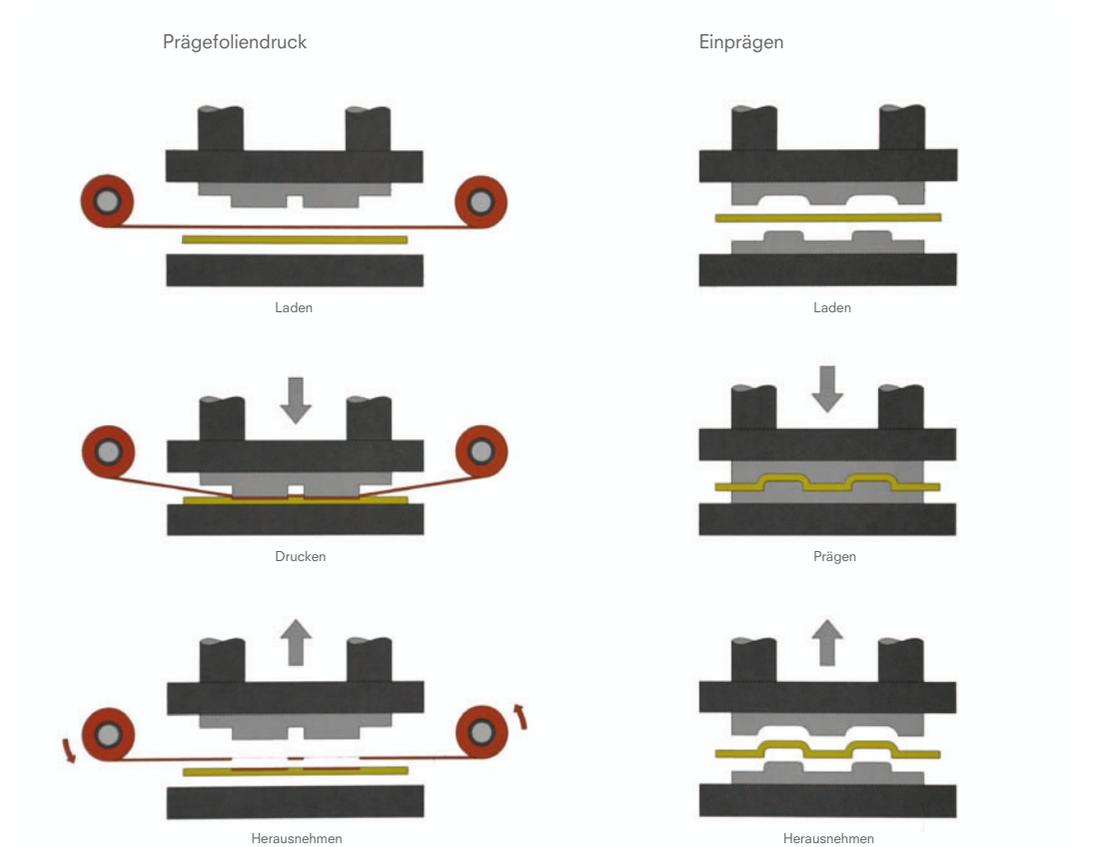
Konsumelektronik
Verpackung
Briefpapier und Druckerzeugnisse

Verwandte Prozesse:

Tampondrucken
Siebdrucken
Punktlackieren

Geschwindigkeit:

Schnelle Zykluszeit (ungefähr 1000 Zyklen pro Stunde)



ÜBERSETZUNG

DEUTSCH

FORMEN

KUNSTSTOFFE & GUMMI

Blasformen

- Extrusionsblasformen (EBM)
- Spritzblasformen (IBM)
- Spritz-Streckblasformen (ISBM)

Thermoverformung

- Vakuumentziehen
- Luft-Druckumformen
- Vakuuumformen mit Stempel
- 2 lagiges Druckumformen

Rotationsgießen

Vakuumgießen

Formpressen

- Formpressen Gummi
- Formpressen Kunststoff

Spritzgießen

- Spritzgießen (allgemein)
- Gasinnendruck-Spritzgießen
- Mehrkomponenten-Spritzgießen
- Folienhinterspritzen

Reaktionstechnik (RIM)

Tauchformen

METALL

Metallausbeulen / Kumpeln

- Kumpeln in einen Sack
- Meiseln mit Vorrichtung

ENGLISCH

FORMING

PLASTICS & RUBBER

Blow Molding

- Extrusion Blow Molding
- Injection Blow Molding
- Injection Stretch Blow Molding

Thermoforming

- Vacuum Forming
- Pressure Forming
- Plug-assisted Forming
- Twin sheet Thermoforming

Rotation Molding

Vacuum Casting

Compression Molding

- Compression Molding rubber
- Compression Molding plastics

Injection Molding

- Injection Molding
- Gas-assisted Injection Molding
- Multishot-Injection Molding
- In-mold-decoratin process

Reaction Injection Molding

Dip Molding

METAL

Panel Beating

- Dishing
- Jig Chasing

DEUTSCH

- Umformung mit Radwerkzeug
- Ausbeulen mit Form

Metalldrücken

- Metallstanzen/ Prägen
- Metallstanzen
- Sekundäres Stanzen

Stempelziehen

Superforming

- Formen in Aushöhlung
- Blasen-Formen
- Gegendruck-Formen
- Diaphragma-Formen

Rohrbiegen

- Dornbiegen
- Ringwalzen

Rundkneten

- Formrundkneten
- Hydraulisches Rundkneten

Rollformen / Walzprofilieren

Schmieden

- Gesenkschmieden
- Walzschmieden

Sandgießen

Druckgießen

- (Hoch-)Druckgießen
- Niederdruckgießen

Feingießen

MIM-Spritzgießen

ENGLISCH

- Wheel Forming
- Planishing

Metal Spinning

- Metal Stamping
- Metal Stamping
- Secondary Pressing Process

Deep Drawing

Superforming

- Cavity forming
- Bubble forming
- Backpressure forming
- Diaphragma forming

Tube and Section Bending

ring rolling

Swaging

- Rotary Swaging Process
- Hydraulic Swaging Process

Roll Forming

Forging

- Drop Forging
- Roll Forging

Sand Casting

Die Casting

- High Pressure Die Casting
- Low Pressure Die Casting

Investment Casting

Metal Injection Molding

DEUTSCH

Elektroformen
Schleudergießen
Metallbiegen
Gesenkbiegen
Schwenkbiegen

GLAS & KERAMIK

Glasblasen
Manuelles Glasblasen
Mechanisieretes Blas-Blas-Verfahren
Mechanisieretes Press-Blas-Verfahren

Kunstglasblasen
Blasverfahren
Lochbohren
Biegen
Spindelformen

Töpfern

Schlickergießen

Keramikformpressen
Überdrehen
Kolbenpressen

HOLZ

CNC-Bearbeitung
Achsenfräsen
Drechseln

Formverleimen
Furnierverleimen
Verkerben

ENGLISCH

Electroforming
Centrifugal Casting
Metal Bending
Press Braking
Swing Folding

GLASS & CERAMIC

Glasblowing
Studio Glasblowing
Machine Blow & Blow
Machine Press & Blow

Lampworking
Blowing
Hole boring
Bending
Mandrel forming

Clay Throwing

Ceramic Slip Casting

Press Molding Ceramics
Jiggering
Ram Press Process

WOOD

CNC-Machining

Wood Laminating
Veneer Lamination
Kerfing

DEUTSCH

Vollholzverleimen
Bugholz
Kreisbiegen
Offenes Biegen
Papierfasergießen

VERBUNDWERKSTOFFE

Laminieren
Nasslaminierverfahren
Pregpreg-Technologie
Harzinjektionsverfahren

DMC und SMC Formen

Präzisionswickeln

Thermisches 3D-Laminieren
3D-Laminieren
3D-Rotationslaminieren

3D-DRUCK

Rapid Prototyping
Fused Deposition Modeling (FDM)
Gipsdrucker
Multi-Jet-Modeling (PJM)
Selektives Lasersintern (SLS)
Direct Metal Laser Sintern (DMLS)
Stereolithographie (SLA)
Laminated Object Modeling (LOM)
Papierlayer

ENGLISCH

Solid Wood Lamination
Steam Bending
Circle Bending
Open Bending
Paper Pulp Molding

COMPOSITES

Composite Lamination
Wet Lay-Up
Pre-preg-Lay-Up
Resin Transfer Molding

DMC and SMC Molding

Filament Winding

3D Thermal Laminating
3D Laminating (3DL)
3D Rotary Laminating (3Dr)

3D-PRINT

Rapid Prototyping
Fused Deposition Modeling (FDM)

Poly-Jet-Modeling (PJM)
Selektive Laser Sintering (SLS)
Direct Metal Laser Sintering (DMLS)
Stereolithography (SLA)
Laminated Object Modeling (LOM)
Paperlayers

DEUTSCH

ZUSCHNEIDEN

CHEMISCH

Photochemisches Ätzen

THERMISCH

Laserschneiden

Funkenerodieren
Senkerodieren
Drahterodieren

MECHANISCH

Lochen und Stanzen

Formstanzen

Wasserstrahlschneiden

Glasschneiden

FÜGEN

THERMISCH

Lichtbogenschweißen
Lichtbogenhandschweißen (MMA)
Schutzgasschweißen (MIG)
Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG)
Plasmaschweißen
Unterpulverschweißen

Strahlschweißen
Laserstrahlschweißen
Elektronenstrahlschweißen

ENGLISCH

CUTTING

CHEMICAL

Photochemical Machining

THERMAL

Laser Cutting

Electrical Discharge Machining
Die Sink EDM
Wire EDM

MECHANICAL

Punching and Blanking

Die Cutting

Water Jet Cutting

Glass Scoring

JOINING

THERMAL

Arc Welding
Manual Metal Arc Welding (MMA)
Metal Inert Gas Welding (MIG)
Tungsten Inert Gas Welding (TIG)
Plasma Welding
Submerged Arc Welding (SAW)

Power Beam Welding
Laser Beam Welding (LBW)
Electron Beam Welding (EBW)

DEUTSCH

Reibschweißen
Rotationsreibschweißen (RFW)
Lineares Reibschweißen (LFW)
Orbitalreibschweißen (OFW)
Rührreibschweißen

Vibrationsschweißen

Ultraschallschweißen

Widerstandsschweißen
Rollennahtschweißen
Widerstandspunktschweißen
Buckelschweißen

Lötverfahren
Weichlöten
Hartlöten
Heizofenmethode

Nieten
Heißluftnieten
Ultraschallnieten

Heizelementschweißen

MECHANISCH

Holzverbindungen

Weben

Polstern

Holzfachwerk

ENGLISCH

Friction Welding
Rotary Friction Welding (RFW)
Linear Friction Welding (LFW)
Orbital Friction Welding (OFW)
Friction Stir Welding (FSW)

Vibration Welding

Ultrasonic Welding

Resistance Welding
Seam Welding
Spot Welding
Projection Welding

Soldering and Brazing
Conduction Method
Torch Method
Furnace Method

Staking
Hot Air Staking
Ultrasonic Staking

Hot Plate Welding

MECHANICAL

Joinery

Weaving

Upholstery

Timber Frame Structures

DEUTSCH

OBERFLÄCHE

ADDITIVE PROZESSE

Spritzlackieren

Pulverbeschichten
Elektrospritzlackieren
Wirbelsinterbeschichten

Eloxieren

Galvanisieren

Verzinken / Feuerverzinken

Vakuummetallisierung

SUBTRAKTIVE PROZESSE

Schleifen, Polieren
Schleifrad
Schleifband
Honen
Läppen

Elektropolieren

Strahlen

Ätzen

CNC-Gravieren

DRUCKEN

Siebdrucken

ENGLISCH

OBERFLÄCHE

ADDITIVE

Spray Painting

Powder Coating
Electrostatik Spraying
Fluidized Bed Powder Coating

Anodizing

Elektroplating

Galvanizing

Vakuum Metalizing

SUBTRACTIVE

Grinding, Sanding and Polishing
Wheel Cutting
Belt Sanding
Honing
Lapping

Electropolishing

Abrasive Blasting

Photo Etching

CNC Engraving

PRINTING

Screen Printing

DEUTSCH

Tampondruck

Wassertransferdruck

Prägefoliendruck / Einprägen

ENGLISCH

Pad Printing

Hydro Transfer Printing

Foil Blocking and Embossing

MANUFAKTUR

HERSTELLUNGSPROZESSE
FÜR DESIGNER

TANJA UNGER

MASTER OF INTERIOR ARCHITECTURE
BETREUER: PROF. KLAUS MICHEL

Eine Übersetzung und Zusammenfassung des Buches:
"Manufacturing Processes for Design Professionals"

