

# Stahl

## ***Ist Stahl ein junger Werkstoff?***

Das zur Herstellung von Stahl erforderliche Eisen wird in Europa seit 1.700 vor J.C. hergestellt. Von Anfang an wurden auch kleine Mengen Stahl hergestellt, d.h. mit Kohlenstoff angereichertes Eisen. Im XV. Jahrhundert führt eine unerwartete jedoch wichtige Entdeckung zum Gusseisen, einem flüssigen Eisenmetall, das sich zur Herstellung vieler unterschiedlicher Gegenstände verwenden lässt. Aber erst im XIX. Jahrhundert erfährt das Material Stahl seine Blütezeit.

## ***Es gibt zwei Sorten Stahl:***

**Unlegierte Stähle:** sie setzen sich aus Eisen und Kohlenstoff zusammen und sind oft mit einem anderen Metall überzogen. So entsteht aus einem dünnen Stahlblech, das mit einer feinen Schicht Zinn überzogen wird, Weißblech (zur Herstellung von Konservendosen, Schraubdeckeln, Sprühdosen, Getränkedosen).

**Legierte Stähle:** hier werden andere chemische Elemente als Kohlenstoff dem Eisen hinzugefügt. Die Dosis variiert dabei jeweils: aus einer Legierung von 17% Chrom + 8 % Nickel entsteht zum Beispiel Edelstahl.

## ***Wie wird Stahl hergestellt?***

Es gibt zwei Stahl herstellende Verfahren:

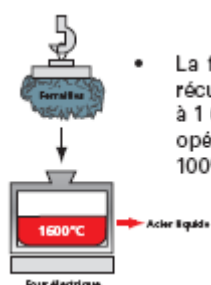
- Beim **Gussverfahren** kommt ein vorbehandeltes Eisenerz, nl. Koks (nahezu reiner Kohlenstoff), und gegebenenfalls auch Stahlschrott (maximal 30%) in einen Hochofen. Durch eingeblasene heiße Luft (1.200 °C) wird der Kohlenstoff verbrannt. Das somit entstehende Kohlenmonoxid „reduziert“ die Eisenoxide, d.h. entzieht ihnen den Sauerstoff und isoliert somit den Eisenanteil. Das dabei entstehende flüssige Eisen heißt „**Roheisen**“.

•



Eisenerz  
Kokskohle  
Flüssiges Roheisen  
1.250 °C  
Hochofen

- Beim Elektroverfahren wird eingesammelter Stahlschrott in einem Elektroofen bei 1.600°C geschmolzen. Der entstandene Flüssigstahl wird in der Folge so weiter aufbereitet wie im Hochofen. Dieses Verfahren verwendet zu 100% wiederverwertetes Eisen.

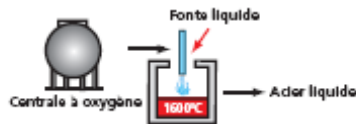


• La f  
récu  
à 1 f  
opé  
100%

Stahlschrott  
1.600 °C

## Elektroofen Flüssigstahl

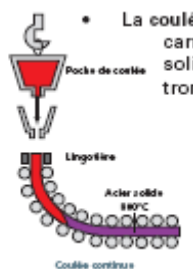
Beim Frischen wird zur Entkohlung und Erhitzung des Metalls Sauerstoff aufgeblasen.



Sauerstoffanlage  
Roheisen  
1.600 °C  
Flüssigstahl

Danach gibt es zwei Verfahren, mittels derer der Flüssigstahl zu festem Stahl verarbeitet werden kann:

- Das **Stranggussverfahren**: der Stahl wird in eine Kokille mit viereckigem, rechteckigem oder rundem Querschnitt gegossen. Daraus entsteht ein fester viereckiger, rechteckiger oder runder Stab, der entsprechend der gewünschten Länge geschnitten wird.



Gießpfanne  
Kokille  
Fester Stahl  
800 °C  
Strangguss



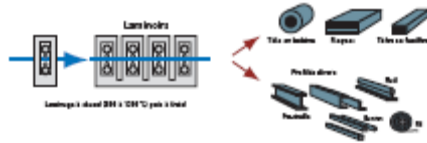
Quelle: Photothèque Cockerill Sambre

- **Blockguss**: der Stahl wird in Gussformen gegossen und erstarrt in diesen. Nach dem Erstarren werden die Blöcke aus den Kokillen gestrippt. In beiden Verfahren heißt das fertige Ergebnis **Halbzeug**.



Gießpfanne  
Kokille  
Fester Stahl 800°C  
Strippen  
Blockguss

Dieses Halbzeug wird in Öfen auf 1.200 °C erhitzt, um gewalzt, d.h. zwischen Walzen gezogen und abgeflacht zu werden. Aus dem Walzvorgang ergeben sich zwei Produktkategorien: Langerzeugnisse (Träger, Stäbe, Draht, ... ) und Flacherzeugnisse (Platten, Bleche in Tafeln oder Rollen).



Walzen

Erst warmwalzen (800 bis 1.200 °C) dann kaltwalzen

Blech auf Rollen

Platten

Bleche in Tafeln

Unterschiedliche Profilträger

Träger

Schiene

Stäbe

Draht



Walzwerk

Quelle: Photothèque Cockerill Sambre

### **Warum verwendet man Stahl?**

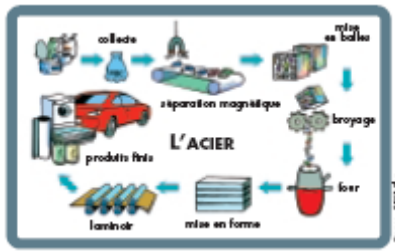
Stahl ist solide und widersteht sowohl der Hitze als auch der Kälte. Er passt sich allen Formen an und ist ökonomisch. Ferner kann Stahl, falls er mit anderen Verpackungsabfällen eingesammelt wird, leicht aussortiert werden, da er magnetisch ist, d.h. ein einfacher Magnet reicht, um ihn von anderen Abfällen zu trennen. Er ist leicht und unbegrenzt recycelbar.

### **Warum wird Stahl recycelt?**

Schon die Gallier und die Römer recycelten ihre beschädigten Waffen oder Werkzeuge indem sie sie einschmolzen! Jede Tonne recycelter Stahl ermöglicht eine Einsparung von 1,4 Tonnen Eisenerz. Umgekehrt braucht eine aus Stahl gefertigte, weggeworfene Dose 100 Jahre ehe sie ganz verschwunden ist. Stahl ist das weltweit am meisten wiederverwertete Material! In Luxemburg wurden 2004 2.252 Tonnen Verpackungsabfälle aus Stahl eingesammelt.

### **Wie wird Stahl recycelt?**

Da Stahl Eisen enthält (im Gegensatz zu Aluminium), ist er magnetisch; er wird mithilfe eines Magneten von den übrigen Abfällen getrennt. Der somit eingesammelte Schrott kommt, wie oben erwähnt, zusammen mit anderen Einsatzmaterialien in die Hochöfen (Gussroute) oder als Einzelfüllung in einen Elektroofen (Elektroroute).



STAHL  
 Sammlung  
 Magnetische Trennung  
 Ballenpressung  
 Zerkleinern  
 Ofen  
 Formgebung  
 Walzwerk  
 Fertigerzeugnisse  
 Quelle: FOST Plus



Dosen werden magnetisch aussortiert

### **Was wird aus recyceltem Stahl hergestellt?**

Stahl trifft man in zahlreichen Anwendungsbereichen an:

- Ein Auto besteht zu 65% aus recycelbarem und recyceltem Stahl (Motorteile, Karosserie, Türen).
- Haushaltsgeräte:
  - Waschmaschine: 57% Stahl
  - Elektroherd: 80% Stahl
  - Kühlschrank: 51% Stahl
 } Dieser Stahl ist recycelbar.
- Lebensmittelverpackungen: vor allem Konserven- und Getränkedosen. Dieser Stahl ist recycelbar und wird recycelt.
- Bauwirtschaft: 70% der in der Bauwirtschaft verwendeten Stahlerzeugnisse (Betonarmierungen, Metallstrukturen, ... ) werden wiederverwertet.
- Werkzeuge, Nägel.



= 19.000 Konservendosen = 215 Konservendosen = 1 Konservendose

## Aluminium

### **Was ist Aluminium?**

Aluminium ist ein relativ weiches Metall, das 1825 durch den Dänen Hans Christian Ørsted (auch Ærsted geschrieben) entdeckt wurde. Damit Aluminium an Härte und Festigkeit zunimmt, reicht es, ihm weniger als 1% Silizium oder Eisen hinzuzufügen.

### **Woher kommt Aluminium?**

Aluminium ist das dritthäufigste Element in der Erdkruste (8,23%) (nach Sauerstoff – 64,1% - und Silizium – 28,2%), kommt jedoch nicht als gediegenes Metall in der Natur vor. Man erhält Aluminium durch Elektrolyse eines roten Gesteins, dem Bauxit, das 1831 in der Nähe von Baux-de-Provence (Frankreich) von Pierre Berthier entdeckt wurde. Heutzutage wird Aluminium hauptsächlich in Australien und Neuguinea gefördert. Im Durchschnitt sind zur Herstellung einer Tonne Aluminium vier Tonnen Bauxit erforderlich.



Bauxit

### **Wie wird Aluminium hergestellt?**

Aluminium entsteht meistens nach dem **Bayer-Verfahren**, wobei Bauxit in kleine Stücke gebrochen, dann von Natronlauge aufgelöst wird, wodurch nach einem Waschvorgang reines Aluminiumhydroxid entsteht. Dieses wird gebrannt, wodurch ihm das Wasser entzogen wird, und bildet ein weißes Pulver: reines Aluminiumoxid. Infolge eines chemischen, sehr stromintensiven Verfahrens (Elektrolyse) wird Aluminiumoxid zu Aluminium. Je nach Verwendungsart werden ihm verschiedene Metalle hinzugefügt.

Weltweit werden jährlich knapp 28 Millionen Tonnen Aluminium produziert, woraus ein Drittel aus dem Recyclingzyklus stammt.

### **Welches sind die Vorteile von Aluminium?**

**Das geringe Gewicht:** es ist drei Mal leichter als Stahl.

**Die Lebensmittelverträglichkeit:** es hat keinerlei beeinträchtigenden Einfluss auf Lebensmittel.

**Die Leitfähigkeit:** es ist ein ausgezeichneter Hitze- und Stromleiter.

**Die Formbarkeit und die Starre:** man kann ihm alle erdenklichen Formen geben.

**Die Beständigkeit** gegenüber Luft und Wasser.

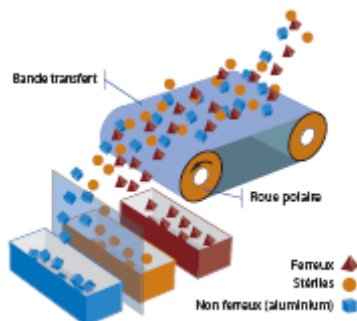
### **Warum wird Aluminium recycelt?**

Aluminium ist zu 100% und unbegrenzt recycelbar. Jede recycelte Tonne Aluminium erlaubt eine Einsparung von 2,3 Tonnen Bauxit. Darüber hinaus verwendet der Aluminium-Recyclingprozess 20 bis 25 Mal weniger Energie als die Herstellung auf der Basis von Rohstoffen. Dadurch entsteht eine Win-Win-Situation: Einsparung von natürlichen Ressourcen und Energieeinsparung! 30% der Aluminiumproduktion stammt aus dem Recyclingzyklus. In Luxemburg sind 2004 119 Tonnen Aluminiumverpackungen eingesammelt worden.

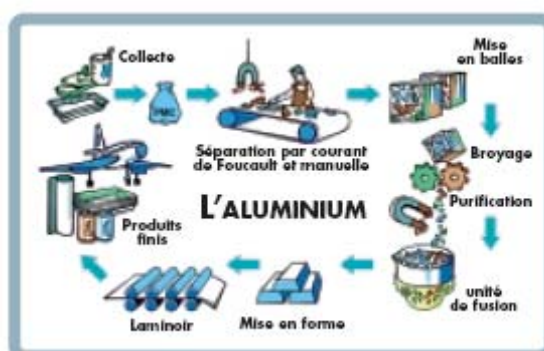
### **Wie wird Aluminium recycelt?**

Aluminium wird entweder manuell, wie derzeit in Luxemburg, oder anhand des Nichteisenmetall-Magnetscheiders (Wirbelstrom oder Foucaultscher Strom) von den restlichen Stoffen getrennt. Letztere Technik ist mit dem Einsatz eines Magneten vergleichbar, außer dass hier keine Eisenmetalle angezogen, sondern Nichteisenmetalle ausgestoßen werden. Abhängig vom Gewicht werden die Aluminiumabfälle horizontal (wie etwa mit einer Aluminiumfolie ausgekleidete Milchdosen) oder parabolisch (Getränkedosen) aussortiert. Sie fallen dann in unterschiedliche Behälter und gehen in einen jeweils anderen Recyclingprozess.

Die somit gesammelten Verpackungen werden dann zerkleinert, verflüssigt und verfeinert bis zum Entfernen aller Unreinheiten und schließlich gemahlen. Diese Halberzeugnisse kommen zwischen Walzen.



Förderband  
Rotor  
Eisenmetalle  
Zwischenmittel  
Nichteisenmetalle (Aluminium)



ALUMINIUM  
Sammlung  
Manuelle Trennung oder Foucaultstrom  
Ballenpressung  
Zerkleinerung

Reinigung  
Schmelze  
Formgebung  
Walzwerk

Fertigerzeugnisse  
Quelle: FOST Plus

***Was wird aus recyceltem Aluminium hergestellt?***

Aluminium ist ein Material, ohne das die Welt nicht mehr auskommt, es befindet sich überall: in Flugzeugen und Zügen bis hin zu Uhren, Koffern, Stromkabeln, Küchenutensilien, Schalen, Getränkedosen und Arzneimittelverpackungen.



= 670 Dosen



## Getränkekarton

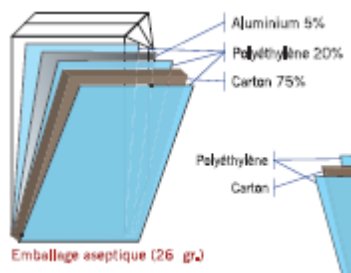
### Woraus besteht ein Getränkekarton?

Kartons für Getränke (oder flüssige Lebensmittel) setzen sich aus 2 oder 3 verschiedenen Materialien zusammen, die je nach Verwendungszweck 3,4 oder 6 Schichten unterschiedlicher Dicke bilden. So werden ultrahocherhitzte (UHT) Erzeugnisse mit langer Haltbarkeit in Kartons mit 6 Lagen verpackt, während pasteurisierte Erzeugnisse (Frischerzeugnisse zum raschen Verzehr) in Kartons mit 4 oder auch nur 3 Schichten verkauft werden (Milch, Sahne, Schokoladengetränke, Fruchtsäfte, ...)

Der **Karton** (75%) gibt der Verpackung Reißfestigkeit und Starre.

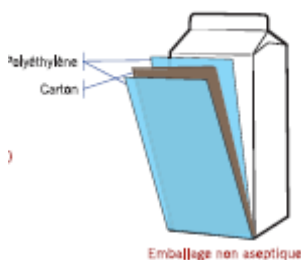
Das **Low-Density-Polyethylen (LDPE)** macht die Verpackung dicht und schützt sie so vor Bakterien, Fetten und Feuchtigkeit. Ferner wird es als Bindemittel zwischen den verschiedenen Lagen verwendet und schließt letzten Endes die Verpackung mittels Heißversiegelung luftdicht ab.

**Aluminium** hat zwar nur eine Dicke von  $6,35\ \mu$  (0,00635 mm, was der Hälfte einer haushaltsüblichen Aluminiumfolie oder dem Zehntel eines Haares entspricht), bildet aber eine hervorragende Barriere gegenüber Luft (Sauerstoff), Licht und Gerüchen, so dass die Lebensmittel ihren Geschmack und ihren Vitamingehalt vollständig bewahren.



Aluminium 5 %  
Polyethylen 20 %  
Karton 75 %

Aseptische Verpackung (26 g)



Polyethylen  
Karton

Nicht aseptische Verpackung

### Wie wird ein Getränkekarton hergestellt?

Karton wird aus Holz hergestellt, Polyethylen aus Erdöl und Aluminium aus einem Erz, dem Bauxit.

In der Produktionsanlage wird der Karton zunächst bedruckt und dann mit verschiedenen Folien oder dem Aluminium, je nach Verpackungsart, laminiert. Die so entstandenen Rollen kommen dann zum Endverpacker (die Molkerei, der Fruchtsafthersteller, ...), der mit seiner jeweils angepassten Anlage aus den Rollen



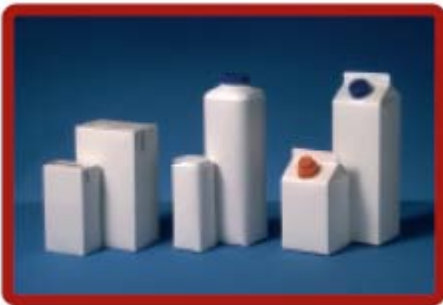
Fertigerzeugnisse, d.h. Tausende von abgefüllten, versiegelten und verbrauchsfertigen Dosen herstellt.



© Tetra Pak, Ulf Cronberg

### ***Welches sind die Vorteile des Getränkekartons?***

Er ist leicht, benutzerfreundlich, unzerbrechlich und sparsam im Transport und in der Lagerung, da er in Rollen in die Werke geliefert wird (2 LKW = 1 Million Getränkedosen), was die Lärm- und Umweltbelastung reduziert. Bei der Entsorgung kann er darüber hinaus einfach flach gedrückt werden und nimmt somit weniger Platz in der Abfalltüte ein.



© Tetra Pak, Stellan Stebe

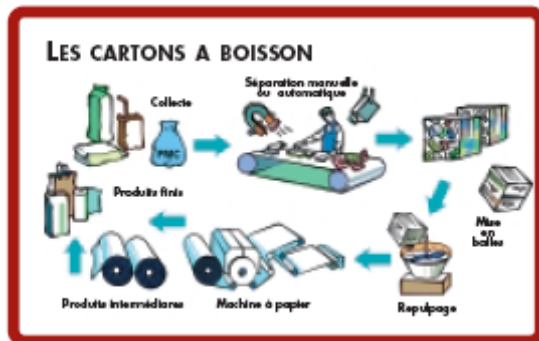
### ***Wie wird ein Getränkekarton recycelt?***

Im Jahr 2004 sind im Großherzogtum Luxemburg mehr als 600 Tonnen Getränkekartons gesammelt und zum Recycling in die Papierwerke befördert worden.

Nach einem groben Zermahlungsprozess kommt das Material in den mit Wasser gefüllten Pulper, der das Ganze vermischt. Der Karton löst sich dabei in seine Zellulosefasern auf, während die Polyethylen- und Aluminiumschichten sich voneinander lösen.

Die im Wasser befindliche Zellulose geht durch einen Maschenfilter, wohingegen die Kunststoff- und Aluminiumpartikel von diesem zurückgehalten werden. Danach kommt die Zellulose in den gewöhnlichen Papierwiederaufbereitungszyklus und wird zu Recyclingpapier verarbeitet. Mit einer Tonne recycelter Getränkekartons spart

man zwei Tonnen Holz ein. Die Polyethylen/Aluminium-Mischung wird im weiteren Verfahren voneinander getrennt, und jedes Material geht in den eigenen Recyclingzyklus.



## DIE GETRÄNKEDOSEN

Sammlung

Manuelle oder maschinelle Trennung

Ballenpressung

Erneute Bearbeitung im Pulper

Papiermaschine

Zwischenerzeugnisse

Enderzeugnisse

Quelle: FOST Plus

## Was wird aus recycelten Getränkedosen hergestellt?

Aus dem Zellstoff entsteht Küchenrollenpapier, Toilettenpapier, Servietten, Kraftpapier, Seidenpapier, Wellpappe, ...



© Tetra Pak



© Tetra Pak



© Tetra Pak

Die Kunststoff-Aluminium-Mischung kann zu Energiezwecken verwendet werden. Sie sorgt in den Zementwerken nicht nur für die Kalorienzufuhr, sondern liefert mit dem Aluminium dort auch einen in der Herstellung von Klinker, dem Vorprodukt des Zements, unverzichtbaren Eingangsstoff. Ferner kann die erhitzte und aufgeweichte Mischung zu Paletten, Blumentöpfen, Eimern und zu Teilen für die Automobilindustrie aufbereitet werden.

Abfälle aus der Herstellung von Getränkekartons werden manchmal zu spanholzbeschichteten Platten unterschiedlicher Dicke (Tectan®) verarbeitet. Dazu wird der Ausschuss zermahlen, komprimiert und auf 170°C erhitzt. Das Polyethylen schmilzt und verbindet die verschiedenen Fragmente miteinander. Das erkaltete Produkt bildet einen Verbundwerkstoff mit undurchlässiger, glänzender Oberfläche, der wie Holz zur Herstellung von z. B. Möbeln verwendet werden kann.

## Papier - Karton

### ***Seit wann gibt es Papier?***

Die Erfindung des Papiers wird auf einen chinesischen Dichter und das Jahr 105 nach J.C. zurückgeführt. Das Papier kommt dank der Araber im VIII. Jahrhundert nach Europa. Erst im Jahr 1799 erfindet der Franzose Louis-Nicolas Robert die erste Maschine, die Papier im kontinuierlichen Verfahren und nicht mehr im bis dahin angewandten Einzelblattverfahren herstellt. Gegen 1825 beginnt man in Europa und in den USA mit der Massenproduktion von Papier. Die erste Maschine, die in der Lage ist, Karton in mehreren Lagen herzustellen, wird 1850 in Betrieb genommen.

Heute macht sich die Langsiebpapiermaschine die zahlreichen technologischen Neuerungen zunutze und kann Längen von bis zu 120 Metern erreichen. Es gibt auch eine Maschine in Rundform, die hauptsächlich für die Herstellung von Luxuspapier verwendet wird.

### ***Wie entsteht Zellstoff?***

Heutzutage wird Papier aus Holz hergestellt, wobei man die Zellstofffasern durch Zermahlen aus dem Lignin herauslöst. Das Holz stammt hauptsächlich aus Sägereiabfällen (Sägespäne usw.) und aus Baumausschnitt. Zellstoff aus Nadelhölzern hat lange Fasern, die dem Papier einen hohen mechanischen Widerstand verleihen, was im Falle von Zeitungspapier unablässig ist, da es beim Druckvorgang durch die Rotationsmaschinen läuft. Zellstoff aus Laubhölzern hingegen hat kürzere Fasern und dient der Herstellung von Papier, das geringeren mechanischen Belastungen ausgesetzt wird. Zellulose kann auch aus anderen Pflanzen, wie etwa aus Stroh, Leinen und Hanf gewonnen werden.

Der Zellstoff wird dann einem Raffinerieverfahren unterworfen, bei dem die Fasern befeuchtet werden, damit sie aufquellen und sich besser ineinander verketteten.

Diesen Zellulosefasern werden noch weitere Substanzen hinzugefügt, wodurch die Eigenschaften des Papiers verbessert werden. Diese Substanzen werden entweder direkt in den Faserbrei gegeben oder später auf die Oberfläche des Vlieses aufgetragen.

Es gibt zwei Sorten Zusätze:

- **Mineralische Füllstoffe** (Kalziumkarbonat, Kaolin, Talkum,...), welche den Weißgrad und die Opazität des Papierblatts begünstigen sowie auch dessen Stabilität und die Druckfähigkeit verbessern;
- **Hilfsstoffe** (Kleber, Farbstoffe), welche verhindern, dass Tinten sich zu stark im Papier ausdehnen.

### ***Es gibt zwei Verfahren zur Gewinnung von Zellulosefasern und zwei Sorten Zellstoff:***

- **Das mechanische Verfahren:** mittels Raspeln und Schleifern, sogenannten Zerfaserern, entsteht mechanisch hergestellter Zellstoff;

- **Das chemische Verfahren:** anhand von chemischen Substanzen (Bisulfit oder Sulfat) entsteht chemisch hergestellte Zellulose.

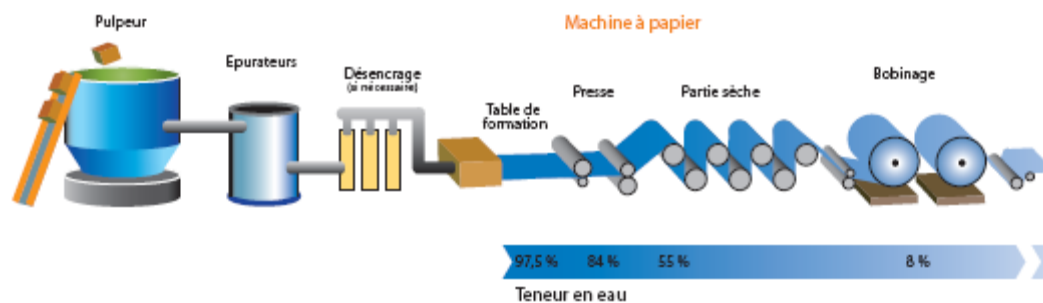
Es gibt darüber hinaus noch ein halbchemisches Verfahren, das eine Kombination dieser beiden Verfahren ist.

Demnach gibt es zwei Sorten Frischfasern, die unterschiedlichen Merkmalen entsprechen:

- **Holzstoff** zur Herstellung von Zeitungs- oder Zeitschriftenpapier;
- **Zellstoff** zur Herstellung von Druck-, Schreib- und Verpackungspapier.

Im ursprünglichen Zustand ist Papierbrei braun. Zur Gewinnung von weißem Papier muss die Zellulose gebleicht werden, was im Falle von Holzstoff oftmals mit Hilfe von Sauerstoffperoxid und bei Zellstoff mit auf Chlor basierenden Substanzen erfolgt.

### Wie entsteht Papier?



Papiermaschine				
Pulper				
Deinking (falls erforderlich)				
Registerpartie				
Presse				
Trockenfilz				
Aufwicklung				
Wassergehalt				
97,5 %	84 %	55 %	8 %	

Die gereinigte, aufgelöste und entlüftete Zellulose wird in einem Strahl auf die gesamte Breite eines Endlostuchs aufgetragen, dieses nennt man auch die **Registerpartie**, welche sich seitlich hin- und herbewegt. Diese ruckartige Bewegung ermöglicht die Gleichmäßigkeit des Vlieses und ein partielles Abtropfen der Flüssigkeit. Diese erste Phase wird auch Nasspartie genannt. Danach kommt das Papier in **Pressen**, die aus zwei mit absorbierendem Filz überzogenen Zylindern bestehen. Das Papier geht daraufhin in die Trockenpartie oder Trockenanlage, welche aus von innen beheizten Gusstrommeln besteht.

Schließlich wird das Papier **oberflächenbehandelt oder beschichtet**, ein Vorgang, bei dem die typischen Eigenschaften von Papier weiter verbessert werden. Zu diesem Zweck wird eine stärkehaltige Mischung (mit gegebenenfalls anderen Substanzen) mit Hilfe einer Leimpresse auf die Papieroberfläche aufgetragen.

Das Papier kann noch weiteren Behandlungen unterworfen werden: Es kann in ein Glättwerk zwischen Rollen aus poliertem Stahl gegeben werden, damit es maschinenglatt oder satiniert ist. Oder es kommt in einen Kalandrier oder Superkalander, damit es glänzend wird. Dann wird das Blatt aufgerollt, um schließlich in Ries von 500 Stück oder in kleinere Rollen geschnitten zu werden.

### **Wie viele Sorten Papier gibt es?**

Es gibt eine Vielzahl verschiedener Papiersorten: Zeitungspapier, satiniertes Papier, Toilettenpapier, Zigarettenpapier, Papier zur Herstellung von Geldscheinen bis hin zur Pappe...

### **Welchen Unterschied gibt es zwischen Papier und Karton?**

Die Herstellung von Papier und Karton erfolgt nach ein und demselben Produktionsverfahren, wobei lediglich das Grammgewicht je Quadratmeter den Unterschied bestimmt: Papier liegt in der Herstellung in einem Bereich zwischen 40gr/m<sup>2</sup> (Zeitungen) und 120gr/m<sup>2</sup>, während Karton schwerer wiegt.

### **Welches sind die herkömmlichen Blattformate?**

Gemäß der internationalen Norm ist das Basisformat der Quadratmeter. Teilt man ein Blatt in zwei, in vier, in acht,... ergeben sich folgende Größen:

A0 840 x 1188 mm (= 1 m<sup>2</sup>)

A1 594 x 840 mm

A2 420 x 594 mm

A3 297 x 420 mm

A4 210 x 297 mm = das klassische Format eines Blatt Papiers

A5 148 x 210 mm

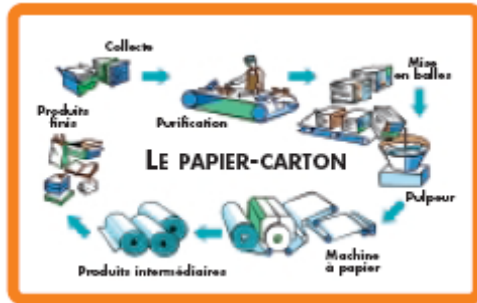
### **Warum wird Papier-Karton recycelt?**

Zeitungen, Verpackungen und Papier aus Haushalten und Industrie sowie Produktionsabfälle sind einfach zu recyceln. Die Hälfte des Zellstoffs, der in der französischen Papierindustrie verwendet wird, stammt aus wiederverwertetem Papier und Karton. In Luxemburg kamen im Jahr 2004 89,08% der 15.118 Tonnen Papier-Karton für den Verpackungsmarkt aus der Wiederverwertung.

### **Wie wird Papier/Karton recycelt?**

Im Pulper wird das eingesammlte Papier mit Wasser, Chemikalien und Seife gemischt. Bei diesem Vorgang werden die Fasern aufgeschwemmt, die Tinte wird von den Fasern getrennt und der Brei wird gebleicht. Eine Säuberungsanlage eliminiert die ungewünschten Substanzen, wie etwa Metallklammern. In den Flotationszellen werden kleine Luftblasen in den Brei eingespritzt. Anhand eines physikalisch-chemischen Vorgangs wird die an der Seife haftende Tinte mittels der Luftblasen an die Oberfläche befördert. Dieser Prozess wird in mehreren aufeinander folgenden Zellen wiederholt. Die Leistung der Tintenentfernungsanlagen und der

Einsatz von Wasserstoffperoxid ergeben einen Zellstoff, der dem gewünschten Weißgrad entspricht. Der somit aufbereitete Papierbrei kehrt dann in den gewöhnlichen Papierproduktionsprozess zurück. Er kann allein oder in Kombination mit Frischfasern verwendet werden.



#### PAPIER-KARTON

Sammlung

Säuberung

Ballenpressung

Zellstoffgewinnung im Pulper

Papiermaschine

Zwischenprodukte

Endprodukte

Quelle: FOST Plus

#### **Was wird aus recyceltem Papier hergestellt?**

Die großen Tageszeitungen des Großherzogtums (Wort, Tageblatt,...) werden ganz oder teilweise auf recyceltem Papier gedruckt.



© Tetra Pak



© Tetra Pak



## Kunststoff

### **Woher kommen Kunststoffe?**

Zu Verpackungszwecke verwendet Kunststoffe werden hauptsächlich auf der Basis von Erdöl hergestellt. Sie bestehen hauptsächlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und manchmal aus Chlor und Stickstoff. Es gibt eine große Vielzahl an Kunststoffen mit den unterschiedlichsten Eigenschaften. Man denke dabei nur an den Unterschied zwischen den beim Bau von Schiffsrümpfen verwendeten Kunststoff und dem für Verpackungsfolie gebräuchlichen Kunststoff.

### **Es gibt zwei Sorten Kunststoff:**

- **Thermoplaste:** sind Kunststoffe, die beim Erhitzen weich werden und beim Abkühlen erhärten. Beispiel: Wasserflaschen aus Kunststoff.
- **Duroplaste:** sind Kunststoffe, welche sobald sie ihre definitive Form erhalten haben, nicht mehr weich werden, wie z.B. Bakelit, das zur Herstellung von Pfannengriffen verwendet wird.

### **Für Verpackungen verwendet man hauptsächlich Thermoplaste:**

- **PET** (Polyethylenterephthalat): farbige oder farblose durchsichtige Flaschen für Wasser und Erfrischungsgetränke;
- **PEHD** (High-Density-Polyethylen) : undurchsichtige oder durchsichtige Milchflaschen, Shampoo-Flaschen, Schaumbadflaschen, usw.;
- **PS** (Polystyrol): Butter-, Margarine-, Eisdosen. Aufgeschäumt auch als Schutzmaterial in der Verpackung von z.B. Hifi-Geräten;
- **PP** (Polypropylen): Joghurtbecher, Flakons.

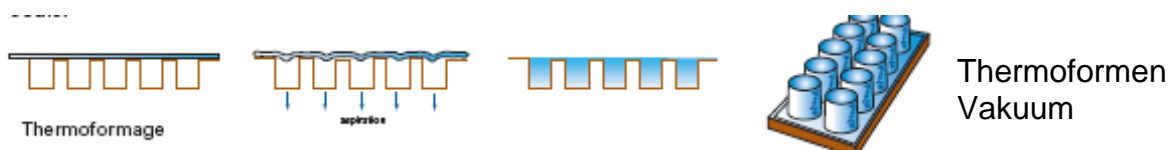
### **Warum wird Kunststoff für die Herstellung von Verpackungen verwendet?**

Weil er leicht, widerstandsfähig, luft- und wasserundurchlässig und inert ist, d.h. keinerlei Reaktion mit den Stoffen entsteht, die mit ihm in Berührung kommen. Kunststoff kann je nach Bedarf weich oder hart sein, verformbar oder zerbrechlich, durchsichtig oder opak. Darüber hinaus ist Kunststoff sehr leicht zu verarbeiten.

### **Wie erhalten Kunststoffe ihre Form?**

Es gibt mehrere Prozedere.

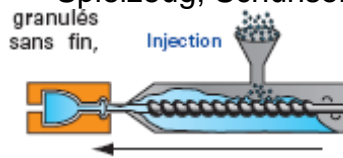
- **Thermoformen:** der Kunststoff wird in Folien angeliefert und wird erwärmt, so dass er weich wird. In einem Vakuumverfahren gibt ihm das Formwerkzeug die gewünschte Form. Diese Technik wird für Verpackungen mit Vertiefungen, wie etwa Joghurtbecher oder Eierbehälter verwendet.



- **Spritzgießen:** der Rohstoff wird in Form von Pulver oder Granulat in einen beheizten Zylinder gegeben, in dessen Mitte eine Schnecke dreht, welche die

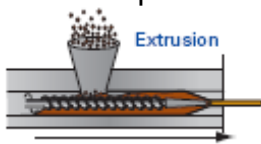


Masse homogenisiert. Die Materie wird weich, sammelt sich vor der Schnecke an und wird in eine Form gepresst, die sich später öffnet und das gegossene Formteil freigibt. Diese Technik wird zur Herstellung von Schalen, Bechern, Spielzeug, Sohlen, usw. verwendet.



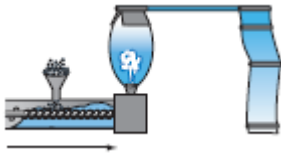
Spritzgießen

- **Extrusion:** diese Technik ähnelt dem Spritzgießen, außer dass die am Ende der Schnecke erweichte Materie durch eine Spritzdüse gedrückt wird. Hat diese einen einfachen Schlitz wird das Endprodukt flach, wie etwa ein Brett oder Latten, während eine ringförmige Düse Röhren oder Schläuche und eine T-förmige Düse Winkelprofile oder Fensterprofile formt.



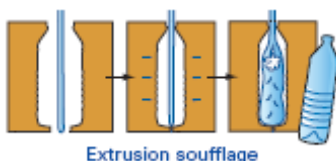
Extrusion

- **Blasextrusion:** wenn bei der Extrusion eines Schlauches Luft auf Höhe der Düse in das Schlauchinnere geblasen wird, verformt sich der Kunststoffschlauch und bildet eine dünnwandige Blase. Nach dem Abkühlen wird der somit hergestellte Endlosschlauch geschnitten und im Falle der Herstellung von Tüten zum Beispiel in regelmäßigen Abständen zugeschweißt.



### Wie werden Kunststoffflaschen und -flakons hergestellt?

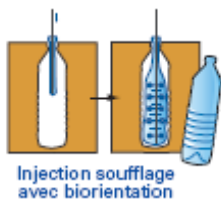
- **Extrusionsblasformen:** diese Technik wird im Allgemeinen für die Herstellung von opaken Flakons und Flaschen verwendet (Milchflaschen, Reinigungsmittelflakons). In einer ersten Phase wird ein Schlauch mit heißem Kunststoff in einem offenen Formwerkzeug extrudiert. Dann schließt sich die Form auf einem Abschnitt des Schlauchs und schneidet diesen. Druckluft wird in den noch heißen Schlauch geblasen und drückt ihn gegen die Wände der Form. Nach dem Abkühlen wird das fertige Formteil, ein Hohlkörper, aus der Form befreit.



Extrusionsblasformen

- **Spritzstreckblasen mit Biorientierung:** dieses Verfahren umfasst zwei Etappen.

1. Mittels Spritzgießen wird ein Vorformling (ein kleiner Flakon in Schlauchform) hergestellt;
2. Der auf circa 110°C erhitzte Vorformling wird in ein hohles Formwerkzeug gegeben, dessen Aushöhlung der Form der fertigen Flasche entspricht. Die Formgebung der Flasche erfolgt in zwei parallel verlaufenden Schritten: ein in den Hals des Vorformlings eingeführter Stutzen zieht den Vorformling lang während eingeblasene Druckluft eine radiale (Quer-) Ausdehnung herbeiführt. Die abgekühlte Flasche wird aus der Form gestoßen. Da das Material im thermoelastischen Zustand sowohl gestreckt als auch gedehnt wird (Biorientierung), weist es hochwertigere mechanische Eigenschaften als eine Flasche die mittels Extrusionsblastechnik hergestellt wurde, auf. Diese Technik wird für die Herstellung von Flaschen für kohlensäurehaltige Getränke und für durchsichtige Reinigungsmittelflakons verwendet. Wird eine solche Flasche erhitzt, nimmt sie erneut die Form des Vorformlings an.



Spritzstreckblasen mit Biorientierung

### **Warum wird Kunststoff recycelt?**

VALORLUX sammelt Flaschen und Flakons aus PET und PEHD in blauen Abfallsäcken ein. Diese werden im Sortierhof sortiert, wobei die verschiedenen Kunststoffarten voneinander getrennt und einzeln in die Recyclingbetriebe geschickt werden. Die Kunststoffflaschen werden gereinigt und das Etikettenpapier entfernt. Dann werden die Flaschen zerkleinert und zu Pailletten und Granulat verarbeitet, aus denen dann neue Gegenstände hergestellt werden, so als handle es sich um einen neuen Rohstoff. Jede Tonne recycelter Kunststoff erlaubt Einsparungen von 700 bis 800 Kilogramm Erdöl. Im Jahr 2004 hat VALORLUX 2.671 Tonnen Kunststoffverpackungen in die Wiederverwertung eingespeist, das entspricht einer Einsparung von 2.000 Tonnen Erdöl. Abgesehen von der Wiederverwertung können Kunststoffabfälle auch thermisch und chemisch aufbereitet werden. Die thermische Wiederverwertung von Kunststoffen wie Polyolefinen (PEHD, PP, ... ) gibt Wärme ab wie bei der Verbrennung von Treibstoffen, ohne dass dabei toxische Gase entstehen. Die chemische Wiederverwertung dient – abhängig von der Temperatur und der Beigabe von Reagenzien oder Katalysatoren - der Herstellung von Kohlenwasserstoffen (Wachs, ... ), Grundstoffen für die Chemieindustrie (Alkohole, Monomere, ... ).



### **KUNSTSTOFFFLASCHEN UND -FLAKONS**

Sammlung  
Manuelle Trennung  
Ballenpressung  
Zerkleinerung  
Reinigen  
Aufbereitung

Zwischenerzeugnisse  
Enderzeugnisse  
Quelle : FOST Plus

## Kunststoffe stellen

4% des Welterdölverbrauchs,  
20% der Verpackungsmaterialien  
17% der Haushaltsabfälle dar.

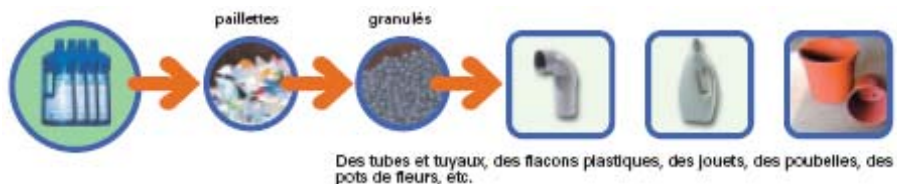
### Was wird mit recyceltem PET hergestellt?



Flaschen  
Zermahlen und Reinigen  
Pailletten  
Fasern  
Flaschen  
= 27 PET-Flaschen      = 2 PET-Flaschen      = 1 PET-Flasche

Polarvlieskleidung, Bodenbelag, Besen, Plüschtiere, Uhren, Bankkarten, Flaschen, usw.

### Was wird mit recyceltem PEHD hergestellt?



Pailletten  
Granulat

Rohre und Schläuche, Kunststoffflaschen, Spielzeug, Mülleimer, Blumentöpfe, usw.

## Glas

### **Was genau ist Glas?**

Glas wurde von 5000 Jahren entdeckt. Es ist eine Mischung aus Quarzsand, Salz (Natriumkarbonat) und Kalk. Dieser Grundmischung können Zuschlagstoffe und/oder Farbstoffe hinzugefügt werden.

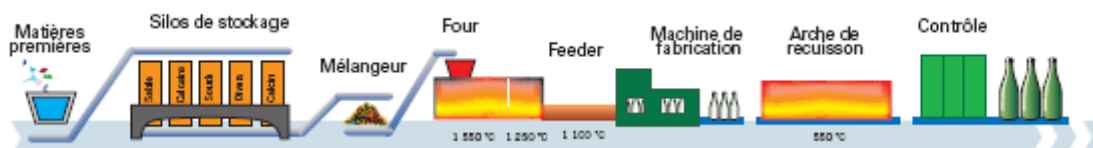
### **Welche Eigenschaften hat Glas?**

Glas ist durchsichtig und widersteht der Einwirkung von Witterung und Chemikalien. Es beeinflusst weder den Geschmack noch den Geruch des Produkts, mit dem es in Kontakt kommt. Es ist undurchlässig. Bei der Herstellung von Glas kann man ihm eine unbegrenzte Anzahl von Formen geben. Glas ist zu 100% und unbegrenzt recycelbar.

### **Es gibt zwei Arten der Glasherstellung:**

- **Mechanische Herstellung:** sie dient der Massenfertigung von Glas, von dem es wiederum drei Sorten gibt :
  - Hohlglas: Die am häufigsten hergestellte Glassorte, z.B. für Flaschen, Flakons, Schalen, Schüsseln...
  - Glasfasern: Sie dienen im Wesentlichen der Isolierung oder der Härtung/Verstärkung von Kunststoffen.
  - Flachglas: für Fenster (im Wohnungsbau oder in der Automobilindustrie)
- **Manuelle Fertigung:** Es handelt sich hierbei um ein Kunstgewerbe.

### **Wie entsteht Glas?**



Rohstoffe				
Lagerungssilos				
Sand				
Kalk				
Soda				
Diverses				
Glasscherben				
Mischer				
Ofen				
Speiser				
Produktionsanlage				
Kühlbahn				
Kontrolle				
1.550 °C	1.250 °C	1.100 °C	550 °C	

Der Quarzsand, die Soda, der Kalk (sowie die Zuschlagstoffe und Farbstoffe) und das Altglas (recyceltes Glas) kommen in einen Wannenofen, der aus feuerfesten Steinen besteht, welche auf eine Temperatur von 1.550 °C gebracht werden. Damit die Glaspaste beim Verlassen des Ofens nicht abkühlt, wird sie über beheizte Kanäle befördert. Dann wird ein Tropfen des Glases abgetrennt, dessen Temperatur und Größe vom herzustellenden Glasbehälter abhängt. Diesen Tropfen nennt man auch Külbel. Dieser geht in eine Vorform und dann in eine Blasform, in dem die Glasmasse geblasen wird. Damit es nicht zu Temperaturschwankungen kommt, welche das Glas beeinträchtigen, wird es in einem langen Tunnel, der Kühlbahn, langsam abgekühlt.

### ***Warum besteht Glas aus so vielen Bestandteilen?***

Jedes Element bringt seine eigenen Eigenschaften mit:

- Der Quarzsand (Grubensand) sorgt für die Verglasung;
- Die Soda verringert die Schmelztemperatur auf 1.550°C ;
- Der Kalk dient der Stabilisierung und verhindert, dass das Glas beim Abkühlen kristallisiert.

### ***Wie entsteht Glas in unterschiedlichen Farben?***

Wird dem Gemenge bei der Glasherstellung ein Metalloxid beigemischt, entsteht Buntglas. Fügt man zum Beispiel Chrom und/oder Eisen hinzu, erhält das Glas eine grüne Färbung. Fügt man Kobaltoxid hinzu, wird das Glas blau. Mischt man einer Glaspaste mit niedrigem Chromgehalt Kohlenstoff unter, entsteht braunes Glas.



Farbloses Glas  
Braunes Glas  
Grünes Glas  
Blaues Glas

### ***Was ist Kristall?***

Die Herstellung von Kristall unterscheidet sich von der des herkömmlichen Glases lediglich darin, dass Bleioxid als Schmelzmittel eingesetzt wird. Letzteres senkt nicht nur die Schmelztemperatur ab, sondern sorgt auch für die Durchsichtigkeit, den Klang, die Dichte und den Glanz des Materials. Bleikristall enthält 24% Bleioxid, hochwertigeres Kristall hat einen Gehalt von 30%.

### ***Wie heißen die unterschiedlichen Teile einer Flasche?***



### ***Ist Glas einfach zu recyceln?***

Glas kann zu 100% wieder verwertet werden ohne Qualitäts- noch Quantitätsverlust. Glas ist unbegrenzt recycelbar. Eine eingesammelte und recycelte Flasche kann zur Herstellung einer neuen Flasche dienen. 25.514 Tonnen Glasverpackungen sind im Jahr 2004 im Großherzogtum vermarktet worden (das entspricht ungefähr der Hälfte aller Verpackungen) und 65,15% dieser Verpackungen wurden eingesammelt und recycelt.

### ***Wie wird Glas recycelt?***

Das eingesammelte Glas wird ungewaschen zermahlen. Durch Reibung werden Unreinheiten wie Etiketts oder Stopfen entfernt. Das Ergebnis dieses Vorgangs sind Glasscherben, auch Altglas genannt. Dieses kommt unmittelbar und ohne Zuschlagstoffe in den Ofen und schmilzt dort bei 1.000 °C anstelle von 1.500°C. Demnach stellt die Herstellung von Glas auf der Grundlage von Altglas eine Energieeinsparung dar. Altglas wird generell als Schmelzmittel zur Erleichterung des Schmelzens von jungfräulichem Glas verwendet: Wenn 80% des Gewichts aus Altglas besteht, kommt es zu einer Energieersparnis von 25% im Vergleich zu einem Herstellungsprozess ohne Altglas.



GLAS  
Sammlung  
Reinigung  
Läuterung  
Optoelektronischer Vorgang

Reinigung  
Einschmelzen von Altglas  
Formgebung  
Fertige Erzeugnisse

Quelle: FOST Plus

***Was stellt man aus recyceltem Glas her?***

Wenn die eingesammelten Glasabfälle gemischt sind (farbloses, grünes, braunes Glas) entsteht daraus ein farbiges Glas. Zur Herstellung von farblosem Glas kann man nur farbloses Altglas nehmen.

Aus buntem Glas



Nur aus farblosem Glas