



# Papier machen



**Papier** | **machen**

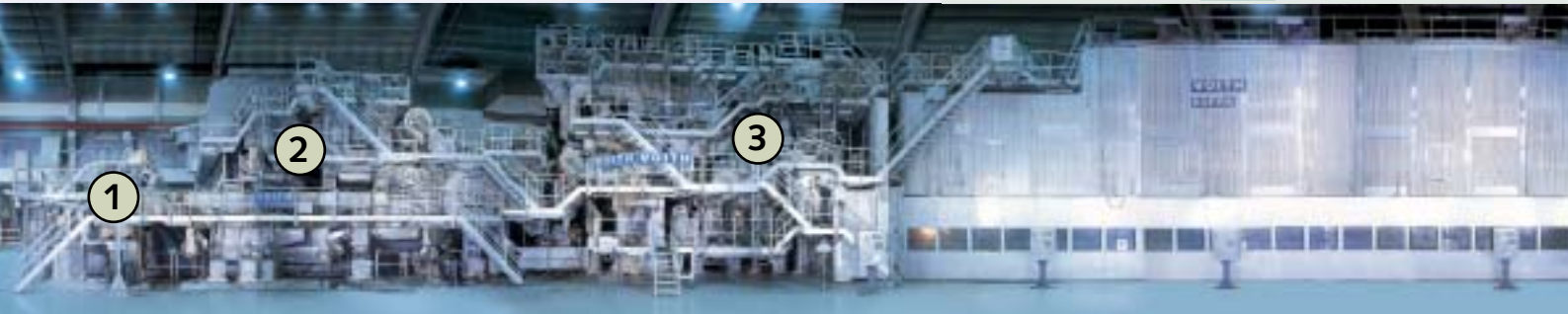
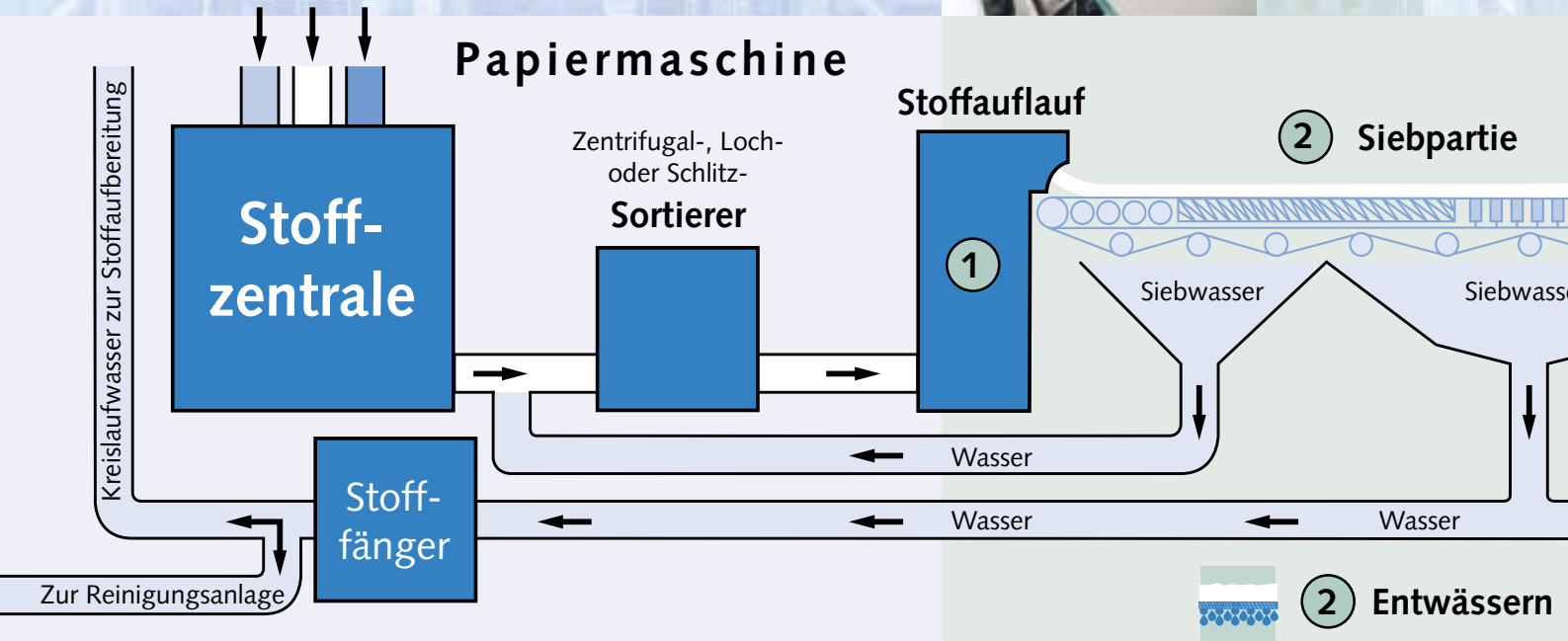
Informationen zu  
**Rohstoffen und Papierherstellung**

# PAPIERHERSTELLUNG



Stoffauflauf mit Einlagesieb

Altpapier u./o. Zellstoff u./o.  
Holzstoff u./o. Hilfsstoffe, Wasser



Die Herstellung von Papier beruht auf einem Rezept, das bis heute, rund 2000 Jahre nach seiner Entdeckung, Gültigkeit besitzt: in Wasser aufgelöste pflanzliche Faserstoffe verbinden sich bei der Entwässerung auf einem Sieb zu einem zusammenhängenden Faservlies – dem Papier.

Die heute in den Papierfabriken eingesetzten Papiermaschinen sind technisch höchst anspruchsvolle Produktionsanlagen. Ihre Konstruktion und die Kombination der Aggregate werden von der Art der zu erzeugenden Papier-, Karton- und Pappesorten sowie der eingesetzten Rohstoffe bestimmt. Die größten Papiermaschinen, die heute im Einsatz sind, können eine Breite von über zehn Metern und eine Länge bis zu 120 Metern haben. Pro Minute produzieren sie bis zu 1.400 Meter Papier. Nur wenige Sekunden dauert es vom ersten Auftreffen

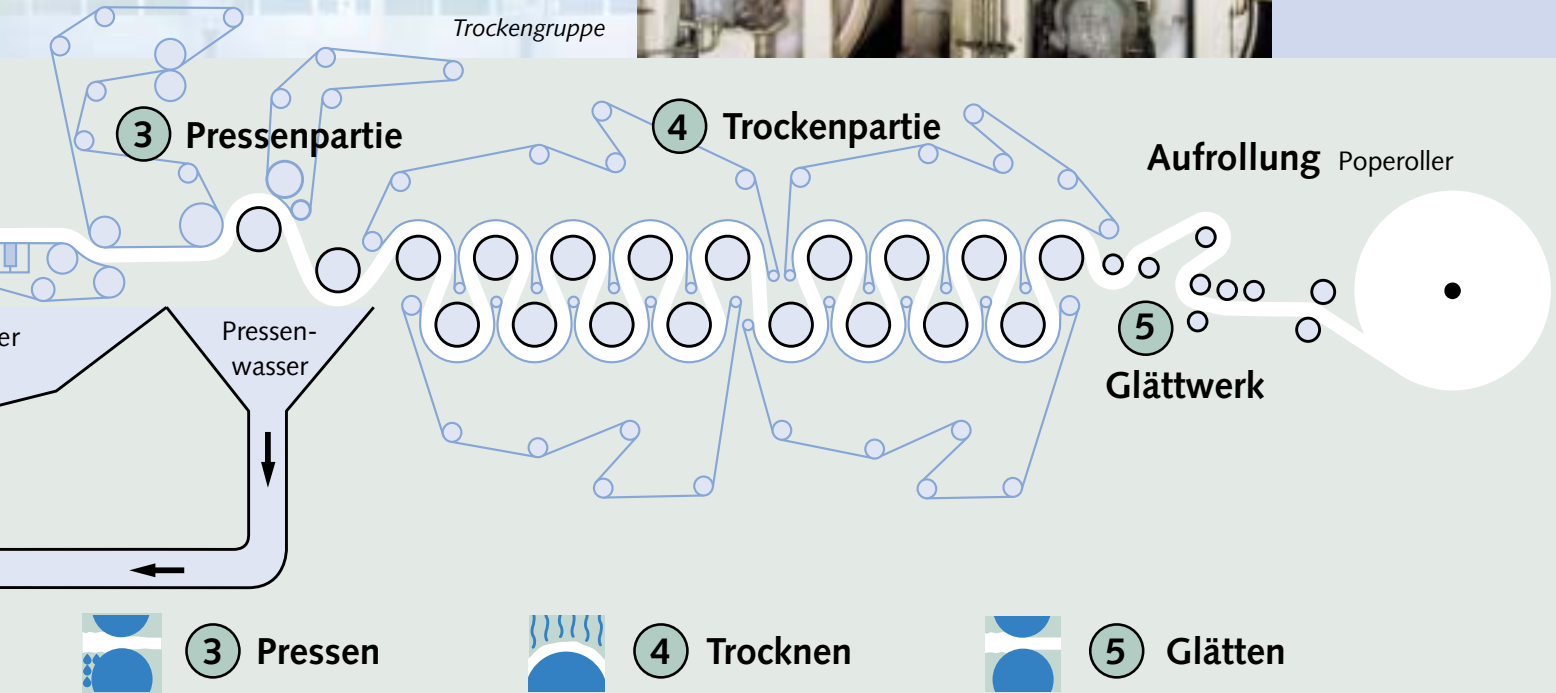
der Faserstoff-Wasser-Suspension auf dem Sieb bis zum fertigen Papier. Im Verhältnis 1:100 mit Wasser verdünnt, werden die Faserstoffe zusammen mit Hilfsstoffen auf die Papiermaschine aufgebracht. Die Fasern lagern sich auf dem Sieb neben- und aufeinander ab. Das Wasser läuft ab oder wird abgesaugt. Auf diese Weise entsteht ein gleichmäßiger Faserverbund, der durch mechanischen Druck und mit Hilfe von Dampfwärme weiter entwässert wird. Am Ende wird die Papierbahn auf einen Stahlkern (Tambour) aufgerollt. Der gesamte Verfahrensablauf unterteilt sich dabei im wesentlichen in die Bereiche Stoffaufbereitung, Papiermaschine, Veredelung und Ausrüstung.

## STOFFAUFBEREITUNG

Altpapier und in der Regel auch Zellstoff erreichen die Papierfabrik in trockener Form, während Holzstoff normalerweise im gleichen Werk erzeugt und als Faser-/Wasser-Mischung in die Stoffaufbereitung gepumpt wird. Altpapier und Zellstoff werden ebenfalls unter Zugabe von Wasser aufgelöst. Papierfremde Bestandteile werden über verschiedene Sortieraggregate ausgeschleust. In der Stoffzentrale erfolgt je nach gewünschter Papiersorte die Mischung der verschiedenen Rohstoffe. Hier werden auch Füll- und Hilfsstoffe zugegeben, die der Verbesserung der Papierqualität und der Erhöhung der Produktivität dienen.



Die Bahnen laufen zusammen und werden vergautscht.



### STOFFAUFLAUF UND SIEBPARTIE

Der Stoffauflauf der Papiermaschine verteilt die Faserstoff-Wasser-Suspension gleichmäßig über die gesamte Siebbreite. Auf diese Weise wird eine bestmögliche Faserorientierung erzielt. Auf dem Sieb lagern sich die Fasern neben- und aufeinander ab. Gleichzeitig läuft das Wasser ab oder wird abgesaugt. Dadurch bildet sich das Blatt. In jedem Liter der Faserstoff-Wasser-Suspension befinden sich nur ca. fünf Gramm Faser- und Feststoff. Am Ende der Siebpartie enthält die Papierbahn noch immer rund 80 Prozent Wasser.

### PRESSEPARTIE

Der weitere Entwässerungsprozess erfolgt durch mechanischen Druck in der Pressenpartie. Dabei wird die Papierbahn mittels eines saugfähigen endlosen Filztuches zwischen Walzen aus Stahl, Granit oder Hartgummi

hindurchgeführt und dadurch entwässert. Der Pressvorgang verdichtet das Papiergefüge, die Festigkeit erhöht sich und die Oberflächengüte wird entscheidend beeinflusst.

### TROCKENPARTIE

Das verbliebene Restwasser wird in der Trockenpartie aus dem Papier verdampft. Slalomartig durchläuft die Papierbahn mehrere dampfbeheizte Trockenzylinder. Das Rohpapier kann gleichmäßig trocknen. Am Ende hat das Papier eine Restfeuchte von wenigen Prozenten. Der entstandene Wasserdampf wird aus der geschlossenen Trockenhaube abgesaugt und in eine Wärmerückgewinnungsanlage geführt.

Ein Teil der Papiermaschinen besitzt im Anschluss an die Trockenpartie ein Glättwerk, das aus mehreren übereinander angeordneten Walzen besteht, die der Papierbahn eine glatte Oberfläche und gleichmäßige Blatt-

dicke geben. Hier werden außerdem mit hochsensiblen Messdetektoren die wichtigsten Papierqualitätswerte online erfasst und per Computer der automatischen Regelung der Maschinenstellwerke zugeführt.

### SCHLUSSGRUPPE UND AUFWICKLUNG

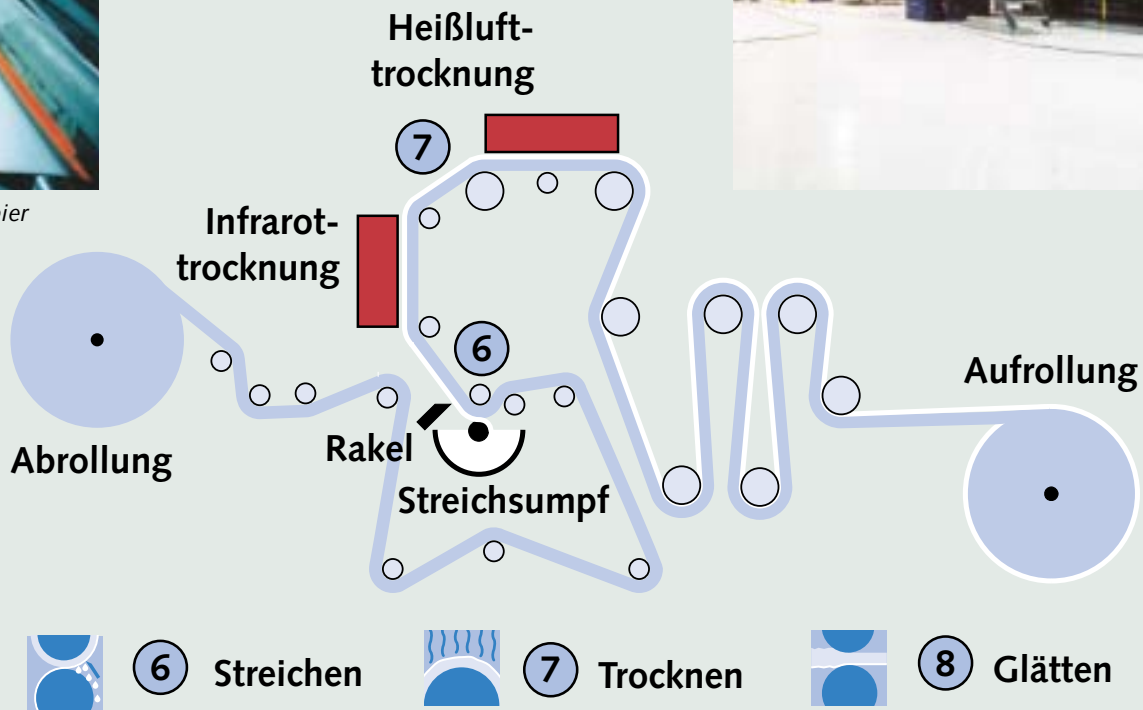
Die fertige Papierbahn wird auf einen Stahlkern (Tambour) aufgewickelt. Sie enthält jetzt nur noch fünf bis acht Prozent Restfeuchtigkeit. Je nach Papiersorte kann ein Tambour eine Bahn von etwa 60 Kilometer Länge mit bis zu 25 Tonnen Gewicht aufnehmen.

# VEREDELUNG



Streichen von Papier

## Streichmaschine



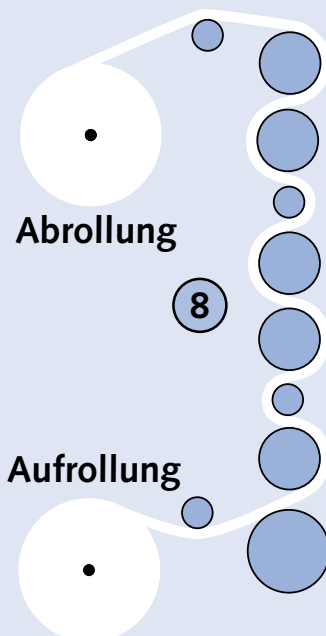
Streichmaschine

## VEREDELUNG

Die unterschiedlichen Ansprüche, die von der weiterverarbeitenden Industrie und vom Endverbraucher an Papier, Karton und Pappe gestellt werden, erfordern oft eine Veredelung des Rohpapiers. Ein wichtiges Verfahren zur Veredelung ist das Streichen. Hierbei wird eine Streichfarbe bestehend aus Pigmenten und Bindemitteln auf das Rohpapier aufgetragen, das durch den Strich eine geschlossene und gut bedruckbare Oberfläche erhält.

Eine nachträgliche Glättung der Papieroberfläche lässt sich durch das Satinieren der Papierbahn in einem Kalandrierer erreichen. Dabei läuft das Papier unter Druck durch mehrere beheizte Walzen. Dies verleiht dem Papier Glätte und Glanz und macht es noch besser bedruckbar.

## Kalender



Kalender

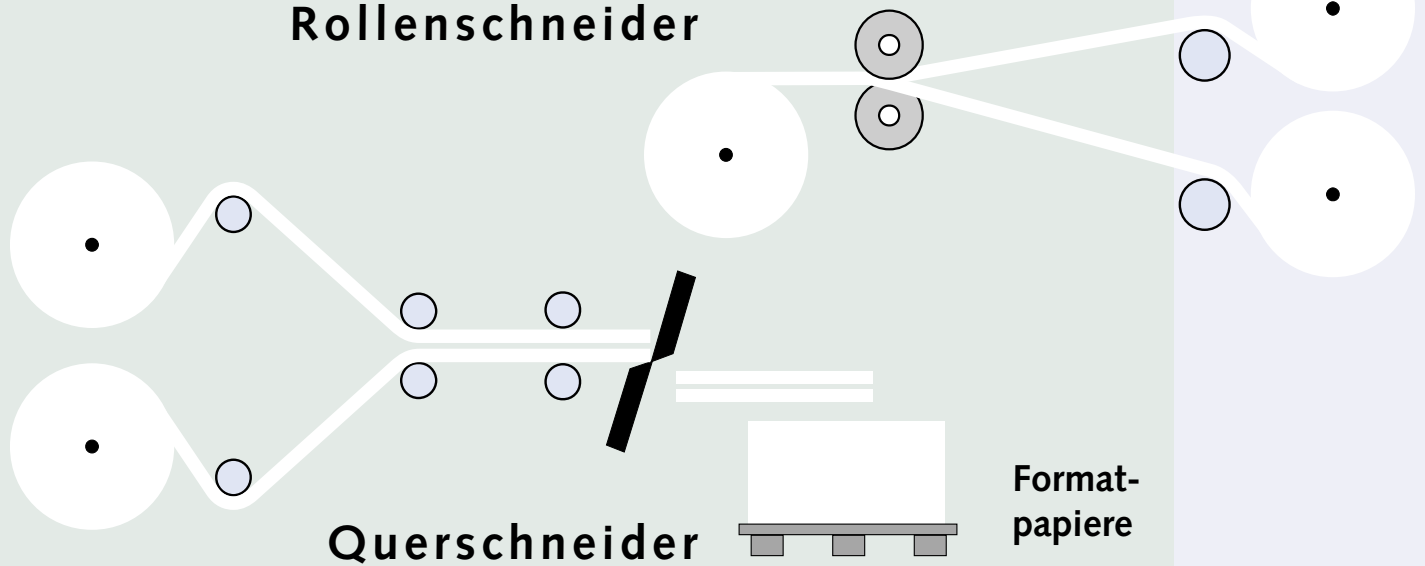
# AUSRÜSTUNG



*Rollenschneider*

**Rollen-  
papiere**

**Rollenschneider**



**Querschneider**

**Format-  
papiere**

## AUSRÜSTUNG

Normalerweise wird das Papier nicht in der Länge und Breite verarbeitet, in der es am Ende der Papiermaschine oder nach der Veredelung aufgerollt wird. In der Ausrüstung wird die Maschinenrolle daher mit sogenannten Rollenschneidern in kleinere Rollen aufgeteilt.

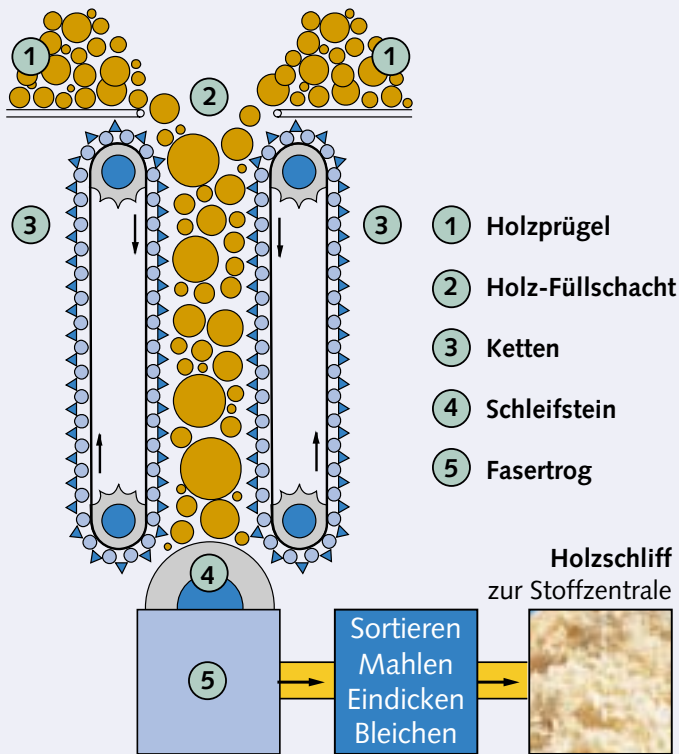
Das für den Formatdruck benötigte Papier wird auf dem Querschneider in auftragsgerechte Bogen geschnitten. Diese werden als Stapel auf Paletten verpackt. Als Rollen oder Bögen verlässt das Papier die Papierfabrik. Meist gelangt es nicht direkt zum Endverbraucher, sondern wird noch weiterverarbeitet zu den Produkten, die wir täglich benutzen.



*Querschneider*

# ROHSTOFFE UND IHRE AUFBEREITUNG

## Mechanische Holzstoffherstellung (Holzschliff)



## Thermomechanische Holzstoffherstellung



*Holz ist der Grundrohstoff für die Papierherstellung. Etwa die Hälfte des in der Zellstoff- und Papierindustrie eingesetzten Holzes stammt aus Durchforstungen von Waldbeständen. Auch Sägenebenprodukte, beispielsweise Hackschnitzel, die vorwiegend beim Einschnitt von stärkerem Holz in der Sägeindustrie anfallen, werden zur Herstellung von Zellstoff und Holzstoff verwendet. Sie haben in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen.*

Für die Papier-, Karton- und Pappproduktion benötigt man Faserstoffe, Hilfsstoffe und Wasser. Faserstoffe entstehen, indem man Holz in seine Fasern zerlegt. Wird es auf mechanische Weise zerfasert, entsteht Holzstoff. Wendet man ein chemisches Verfahren an, erhält man Zellstoff. Holzstoff und Zell-

stoff bezeichnet man auch als Frischfasern oder Primärfasern. Der mengenmäßig bedeutendste Rohstoff für die Papierindustrie ist die Sekundärfaser als Altpapier, die über das Recycling wiederum für die Herstellung von Papier und besonders Karton und Papp nutzbar gemacht werden kann.

### Faserstoffe



#### HOLZSTOFF

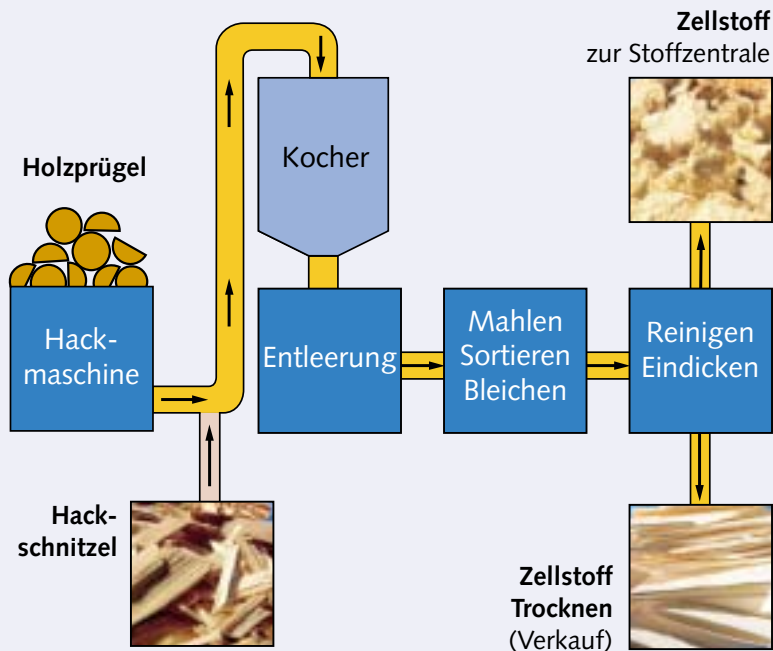
Feinstoffreiche Fasern zeichnen den Holzstoff aus. Sie sorgen dafür, dass das Papier eine geschlossene Oberfläche erhält und die Druckfarbe bei beidseitigem Druck nicht durchscheint. Holzstoff wird durch die mechanische Zerfaserung von Holz gewonnen. Dabei können unterschiedliche Verfahren angewendet werden: das klassische Ver-

fahren des Schleifens an einem Schleifstein oder das jüngere Verfahren mittels Refiner. Beim Holzschliffverfahren werden Holzprügel unter Zugabe von heißem Wasser an einen rotierenden Schleifstein gepresst. Die raue Steinoberfläche zerfasert das Holz in Fasern, Faserbruchstücke und feinste Faserpartikel. Das ausgewogene Verhältnis zwischen kurzen und langen Fasern macht die Qualität des Holzschliffs aus. Nach dem Schleifvorgang wird der Faserstoff sortiert, gemahlen und eingedickt.

Ausgangsmaterial beim Refiner-Verfahren sind Hackschnitzel. Das Holz wird im Refiner bei hoher Temperatur unter Zugabe von Wasser gekocht und dann zwischen zwei gegeneinander rotierenden Mahlsteinen zerfasert. Lignin, das das Papier vergilben lässt, bleibt bei diesem Verfahren größtenteils in den Fasern erhalten.

Mit beiden Methoden lässt sich je nach

## Zellstoffherstellung




## Altpapieraufbereitung



Schleifverfahren eine sehr hohe Rohstoffausbeute erreichen. Aus 100 kg trockener Holzsubstanz erhält man zwischen 95 und 98 kg Holzstoff.

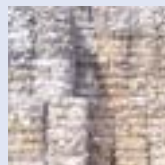
### ZELLSTOFF



Zellstoff zeichnet sich durch lange, feste Fasern aus. Sie sorgen dafür, dass das Papier stabil und reißfest ist. Zur Herstellung von Zellstoff wird Holz - meist als Hackschnitzel - in einem Kocher chemisch aufgeschlossen. Durch Druck und Erhitzen lösen sich Stoffe wie Harze und Lignine von den Holzfasern. Aus 100 kg trockener Holzsubstanz gewinnt man je nach Verfahren und Herstellungsbedingungen bis zu 50 kg Zellstoff. Je nach Verwendungszweck ist außerdem Bleichen erforderlich. Früher bleichte man mit elementarem Chlor, heute mit Sau-

erstoff, Wasserstoffperoxyd oder Chlorverbindungen.

Während für die Herstellung von Holzschliff vorwiegend Fichten- und Tannenhölzer verwendet werden, sind zur Erzeugung von Zellstoff sowohl Nadel- als auch Laubhölzer geeignet. Zudem wird Zellstoff aus Einjahrespflanzen, wie Stroh, Zuckerrohr und Alfagras hergestellt. Zellstoff wird überwiegend aus Skandinavien und Kanada importiert.



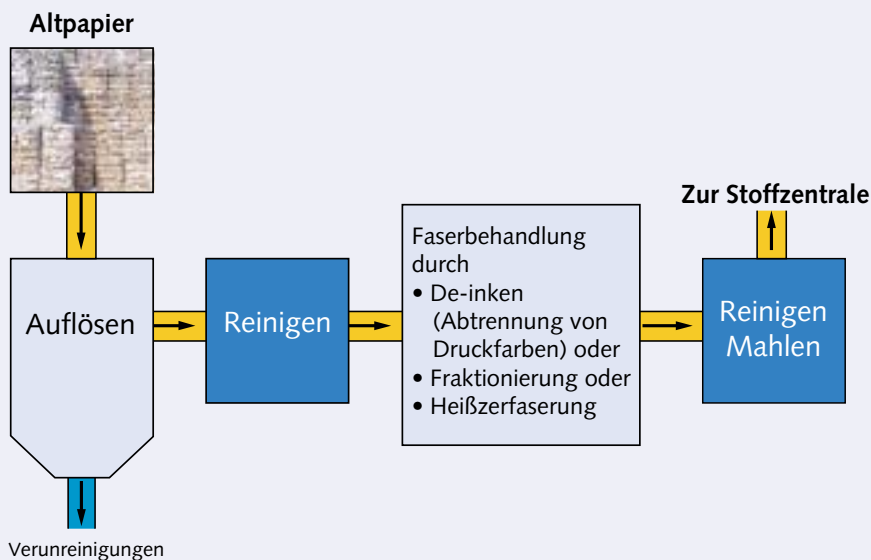
### ALTPAPIER

Altpapier wird in zahlreichen Qualitätsstufen gesammelt und für viele Papiersorten eingesetzt. Bevor Altpapier für die Produktion von neuem Papier eingesetzt werden kann, ist eine Reihe von Aufbereitungsschritten notwendig: Das Altpapier wird zunächst in Wasser aufgelöst und zerkleinert.

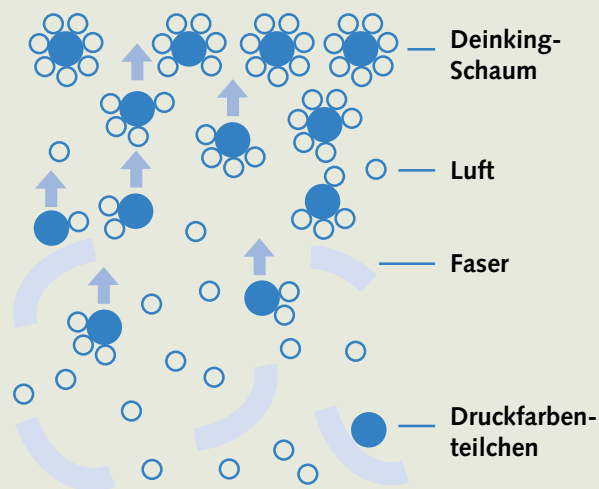
Dazu dient der Stofflöser oder „Pulper“, dessen Wirkungsweise einem Küchenmixer ähnelt. In verschiedenen Schritten werden die Fasern von papierfremden Teilen, wie Büroklammern, Klebern und Kunststoffen gesäubert. Der Altpapierfaserbrei wird dazu über Siebe geführt und in Sortier-Aggregaten behandelt. Soll der Recyclingstoff später für die Herstellung von hochwertigen Druckpapieren eingesetzt werden, muss das Altpapier außerdem von der Druckfarbe befreit werden. Diesen Verfahrensschritt nennt man De-Inking. Dabei werden die Druckfarben mit Wasser, Natronlauge und Seife von den Fasern gelöst. In das Wasser wird Luft eingeblasen. Die wasserabstoßenden Druckfarbepartikel lagern sich mit der Seife an die Luftbläschen an, steigen an die Wasseroberfläche und können dort als Schaum abgesaugt werden.



Stoffpulper



### Prinzip der Druckfarbentrennung (Deinking) durch Flotation



Die modernen Techniken der Aufbereitung ermöglichen es der Papierindustrie, Verunreinigungen sowie nach der Sortierung im Entsorgungsbetrieb noch verbliebene aber nicht erwünschte Stoffe im Altpapier weitgehend zu beseitigen. Diese Verfahren bedeuten jedoch einen hohen zusätzlichen Zeit- und Kostenaufwand. Durch den Aufbereitungs- und Deinking-Prozess büßen die Fasern an Qualität ein. Sie verlieren mit der Zeit die Fähigkeit, sich zu einem Blatt zu bilden. Betrachtet man den Papierkreislauf insgesamt, müssen daher immer wieder Frischfasern hinzugefügt werden, um neues Papier herstellen zu können. Bei Sammlung und Einsatz von Altpapier als Sekundärrohstoff für die Herstellung von Papier, Karton und Pappe nimmt die deutsche Papierindustrie weltweit eine Spitzenposition ein.



### HILFS- UND FÜLLSTOFFE

Neben Faserrohstoffen benötigt man zur Papierherstellung Hilfs- und Füllstoffe. Das sind überwiegend mineralische Stoffe, aber auch bestimmte Chemikalien. Diese braucht man unter anderem um die Blattbildungseigenschaften auf dem Papiermaschinensieb zu steuern. Über den Einsatz dieser Stoffe können außerdem die spezifischen Eigenschaften des Papiers bestimmt werden, etwa Weiße oder Färbung des Papiers und auch bestimmte funktionale Eigenschaften, wie etwa Fettdichtigkeit oder Nassfestigkeit. Die natürlichen Mineralien Kaolin (Porzellanerde) und Kreide sind die wichtigsten Füllstoffe. Sie verleihen dem Papier eine geschlossene und gut bedruckbare Oberfläche. Sie werden außerdem eingesetzt, um Papier, Karton oder

Pappe zu veredeln: Eine Mischung aus Kaolin und Kreide wird hauchdünn auf das Papier aufgetragen. Mit diesem Strich erhält das Papier noch mehr Glätte und Oberflächenfestigkeit und eignet sich dann besonders gut zum Bedrucken.

Es hängt von den gewünschten Eigenschaften des Papiers ab, in welcher Zusammensetzung die verschiedenen Rohstoffe eingesetzt werden.

Verband Deutscher Papierfabriken  
Adenauerallee 55  
53113 Bonn



Telefon 0228-26705-0  
Telefax 0228-26705-62  
E-Mail vdp@vdp-online.de  
Internet www.vdp-online.de