

# Projektbericht

# PAPIER



4B 2006/07

GRg3, Hagenmüllergasse

## **INHALTSVERZEICHNIS**

1. Historischer Rückblick	Seite 3
2. Zahlen – Fakten – Daten	6
3. Hintergrundwissen zu Holz, Cellulose und Papier	6
3.1. Allgemeine Informationen	6
3.2. Papier – chemisch gesehen	8
4. Die Papierherstellung in der Fabrik	8
5. Vom Eichenholzprügel zur Cellulose – der Holzaufschluss im Labor	11
6. Papierherstellung im Schülerexperiment	15
7. Zusatzstoffe des Papiers	17
8. Papiersorten	18
9. Altpapier	19
10. Quellen	19

## 1. Historischer Rückblick – von der Tierhaut zum Papier

von Alexander Pohl, Mohamed Sadik, Matthias Dobner, Melanie Seirer, Larissa Uiberlacker, Sandra Tuma

Das Wort Papier leitet sich vom griechischen Wort pápyros ab.

### Altertum – Ägypten, Römisches Reich

In Ägypten benutzte man Papyrus, der besteht aus den flach geschlagenen, über Kreuz gelegten und gepressten Stängeln der Schilfpflanze, die am unteren Nil wachsen.

Im Römischen Reich benutzte man Papyrus und Wachstafeln. Mit einem Schaber konnte das Wachs wieder geglättet und die Tafel erneut beschrieben werden. In Indien verwendete man Blätter von Palmengewächsen und in China Tafeln aus Knochen, Muscheln, Elfenbein. Später bestanden die Tafeln aus Bronze, Eisen, Gold, Silber, Zinn, Jade, Stein, Ton, Holz, Bambusstreifen oder Seide.

### Pergament

In Pergamon wurde etwa zur gleichen Zeit als beschreibbare Unterlage das Pergament entwickelt. Es stellte sich sogar als bessere Alternative zum Papyrus heraus, da es biegsamer und haltbarer ist. Außerdem besaß es den Vorteil, dass durch Abschleifen der Oberfläche mit einem Bimsstein das Pergament wieder beschreibbar gemacht werden konnte.

Pergament besteht hauptsächlich aus der Tierhaut von Kalb, Rind, Schaf oder Ziege, andere Bestandteile sind Cellulose und Fette.

Zur Herstellung wurden die Häute in Kalkwasser eingeweicht, wodurch sich die Haarwurzeln auflösten und die Haare schließlich abgeschabt werden konnten. Nach Einspannen in einen Rahmen wurden die Häute mit Messer und Bimsstein bearbeitet um eine glatte Oberfläche zu erhalten. Im Gegensatz zu Leder wird Pergament nicht gegerbt und bleibt dadurch durchscheinend.

### Erfindung des Papiers in China

Ts'ai lin war um 105 n. Chr. chinesischer Ackerbauminister und beschrieb als erster das heute bekannte Verfahren zur Herstellung von Papier – er gilt als der Erfinder des Papiers.

Zu seiner Zeit gab es einen papierartigen Stoff, welcher aus Seidenabfällen hergestellt wurde. Diesem mischten die frühen Papiermacher noch alte Lumpen und Fischnetze bei und ergänzten es mit Bast des Maulbeerbaumes. Die chinesische Erfindung bestand vor allem in der neuartigen Zubereitung: Die gesäuberten Fasern und Fasernreste wurden zerstampft, gekocht und gewässert. Danach wurden einzelne Lagen mit einem Sieb abgeschöpft, getrocknet, gepresst und geglättet; der entstandene Brei aus Pflanzenfasern lagerte sich als Vlies ab und bildete ein homogenes Papierblatt.

### **Amerika**

Die Maya erfanden ein papierähnlicher Beschreibstoff im 5. Jh. n. Chr. Aber dieses Material ist eher dem Papyrus verwandt, denn es wird aus kreuzweise verpressten Baststrängen, nicht aber aus aufgeschlossenen Einzelfasern erzeugt. Insofern wäre es falsch, von einer Erfindung des Papiers in Amerika zu sprechen. Die tatsächliche und unabhängige Urherstellung von Papier lässt sich nur für Europa und Asien nachweisen.

### **Asien und Ozeanien**

Papiergeld der Hongwu-Ära gab es erst im 7. Jahrhundert. Bereits im 6. Jahrhundert stellte man Toilettenpapier aus billigstem Reisstrohpapier her. In Peking wurden jährlich 10 Millionen Päckchen mit 1000 bis 10.000 Blatt produziert. Für Zwecke des chinesischen Kaiserhofes stellte die kaiserliche Werkstatt 720.000 Blatt Toilettenpapier her. Für die kaiserliche Familie waren es noch einmal 15.000 Blatt hellgelben. Bekannt ist, dass um das Jahr 300 die Thais die Technik des schwimmenden Siebs zur Papierherstellung verwendeten und um das Jahr 600 die Technik des Schöpfsiebs in Korea und um 625 in Japan verwendet wurden. Die Amtsrobe der japanischen Shinto-Priester, die auf die Adelstracht der Heian-Zeit zurückgeht, besteht aus weißem Papier (Washi), das vorwiegend aus Maulbeerbaum-Bast besteht.

Im Jahr 1298 berichtete Marco Polo über die starke Verbreitung des Papiergeldes in China. Im Jahr 1425 wurde das Papiergeld allerdings wieder abgeschafft, um die Inflation zu beenden. Um das in Umlaufbringen von Falschgeld zu erschweren, wurde Papiergeld zeitweise aus einem Spezialpapier gefertigt, welches Zusätze an Seidenfasern, Insektiziden und Farbstoffen enthielt.

## **Arabische Welt**

Wann genau das erste Papier in der arabischen Welt produziert wurde, ist unbekannt. Man behauptet es wurde 750 oder 751 erfunden. Andererseits gibt es Erkenntnisse, dass in Samarkand bereits 100 Jahre früher Papier bekannt war und auch hergestellt wurde. Als Papierrohstoff benutzte man Flachs und Hanf. Bald hatten die Araber eine blühende Papierindustrie. In Bagdad errichtete man um 795 eine Papiermühle, 870 erschien dort das erste Papierbuch. Papiergeschäfte waren wissenschaftliche und literarische Zentren. Es folgten Papierwerkstätten in Damaskus, Kairo, in nordafrikanischen Provinzen bis in den Westen. Die Araber entwickelten die Herstellungstechnik weiter. Das Schöpfsieb aus Metalldraht ermöglichte es nun, Wasserzeichen zu verwenden. Durch Verwendung von Stärke konnte die Leimung (dünner Überzug, die Tinte oder Tusche verläuft weniger stark) deutlich verbessert werden. Genormte Flächenmaße wurden eingeführt. 500 Bogen waren ein Bündel. Vom 8. bis zum 13. Jahrhundert dauerte die hohe Blütezeit des islamischen Reiches. Als Kulturzentrum zog Bagdad Künstler, Philosophen und Wissenschaftler, insbesondere Christen und Juden aus Syrien an.

## **Europa**

Über den Kulturkontakt zwischen dem christlichen Abendland und dem arabischen Orient sowie dem islamischen Spanien gelangte das Schreibmaterial seit dem 12. Jahrhundert nach Europa. In San Felipe bei Valencia gab es nach einem Reisebericht von Al-Idrisi bereits in der Mitte des 12. Jahrhunderts eine blühende Papierwirtschaft, die auch in die Nachbarländer hochwertige Produkte exportierte. Auch nach der Vertreibung der Araber aus Spanien blieb das Gebiet um Valencia bedeutend für die Papierwirtschaft, da hier viel Flachs angebaut wurde, welcher ein hervorragender Rohstoff für die Papierherstellung ist.

Mit der Ausbreitung der Schriftlichkeit in immer weitere Bereiche der Kultur trat das Papier gegenüber Pergament seit dem 14. Jahrhundert seinen Siegeszug an. Mit dem Buchdruck auf billigerem Papier seit der Mitte des 15. Jahrhunderts war die Rolle des Pergaments als reines Luxusschreibmaterial besiegelt. Allerdings dauerte es bis ins 17. Jahrhundert, bis das Papier das vergleichsweise teure Pergament als Beschreibstoff endgültig verdrängt hatte.

## 2. Zahlen – Fakten – Daten

von Dominik Kainz, Kevin Rohatsch, Hannes Mayer, Stephan Marek

Im Jahr 1997 wurde in:	Kanada	227 kg Papier/Kopf
	Deutschland	192 kg Papier/Kopf
	Frankreich	176 kg Papier/Kopf
	Japan	249 kg Papier/Kopf
	USA	335 kg Papier/Kopf

### Verbrauch von Papier in Österreich:

Im Jahr 1999 betrug der Papierverbrauch 228 kg/Kopf

Im Jahr 2000 betrug der Papierverbrauch 242 kg/Kopf

Im Jahr 2002 betrug der Papierverbrauch 7.292,1 Tonnen

Im Jahr 2003 betrug der Papierverbrauch 6.512,2 Tonnen

Im Jahr 2004 betrug der Papierverbrauch 6.752,3 Tonnen

Kopierer, Faxgeräte und Drucker verarbeiten jährlich zwischen 860. Mrd. und einer Billion Seiten Papier

## 3. Hintergrundwissen zu Holz, Cellulose und Papier

### 3.1. Allgemeine Informationen

von Lisa Buxbaum

Heute wird Papier zu 95% aus Holz hergestellt. Holz besteht aus:

45% Cellulose (Poly- $\beta$ -Glucose)

25% Hemicellulose (Pentosane)

30% Holzstoff (Lignin)

und Harze, Fette; Wachse

Dabei spielen Faserbildung und Härte des Holzes eine wichtige Rolle, denn nicht jedes Holz ist geeignet.

Nadelhölzer:	Laubhölzer:
°Fichte	°Buche
°Tanne	°Pappel
°Kiefer	°Birke
°Lärche	°Eukalyptus

### Zusammensetzung von Papier

Bestandteile sind:

- ? Cellulose (Polysaccharid aus Holz, Lumpen, Stroh...)
- ? Füllstoffe (Kaolin, Asbest, Gips, Schwerspat, Titandioxid etc.)
- ? Leimsubstanzen (Harzseifen, fixiert mit Aluminium- oder Chromsulfaten (Alaune), (Wasserglas, Knochenleim)

**Faserstoffe** (Halbzellstoffe und Zellstoffe) sind Holz, Stroh, Bambus und auch Altpapier.

Man kann sie in zwei Gruppen teilen:

1. Primärfaserstoffe und Rohstoffe

Diese Stoffe werden das erste Mal in der Produktion eingesetzt (z. B. Holz).

2. Sekundärfaserstoffe und Recyclingstoffe

Diese Stoffe werden nach Gebrauch noch mal der Produktion zugeführt (Altpapier).

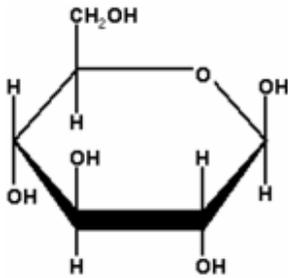
Aus diesen Stoffen wird Cellulose durch chemische und mechanische Zerkleinerung hergestellt. Cellulose ist die eigentliche, qualitativ hochwertige Fasersubstanz eines jeden Papiers.

In der heutigen Papierherstellung wird etwa die Hälfte davon aus Altpapier gewonnen.

Das unaufbereitete Fasermaterial nennt man auch Halbstoffe. Nach der Aufbereitung nennt man sie dann Ganzstoffe.

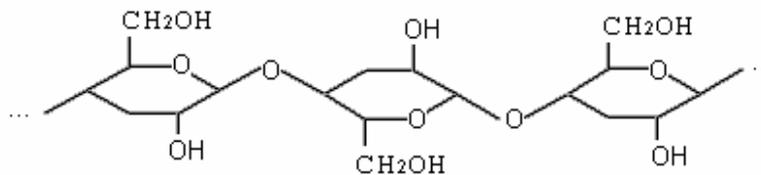
### 3.2. Papier – chemisch gesehen

von Erik Ramström



Papier wird aus Holzprodukten hergestellt, verwendet wird Cellulose, ein Polysaccharid. Dieser Stoff wird von Pflanzen als Speicher für Sonnenlicht verwendet. Zuerst wird  $\text{CO}_2$  aus der Luft gefiltert und mit Energie angereichert. Dabei trennt sich der Kohlenstoff ab und der Sauerstoff wird wieder ausgeschieden. Dann kommt das Wasser, das die Pflanze über die Wurzeln aufnimmt, ins Spiel. Das Wasser wird bei der sogenannten Photosynthese in ein sechseckiges C- Gitter eingefügt.

Diese Monosaccharide werden dann zu Ketten gebunden, die nebeneinander abgelegt werden. Dabei spaltet sich Wasser ab. Allerdings ist jedes zweite Traubenzuckermolekül gegenüber dem vorhergehenden um 180 Grad verdreht.



Das Holz wird in kleinste Faser-Bruchstücke gehäckselt. Diese Fasern werden anschließend eingeweicht und mit Stoffen wie Wasserstoffperoxid ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) oder Chlor weiß gebleicht.

## 4. Die Papierherstellung in der Fabrik

von Stefan Ginzler, Martin Utz, Gabriel Kielbasa

Das Grundprinzip der Herstellung ist für alle Papiere gleich.

### 1. Die Stoffgewinnung

Das Holz für die Papierherstellung muss zunächst in kleinste Teilchen zerlegt werden. Dies geschieht entweder mechanisch um Holzstoff zu gewinnen oder auf chemischem Wege

durch Zellstoffgewinnung. Der Unterschied zwischen diesen beiden Produkten ist vergleichbar mit dem zwischen Vollkornschrot und feinem Weißmehl. Auch das verwandte Altpapier muss vorbereitet werden. Handelt es sich um noch unbenutzten fabrikeigenen Ausschuss, so genügt die mechanische Zerkleinerung. Altpapier, das bereits bedruckt war, muss erst einmal gereinigt werden. Das nennt man dann "De-Inking". Dabei bleiben immer gewisse Rückstände. Darunter leidet aber die Faserqualität. So dass diese Art von Recycling für hochwertige Papiere nicht geeignet ist.

## **2. Die Stoff-Aufbereitung**

Zunächst werden die meist getrockneten Zutaten - gemäß dem jeweiligen Rezept - im "Pulper", einer Art Riesen-Rührschüssel, mit viel Wasser zu einem gleichmäßig flüssigen Brei vermischt. Danach wird im "Refiner" die Mikrostruktur dieser Masse vereinheitlicht und die Fasern fibriliert. Anschließend werden die Faserbündel entklumpt, und dann erfolgt eine letzte Reinigung bevor der Brei zum Papier wird.

## **3. Bleichen**

Bleichen ist ein textilchemisches Verfahren, bei dem der Bleicher (lat.: albor) die vorhandenen natürlichen Färbungen der Naturfaser beseitigt und den Weißgrad erhöht. Moderne Kunstfasern werden nicht mehr gebleicht. Hier achtet man schon bei der Herstellung der Faser auf den entsprechenden Weißgrad. Bei der Baumwolle ist das Bleichen als Vorbehandlung zum Färben allgemein sehr üblich. Dieser Bleichprozess wird meistens mit Wasserstoffperoxid, Natronlauge und Tensiden durchgeführt.

### **De-Inking**

Bei der Verwendung von Recyclingpapier entspricht der De-Inking-process dem Bleichvorgang. Dabei muss die Druckfarbe aus dem bedruckten Altpapier entfernt werden. Es gibt zwei verschiedene Verfahren, das Flotationsdeinking und das Waschdeinking. In Europa ist das Flotationsverfahren das übliche.

#### **4. Die Siebpartie**

Durch die schlitzförmige Düse des "Stoffauflaufs" wird die hochverdünnte Fasermischung nun gleichmäßig auf die gesamte Breite eines ständig umlaufenden, langen Siebes verteilt. Auf diesem Sieb scheidet sich Fest von Flüssig. Das Wasser läuft ab, bzw. wird abgesaugt, während sich die Fasern nebeneinander und aufeinander auf dem Sieb ablagern und so zu einem Blatt bilden. Die Gleichmäßigkeit dieser Ablagerung, die über die spätere "Wolkigkeit" des Papiers entscheidet, hängt von der Laufgeschwindigkeit des Siebes und der Technik der Faserformierung ab. Eine gewollte Unregelmäßigkeit ist das Wasserzeichen, das manche Papiere am Ende der Siebpartie durch den "Egoutteur" (durch die Einkerbungen im Draht) erhalten.

#### **5. Die Presspartie**

Beim Verlassen der Siebpartie enthält das dort entstandene Papier immer noch einen großen Teil Wasser. Darum wird es erst einmal mittels großer, gegeneinander pressender Filzzylinder ausgewrungen.

#### **6. Die Trockenpartie**

Die schon recht feste Papierbahn wird nun in Mäanderform durch eine Art riesigen Backofen geleitet, in der das Papier auf eine individuell kalkulierte bestimmte "Restfeuchte" getrocknet wird. Zum exakten Messen, Steuern und Regeln dieses Trockenprozesses bedient man sich heutzutage moderner Elektronik.

#### **7. Die Oberflächen-Veredelung**

So wie ein Backwerk einen Guss bekommt, werden auch viele Papiere nach dem Verlassen des "Trockenofens" mit einer speziellen Schicht aus Bindemitteln, Pigmenten etc. bestrichen. Dieses sogenannte "Streichen" oder "Leimen" optimiert die Oberfläche des Papiers entsprechend dem jeweiligen Verwendungszweck. Es spielt beispielsweise eine wichtige Rolle für die Beschreibbarkeit und die Tonerfixierung auf dem Kopierpapier.

## 8. Das Glätten

Abschließend wird die fertige Papierbahn noch "gebügelt", indem man sie S-förmig durch einen "Kalandr", bestehend aus mehreren Stahl- und Hartpapierwalzen, leitet. Hierdurch wird zusätzlicher Glanz und Glätte erzielt.

## 9. Der Schnitt

Am Ende der Papiermaschine wird das Papier auf große Rollen gewickelt. Jeweils bei Erreichen eines bestimmten Gewichtes kappt man die Papierbahn und beginnt eine neue Rolle. Jede Rolle erhält eine Kontroll-Nummer, bevor sie mit dem "Rollenschneider" zunächst in formatgerechte "Scheiben" zerteilt wird, aus denen dann die Bogen, bzw. die Blätter, mittels eines "Querschneiders" hergestellt werden.

Nach dieser Grundmethode entstehen heute fast alle Papiere. Dass es dennoch eine so große Vielfalt unterschiedlichster Sorten, Verwendungsmöglichkeiten und Qualitäten gibt, liegt an vielen wichtigen Details.

## 5. Vom Eichenholzprügel zur Cellulose – der Holzaufschluss im Labor

von Markus Pekovits, Armin Jagersberger, Niklaus Patzl

In der Schule haben wir das **Acetosolverfahren** selbst ausprobiert. Wir benötigen dazu:

Geräteliste	Chemikalien
Reaktionskolben (250 ml)	Eichenholzspäne 10g
Rückflusskühler	Salzsäure 32%
Becherglas (5000 ml)	Essigsäure 100%
Nutsche	Wasserstoffperoxid 30%
Büchnertrichter	Natronlauge (w = 10%)
Absaugflasche	
Wasserstrahlpumpe	



Der **erste Schritt** war das Raspeln des Eichenholzprügels zu Eichenholzspänen.

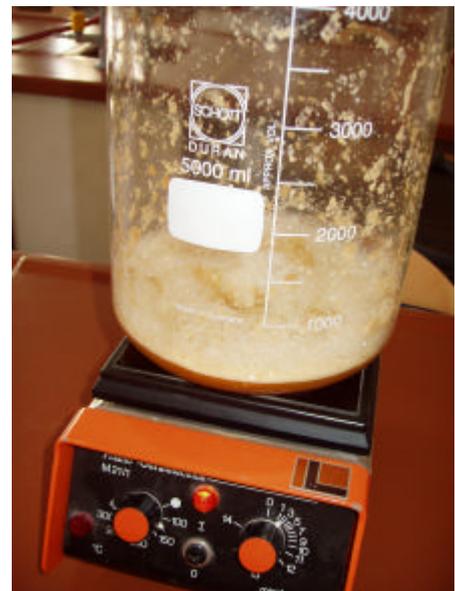
*Abb.1 Gewinnung von Holzspänen durch Abraspeln.*



Im zweiten Schritt wurden dann die Eichenspäne in einem Rundkolben mit 100%iger Essigsäure und 32%iger Salzsäure für 30 min. auf 110° Celsius erhitzt.

*Abb.2 Rückflusskochen der Holzspäne mit einem Gemisch aus konzentrierter Essigsäure und Salzsäure.*

Als nächstes haben wir die Rohcellulose abgenutscht um sie vom Lignin und anderen Bestandteilen zu trennen.

*Abb. 3. Abfiltrieren der Rohcellulose**Abb.4 Bleichen mit Wasserstoffperoxid*

Da die Cellulose stark verunreinigt und von schwarzer Farbe ist müssen wir sie mit 30%igem Wasserstoffperoxid und Natronlauge bleichen um die gewünschte weiße Cellulose zu erhalten. Dabei kam es zu einer heftigen Reaktion. Es entstand durch die Zersetzung des Wasserstoffperoxid eine starke Schaumbildung.

Nun müssen wir die gebleichte Cellulose ein weiteres Mal abnutschen um die Chemikalien vom Zellstoff zu trennen.

*Abb.5 Abfiltrieren der gebleichten Cellulose*

Nach dem Abnutschen wird die Cellulose getrocknet, sie ist jetzt zur Herstellung von Papier fertig.



*Abb. 6 Die fertige Cellulose*

## 6. Papierherstellung im Schülerexperiment

von Benjamin Fehringer, Ferhat Sahin, Demian Hitzler, Melanie Takacs, Karo Sarota

### 1.. Schritt: Hestellen des Faserbreis (Pulpe)



Das Ausgangsmaterial (zwei Rollen Toilettenpapier = 200g) wird händisch in kleine Stücke zerrissen und in 10-15 l Wasser über Nacht eingeweicht. Die so hergestellte Pulpe wird dann aus Gründen der besseren Verarbeitbarkeit mit einem Stabmixer weiter zerkleinert und auf zwei kleinere, flache Behälter aufgeteilt. (Als Bütte wird das

Gefäß bezeichnet, in dem der Papierbrei aufbewahrt bzw. geschöpft wird.)

### 2. Schritt: Einfärben der Pulpe



Zur Herstellung von „Spezialpapier“ werden der Pulpe verschiedene Zusatzstoffe beigemischt. Zum Beispiel verwendete unsere Klasse rote Lebensmittelfarbe, Kaffeepulver, Blütenblätter oder Currypulver zur Herstellung von Gewürzpapier.

### 3. Schritt: Schöpfen des Papiers



Der Schöpfrahmen besteht aus zwei Teilen, der untere Teil wird als Siebrahmen bezeichnet und ist mit einem feinmaschigen Netz bespannt. Die Größe des Papiers wird durch den oberen Teil (Deckelrahmen) bestimmt.

Der Siebrahmen wird in den Papierbrei eingetaucht und aus der Bütte herausgehoben, dabei wird der Siebrahmen leicht hin und herbewegt, damit das Wasser abtropfen kann.

#### 4. Schritt: Abgautschen



Beim Abgautschen wird die Papiermasse aus dem Holzrahmen auf einen Filz gekippt oder der Filz wird auf das Papier gelegt und gemeinsam umgedreht, wobei der Siebrahmen noch vom geschöpften Papier vorsichtig abgehoben werden muss.

Büttenrand: handgeschöpfte Papiere haben einen unregelmäßigen Rand. Das kommt daher das handgeschöpfte Papiere keinen exakten Abschluss haben. Der Büttenrand wird nicht abgeschnitten da das ein Markenzeichen für selbstgeschöpftes Papier ist.

## 5. Schritt: Pauschen

Die Gautschfilze mit den dazwischen liegenden Papierblättern werden in die Presse eingelegt und anschließend gepresst. Bei diesem Vorgang wird das überschüssige Wasser vom Gautschfilz aufgesogen bzw. rinnt es seitlich ab.

## 6. Schritt: Bügeln

Im letzten Schritt werden die einzelnen Papierblätter glatt gebügelt.

Dem Bericht ist je ein Blatt handgeschöpftes Currypapier und ein Blatt handgeschöpftes rosafarbenes Kaffeepulverpapier beigelegt.

## 7. Zusatzstoffe des Papier

von Yvonne Graf, Katrin Schramm, Yvonne Sickinger

**Füllstoffe** werden neben den Faserstoffen auch zu dem Ganzstoff hinzugefügt (bis zu 30%).

- ? Kaolin (im engl. China Clay) (Porzellanerde)
- ? Stärke
- ? Titanweiß (Titandioxid)
- ? Kreide

Sie füllen die Zwischenräume zwischen den Fasern und machen das Papier geschmeidiger, weicher und die Oberfläche glatter. Die verschiedenen Papiersorten werden verschieden stark gefüllt. Zigarettenpapier wird z.B. stark gefüllt damit es glimmt und nicht verbrennt. Manche Füllstoffe sind gleichzeitig auch Farbstoffe (z.B. Titanweiß)

**Hilfsstoffe** sind Wasser, Farbstoffe usw

**Farbstoffe:** Auch weißes Papier enthält Farbstoffe, da auch optische Aufheller zu ihnen zählen. Für Bundfarben werden vor allem Teerfarbstoffe verwendet. Eine Sondergruppe bilden die natürlichen oder Pigmentfarbstoffe (Körperfarben). Beide sind nur begrenzt wirksam.

**Leimstoffe** machen das Papier beschreibbar, weil es weniger saugfähig und weniger hydrophob wird.

Leimstoffe sind versteifte Baumharze in Verbindung mit Aluminiumsulfat oder Polymere auf Basis von Acrylaten oder Polyurethanen.

**Nassfeststoffe:** Wenn das Papier unbehandelt ist, wird es mechanisch unbeständig wenn es feucht oder nass wird. Um das zu verhindern setzt man die Nassfeststoffe (z.B. Luresin) ein. Kuchenkrepp ist ein Papier das diese Eigenschaft aufweisen muss. Aber auch Geldnoten und Karton enthalten eine große Menge Nassfeststoffe. Nassfestmittel sind, im Verarbeitungszustand wasserlösliche, Polymere, die vorrangig aus Polyaminen und Epichlorhydrinderivaten hergestellt werden und mit den Papierfasern reagieren.

Dabei bilden sich wasserunlösliche Quervernetzungen zwischen den Fasern, die den Papierfilz stabilisieren.

Der Einsatz von diesen Mittel verhindert ein erfolgreiches Recycling des Papiers.

## 8. Papiersorten (Seite zuletzt besucht am 22.2.07)

Für die verschieden Arten von Papier braucht man verschieden Hölzer. Z. B sind Nadelhölzer wie Fichte, Tanne, Kiefer und Lärche besser für Papierherstellung von festen Papiersorten als Laubbaumhölzer, weil sie dem Papier eine bessere Festigkeit geben. Sie haben längere Fasern und verfilzen dadurch besser. Für jede Papiersorte gib es eine gewisse Mischung aus Nadelhölzer und Laubbaumhölzer die am besten geeignet ist.

**Zeitungspapier** (minderwertiges, saugfähiges Papier)

**Schreibpapier** (holzfreies, geleimtes Papier mit glatter Oberfläche)

**Zeichenpapier** (mittelstarkes bis starkes, weißes Papier mit etwas rauer Oberfläche)

**Packpapier** (starkes Papier aus minderwertigen Ausgangsstoffen (Altpapier) reißfest und deshalb als Unterlage gut geeignet)

**Tonpapier** (mittelstarkes, durchgefärbtes Papier in unterschiedlichen Farben mit rauer Oberfläche)

**Buntpapier** (einseitig farbiges, dünnes Papier)

**Transparentpapier** (durchscheinend, auch für Anfertigung von Laternen verwendet)

**Seidenpapier** (hauchdünnes, flexibles und meist farbiges Papier)

**Kunstdruckpapier** (glattes bis glänzendes, mit besonderer Oberflächenbeschichtung versehenes Papier)

## 9. Altpapier

Etwa 65% der Rohstoffe nimmt das Altpapier ein. Es wurde schon einmal verarbeitet und enthält schon viele Zusatzstoffe. Altpapier kann etwa 5-6 mal recycelt werden.

### Altpapier Kreislauf:

Holz ↗ Primärfaser: Holzstoffe/Zellstoffe ↗ Papierproduktion

↗ Papiernutzung ↗ Wiedereingliederung durch sammeln von Altpapier ↗

Aufbereitung von Altpapier ↗ „Rohstoffe“: Aufbereitetes Altpapier

## 10. Quellen

<http://de.wikipedia.org/wiki/Papier>

<http://Papieroase.ch/PapierGeschichte.htm> (zitiert am 1.10.2004 Neue Zürcher Zeitung)

<http://www.biologie.de/biowiki/Papier>

[www.uni-rostock.de/bildung/werkenmachtspass/wstpap2.htm](http://www.uni-rostock.de/bildung/werkenmachtspass/wstpap2.htm)

[www.wikipedia.org/wiki/Cellulose](http://www.wikipedia.org/wiki/Cellulose)

[www.wikipedia.org/wiki/Glucose](http://www.wikipedia.org/wiki/Glucose)

Stephan H. Hartl, „Rund ums Papier“,

<http://www.copyshop-tips.de/pap01.php#p4>, letzter Besuch: 22.02.2007, 08:20

[www.prof.blume](http://www.prof.blume)