



DIE PAPIERINDUSTRIE

Papier Schule



Arbeitsmaterialien für Fachunterricht und Projektarbeit

Einführung

▸ Einführung	2
▸ Papier ist vielseitig	3-11
▸ Papier herstellen	12-16
▸ Industrielle Herstellung von Papier	17-26
▸ Berufe rund ums Papier	27
▸ Papiersorten	28
▸ Papier – Industrie- und Naturprodukt	29-32
▸ Geschichten vom Papier	33-37
▸ Museen	38
▸ Bildnachweis/Impressum	39

Einführung

Papier ist aus unserem Alltag heute nicht mehr wegzudenken. Es zeigt sich uns als vielseitiger Werkstoff. Als Unterrichtsthema bietet sich Papier an, um einen Alltagsgegenstand aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten. Sowohl im fächerübergreifenden Unterricht oder als Thema im Fachunterricht lassen sich die vielfältigen Zusammenhänge, in denen das Produkt Papier steht, erarbeiten und erfahren.

Die vorliegenden Arbeitsmaterialien ermöglichen **eine bewusste Auseinandersetzung mit dem Werkstoff Papier**. Sie machen den Herstellungsprozess verständlich und zeigen gesellschaftliche, wirtschaftliche, technologische und politische Aspekte rund um den Werkstoff auf.

Die Arbeitsmaterialien sind vielseitig einsetzbar. Sie sind hauptsächlich gedacht für den Unterricht in den Klassen 7–10. Zu den einzelnen Themen wurden Arbeitsvorschläge entwickelt, die als **Kopiervorlagen für Arbeitsblätter** enthalten sind. Eine umfangreiche Materialienliste hilft bei der weiteren Vertiefung des Themas.

1

Arbeitsblatt 1:

Wir lernen unterschiedliche Papiersorten kennen

Papier ist vielseitig

Papier ist vielseitig. Mehr als 3.000 Sorten werden heute hergestellt. Sie sind für verschiedenste Anwendungen gedacht und unterschiedlich beschaffen. Mit Hilfe unserer fünf Sinne, wollen wir die **Beschaffenheit einzelner Papiersorten** genauer erforschen. Die Erkenntnisse, die Du auf diese Weise erwirbst, nennt man **Erfahrungswissen**.



- ▶ Mit dem **Auge** könnt Ihr das Aussehen des Papiers erfassen.



- ▶ Manche Papiere haben einen bestimmten Geruch, das könnt Ihr mit Eurer **Nase** erfahren.



- ▶ Papier macht Geräusche, die können je nach Papiersorte unterschiedlich sein. Spitzt einmal genau die **Ohren!**



- ▶ Papier fühlt sich unterschiedlich an. Tastet mit Eurer **Hand** die Oberfläche ab!



- ▶ Vielleicht hat Papier ja auch Geschmack – mit Eurem **Mund** könnt Ihr es erfahren.

Arbeitet in Gruppen! Jede Gruppe untersucht fünf der aufgeführten Papiersorten:

Aquarellpapier, Büttenpapier, Bastelpapier, Butterbrotpapier, Karton aus Zellstoff, Karton aus Holzschliff, Karton aus Altpapier, Fotopapier, Zeitschriftenpapier, Küchentücher, Recyclingpapier, Teebeutelpapier, Toilettenpapier, Zeitungsdruckpapier, Zigarettenpapier.

Eure Untersuchungsergebnisse könnt Ihr in die vorbereitete Tabelle eintragen. Tragt am Ende Eure Ergebnisse zusammen und besprecht sie miteinander.

Wir lernen unterschiedliche Papiersorten kennen

Papier ist vielseitig

Klebt die Papiermuster in die entsprechenden Felder!

Papiersorte		



Papier ist vielseitig

Tragt Eure Wahrnehmungen und die möglichen Verwendungszwecke der Papiersorten in die Tabelle ein!

			Verwendungsmöglichkeit

Arbeitsblatt 3:

Papier lässt sich falten

Nehmt verschiedene Papiersorten, z.B. Zeitungspapier, Seidenpapier, leichten Karton usw. und faltet daraus einen Hut. Notiert die dabei gemachten Erfahrungen.



Ordnet die Papiersorten nach deren faltqualität!

Welches Papier eignet sich am besten zur Herstellung von Faltfiguren? Erstelle eine Rangliste und begründe die Reihenfolge!

Rangliste faltbarkeit	Begründung
1.	weil
2.	weil
3.	weil
4.	weil

Habt Ihr auch eine Idee, wie man Papier falten kann? Zeichnet Eure Faltanweisung auf.

Benötigte Materialien:

Seidenpapier
Schreibpapier
Zeitungspapier
Trennhilfen: Schere, Messer
Plakat
Leim

Versucht die einzelnen Papiersorten auf verschiedene Arten zu trennen:

Ohne Hilfsmittel und mit Hilfsmitteln. Fasst die Erfahrungen, die Ihr beim Trennen der einzelnen Papiersorten gemacht habt, in einem Arbeitsbericht zusammen!

Schneidet aus Seidenpapier und Schreibpapier je einen Scherenschnitt! Klebt die Beispiele auf ein Plakat auf und notiert dazu die gemachten Erfahrungen.



Papiersorte	Erfahrungen beim Trennen mit und ohne Hilfsmittel
Seidenpapier	ohne
Seidenpapier	mit
Schreibpapier	ohne
Schreibpapier	mit
Zeitungspapier	ohne
Zeitungspapier	mit

4 Arbeitsblatt 4:

Papier hat Kraft

Papier ist vielseitig

Benötigte Materialien:

Schreibpapierstreifen

Nägeln à 1 g

Joghurtbecher als Stützen

Stein

Versuch a:

Legt so viele Papierstreifen über zwei Stützen, dass ein Gewicht von 5 g (5 Nägel) getragen werden kann! Tragt Eure Beobachtungen in die Tabelle ein!

Anzahl Papierstreifen	Gewicht	Beobachtungen:
	1 g	
	2 g	
	3 g	
	5 g	



Versuch b:

Arbeitet in Gruppen! Überlegt, wie Papier tragfähiger werden kann. Formt einen Papierstreifen so um, dass er das Gewicht eines Steines tragen kann! Beschreibt Eure Lösungen und stellt sie den anderen Gruppen vor.

Beschreibung:

Versuch c:

Versucht das Papier so umzuformen, dass Ihr es nicht mehr zerreißen könnt. Notiert Eure Erfahrungen.

Erfahrungen:

Papier kann Flüssigkeiten aufsaugen

Papier ist vielseitig



Benötigte Materialien:

- Toilettenpapier
- Küchenpapier
- Schreibpapier
- Zeitungspapier etc.
- Joghurtbecher
- Wasser (mit Tinte gefärbt)

Messt für jede Papiersorte die gleiche Menge Wasser ab.

- ▶ Färbt das Wasser mit Tinte. Taucht die verschiedenen Papiersorten ins blaugefärbte Wasser ein (gleiche Zeit).
- ▶ Notiert in der folgenden Übersicht Eure Beobachtungen.

**Wie verändern sich die Papiersorten?
Wie viel Wasser wird aufgesaugt?**



Papiersorten:	Beobachtung:
Toilettenpapier	
Küchenpapier	
Schreibpapier	
Zeitungspapier	

Papier ist beschreibbar

Papier ist vielseitig

Benötigte Materialien:

Schreibpapier
Pergamentpapier
Löschpapier
Zeitungspapier etc.
Füller
Bleistift
Buntstift
Fasermaler
Kugelschreiber etc.

Prüft die Tauglichkeit unterschiedlicher Schreibgeräte auf verschiedenen Papiersorten.

- ▶ Tragt Eure **Beobachtungen in die Tabelle** ein.
- ▶ Bezeichnet die **bestmöglichen Kombinationen** von Schreibgerät und Papiersorte.



Papiersorte	Schreibpapier	Pergamentpapier	Löschpapier	Zeitungspapier
Füller/Tinte				
Bleistift				
Holzmalstift				
Kreide				
Kugelschreiber				

7

Arbeitsblatt 7:

Wir basteln eine Faltschachtel

Papier ist vielseitig

Benötigte Materialien:

Dünner Karton

Schere

Stifte

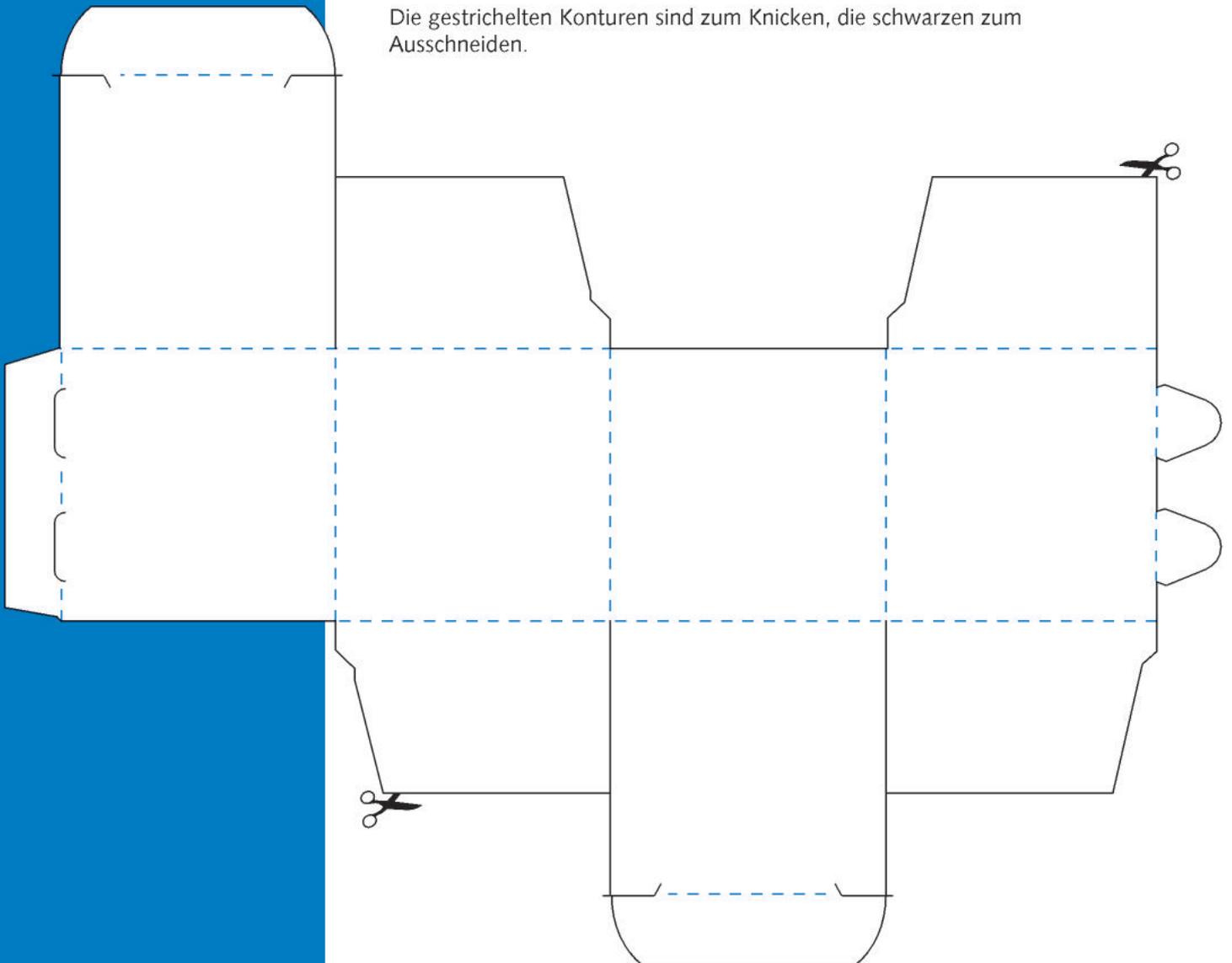
Es ist gar nicht so schwer, aus einem Stück Karton durch Schneiden, Falten und Stecken eine stabile Faltschachtel zu machen. Viel Kreativität ist gefordert, daraus eine attraktive Verpackung zu machen.

Welches Produkt könnte in dieser Schachtel verpackt sein?

Kopiere die Vorlage auf ein Stück Karton, schneide sie aus und stecke sie zu einer Faltschachtel zusammen.

- **Gestalte die Schachtel** mit Produktbezeichnung, Abbildungen, Gebrauchshinweisen, Inhaltsangaben, Strichcode, usw.

Die gestrichelten Konturen sind zum Knicken, die schwarzen zum Ausschneiden.



Wir schöpfen Papier Papier schöpfen



1	Schöpfrahmen
2	Faserbrei
3	Becken
4	Löschpapier
5	Pressvorrichtung
6	Bügeleisen
7	Wäscheleine
8	Siebrahmen
9	Filz
10	Wasser

Das Prinzip der Papierherstellung ist so einfach, dass wir es mit wenig Aufwand problemlos nachvollziehen können. Beschaffe Dir alle notwendigen Arbeitsmaterialien!

Ergänze die Liste der Arbeitsmaterialien mit den entsprechenden Nummern!

Was bekommst Du wo?

- ▶ **Faserbrei** (Papiermasse): Selbst machen oder im Fachhandel kaufen
- ▶ **Schöpfrahmen**: Selbst machen, in einem Bastelgeschäft kaufen oder vom VDP beziehen.
- ▶ **Siebrahmen**: Selbst machen, in einem Bastelgeschäft kaufen oder vom VDP beziehen.

Papiermasse vorbereiten Papier schöpfen

Papier herstellen



Benötigte Materialien:

Becken

Eimer

viele alte Zeitungen

Wasser

Waschpulver

Mixer

... mit Altpapier

- ▶ Gieße drei Liter warmes Wasser in einen Eimer!
- ▶ Streue einen halben Joghurtbecher Waschpulver hinzu!
- ▶ Zerreiße ca. acht Zeitungsbogen in kleine Stücke und gib diese in den Eimer!
- ▶ Zerdrücke den Papierbrei, wenn er nach ein oder zwei Stunden gut durchweicht ist, mit den Fingern so lange bis von der Zeitung nichts mehr übrig ist!
- ▶ Verfeinere den Brei mit Hilfe eines Elektromixers (oder eines Schneebesens) zu einer weichen Masse!
- ▶ Schütte den Papierbrei in ein großes Becken und verdünne die Masse mit 10–15 Litern Wasser!



Benötigte Materialien:

Becken

Zellstoff

Wasser

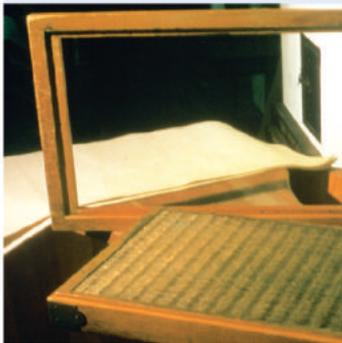
Küchenmixer

... mit Zellstoff

- ▶ Weiche ein Blatt Zellstoff in Wasser auf und zerreiße es von Hand in kleine Stücke!
- ▶ Vermische je ein Viertel des aufgelösten Zellstoffs mit einem Liter Wasser!
- ▶ Rühre die Masse ca. fünf Minuten mit einem Küchenmixer zu einer feinen Papiermasse!
- ▶ Schütte die vier Liter Papiermasse in ein großes Becken und verdünne sie mit weiteren 20 Litern Wasser!

Wir bauen einen Schöpffrahmen Papier schöpfen

Papier herstellen



- ▶ 1. Leisten ablängen (4 x 28 cm x 2 cm, 2 x 20 cm x 2 cm, 2 x 18 cm x 2 cm)
- ▶ 2. Leisten mit Holzleim zu einem Rahmen zusammenkleben und mit feinen Nägeln fixieren
- ▶ 3. Längs- und Querleisten aufsetzen und ebenfalls mit feinen Nägeln fixieren
- ▶ 4. Rahmen lackieren

Werkzeuge & Materialien:

Bleistift

Säge

Hammer

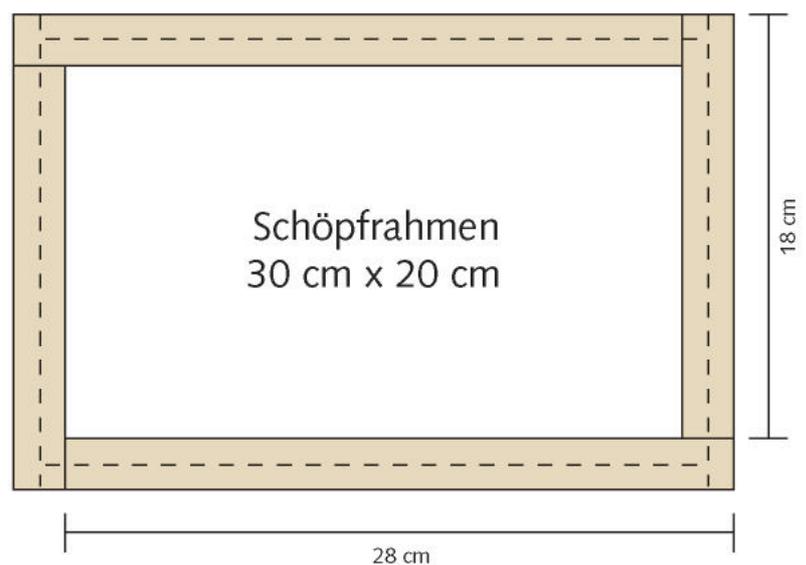
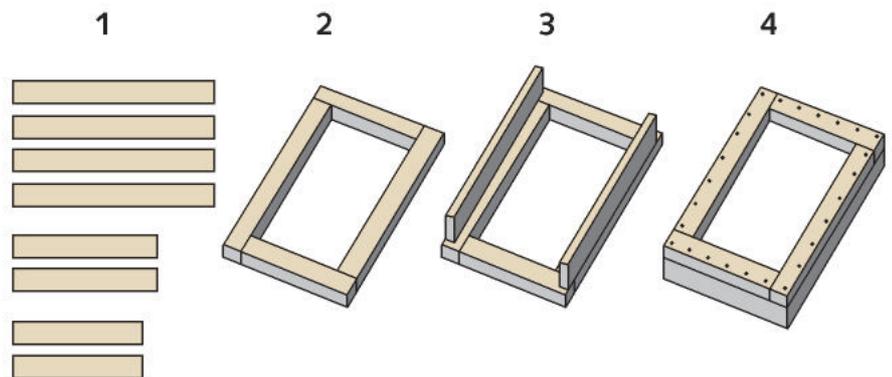
Pinsel

1 cm dicke Holzleisten

Feine Nägel

Holzleim

Holzlack



Wir stellen einen Siebrahmen her Papier schöpfen

Papier herstellen

Werkzeuge & Materialien:

Bleistift

Säge

Hammer

Pinsel

1 cm dicke Holzleisten

0,5 cm dicke Sperrholzleist.

Feinmaschiges Fliegengitter

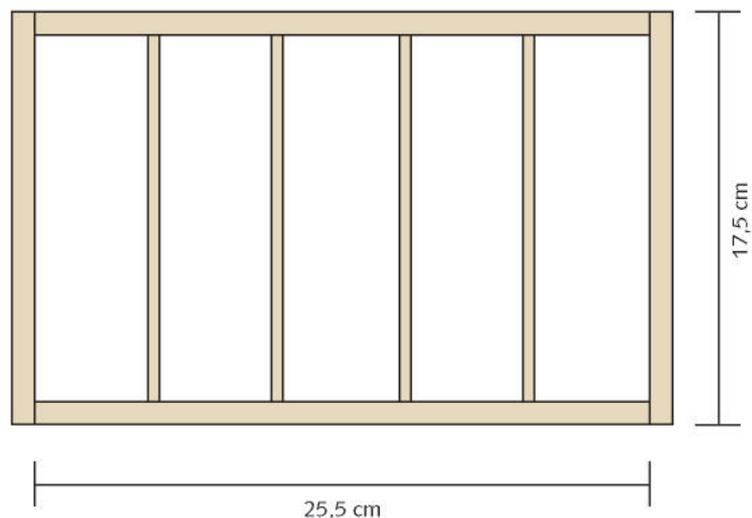
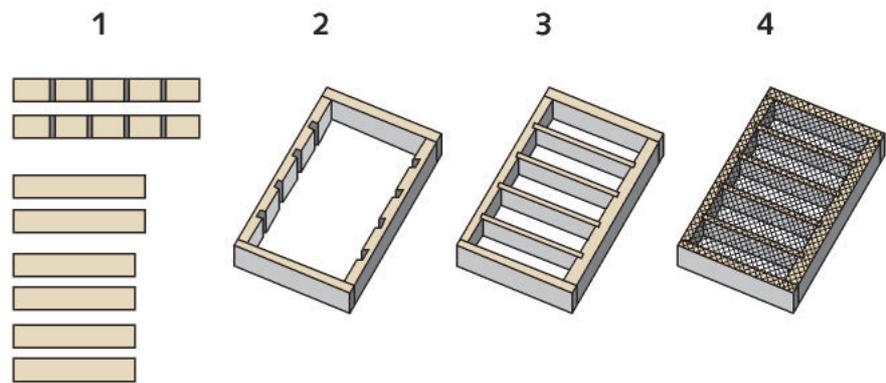
Schleifpapier

Feine Nägel

Holzleim

Holzlack

- ▶ 1. Holzleisten ablängen (2 x 25,5 cm x 2 cm, 2 x 17,5 cm x 2 cm)
Sperrholzleisten ablängen (4 x 16,5 cm x 2 cm)
Längsseiten einnuten
- ▶ 2. Rahmen zusammensetzen und mit Holzleim fixieren
- ▶ 3. Siebstützen einlegen, Kanten mit Schleifpapier abschleifen und den Rahmen mit Holzlack lackieren
- ▶ 4. Gitter (27,5 cm x 17,5 cm) aufsetzen und mit Nägeln fixieren



Die industrielle Herstellung von Papier

Industrielle Herstellung von Papier



Heute werden bei der Produktion von Papier, Karton und Pappe insbesondere Holzfasern, mineralische Stoffe, Wasser und Energie eingesetzt. Holz gelangt in Form von Zellstoff (chemisch aufgeschlossenes Holz), Holzstoff (mechanisch zerkleinertes Holz) und Altpapier zum Einsatz. Kaolin und Kalziumkarbonat werden zur Veredelung der Papieroberfläche eingesetzt. Wasser dient zum Aufschließen der Rohstoffe, als Transport-, Kühl- und Reinigungsmittel sowie zum Dampfheizen. Mit Hilfe von Energie werden die Faserrohstoffe aufbereitet und die Papiermaschinen angetrieben, mit Dampf die Papierbahn getrocknet.

Für die Papierherstellung benötigt man hochspezialisierte Maschinen. Die jeweilige Konstruktion und Zusammensetzung der verschiedenen Aggregate hängt dabei wesentlich von den eingesetzten Rohstoffen und den produzierten Papieren ab. Dennoch lässt sich der Verfahrensablauf prinzipiell in folgende Bereiche gliedern: Stoffaufbereitung, Papierherstellung, Papierveredelung und Ausrüstung des Papiers. Diese Produktionsschritte werden auf den folgenden Arbeitsblättern dargestellt und erläutert.

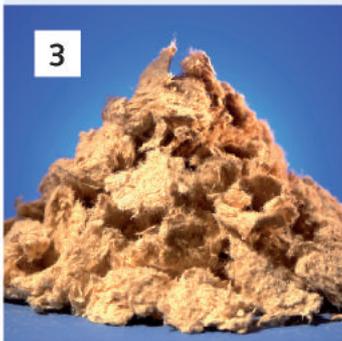
Zur Erläuterung des industriellen Herstellungsprozesses im Unterricht kann die CD-ROM „Papier4“ genutzt werden, die die einzelnen Produktionsschritte anschaulich darstellt. Das Angebot ist auch unter www.papierschule.org zu finden.





Die industrielle Herstellung von Papier

Industrielle Herstellung von Papier



1 Altpapier:

Mengenmäßig ist Altpapier heute der wichtigste Rohstoff für die deutsche Papierindustrie. Bevor das Altpapier wieder als Rohstoff für die Papiererzeugung genutzt werden kann, muss es gereinigt und je nach Einsatzzweck von der Druckfarbe befreit werden (De-Inking).

2 Holzschliff:

Zur Herstellung von Holzschliff werden Holzprügel (besonders geeignet sind Fichte und Tanne) unter Zusatz von Wasser an einen rotierenden Schleifstein gepresst und in Fasern aufgerissen. Alternativ werden Holzsnitzel zwischen rotierenden Schleifscheiben zermahlen (mechanische Zerkleinerung).

3 Zellstoff:

Für Zellstoff wird das Holz chemisch aufgeschlossen. Dazu wird das Holz, in Form von Hackschnitzeln, mehrere Stunden zusammen mit Chemikalien gekocht. Bei diesem Prozess wird die Cellulose (Zellstoff) von Lignin und Harzen getrennt. Das Foto zeigt ungebleichten Zellstoff.

4 Hilfs- und Füllstoffe:

Füllstoffe sind anorganische Stoffe (z.B. Kreide, Kaolin, Talk), die zur Verbesserung der Papiereigenschaften beitragen. Dazu zählen Opazität, Glätte, Weiße und Bedruckbarkeit. Die Poren zwischen den Papierfasern werden mit Füllstoffen ausgefüllt. So erhält das Papier eine geschlossene Oberfläche. Hilfsstoffe werden benötigt um Papiereigenschaften zu verbessern, beispielsweise es reißfester zu machen. Dazu werden z.B. Stärke, Aluminiumsulfat und synthetische Bindemittel eingesetzt.

5 Farbstoffe

Zur Färbung des Papiers können Farbstoffe zugesetzt werden.

Interessante Fakten zur Papierherstellung

Industrielle Herstellung von Papier



Die größten Papiermaschinen, die heute im Einsatz sind, haben eine Breite von bis zu elf Metern und sind bis zu 120 Meter lang. Rund 1.400 Meter Papier können pro Minute produziert werden. Die Tagesproduktion einer solchen modernen Papiermaschine entspricht in der Länge einer Entfernung von Flensburg bis Garmisch-Partenkirchen. Der Papierbrei enthält zu Beginn 99 Prozent Wasser, nach der Siebpartie noch 80 Prozent, nach der Pressenpartie noch 60 Prozent Wasser. Die Restfeuchte im Papier nach dem Durchlaufen der Trockenpartie liegt bei sechs Prozent.

Um ein Kilogramm Papier aus Frischfasern herzustellen, benötigt man im Schnitt:

- ▶ 6–12 l Wasser
- ▶ 600 g Cellulose
- ▶ 400 g Holzschliff
- ▶ 140 g Kaolin (Füllstoff)
- ▶ 30 g Harz
- ▶ 30 g Alaun
- ▶ einige mg Farbstoff
- ▶ 2,8 kWh (Kilowattstunden) Energie

Die verschiedenen Antriebsmotoren der Papiermaschine vom Sieb bis zum Aufroller brauchen eine anspruchsvolle Steuerung. Damit die Papierbahn immer straff ist, läuft jede nachfolgende Maschine eine Spur schneller. Der Motor des Aufrollers läuft schließlich fünf Prozent schneller als der Antrieb des Siebes. Die verschiedenen Walzendrehzahlen müssen aber bei jeder Bandgeschwindigkeit immer im gleichen Verhältnis zueinander sein. Durch diesen Antriebsunterschied wird die Papierbahn gedehnt und gegen Ende der Papiermaschine schmaler. **In einer modernen Papiermaschine sind mehr Regelkreise als in einem Jumbo-Jet.**

Die erste Papiermaschine mit Endlossieb und zusammenhängender Papierbahn hat 1799 der Franzose Louis Robert erfunden.

- ▶ Wie lange muss eine Papiermaschine arbeiten (2.000 m Papier/min.), bis das produzierte Papierband die ganze Erde umspannt (Erdumfang: 40.000 km)?
- ▶ Mit wie vielen Stundenkilometern müsste ein Auto fahren, um die Geschwindigkeit einer Papiermaschine (1.400 m/min) zu erreichen?
- ▶ Studiere das Produktionsschema zur industriellen Herstellung von Papier und kennzeichne alle Begriffe, die Dir vom Papierschöpfen bekannt sind.

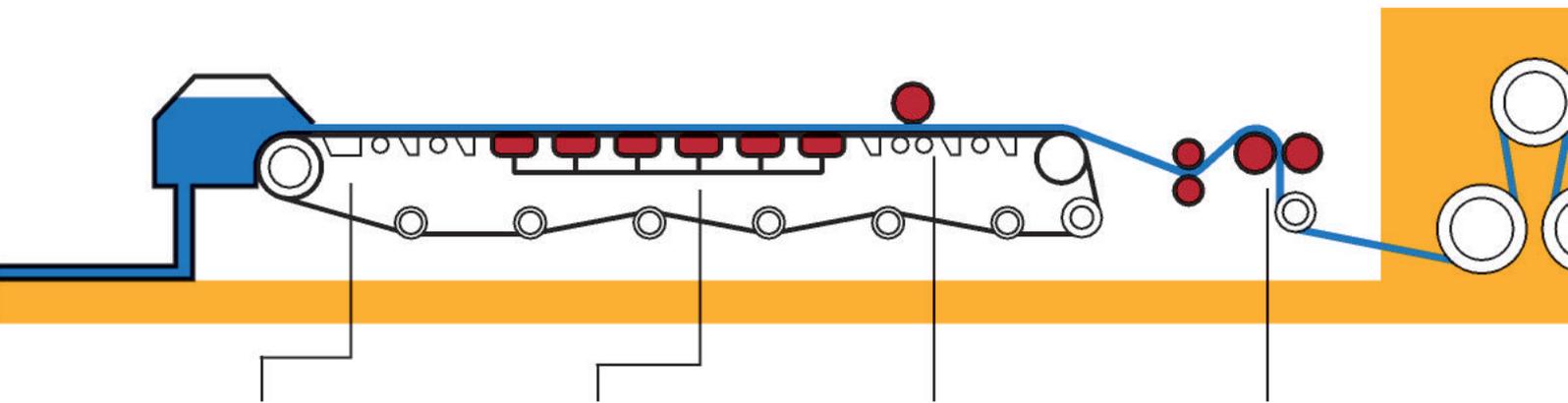
Der Arbeitsablauf auf einer Papiermaschine

Industrielle Herstellung von Papier

Die Stoffaufbereitung

Beim Aufbereiten des Papierstoffes werden bereits die zukünftigen Eigenschaften des Papiers bestimmt. Entscheidend sind die Zusammensetzung der Rohstoffe und der Grad ihrer Mahlung.

Die Panorama-Aufnahme zeigt eine moderne Papiermaschine, bei der die Entwässerung zwischen zwei Sieben erfolgt. In der schematischen Darstellung wird die Bahnentwässerung zum besseren Verständnis an einer Langsiebmaschine erläutert.



► Stoffauflauf

Hier fließt der stark verdünnte Papierbrei 1:100 auf eine Siebpartie aus Kunststoff. Ein Schütteln des Siebes bewirkt, dass sich ein Teil der Fasern quer zur Laufrichtung einlagert.

► Siebpartie

Der größte Teil des Wassers fließt durch das Sieb ab. Mittels Saugkästen und Saugwalzen wird der dünnflüssige Papierbrei entwässert. Es bildet sich bereits eine Papierbahn, die aber nur eine geringe Festigkeit hat.

► Egoutteur

Auf der nassen Papierbahn läuft ein Siebzylinder. Er verbessert die Blattbildung und verfeinert die Papieroberseite. Auf den Siebzylinder können Wasserzeichen aufgelötet werden. Diese verdrängen einzelne Fasern und lassen das Wasserzeichen als dünne Stelle im Papier erscheinen.

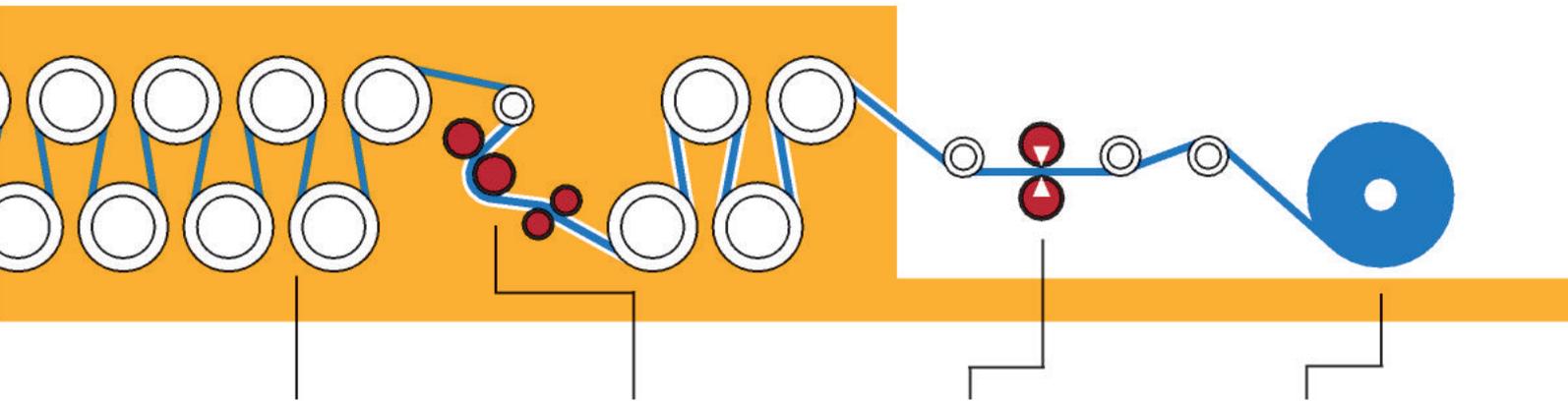
► Pressenpartie

Am Ende des Siebes wird die Papierbahn auf eine dicke, endlose Filzunterlage geleitet. Der Filz trägt die Papierbahn und führt diese durch zwei Presswalzen. Dabei wird unter Druck überschüssiges Wasser aus der Papierbahn in den Filz gepresst. Das Fasergefüge kann sich weiter festigen.

Der Pulper und die Stoffzentrale

Industrielle Herstellung von Papier

In großen, sogenannten Pulpern, die riesigen Mixern ähneln, wird der Faserbrei aufbereitet und mit Wasser vermischt. Die Faserstoffe kommen nun in die sogenannte Stoffzentrale. Hier werden die verschiedenen Faserstoffe gemischt sowie die notwendigen Füll- und Hilfsstoffe zugesetzt. Der produktionsfertige Ganzstoff besteht zu 99 Prozent aus Wasser und zu einem Prozent aus Faserstoff. Der wässrige Papierbrei wird durch Rohrleitungen zur Papiermaschine gepumpt.



► Trockenpartie

Die Papierbahn wird über eine Reihe dampfbeheizter Trockenzylinder geführt und vorsichtig getrocknet.

► Leimpresse

Zur Verbesserung der Bedruckbarkeit wird die Papieroberfläche mit einer Leimlösung behandelt. Die Leimpresse ist nach ca. 2/3 Länge der Trockenpartie eingebaut. In der sogenannten Nach-trockenpartie wird die Papierbahn mit der aufgetragenen Stärkelösung nochmals getrocknet.

► Glättwerk

Am Ende der Trockenpartie kann das Papier über ein Glättwerk von mehreren Stahlwalzen geführt werden. Das Papier erhält dann eine bestimmte Glätte. Dies geschieht dann, wenn das Papier nach Verlassen der Papiermaschine nicht mehr weiter veredelt wird.

► Aufrollung

Nach dem Verlassen des Glättwerkes wird die Papierbahn auf Stahlwalzen zu einem Tambour aufgerollt. Der kann je nach Papiersorte und Größe der Maschine bis zu 30 Tonnen wiegen.

Veredeln und Ausrüsten

Industrielle Herstellung von Papier

Nach der Herstellung auf der Papiermaschine wird das Papier – in solchen Fällen Rohpapier genannt – je nach Anwendungszweck noch entsprechend veredelt. In jedem Fall muss das Papier noch für die Auslieferung an die Kunden zu Rollen oder zu Bogen geschnitten werden. Die wichtigsten Stationen nach der Papiermaschine werden hier kurz erklärt.



1 Streichen:

Falls das Papier für den Druck von Bildbänden, Zeitschriften oder Katalogen verwendet werden soll, wird die Papieroberfläche zusätzlich mit feinen Mineralstoffen (Masse aus Kreide, Porzellanerde und Bindemitteln) bestrichen. Dies geschieht in der sogenannten Streichmaschine. Durch den Strichauftrag erhält das Papier eine besonders geschlossene Oberfläche. Auf diesen Papieren werden gute Druckergebnisse erreicht. Solche Papiere nennt man gestrichene Papiere im Unterschied zu den Naturpapieren.



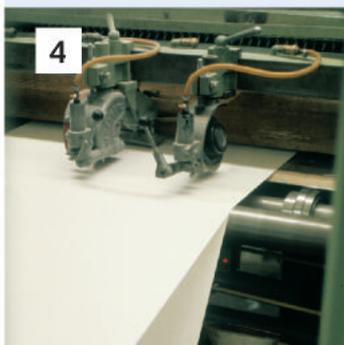
2 Satinierkalandr:

Auf dem Satinierkalandr wird die Oberfläche des Papiers verdichtet. Das Papier durchläuft bis zu 14 übereinanderliegende Walzen (abwechselnd Stahl- und elastische Walzen). Durch Wärme und Druck wie bei einer Bügelmaschine erhält das Papier eine feine Glätte und einen leuchtenden Glanz.



3 Rollenschneider:

Auf dem Rollenschneider wird die Mutterrolle in mehrere Rollen der vom Kunden benötigten Breite geschnitten.



4 Querschneider:

Mit dem Querschneider wird das Papier in Bogen geschnitten.

Handwerk und Industrie im Vergleich

Industrielle Herstellung von Papier

Vergleiche die handwerkliche Herstellung von Papier mit der modernen industriellen Fertigung. Das Prinzip der handwerklichen und der industriellen Herstellung von Papier ist zwar das gleiche, trotzdem gibt es eine Reihe von Unterschieden.

Beschreibe diese Unterschiede in den nachfolgenden Tabellen hier und auf der folgenden Seite.

Handgeschöpftes Papier
Produktionshilfsmittel
Papierbrei aufbereiten
Papierbrei schöpfen, abtropfen
Papierbrei abgautschen
Papierblatt pressen
Papierblatt trocknen
Papierblatt nachpressen
Papierblatt glätten
Papierblatt verzieren

11

Arbeitsblatt 11:

Handwerk und Industrie im Vergleich

Industrielle Herstellung von Papier

Industrielle Produktion

Produktionshilfsmittel

Papierbrei aufbereiten

Papierbrei entwässern

Papierbahn verbessern, Egoutteur

Papierbahn pressen

Papierbahn trocknen

Papieroberfläche leimen

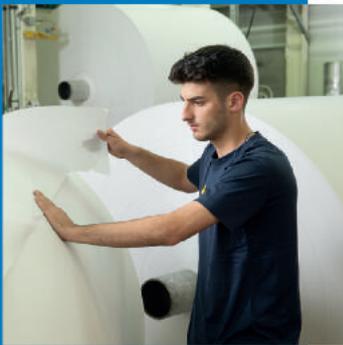
Papierbahn glätten

Papierbahn aufrollen

Berufe rund ums Papier

Berufe rund ums Papier

Die Papierunternehmen mit ihren modernen Herstellungsanlagen benötigen **fachlich hochqualifizierte Mitarbeiter**. Mit der fortschreitenden technischen Entwicklung werden immer höhere Ansprüche an das technische Können gestellt. Der Bedarf an qualifizierten Fach- und Führungskräften steigt. Gute Papieringenieure und Papiertechnologen werden heute und in Zukunft gesucht. Doch nicht nur in der Papierherstellung bieten sich **gute berufliche Perspektiven**. Gefragt sind ebenfalls Fachkräfte für das Marketing oder den Vertrieb der Papierprodukte. Auch in vielen anderen Berufen spielt der Umgang mit dem Werkstoff Papier eine große Rolle, etwa in den kreativen Berufen der Werbewirtschaft oder den Ingenieurs- und Ausbildungsberufen der Druckindustrie bzw. der weiterverarbeitenden Industrie.



Was macht ein Papiertechnologe?

Der Papiertechnologe ist in erster Linie für die Steuerung der Produktionsanlagen zuständig. Das bedeutet heute, die Steuerungsmechanismen der hochtechnisierten und automatisierten Anlagen zu betätigen und zu überwachen. Dazu ist ein gutes technisches Verständnis notwendig. Auch Computerkenntnisse sind gefragt. Ausgebildete Papiertechnologen können in den Abteilungen der Faser- und Streichfarbenaufbereitung, an den Papier-, Streich- und Ausrüstungsmaschinen arbeiten. Pflege und Wartung der Maschinen und die Mitarbeit bei Reparatur und Montage der Anlagen gehören auch zu den Aufgaben des Papiertechnologen. Papiertechnologen werden außerdem in Labors eingesetzt, um beispielsweise die Qualität von Halbstoffen und des gefertigten Papiers zu überprüfen. Die Ausbildung zum Papiertechnologen dauert in der Regel drei Jahre.

www.papiertechnologe.de



Was macht ein Papieringenieur?

Papieringenieure sind für die Produktion von Papier, Karton und Pappe sowie für die Herstellung von Zellstoff, Holzstoff und die Aufbereitung des Rohstoffes Altpapier verantwortlich. Die Tätigkeitsschwerpunkte liegen in den Bereichen Produktion, Forschung und Entwicklung sowie in allen Stufen des Managements. Papieringenieure arbeiten in der Zellstoff- und Papierindustrie sowie der papierverarbeitenden Industrie, der Zulieferindustrie, der chemischen Industrie und in den Bereichen Anlagen- und Maschinenbau, Consulting, Umwelttechnik und Verwaltung. Das Studium dauert in der Regel acht bis zehn Semester. www.papiering.de

Papier hat viele Anwendungsbereiche

Papiersorten



Grafische Papiere

Papier gilt als wichtigster Kultur- und Informationsträger. Seit Jahrhunderten werden viele Aspekte der gesamten Geschichte und Kultur des Menschen über Papier von einer Generation an die nächste weitergegeben. Bücher, Zeitungen und Zeitschriften sind wichtige Arten der Informationsvermittlung. Nach dem gesprochenen Wort ist das auf Papier geschriebene Wort das am meisten verbreitete Kommunikationsmittel. Die Entwicklung von Fernsehen und Computern in ihren verschiedenen Formen ersetzt das Papier nicht.



Papiere für Verpackungszwecke

Papier, Karton und Pappe zählen zu den am meisten verbreiteten Verpackungsmaterialien. Sie sind stabil, bieten Schutz und sind gleichzeitig leicht, flexibel und wirtschaftlich. Mit ihnen lässt sich alles verpacken: Nahrungsmittel und Getränke, Medikamente und Smartphones. Der stabile braune Wellkarton und die Faltschachtel sind für die Verpackung von vielen Produkten unverzichtbar und spielen eine bedeutende Rolle im Welthandel. Sie bieten Schutz und garantieren als hochwertige Papier- und Kartonverpackungen die werbewirksame Präsentation der meisten Produkte in den Regalen der Geschäfte.



Hygienepapiere

Bei Hygienepapieren handelt es sich hauptsächlich um Produkte aus Tissuepapier wie Küchenrollen, Kaffeefilter, Papiertaschentücher und Toilettenpapier. In diesem Bereich sind Papierprodukte in den letzten Jahren an die Stelle anderer Materialien getreten, da Papier leichter, saugfähiger und praktischer ist.



Spezialpapiere

Die Gruppe der Spezialpapiere umfasst zahlreiche Papiersorten für technische und spezielle Anwendungen. Die Spannweite reicht vom Etikettenpapier über den Luftfilter zum Kondensatorpapier oder vom Teebeutelfilter und Fotopapier bis hin zur Hartpappe für Abdeckungen im Auto.

Papier – Industrie- und Naturprodukt

Papier – Industrie- und Naturprodukt



Jede industrielle Produktion, also auch die Papierherstellung, ist mit Umweltbelastungen verbunden. Diese Belastungen so gering wie möglich zu halten, ist eine wichtige Aufgabe für die Unternehmen der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie. Der Werkstoff Papier besteht aus natürlichen, nachwachsenden Rohstoffen und wird in einem funktionierenden Kreislaufsystem hergestellt, genutzt und wiederverwertet.

Die Elemente des Kreislaufsystems Papier sind:

- ▶ **Nachhaltige Waldbewirtschaftung:** Der Wald wird so genutzt, dass nicht mehr Holz eingeschlagen wird als nachwächst und die ökologische Funktion des Waldes gewahrt bleibt. In der Regel nutzt die Papierindustrie Durchforstungsholz.
- ▶ **Holzreste-Verwertung:** Die Papierindustrie nutzt das Holz, das nicht als Schnittholz genutzt werden kann bzw. Sägewerksnebenprodukte.
- ▶ **Recycling von Papier:** Die Papierindustrie produziert seit jeher ein recyclingfähiges Produkt.
- ▶ **Reduzierter Wassereinsatz:** Die Papierindustrie entwickelt die Verfahren zur Abwassersäuberung, zur Wasserrückgewinnung und seiner Mehrfachnutzung ständig weiter und verfügt heute über weitgehend geschlossene Kreisläufe.
- ▶ **Bindung von CO₂:** Das im Papier gebundene Kohlendioxid ist Teil eines geschlossenen Kreislaufs.



Die Ressource Holz nutzen

Papier – Industrie- und Naturprodukt



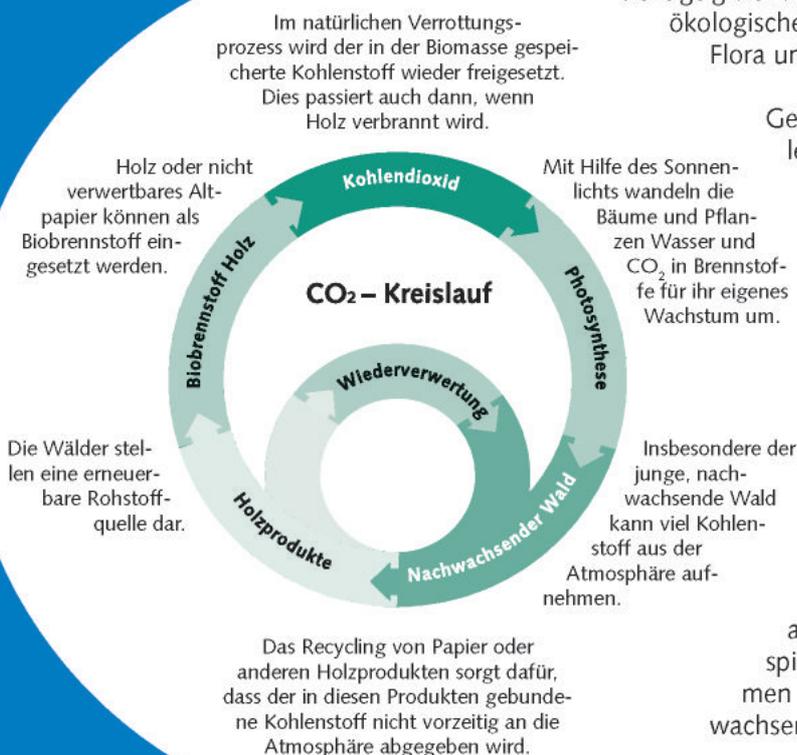
Zur Vorbereitung bzw. Vertiefung dieser Arbeitseinheit können Umweltberichte verschiedener Unternehmen angefordert werden und im Unterricht besprochen werden.

Papier ist ein biologisch abbaubares Produkt aus einer nachwachsenden Rohstoffquelle: Holz. Holz wird seit etwa 150 Jahren als Rohstoff für die Papierherstellung eingesetzt und ist für die industrielle Produktion ein unverzichtbarer Rohstoff. Der Wald dient jedoch nicht nur als Rohstoffquelle sondern hat noch eine Reihe anderer wichtiger Funktionen zu erfüllen.

**Überlegt, welche Funktionen die Wälder haben.
Notiert Eure Ergebnisse:**

Eine nachhaltige und umweltbewusste Forstwirtschaft berücksichtigt gleichermaßen die wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Interessen und sorgt für den Schutz von Flora und Fauna in dem betreffenden Waldgebiet.

Gesunde Bäume entnehmen der Luft Kohlendioxid (CO₂) und verwenden es für ihren Wachstumsprozess. Alle Pflanzen haben die einzigartige Fähigkeit, Sonnenlicht, Wasser, einige Mineralien und CO₂ als Hauptbestandteile für ihr Wachstum zu nutzen. **Gesunde Wälder binden in hervorragender Weise Kohlendioxid und erzeugen Sauerstoff.** Sie stabilisieren außerdem das Gleichgewicht zwischen Klima und Wasser und verhindern Bodenerosionen. Die Papier- und Zellstoffindustrie, einschließlich der neuen Anpflanzungen, die den zukünftigen Bedarf decken sollen, gleicht insgesamt ihre eigenen CO₂-Emissionen aus. Eine wichtige Rolle in diesem Kreislauf spielen das Fällen von ausgewachsenen Bäumen und das Ersetzen durch junge Bäume, da wachsende Bäume das meiste CO₂ absorbieren.



Alte und frische Fasern fürs Papier



Altpapier ist mit einer Einsatzquote von rund 74 Prozent mengenmäßig der wichtigste Rohstoff für die Papierherstellung in Deutschland. Viele Papiersorten bestehen bereits zu 100 Prozent aus Altpapier, z. B. Zeitungsdruckpapiere, Hygienepapiere oder Karton und Pappe. Altpapier kann aber nicht beliebig oft und in unbegrenzten Mengen eingesetzt werden.

Der Grund: Es hängt von den gewünschten Eigenschaften des Neupapiers ab, ob und in welchem Umfang Altpapier als Faserstoff genutzt werden kann. So kann es bei manchen Papier-, Karton- oder Pappesorten erforderlich sein, neben den Recyclingfasern größere Mengen von frischen Fasern in Form von Holz- oder Zellstoff einzutragen. Bei anderen Papiersorten reicht es, dass die eingesetzte Altpapiermischung weitgehend aus gebrauchten Papieren und Kartons besteht, die einen hohen Frischfaseranteil haben. Wichtig ist, dass Altpapier möglichst **sortenrein und ohne Verunreinigungen** gesammelt wird.

Bei der aufwändigen Aufbereitung von Altpapier gehen zwangsläufig Fasern verloren. Außerdem büßen sie an Qualität ein. Daher müssen immer wieder frische Fasern in den Papierkreislauf eingeschleust werden.

Überlegt welche Papiersorten zusammen gesammelt werden können. Schreibt die Papiersorten auf!

14

Arbeitsblatt 14:

Papierrecycling und sorgsamer Umgang mit Papier

Papier – Industrie- und Naturprodukt



Bevor Altpapier für die Produktion von neuem Papier, neuem Karton oder neuer Pappe eingesetzt werden kann, sind eine Reihe von Arbeitsschritten notwendig. Dabei sollen die Fasern so wenig wie möglich beschädigt werden und ihre ursprünglichen Eigenschaften weitgehend erhalten bleiben. Die in der Papier-, Karton- und Pappeindustrie üblichen Verfahren zur Aufbereitung von Altpapier umfassen im Wesentlichen die folgenden Stufen: Das Altpapier wird zunächst **unter Zugabe von Wasser in seine Fasern aufgelöst**. Die dabei entstandene Altpapiersuspension muss anschließend durch unterschiedliche Verfahren **gereinigt und von papierfremden Bestandteilen getrennt** werden. Für die Herstellung grafischer Recyclingpapiere muss vom Altpapier noch die **Druckfarbe entfernt** werden. In manchen Fällen ist auch noch eine **Bleiche des Altpapierstoffs** nötig. Dann zum Beispiel, wenn aus dem Altpapier wieder Neupapierqualitäten mit einer hohen Weiße hergestellt werden sollen. Die vom Altpapierstoff abgetrennten Fremdstoffe werden der Kläranlage zugeführt, zu Schlamm verdichtet, getrocknet und entweder stofflich oder thermisch verwertet.

Die Wiederverwertung von Altpapier ist also ein komplexer Vorgang. **Diskutiert vor diesem Hintergrund über die Vor- und Nachteile des Papierrecyclings.**

Ihr habt die Vorteile und die Einsatzmöglichkeiten des Werkstoffes Papier kennen gelernt. Ihr kennt die Umwelteinwirkungen des Produktionsprozesses. **Diskutiert vor diesem Hintergrund, wie man den Werkstoff Papier sorgsam nutzen kann. Schreibt Eure Ideen auf.**

Gestaltet mit Euren Ideen Plakate für einen sorgsamen Umgang mit Papier.

Geschichten vom Papier

Geschichten vom Papier



Wie alles begann

Die ältesten von Menschen überlieferten Dokumente sind Ritzzeichnungen auf Knochen und Steinen sowie über 15000 Jahre alte Felsmalereien. Über Jahrtausende diente Stein als dauerhaftes Material zur Überlieferung von Gemälden, wichtigen Gesetzen und anderen Informationen. Später wurden auch Wachs-, Holz- und Metalltafeln beschrieben.



Die Chinesen waren es schließlich, die neue Möglichkeiten für ein nutzbares Schreibmaterial erfanden: Sie zerstampften Fasern von Maulbeerbast, Bambus, Chinagrass, Hanf oder Reste alter Gewebe in einem Bottich, vermengten die Masse mit Wasser und schöpften den so gewonnenen Brei mit Hilfe von Bambussieben als Faservlies sorgsam ab, das sie an der Sonne trocknen ließen. **Der chinesische Hofbeamte Tsai Lun berichtete 105 n. Chr. seinem Kaiser Ho Ti als erster von dieser Technik des Papiermachens.**

Das Kaiserhaus verhängte ein striktes Geheimhaltungsgebot über diese Methode. Und so gelangte erst im siebten Jahrhundert die Papiermacherskunst durch buddhistische Mönche über die Grenzen des damaligen Chinas nach Japan und Korea.



Ein lang gehütetes Geheimnis

Es dauerte bis 751 n. Chr. bevor der europäische Kulturkreis von der Papierherstellung Kenntnis bekam. Chinesische Kriegsgefangene eines arabischen Heeres gaben das Geheimnis preis und mussten im Dienste der Araber ihre Papiermacherskunst ausüben. Aus der arabischen Welt breitete sich die Papiermacherskunst im Zuge der Eroberungskriege zuerst nach Afrika, schließlich auch nach Europa, in den arabisch beherrschten Teil Spaniens aus. Heimkehrende Kreuzritter sorgten im 13. Jahrhundert dafür, dass sich das Wissen um das Papiermachen in Europa zunächst über Italien und Frankreich ausbreiten konnte.



Alle wollen Papier

Geschichten vom Papier



1390 produzierte Ulman Stromer in der Gleismühle bei Nürnberg das erste Papier in Deutschland. Bereits 1690 entstand die erste Papierfabrik Amerikas in Germantown, wenige Jahre nach der ersten großen Auswanderungswelle von Europa in die Neue Welt.

Besonders stark entwickelte sich der Bedarf nach Papier zur Zeit der Renaissance. In dieser Epoche (14.-16. Jahrhundert) vollzog sich ein gewaltiger Umbruch im Lebensgefühl der Menschen. Der geistige Aufbruch wäre ohne das Papier als Träger der neuen Ideen nicht denkbar gewesen.

Um 1445 setzte Johannes Gutenberg als erster Europäer eine Buchseite aus beweglichen Lettern zusammen und revolutionierte damit die Drucktechnik.



Damit war der Weg beschritten, Wort und Bild in kürzester Zeit zu reproduzieren und in alle Welt zu vertreiben, was schließlich schon Ende des 16. Jahrhunderts in das Erscheinen erster illustrierter Zeitungen münden sollte.

Die Papiermacher kamen in dieser Zeit dem Bedarf der Drucker kaum nach. Als das Papier noch handwerklich hergestellt wurde, schuf ein Geselle am Tag gerade dreihundert Bögen des begehrten Materials. Die Mühlen arbeiteten ohne Unterlass. Die steigende Nachfrage nach Papier stellte die Papiermacher jedoch vor ein Problem. Die in der europäischen Papierherstellung ausschließlich verwandten Lumpen und Hadern reichten nicht mehr aus, den Rohstoffbedarf zu decken.



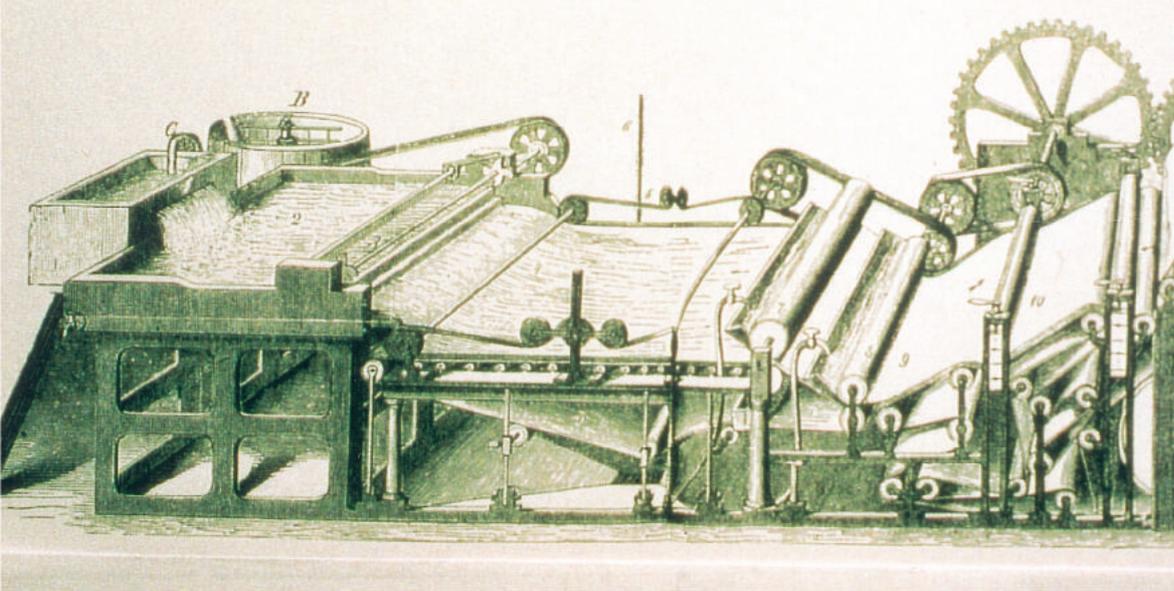
Es wurden Wege gesucht, aus gebrauchtem Papier wieder neues herzustellen. **Die älteste Erwähnung von Altpapier als Rohstoff findet sich in einem venezianischen Ratsbeschluss des Jahres 1366**, wonach erlaubt wurde, „Papierspäne von Linnenpapier“ von Venedig aus an eine Papierfabrik in Treviso „auszuführen“.

Im 18. Jahrhundert gelang es nicht mehr, den wachsenden Papierbedarf durch die Gründung immer neuer Mühlen aufzufangen. Der Franzose Louis Robert erfand 1799 die erste Papiermaschine, die vor allem den Schöpfvorgang mechanisierte. Bis zum Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts wurden Bütten- und Maschinenproduktion parallel angewendet.



Die lange Suche...

Geschichten vom Papier



... nach dem geeigneten Rohstoff

Im 18. Jahrhundert war es Stand der Technik, für die Herstellung von Papp und Altpapier einzusetzen. In den Enzyklopädien dieser Zeit finden sich Beschreibungen über die Herkunft des Altpapiers und über die Technik seiner Verarbeitung. Es wurde intensiv nach Möglichkeiten geforscht, wie man anstelle des Umwegs über die Lumpen und Hadern gleich die Pflanzenfaser zur Papierherstellung verwenden konnte. Im Jahr 1843 gelang es schließlich dem sächsischen Weber Friedrich Gottlob Keller, durch Schleifen Fasern aus Nadelholz zu erschließen. Diese Erfindung brachte der Papierindustrie den neuen, nachwachsenden Rohstoff Holz und machte sie unabhängig von den Textilfasern.

Papier in unserer Welt An dem Prinzip der Papierherstellung, wie es die Chinesen vor rund 2.000 Jahren erfanden, hat sich bis heute nichts geändert. Revolutioniert haben sich aber die Maschinen und Technologien, die heute eine effiziente und umweltverträgliche Papierherstellung ermöglichen. 3.000 Papiersorten werden heute in Deutschland hergestellt. Die Spannbreite reicht von A wie Aquarellpapier bis Z wie Zeitungsdruckpapier.

Zeitleiste

Zeitleiste

Geschichten vom Papier



105 n. Chr.

Der chinesische Hofbeamte Tsai Lun beschreibt als erster die Technik des Papiermachens.

751

Chinesische Kriegsgefangene eines arabischen Heeres gaben das Geheimnis des Papiermachens preis und machten die Technik so auch im europäischen Kulturkreis bekannt.

1282

Das älteste Wasserzeichen stammt aus Fabriano in Italien.

1390

Ulman Stromer errichtet in Nürnberg unter dem Namen Gleismühl die erste Papiermühle in Deutschland.

1711

Erfindung des Holländers, der statt des Stampfprinzips das Walzprinzip bei der Faseraufbereitung nutzt.

1774

Dr. Justus Claproth bringt das erste Buch über Papierrecycling heraus: „Eine Erfindung aus gedrucktem Papier wiederum neues Papier zu machen.“

1843

Der sächsische Webermeister Friedrich Gottlob Keller führt Experimente durch, bei denen er Holz unter Zugabe von Wasser unter Druck an einen rotierenden Schleifstein presste und dabei Faserstoff gewann.

1851

Erstmalige Herstellung von Zellstoff durch die Chemiker Hugh Burgers und Charles Watt.

1906

In San Francisco wird die erste Milchtüte aus Papier hergestellt.

1925

1925 lag die Altpapiereinsatzquote bei rund 10 Prozent. Heute werden rund 74 Prozent eingesetzt.

1990

Seit Ende der 80er Jahre wird in Deutschland keine Elementarchlorbleiche mehr vorgenommen. Die Bleiche mit Chordioxid beim ECF-Zellstoff und mit Sauerstoff und Sauerstoffverbindungen beim TCF-Zellstoff hat sich seitdem vor allen in Europa durchgesetzt.

2005

Rund 2 Milliarden Postsendungen erreichen über Zusteller die Kunden in Deutschland. Tendenz steigend.

1144

Erste Papiermühle in Spanien

1246

Älteste erhaltene Papierhandschrift in Deutschland: Ein Registerbuch des Passauer Domdechanten Beheim, geschrieben auf italienischem Papier.

1445

Gutenberg erfindet die Buchdruckkunst mit variablen Lettern, für die er zunächst Papier aus Italien einsetzt.

1590

Ende des 16. Jahrhunderts existieren in Deutschland 190 Papiermühlen.

1785

In Paris erfindet der Chemiker Berthollet die Bereitung von Chlorgas aus Kochsalz, konzentrierter Schwefelsäure und Braunstein. Er empfiehlt dessen Anwendung für die Bleiche von Hadern für die Papierherstellung.

1799

Erstes Patent für eine Papiermaschine von Nicolas Louis Robert. Diese Papiermaschine ersetzte drei bis vier Schöpfbüten.

1871

In den USA wird vom erstmaligen Gebrauch von Toilettenpapier in Rollenform berichtet.

1872

Gründung des Verbandes Deutscher Papierfabriken

1945

Im Potsdamer Abkommen legen die Siegermächte des Zweiten Weltkrieges einen Pro-Kopf-Verbrauch von sieben Kilogramm fest.

1968

Inbetriebnahme des ersten Duo-Formers, der eine wichtige Verbesserung für die Doppelseitblattbildung bedeutete.

2010

Laut einer Studie der Welternährungsorganisation FAO wird der weltweite Papierbedarf jährlich um drei Prozent steigen.

2015

Die Papierindustrie feiert 625 Jahre Papier in Deutschland



Museen

Museen



Deutsches Museum

Museumsinsel 1
80538 München
Telefon: 089 2179-1
E-Mail: info@deutsches-museum.de
Internet: www.deutsches-museum.de



Rheinisches Industriemuseum

Papiermühle Alte Dombach
Kürtener Str.
51465 Bergisch Gladbach
Telefon: 02202 93668-0
E-Mail: sabine.schachtner@lvr.de
Internet: www.rim.lvr.de



Westfälisches Freilichtmuseum Hagen

Mäckingerbach
58091 Hagen
Telefon: 02331 7807-0
E-Mail: freilichtmuseum-hagen@lwl.org
Internet: www.freilichtmuseum-hagen.de



Papiermuseum Düren

Wallstr. 4-8
52349 Düren
Telefon: 02421 252-313
E-Mail: info@leopoldhoeschmuseum.de
Internet: www.leopoldhoeschmuseum.de

Weitere Museen siehe www.vdp-online.de.

Bildnachweis

Impressum

Bildnachweis

Charlotte Steiner Titel, 32

Danetzki & Weidner, Rheinbreitbach 6, 9, 12, 13, 16, 18, 28, 31

Landesbildstelle Westfalen 14, 33

UPM 17, 24

Stephan Wieland 27

Voith Paper, Heidenheim 20, 21

Papierfabrik Palm, Werk Wörth PM VI 19

Jan Bartsch 29, 30

Staatliche Sammlung ägyptischer Kunst, München 33

Deutsches Museum, München 35, 38

Papiermuseum Düren 38

Westfälisches Freilichtmuseum Hagen 38

Rheinisches Industriemuseum 38

Herausgeber:

DIE PAPIERINDUSTRIE
Gertraudenstraße 20
10178 Berlin
Telefon: +49 30 / 92100609-0
E-Mail: info@papierindustrie.de
Internet: www.papierindustrie.de
Verantwortlich:
Gregor Andreas Geiger M. A.

Gestaltung: Jan Bartsch Grafikdesign, www.janbartsch.de

Wir danken dem Verband der Schweizerischen Zellstoff-, Papier- und Kartonindustrie für die Überlassung des Konzepts der Broschüre „Papier – einfach faszinierend“.

