

Infomappe Papier



Papier hat viele Seiten

Abfallberatung Landkreis Tübingen
Wilhelm-Keil-Str. 50
72072 Tübingen
Tel. 07071 / 207 -1310 bis -1315

Inhaltsverzeichnis

	Seite	Anzahl Seiten
1. Allgemeine Informationen rund ums Papier		
1.1 Die Geschichte des Papiers	4	(5)
1.2 Wo begegnet uns Papier im Alltag	9	(1)
• Papierhauptsortierung		
1.3 Papierverbrauch	10	(1)
• Der Papierverbrauch in Deutschland im Wandel der Zeit		
• Der Papierverbrauch ausgewählter Länder		
1.4 Die zwei Wege der Papierherstellung	11	(5)
• Vergleich Fasergewinnung aus Holz und Altpapier		
• Industrielle Papierherstellung		
• Ökobilanz Frischfaserpapier / Recyclingpapier		
1.5 Die unterschiedlichen Verfahren der Zellstoffbleiche	16	(1)
• Chlor		
• ECF elementar chlorfrei		
• TCF total chlorfrei		
1.6 Papierlabel und ihre Kriterien	17	(2)
1.7 Die häufigsten Vorurteile gegen Recyclingpapier	19	(2)
1.8 Wald ist nicht gleich Wald	21	(2)
• Urwald – Wirtschaftswald – Plantage		
1.9 Papier als globales Wirtschaftsgut	23	(2)
2. Unterrichtsbausteine rund ums Papier		
2.1 Kreative Papierwerkstatt		
2.1.1 Bau eines Schöpfsiebes	25	(2)
2.1.2 Recyclingpapier selbst geschöpft	26	(2)
2.1.3 Direktrecycling: Herstellung von Briefumschlägen aus Kalenderblättern, Straßenkarten, Postern	28	(2)
2.1.4 Papierperlen	30	(1)
2.1.5 Glückwunschkarten	31	(1)
2.2 Papierlabor		
2.2.1 Station I: Faserrichtung des Papiers	32	(2)

2.2.2 Station II: Papierfasern unter dem Mikroskop	34	(1)
2.2.3 Station III: Eigenschaften und Wahrnehmung von Papier	35	(1)
2.3 RechenkünstlerInnen	36	(2)
3. Literaturliste	38	(2)

1.1 Die Geschichte des Papiers

Der Begriff Papier stammt vom ägyptischen Wort „Papyrus“, einem schilfartigen Sumpfgewächs, das in Ägypten bereits 5000 v. Chr. als Schreibgrundlage verwendet wurde.

Die Technik der Papierherstellung wurde zuerst in China im Jahr 105 n. Chr. aufgezeichnet. Man geht aber davon aus, dass damit eine bereits seit langem bekannte Kunst/Technik festgehalten wurde und das Wissen um das Papiermachen noch viel älter ist.

In Europa wurde bis Mitte des 13. Jhd. auf aus Tierhäuten gefertigtem Pergament geschrieben. Das Wissen der Papierherstellung aus Lumpen wanderte entlang der arabischen Handelswege von China über Nordafrika nach Europa. 1390 wurde in der Gleismühle in Nürnberg das erste Papier in Deutschland produziert.

Bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts wurde Papier ausschließlich aus Hadern (Lumpen, meist abgetragene Kleidung) hergestellt. Da die vorhandenen Rohstoffe den Bedarf bald nicht mehr decken konnten, musste ein anderes Ausgangsmaterial gefunden werden: Im Jahr 1843 kam der Weber Friedrich Gottlob Keller auf die Idee, aus Holzschliff und Wasser einen Faserstoff für die Papierproduktion herzustellen. Die industrielle Papierproduktion konnte beginnen.

Zeittafel zur Geschichte des Papiers

105 n. Chr.	Der chinesische Hofbeamte Tsai Lun beschreibt als erster die Technik des Papiermachens.
13. Jhrd. n. Chr.	Italien (Genua, Fabriano) entwickelt sich zum führenden Zentrum der europäischen Papierherstellung. Rohstoffe sind vor allem Lumpen mit einer Leimung aus tierischem Horn.
1390	Ulmann Stromer errichtet in Nürnberg die erste Papiermühle Deutschlands unter dem Namen Gleismühle.
1445	Johannes Gutenberg erfindet die Buchdruckkunst mit beweglichen Lettern
1609	in Deutschland erscheint die erste Zeitung
1680	Erfindung des „Holländers“ (Lumpenmahlmaschine), der statt des Stampfprinzips das Walzprinzip bei der Faseraufbereitung nutzt.
1716 - 1840	Versuche mit verschiedensten Ersatzstoffen, da Lumpen immer knapper werden: Hanf, Blätter, Holz, Stroh usw.
1719	A. Réamur (Frankreich) beschreibt die Papierherstellung der Wespen aus Holz: sein Vorschlag, wie die Wespen Holz für die Papierherstellung zu nutzen, bleibt unbeachtet.

1774	Dr. Justus Claproth bringt das erste Buch über Papierrecycling heraus: „Eine Erfindung aus gedrucktem Papier neues Papier zu machen“.
1799	Nicolas Louis Robert erfindet in Frankreich die Papiermaschine und meldet sie zum Patent an. Diese Maschine ersetzt drei bis vier Schöpfungsbütten
1843	Der sächsische Webermeister Friedrich Gottlob Keller führt Experimente durch, bei denen er Holz unter Zugabe von Wasser unter Druck an einen rotierenden Schleifstein presst, und dabei Faserstoff gewinnt.
1843/44	Entwicklung des Sulfitverfahrens zur Herstellung von Holzzellstoff (B.C. Tilgham, Amerika; C.D. Ekman, Schweden)
1904	Erfindung des Offset-Druckverfahrens
1910	Erfindung des Tiefdruckverfahrens
1959	Der erste vollautomatische Kopierer kommt auf den deutschen Markt
1975	Die ersten grafischen Papiere werden aus „Altpapier“ hergestellt
1989	Das erste 100 % chlorfrei gebleichte Kopierpapier kommt auf den Markt

Quelle: Unterrichtsmaterialien Papier, Maué, Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft Natur- und Umweltbildung e. V. (ANU) ; Papier im Büroalltag, www.initiative-papier.de

Papier im Wandel der Zeit

1	Knochen und Höhlenbilder
	Papier gab es nicht immer, wohl aber das Bedürfnis, Informationen festzuhalten. Als die Menschen noch in Höhlen lebten, bemalten sie die Wände mit Erdfarben. Wissenschaftler fanden Ritzungen auf Steinen, Knochen und Felsmalereien, die über 15 000 Jahre alt sind. Früher schrieben die Menschen auf allem, was einigermaßen haltbar war: Knochen, Baumrinden, Schildkrötenpanzer, auf Ton und auf den Mauern und Säulen ihrer Tempel.
2	Römer
	Die Römer meißelten mühsam Buchstaben in Stein. Sie verwendeten aber auch Bienenwachstafeln. Wenn man das Wachs glättete, konnte man die Tafeln neu beschreiben.
3	Pergament
	Die Bewohner der Stadt Pergamon in Kleinasien haben das Pergament erfunden. Das Pergament wurde aus den getrockneten Fellen von Kälbern, Ziegen, Schafen und Gazellen hergestellt. Die Felle wurden auf Rahmen gespannt und die Haare abgeschabt. Dann wurde die Haut mit Bimsstein geglättet. Das glatte Pergament konnte von beiden Seiten beschrieben werden. Aus Pergament wurden die ersten Bücher hergestellt.

	Pergament wurde mehrfach beschrieben. Die Tinte wurde von dem beschriebenen Pergament abgekratzt und neu beschrieben.
4	Verarbeitung der Papyruspflanze
	- Schon 3000 Jahre v. Chr. stellten die Ägypter Papyrus her. - Aus den Papyruspflanzen wurden lange Schreibrollen hergestellt, auf die die Schreiber die Hieroglyphen schrieben. - Von dem ägyptischen Papyrus hat das Papier seinen Namen.
5	Die Wespen und Hornissen
	- Die ersten „Papiermacher“ waren die Wespen. Ihre Nester sind aus einer Art Karton gebaut. Um diese Nester zu bauen, reißt die Wespe kleine Holzstücke z. B. aus morschen Hölzern und weicht sie mit Speichel zu einem Brei auf. - Man vermutet, dass sich die Chinesen die Kunst der Papierherstellung bei den Wespen abgeschaut haben.
6	Die Chinesen
	- Seit über 2000 Jahren stellen die Chinesen Papier her. Die Chinesen entwickelten dabei eine völlig neue Methode. Sie verwendeten einen Brei aus Fasern des Maulbeerbaumes, aus Chinagrass, Hanf, Resten alter Gewebe und Bambus. Aus dem Papierbrei wurden Blätter geschöpft, die dann gepresst und getrocknet wurden. An dieser Urform des Papiermachens hat sich trotz industrieller Herstellung bis heute im Prinzip nichts verändert. Alten Überlieferungen zufolge war der Chinese Tsai Lun der Erste, der dem Kaiser im Jahr 105 n. Chr. die Kunst des Papiermachens präsentierte. - Über viele Jahre bewahrten die Chinesen ihr Geheimnis für sich. Um 750 n. Chr. geriet ein chinesischer Papiermacher in arabische Gefangenschaft. So lernten die Araber die Kunst der Papierherstellung. Bald besaßen die arabischen Herrscher die größten Bibliotheken der Welt. - Die Technik des Papiermachens breitete sich über Afrika in den islamisch beherrschten Teil Spaniens aus. - Ein reger Kulturaustausch zwischen der islamischen und christlichen Religionsgemeinschaft begann. Dadurch wurde auch die Papiermacherkunst verbreitet. - Die erste europäische urkundlich erwähnte Papiermühle wurde 1144 n. Chr. in Xativa in Spanien errichtet. Von hier aus breitete sich die Papiermacherkunst im 16. Jahrhundert in ganz Europa aus. - 1390 produzierte der „Ulmann Stromer“ in der Gleismühle in Nürnberg das erste Papier in Deutschland
7	Lumpenverarbeitung
	- Mitte des 14. Jahrhunderts stieg der Bedarf an Papier rasant an. Bis um 1850 wurde Papier fast ausschließlich aus Lumpen hergestellt, die auch als Hadern bezeichnet wurden. In den folgenden Jahrzehnten verdrängten Holz und Stroh allmählich die Textilien als Rohstoff.

	- Der Lumpensammler zog über die Dörfer, kaufte alte Lumpen auf und verkaufte diese an die Papiermühlen weiter. Als Lumpen eignen sich Textilien pflanzlicher Herkunft (Leinen und Baumwolle), tierische Fasern wie Seide und Wolle sind ungeeignet. - Lumpen waren ein rarere Rohstoff. Um in einer Schöpfbütte einen ganzen Tag Papier produzieren zu können, wurden 150 Pfund Lumpen benötigt, in einem Jahr waren das 45.000 Pfund Lumpen. Da die Menschen zu dieser Zeit nicht so viel Kleidung besaßen, benötigte man die abgetragene Kleidung von ca. 15.000 Menschen. - In der Lumpenkammer arbeiteten hauptsächlich Frauen und Kinder. Hier wurden die Lumpen mit Messern zerkleinert, Haken, Knöpfe, Ösen wurden entfernt und die Stoffe nach Farben und Stoff Art sortiert. Die Arbeit in der Stoffkammer war unangenehm und ungesund. Der entstehende Staub verursachte Atemwegserkrankungen. Oft kam es zu Schnittverletzungen und Infektionen. Eine typische „Haderkrankheit“ war der Milzbrand, der zum Tode führen konnte. - Die in Streifen geschnittenen Lumpen wurden sortiert und in der Bütte in Wasser eingeweicht. Schwere Hämmer zerstampften die Lumpen zu kleinen Fasern. - Heute wird hadernhaltiges Papier nur noch in geringen Mengen produziert. Die hadernhaltigen Papiere enthalten in der Regel „Linters“, das sind die kurzen Samenhaare der Baumwolle. Linters und Hadern machen das Papier besonders alterungsbeständig. Dieses Spezialpapier wird z. B. für Banknoten, Urkunden und Dokumente verwendet.
8	Neue Drucktechniken und Forschung nach neuen Rohstoffen
	- Im Mittelalter waren Bücher selten und teuer. Sie wurden meistens von Mönchen per Hand geschrieben. Johannes Gutenberg revolutionierte die Drucktechnik, als er im Jahr 1450 die ersten Bleiletern und die Druckmaschine erfand. Bücher konnten nun in kürzerer Zeit und in größerer Auflage hergestellt werden. - Die erste Tageszeitung wurde 1650 in Leipzig verlegt. Ende des 16. Jahrhunderts erschien die erste illustrierte Zeitung. - Die Nachfrage nach Papier stieg um ein Vielfaches. - Lumpen als Rohstoff reichten nicht mehr aus. Lange verwendete man auch Stroh für die Papierherstellung. - Immer intensiver wurde nach neuen Rohstoffen geforscht. Im Jahr 1843 gelang es dem sächsischen Weber Friedrich Gottlob Keller, Fasern aus Nadelholz durch Schleifen zu erschließen (Holzschliff). Diese Erfindung machte die Papierherstellung unabhängig vom Einsatz der Textilien als Papierrohstoff. - Damit war die Möglichkeit geschaffen Papier in großen Mengen herzustellen. - Heute werden in Deutschland täglich über 25 Millionen Tageszeitungen gedruckt. - Jahr für Jahr kommen 70.000 Bücher auf den Markt.

9	Arbeit an der Bütte
	- Mit Schöpfsieben schöpfen die Papiermacher das Papier aus der Bütte. - Wenn das Wasser abgelaufen ist, wird es zwischen Filzmatten gelegt und gepresst. - Zum Schluss wird es zum Trocknen an die Leine gehängt. - Auch heute wird handgeschöpftes Büttenpapier auf diese Weise hergestellt. - Wie viele Bögen Papier ein Schöpfer pro Tag produzieren konnte, hing von der Größe und der Qualität des Papierbogens ab. Die Menge lag zwischen 3.000 und 5.000 Blatt, d.h. alle 6 bis 14 Sekunden ein Bogen bei einem Arbeitstag von 10 -12 Stunden. - Auf edlen Papieren ist oft das Wasserzeichen der Papierfirma, in der sie hergestellt wurden, zu sehen. An dieser Stelle ist ein Draht auf dem Sieb angebracht. Dadurch ist das Papier an dieser Stelle dünner und durchscheinend. Jede Papierfabrik besitzt ihr eigenes Wasserzeichen. - Die Mischung in der Bütte, aus dem das Papier geschöpft wird, besteht zu mehr als 95 % aus Wasser. Bei der Papierherstellung wird viel Wasser verbraucht, weshalb die Papiermühlen und später auch die Papierfabriken in der Regel an geeigneten Gewässern (sauberes, gleichmäßig fließendes Wasser) gebaut wurden.

Quelle: Idee + Konzept /Übersicht über die Geschichte des Papiers von Agnes Dickmann; www.urgewald.de

1.2 Wo begegnet uns Papier im Alltag?

Aufgabe:

Die Schüler bekommen die Aufgabe, Produkte aus Papier zu sammeln und in den Unterricht mitzubringen.

In der Unterrichtsstunde wird auf den Fußboden mit Kreide (oder Seil) ein Kreisdiagramm der Papiersorten gezeichnet. Die Funktion, Eigenschaften, Altpapiereinsatz, Vermeidungsmöglichkeiten jeder Papiersorte werden dargestellt und die mitgebrachten Papierprodukte den Papiersorten im Kreisdiagramm zugeordnet.

Beispiele für Alltagspapiere

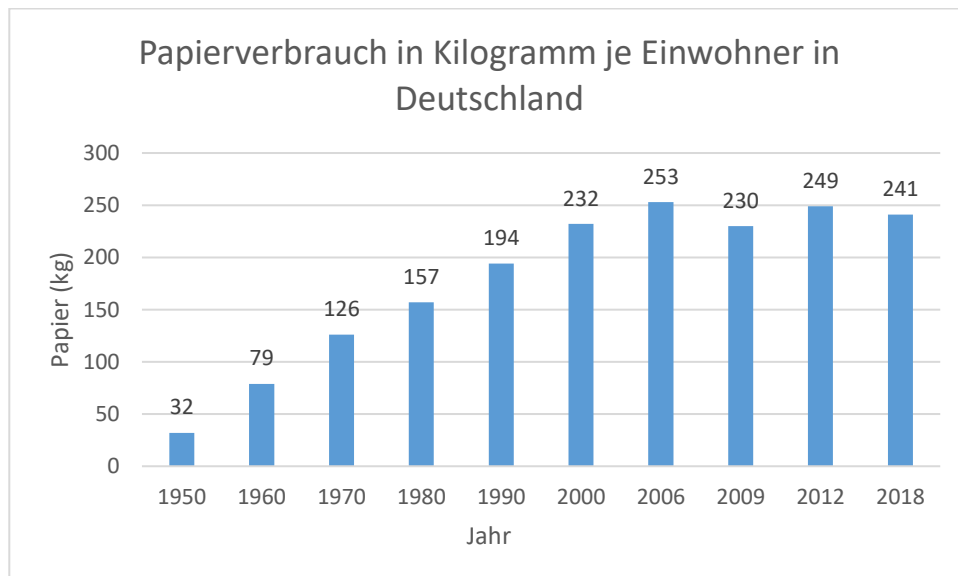
1. Grafische Papiere Zeitungen, Zeitschriften/Journale, Werbungen, Plakate/Poster, Hochglanzpapiere, Telefonbücher, Kalender, Schreibpapiere, Schreibblöcke, Druck- Kopierpapiere, Schulhefte, Postkarten, Ansichtskarten, Fahr-, Eintrittskarten, Briefumschläge, Briefmarken, Bücher, Luftpostpapier, Landkartenpapier, Kassenbons, Visitenkarten, Formulare, Gebrauchsanleitungen	2. Verpackungspapiere Pappteller, Pappbecher, Seidenpapiere, weiße Bäckertüten, braune Bäckertüten, Obsttüten, Schreibwarentüten, Papierereinkaufstüten, Einwickelpapiere, Geschenkpapiere (unbeschichtet), Bierdeckel, Schnellhefter, Wellpappen, Kartons, Faltschachteln, Getränkekartons, Butterbrotpapier aus Pergament
3. Technische Spezialpapiere Faxpapiere, Fotopapiere, Überweisungsträger, Kaffeefilter, Teebeutel, Schleifpapiere, Teerpappen, Backpapiere, Geschenkpapiere (beschichtet), Aufkleber	4. Hygienepapiere Papiertaschentücher, Küchentücher, Toilettenpapier, Kosmetiktücher, Windeln, Einmalwaschlappen, Papierhandtücher, Papiertischdecken, Servietten

1.3 Papierverbrauch

Der Papierverbrauch in Deutschland von 1950 bis heute

Der Papierverbrauch pro Einwohner stieg von 32 kg im Jahr 1950 um über 700 % auf 241 kg im Jahr 2018. Deutschland übertrifft mit seinem derzeitigen Jahresgesamtverbrauch die Länder der beiden **Kontinente Lateinamerika und Afrika** zusammengerechnet.

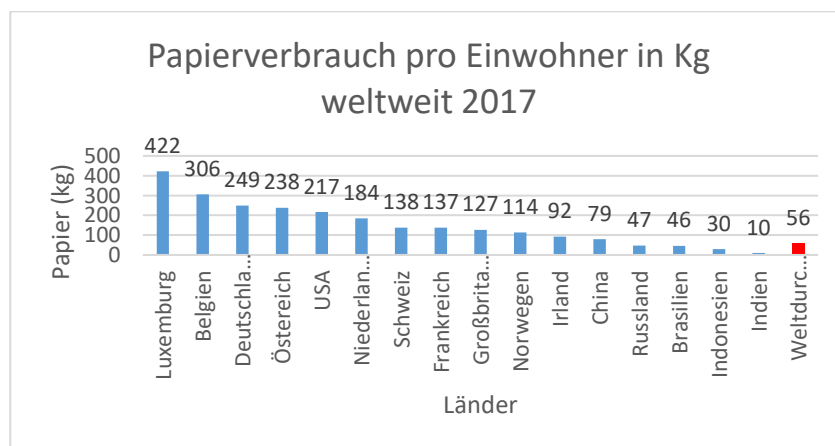
Papierverbrauch / EW [kg]



Quelle: vdp Kompass 2007, www.treffpunkt-recyclingpapier.de, vdp Papier 2019, S. 52, Berechnungen Robin Wood

Papierverbrauch ausgewählter Länder

Neben anderen Kennziffern aus dem Konsum-, Kultur- und Wirtschaftsbereich gelten die Verbrauchswerte von Papier als Indikator für den Lebensstandard, die Lebensqualität und die individuellen Freiräume.



Quelle: vdp 2019, S. 81, Berechnungen Robin Wood

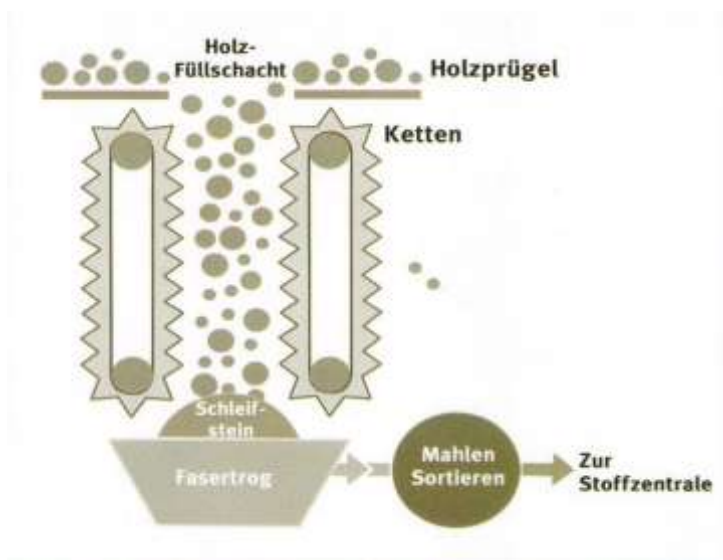
1.4 Die zwei Wege der Papierherstellung

Faserstoffherstellung aus Holz und Altpapier

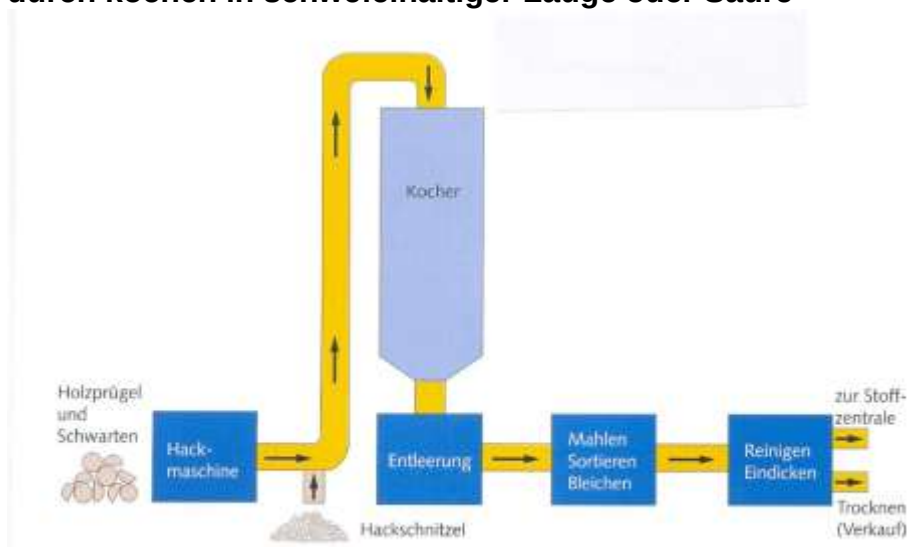
Holz		Altpapier								
Holz besteht etwa zur Hälfte aus Zellulosefasern, sie sind der wichtigste Grundstoff für die Papierherstellung. Wie ein Kitt liegen zwischen diesen weichen Fasern zwei Substanzen, das Lignin und die Hemicellulose. Sie sorgen für die Festigkeit des Holzes. Aber im Papier bereiten Sie Probleme. Lignin z. B. verfärbt sich an der Luft braun. Das Papier vergilbt.	Abb. 1 Anteile der Holzbestandteile <table border="1"><caption>Anteile der Holzbestandteile</caption><thead><tr><th>Bestandteil</th><th>Anteil</th></tr></thead><tbody><tr><td>Cellulose Faser</td><td>40% - 45%</td></tr><tr><td>Hemi-cellulose</td><td>25% - 30%</td></tr><tr><td>Lignin</td><td>25%</td></tr></tbody></table>	Bestandteil	Anteil	Cellulose Faser	40% - 45%	Hemi-cellulose	25% - 30%	Lignin	25%	Der Weg vom Altpapier zum Recyclingpapier beginnt z. B. mit der Altpapiersammlung in der Schule. Das Altpapier wird zuerst grob vorsortiert. Fremdstoffe wie Folie, Styropor usw. werden entfernt. Der Rest wird nach Papier und Pappe getrennt. Anschließend wird das Altpapier gepresst und zu den Recyclingpapierfabriken transportiert.
Bestandteil	Anteil									
Cellulose Faser	40% - 45%									
Hemi-cellulose	25% - 30%									
Lignin	25%									
Aus Holz gewonnene Frischfasern (primärer Rohstoff)		Altpapier (sekundärer Rohstoff)								
Holzschliff Einsatzquote 9 % in Deutschland	Zellstoff Einsatzquote 26 % in Deutschland	Altpapierbrei Einsatzquote 65 % in Deutschland								
Mechanische Fasergewinnung	Chemische Fasergewinnung	Mechanische Fasergewinnung								
Bei der mechanischen Aufbereitung werden entrindete Holzstämmen gegen einen Schleifstein gepresst. Dabei wird das Holz in seine Faserteile zerrissen. Die Fasern, die dabei entstehen, sind kurz und spröde. Deshalb lässt sich daraus	Bei der chemischen Aufbereitung wird das grob zerkleinerte Holz über mehrere Stunden in einer schwefelhaltigen Säure oder Lauge gekocht. Dabei werden Lignin und Hemicellulose herausgelöst und ausgeschwemmt. Übrig bleiben die Zellulosefasern (= der Zellstoff). Nadelbäume liefern Fasern bis zu 5 mm Länge, aus denen sich sehr reißfeste Papiere herstellen lassen. Die Fasern von Laubbäumen sind kürzer und werden z. B. zu Hygienepapieren verarbeitet. Nur die Hälfte des eingesetzten Holzes besteht aus Zellulose. So bleiben am Ende des Prozesses große Mengen an	Die Altpapierballen werden im „Pulper“ unter Zugabe von Wasser zu Brei aufgelöst. Grobe Teile, die sich nicht lösen z. B. Heftklammern, Kleberückstände oder „Fenster“ von Briefumschlägen werden herausgesiebt. Beim so genannten De-Inking werden die Druckfarben mit Seifenchemikalien von den Altpapierfasern abgelöst. Wenn nun Luftblasen durch								

kein reißfestes Papier herstellen. Der Vorteil liegt in der hohen Ausbeute. Mehr als 90 Prozent des Holzes können für die Papierherstellung genutzt werden.	Wasser zurück, die durch Holzreste und Chemikalien verunreinigt sind. Der Fachmann nennt diese Abwässer „Schwarzlauge“. In veralteten Anlagen wird diese giftige Brühe einfach in die Flüsse geleitet. In modernen Fabriken wird ein großer Teil der Chemikalien zurückgewonnen. Die Holzreste werden herausgefiltert, getrocknet und liefern dann den größten Teil der Energie für die Zellstoffherstellung.	den Faserbrei gepumpt werden, setzen sich die Farbpartikel daran fest und werden an die Oberfläche transportiert. Dort können sie als Schaum abgeschöpft werden. Der entwässerte und getrocknete Deinking-Schlamm wird verbrannt.
---	---	---

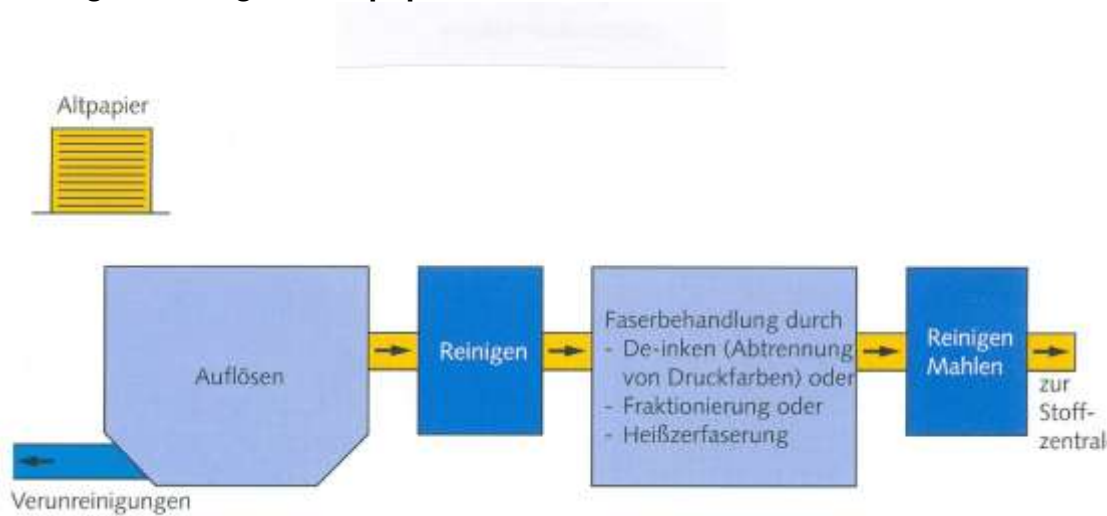
Fasergewinnung aus Holz Holzschliff – Mechanische Fasergewinnung



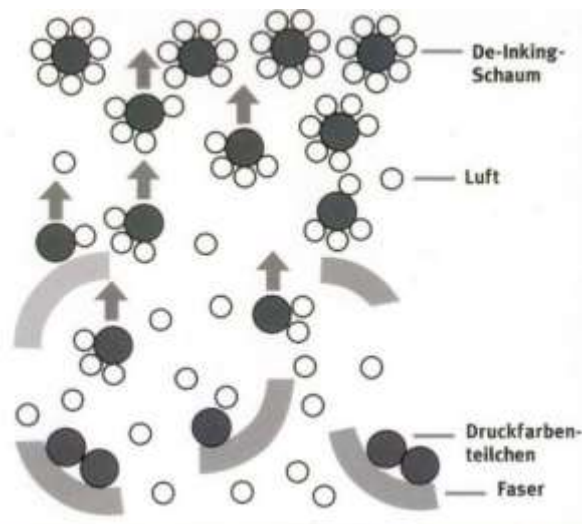
Zellstoff – Chemische Fasergewinnung durch kochen in schwefelhaltiger Lauge oder Säure



Fasergewinnung aus Altpapier



De-Inking – Abtrennung der Druckfarbe von den Altpapierfasern



Quelle Abbildungen: vdp (Verband Deutscher Papierfabriken) Projektkoffer; So entsteht Papier; Präsentation; www.vdp-online.de

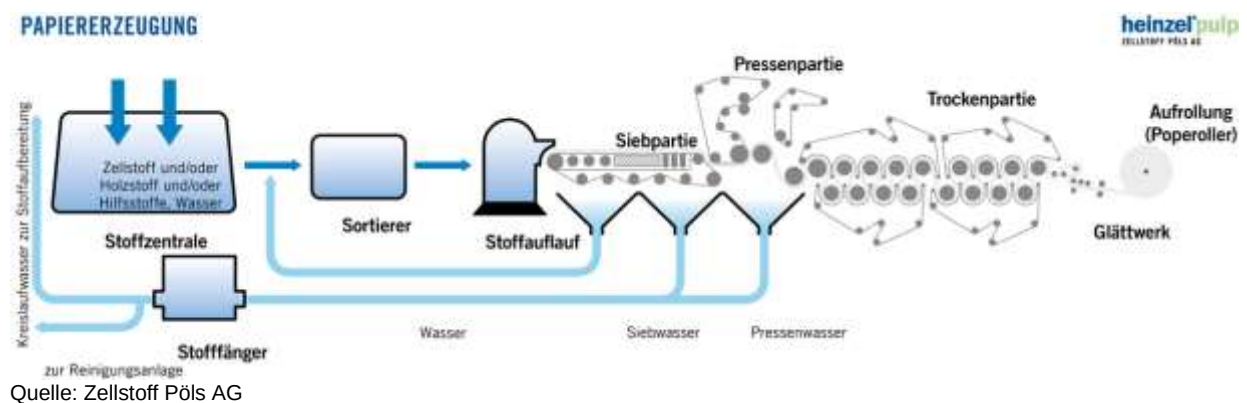
Industrielle Papierherstellung

Seit Beginn des 19. Jahrhunderts bestimmen die Langsiebmaschinen die Papierherstellung. Das Prinzip der Papierherstellung hat sich aber bis heute nicht verändert. Die Maschine besteht aus den drei Hauptelementen **Siebpartie**, **Presspartie** und **Trockenpartie**.

In der Firma Zanders in Bergisch Gladbach wurde 1889 die Langsiebmaschine „PM 4“ aufgestellt. Sie ist bis heute im Industriemuseum „Alte Dombach“ zu besichtigen. Der vorbereitete Papierbrei für die Papiermaschine besteht zu 98,5 – 99 % aus Wasser und zu 1,5 % aus Fasern. Der Brei läuft auf das Sieb. Das rund laufende Sieb bewegt sich vorwärts und wird dabei in horizontaler Richtung geschüttelt. Die Fasern legen sich aneinander, verzahnen sich und bilden so das Papiergewebe. Durch das Sieb kann das Wasser ablaufen.

Am Ende des Siebes wird die Papierbahn auf Filz „abgegauscht“, das bedeutet, das Wasser wird herausgesaugt. Der Wassergehalt liegt noch bei 80 %. Der Filz trägt die Papierbahn durch die Presse. Hier wird nochmals Wasser ausgepresst. Je mehr Wasser an dieser Stelle entfernt wird, umso weniger Wärmeenergie muss in der Trockenpartie eingesetzt werden.

Zu Beginn der Trockenpartie ist der Wasseranteil auf 60 – 70 % reduziert. Die Papierbahn läuft immer noch zwischen dem Filz und den dampfbeheizten Zylindern hindurch. Die Filze nehmen das verdunstete Wasser auf und verhindern das Wellen der Papierbahn. Die Geschwindigkeit der Trocknung beeinflusst die Qualität des Papiers. Am Ende der Trockenpartie beträgt die Restfeuchte des Papiers beträgt 6 %. Die „PM 4“ produzierte pro Minute 70 Meter Papier mit einer Breite von 1,65 Metern.



Ökobilanz

Papier aus Zellstoff Fabriken mit veralteter Technik	Papier aus Zellstoff Fabriken mit moderner Technik	Recyclingpapier
Nichtfasrige Holzrückstände werden ebenso ungefiltert in den nächsten Fluss geleitet wie die ungeklärten Bleichabwässer. Große Mengen giftiger Chlorrückstände gelangen dabei in die Umwelt.	Lignin und andere Holzrückstände werden aus der Abwasser herausgefiltert, getrocknet und als Energieträger direkt wieder in der Papierfabrik eingesetzt. Der Chemikalieneinsatz im Bleichverfahren ist deutlich geringer.	Sehr geringe Abwasserbelastung, mäßiger Wasser und Energieverbrauch. Die Altpapierfasern können den Recyclingprozess fünf bis sechs Mal durchlaufen, ehe die Fasern zu kurz sind und durch neuen Zellstoff ersetzt werden.
Holz 2,4 kg	Holz 2,2 kg	Altpapier 1,15 kg
Energie 12, 5 KWh	Energie 3 -6 KWh	Energie 1 – 3 KWh
Wasser 400 l	Wasser 30 - 100 l	Wasser 10 -20 l
300 Gramm CBS ¹ 10 Gramm AOX ²	100 Gramm CBS ¹ 2 Gramm AOX ²	1-2 Gramm CBS ¹ wenig Milligramm AOX ²

Quelle: Ausstellungsunterlagen – Papierwende – zukunftsfähig mit Papier; www.papierwende.de

CBS¹ (Chemischer Sauerstoffbedarf) und AOX² (Absorbierbare organische Chlorverbindungen) sind Maßeinheiten für die Abwasserbelastung.

Zu den hochgiftigen, krebserregenden Chlorverbindungen, die durch die Papierherstellung in Abwässern entstehen, gehören die Dioxine und Furane.

1.5 Die unterschiedlichen Verfahren der Zellstoffbleiche

Bei der Zellstoffherstellung wird das Holz zerkleinert und in schwefelhaltigen Säuren und Laugen gekocht. Die Holzschnitzel zerfallen in Zellulosefasern, Hemizellulose und Lignin. Ligninreste an den Zellulosefasern verfärben diese gelblich-grün, so dass die Fasern vor der Verarbeitung zu „weißem“ Papier gebleicht werden müssen.

Grundsätzlich gibt es drei verschiedene Bleichverfahren. Der Zellstoff kann gebleicht werden mit, elementarem **Chlor**, **Chlordioxid** oder **Sauerstoffverbindungen**. Je nach Bleichmittel ergeben sich unterschiedliche Umweltbelastungen.

Chlor-Bleiche

Das Bleichen mit elementarem **Chlor** ist dabei mit Abstand die giftigste Methode. Chlor wurde lange Zeit als das „Non plus Ultra“ der Bleichchemikalien gehandelt. Als Abfall- und Nebenprodukt der Chlorchemie bleicht es nicht nur zuverlässig und schnell durch Entfernen der letzten Ligninreste, es stabilisiert zudem die Faser. Heute weiß man jedoch, dass die chemische Reaktion zwischen Lignin und Chlor zu äußerst giftigen und zudem auch langlebigen Organchlorverbindungen führt. Einige dieser Verbindungen wie z.B. Dioxine und Furane weisen schon in Spuren eine extrem hohe Toxizität auf. Sie sind jedoch nicht nur toxisch, sondern auch mutagen (erbgutverändernd) und kanzerogen (krebserregend). Sie gelangen über das Abwasser und die Abluft der Zellstofffabriken in die Umwelt und sind inzwischen weltweit, auch in abgelegenen Gebieten und noch für lange Zeit nachweisbar. So ist das Sediment des Bottnischen Meerbusens (Ostsee) flächendeckend mit langlebigen Chlorverbindungen aus den Chlorbleichereien der vielen schwedischen und finnischen Zellstoffwerke belastet. In der Bucht von Norrsundet sind vermehrt Fischdeformationen und andere Krankheiten festgestellt worden. Auch heute werden weltweit noch rund zwanzig Prozent des Zellstoffs mit elementarem Chlor gebleicht.

ECF- Bleiche (elementar chlofrei)

Bei der ECF-Bleiche wird das elementare Chlor durch **Chlordioxid** ersetzt. Der Anteil der umweltbelastenden Chlorverbindungen verringert sich dabei um 90 %. Das ECF-Verfahren wurde 1989 von den Papierherstellern, infolge von massiven Protesten von Umweltorganisationen, zur Lösung der Chlor- und Dioxinproblematik eingeführt. Inzwischen wird weltweit über 75 % des Zellstoffs elementar chlofrei gebleicht.

TCF-Bleiche (total chlofrei)

Bei der TCF-Bleiche wird ganz auf den Einsatz von Chlor verzichtet. Stattdessen werden **Wasserstoffperoxid** und **Ozon** eingesetzt. Die deutschen Zellstoffhersteller begannen 1990 mit dem Einstieg in die chlofrei Bleiche. Weltweit werden heute nur ca. fünf Prozent des Zellstoffs total chlofrei gebleicht.

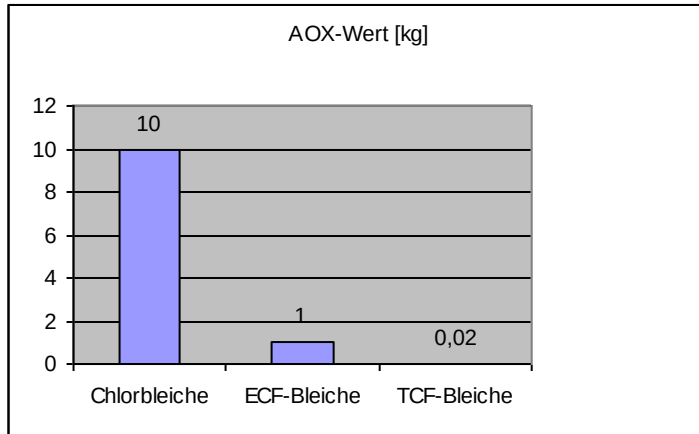


Abb. 1: Vergleich der Abwasserbelastung durch unterschiedliche Arten der Zellstoffbleiche. Der AOX-Wert gibt die Menge der absorbierbaren organischen Chlorverbindungen an, die bei der Produktion von einer Tonne Zellstoff entstehen. Je höher der AOX-Wert, desto höher ist die Umweltbelastung.

Quellen: Maué; Unterrichtsmaterialien; ANU Ausstellungsunterlagen „Papierwende“ Initiative 2000 plus; Kritischer Papierbericht 2004
www.greenpeace.org/...../chronologie-der-chlorfrei-kampagne

1.6 Papierlabel und Ihre Kriterien



Umweltzeichen RAL-ZU, Blauer Umweltengel

- Offizielles Zeichen mit klaren Kriterien
- Vergabe: Umweltbundesamt und RAL, unabhängig, amtlich, bundesweit
- Kriterien: 100% Altpapier, davon 65% untere Sorten keine, Chlorbleiche keine Azofarbstoffe, hohe technische Anforderungen (Laufeigenschaften DIN 19309, Staubbildung, Archivierbarkeit DIN 6738-92, Radierfestigkeit und Fixierung)



Ökopa Plus: Zeichen für Umweltschutzpapier

- ungeschütztes firmeneigenes Zeichen
- Vergabe: privat
- Kriterien: 100% Altpapier, gebleicht mit Kaolin und Kreide, keine Chlorbleiche, inzwischen in Kombination mit dem Umweltzeichen Blauer Engel



Doppelzeichen Aqua pro Natura / Weltpark Tropenwald

- reines Werbezeichen
Vergabe: Verband der Lernmittelhersteller
100% Primärfaser (Zellstoff) ohne Altpapieranteil
- kein Einsatz von Holz aus Tropen, aber der Einsatz von Zellstoff aus temperaten Urwäldern in Kanada und Sibirien ist möglich

PAPIER
HOLZFREI

Holzffreie Papiere

Dieser Begriff, der oft auf Kopierpapier, aber auch auf Schreibpapier zu finden ist, führt immer wieder zu Verwirrung, da viele Verbraucher glauben, holzffreie Papiere würden aus einem alternativen Rohstoff hergestellt und schonten die Wälder. Der Begriff „holzfrei“ ist ein Fachbegriff aus der Papierindustrie und besagt nur, dass diese Papiere „Holzstoff frei“ sind, also kein Lignin und keine Hemizellulose enthalten. Holzffreie Papiere bestehen aus Cellulose die aus Holz gewonnen wird. Ein Kilogramm Holz enthält ca. 500 gr Zellulose und ca. 500 gr Hemizellulose und Lignin.

FSC Forest Stewardship Council (seit 1993)

FSC setzt sich für eine ökologische und sozial verantwortliche Nutzung der Wälder ein. Aus diesem Grund erhebt das FSC keinen Anspruch darauf, ein umfassendes Umweltzeichen für Papierprodukte herauszugeben, sondern beschränkt sich alleine auf die Herkunft des Faserstoffs. **Im Gegensatz zum Blauen Engel bleiben daher weitere wichtige Kriterien bei der Papierherstellung, wie Chemie-, Energie- und Wassereinsatz unberücksichtigt. Für Papier ist der Blaue Engel das maßgebende Umweltzeichen.**

Den Rahmen für die Vergabe des FSC Labels bildet die Einhaltung der weltweit festgelegten FSC Standards.

Die Schwerpunkte sind:

- Erhalt der biologischen Vielfalt und der Unversehrtheit der bewirtschafteten Wälder
- Schutz der Rechte indigener Völker
- Wahrung von Arbeitnehmerrechten bei der Waldbewirtschaftung





ECF – Elementarchlorfrei gebleichtes Papier

Dieses Papier wird aus Frischfasern hergestellt. Es wird nicht mit Elementarchlor gebleicht. ECF steht für „Elementary Chlorine Free“. Zur Bleiche werden jedoch chlorhaltige Bleichchemikalien benutzt.



TCF – Total chlorfrei gebleichtes Papier

TCF-Papier wird aus Frischfasern hergestellt. Die Abkürzung TCF „Totally Chlorine Free“ oder auch „100 % chlorfrei gebleicht“ garantieren den vollständigen Verzicht auf Chlor oder Chlorverbindungen bei der Bleiche. Gebleicht wird mit Sauerstoff oder Wasserstoff.

Kein Zeichen

Kein Zeichen ist auch ein Zeichen. Papiere ohne Label können aus aller „Herren Länder“ und unter Umgehung sämtlicher Umweltstandards hergestellt worden sein (z. B. verursacht die Zellstoffbleiche mit elementarem Chlor schwerste Umweltschäden in den Fließgewässern oder es werden bei der Zellstoffherstellung möglicherweise Urwälder in Chile, Sumatra, Sibirien und Kanada vernichtet).

1.7 Die häufigsten Vorurteile gegen Recyclingpapier

1. Zweifel an der Größe des ökologischen Nutzens von Recyclingpapier

Ökobilanz für grafische Papiere

Im August 2000 wurden die vom Umweltbundesamt in Berlin in Auftrag gegebene Ökobilanz für grafische Papiere veröffentlicht. Hierbei handelt es sich um eine Studie, die u.a. den ökologischen Lebensweg von Recyclingpapier mit dem holzfreier Papiere (ECF und TCF) vergleicht. Unter anderem werden beispielsweise der Rohstoffeinsatz, die Produktion, die Transportwege und die Entsorgung untersucht. Die umfangreiche wissenschaftliche Untersuchung belegt eindeutig die ökologischen Vorzüge von Recyclingpapieren. Diese verbrauchen nicht nur weniger Ressourcen - Holz, Wasser, Energie - als herkömmliche Frischfaserpapiere, sondern schneiden auch bei gesundheitlichen Faktoren wie Luftbelastung, Krebsrisiko und Lärm wesentlich besser ab. Zentrale Ergebnisse der Studie sind: Je mehr Altpapier bei der Produktion grafischer Papiere (Kopier-, Druck- und Zeitungspapier) eingesetzt wird, desto günstiger für die Umwelt. Die stoffliche Verwertung (Recycling) ist immer günstiger als das Verbrennen von Altpapier. Die Verwendung von Kopierpapier aus 100% Altpapier ist insgesamt umweltschonender als der Einsatz von Frischfaserpapieren.

Blauer Engel

Der Blaue Engel wird als deutsches Umweltzeichen vom Institut für Gütesicherung a. K. e. V. (RAL), Bundesministerium für Umwelt (BMU) und Bundes Umweltamt (UBA) gemeinsam vergeben. In seiner über 25-jährigen Geschichte hat sich der Blaue Engel zum bekanntesten Umweltzeichen der Welt entwickelt. Der Blaue Engel kennzeichnet solche Produkte, die im Vergleich mit anderen Produkten für den gleichen Gebrauchszweck umweltfreundlich sind, ohne dass sie dadurch weniger sicher oder gebrauchstauglich sind.

Nach den Vergaberichtlinien für den Blauen Engel müssen grafische Recyclingpapiere (RAL-UZ 14) zu 100% aus Altpapier bestehen, wobei mindestens 65% davon aus so genannten unteren und mittleren Altpapiersorten (Zeitschriften, Illustrierte etc.) stammen müssen. Die Papiere müssen ohne Bleichmittel und optische Aufheller hergestellt sein, die technischen Anforderungen von DIN-Normen (DIN 6738, DIN EN 12281) erfüllen.

2. Archivierbarkeit

DIN 6738

Diese Norm beschreibt die Anforderungen an alterungsbeständige Papiere. Sie verlangt eine bestimmte Restfestigkeit nach beschleunigter Alterung und teilt die Papiere entsprechend den Ergebnissen in Lebensdauerklassen ein. Die Lebensdauerklassen geben an, über welchen Zeitraum in Jahren das Papier voraussichtlich ausreichend beständig sein wird.

So bedeutet eine LDK 12-80, dass das Papier bei schonender Behandlung und Lagerung voraussichtlich eine Lebensdauer von einigen 100 Jahren hat. Die höchste Lebensdauerklasse, die LDK 24-85, bezeichnet laut DIN 6738 Papiere, an die bei schonender Behandlung und Lagerung "höchste Ansprüche" gestellt werden können, das bedeutet also Alterungsbeständigkeit. Die Recyclingbüropapiere mit dem Blauen Engel erfüllen alle die Vorgaben der höchsten Lebensdauerklasse LDK 24-85!

3. "häufige Störungen bei Laserdruckern durch hohe Verschmutzung"

Laufeigenschaften / Staubbildung

Die DIN EN 12281 schreibt die technischen Eigenschaften der Grafische Papiere vor, damit diese in Kopierern und Laserdruckern eingesetzt werden können. Sie legt unter anderem fest, welche Laufeigenschaften ein Kopierpapier im Format DIN A4 erfüllen muss.

Recyclingpapiere mit dem Blauen Engel erfüllen diese Normen und sind daher uneingeschränkt in diesen Geräten verwendbar (DIN EN 12281).

Von zentraler Bedeutung für die Einsetzbarkeit von Recyclingpapier in modernen Bürogeräten ist auch die Staubbildung an den Papierkanten. Auch hier hat Recyclingpapier in unabhängigen Tests ebenbürtig mit anderen Papiersorten abgeschnitten. Modernes Recyclingpapier entwickelt nicht mehr Staub als Frischfaserpapier (Prüfbericht 22.820 der Papiertechnischen Stiftung, Gemessen nach Norm DIN ENV 12282, 2001).

„Recyclingpapier ist für den Kopierer hervorragend geeignet“. So der Marketing-Manager bei der Fa. Xerox Papier und Zubehör. Der Test hat eindeutig gezeigt, dass sich beim Einsatz von Recyclingpapier keinerlei Unterschiede ergeben. Dieses Ergebnis hat Xerox mit einem Zertifikat bestätigt.

4. Recyclingpapier ist schmutzig grau

Weißgrad

Es gibt nicht nur ein einziges Weiß, es gibt verschiedene Weißgrad-Abstufungen. Nach der DIN ISO 2469 und 2470 wird der Weißgrad in Prozent angegeben. Die Prozentzahl gibt an, wie viel Prozent des auftreffenden Lichts reflektiert wird. Recyclingpapiere haben meistens einen Weißgrad zwischen 60 und 80 %. Höhere Weißgrade können bei Recyclingpapieren nur durch den Einsatz von unbedruckten Altpapiersorten oder von optischen Aufhellern erzielt werden, was dann nicht mehr den Vergabekriterien des Blauen Engels entspricht.

Der Preis von Recyclingpapier richtet sich in der Regel nach dem Weißgrad.

Wussten Sie, dass Frischfaserpapier, das für die Herstellung von Büchern verwendet wird, eingefärbt wird. Der starke Kontrast zwischen den schwarzen Buchstaben und Papier mit einem hohen Weißgrad ermüdet das Auge.

1.8 Wald ist nicht gleich Wald

Wichtige Funktionen des Waldes

Etwa ein Drittel der Erdoberfläche ist von Wäldern bedeckt. Diese Waldfläche bietet für etwa 50 bis 90 Prozent der weltweit existierenden Tier- und Pflanzenarten die Existenzgrundlage. Aber auch viele Menschen leben im und vom Wald. Allein in den Tropenwäldern leben ca. 300 Millionen Menschen direkt im Wald oder sind auf seine Nutzung angewiesen. Ohne Wälder wäre ein Leben auf der Erde nicht möglich, denn sie erfüllen wichtige Funktionen: Sie gelten als grüne Lungen, da sie Sauerstoff produzieren und Kohlenstoff speichern. Ebenso beeinflussen sie das globale und lokale Klima erheblich. Wälder stellen einen riesigen Wasserspeicher für unsere Süßwasserreserven dar. Sie verhindern Bodenerosion, Erdbeben und Überschwemmungen.

Wälder gibt es fast überall auf der Erde. In den verschiedenen Klimazonen entwickelten sich im Laufe der Evolution unterschiedliche Waldtypen, wie z. B. der tropische Regenwald oder die Taiga. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist der Grad ihrer Nutzung.

Urwälder (Primärwald)

Heute bedecken Wälder noch 30 % der Landfläche der Erde. Davon können aber nur noch 40 % als Ur- oder Primärwälder bezeichnet werden. Urwälder sind in ihrer ursprünglichen Form erhalten und von der menschlichen Nutzung nicht beeinträchtigt. Gänzlich „unberührte“ Wälder gibt es jedoch nicht, denn Wälder werden seit Jahrtausenden von den Menschen genutzt. Indigene Waldvölker, z. B. die Sami- Rentierzüchter in Finnland, die Mapuche in Chile oder die Guarani in Brasilien jagen, fischen, halten Weidetiere, ernten Heilkräuter und bauen Lebensmittel an. Waldvölker verfügen über umfangreiches Wissen über ihre Umwelt, das ihnen eine schonende und langfristige Nutzung und Bewirtschaftung der Wälder ermöglicht. **Urwälder brauchen Jahrtausende um zu entstehen – einmal abgeholzt, sind sie für immer verloren.** Trotz ihrer globalen und regionalen Bedeutung werden mehr und mehr Urwälder zerstört, geschädigt oder in artenarme Monokulturen umgewandelt. Der Großteil der noch verbleibenden Urwälder befindet sich in Russland, Sibirien, Kanada, Alaska, Chile sowie im Amazonasgebiet, im Kongobecken und in Südostasien.

Sekundärwälder

Vom Menschen geschaffener Wald wird Sekundärwald genannt. Der Zustand eines solchen nachgewachsenen Waldes und die Form seiner Nutzung reichen vom naturnah

bewirtschafteten Wirtschaftswald bis hin zu angepflanzten Monokulturen, die nur aus einer Baumart bestehen. Kein Wirtschaftswald besitzt jedoch das Alter, die Vielfalt und den Strukturreichtum eines Urwalds.

Naturnaher Wirtschaftswald

Der naturnahe Wirtschaftswald zeichnet sich dadurch aus, dass er sich trotz Bewirtschaftung möglichst nahe am Naturzustand befindet. Bewirtschaftung findet – soweit möglich, mit der Natur und nicht gegen sie statt. Eingriffe zur Bewirtschaftung reduzieren sich auf lenkende Maßnahmen, bei denen natürliche Prozesse möglichst genutzt werden.

- Mischwälder statt Monokulturen.
- Die Verwendung heimischer Baumarten.
- Eine Altersstruktur von ganz jungen bis zu sehr alten Bäumen.
- Ein natürliches Nachwachsen des Waldes durch Samenflug oder die Verbreitung durch Tiere. Nur in Ausnahmefällen, falls die Naturverjüngung nicht ausreicht, wird nachgepflanzt.
- Nachhaltige Nutzung der Wälder. Dem Wald wird nur so viel Holz entnommen, wie wieder nachwächst. Pflege der Humusschicht und Förderung des Bodenlebens durch Dauerbestockung. Auf Kahlschlag und die flächige Befahrung des Waldbodens sowie den Einsatz von Pestiziden und Mineraldünger wird verzichtet.
- Erhaltung eines angemessenen stehenden und liegenden Tothholzanteiles zur Erhöhung der Biodiversität.

Holzplantagen

Plantagen sind landwirtschaftliche Großbetriebe, die auf die Erzeugung eines einzigen Produktes für den Weltmarkt spezialisiert sind. Plantagen sind kapitalintensive und hoch technisierte Einrichtungen. Die Eigentümer sind häufig international tätige Konzerne. Durch Plantagen werden nur wenige neue Arbeitsplätze geschaffen.

- Großflächig wird nur eine Baumart gepflanzt, z. B. Eukalyptus, Kiefern, Fichten. In Brasilien ist ein Eukalyptusbaum schon nach sieben Jahren schlagreif. Dies ermöglicht die Herstellung von konkurrenzlos billigem Zellstoff. Doch dieser hohe Holzertrag ist nur durch den massiven Einsatz von Pestiziden und Mineraldünger möglich. Böden und Gewässer werden dadurch stark belastet. Eine Fichte in Nordeuropa kann im Vergleich erst nach 70 Jahren geerntet werden.
- Plantagen bieten nur wenigen Tier- und Pflanzenarten einen Lebensraum. So leben z. B. in den Laubmischwäldern Nordspaniens mit Eichen, Kastanien und Buchen auf einer Fläche von einem ha (100 x 100 m) 17 Vogelarten und 93 Vögel. In einer Eukalyptusplantage leben auf der gleichen Fläche nur vier Vogelarten und insgesamt sieben Vögel (Grüne Wüsten).
- Die Ernte erfolgt durch den Kahlschlag großer Flächen häufig durch Einsatz von „Vollerntern“. Das sind schwere Fahrzeuge, die den Baum vor Ort fällen, entasten und entrinden. Für die Großfahrzeuge werden breite Zufahrtswege gebaut und ihr hohes Gewicht führt zu einer hohen Bodenverdichtung.
- Durch Erosion wird die wertvolle Humusschicht auf den Kahlschlagflächen vernichtet.
- Fruchtbare Ackerland oder naturnahe Wälder werden in Plantagen umgewandelt. Häufig vergeben Regierungen Konzessionen an Konzerne. Die Landrechte der ansässigen Bevölkerung werden nicht beachtet. Bauern werden häufig enteignet oder zum Landverkauf gezwungen und verlieren somit ihre Lebensgrundlage.

1.9 Papier als globales Wirtschaftsgut

Rohstoffe aus aller Welt

1. Globale Umsätze der Papier- und Forstwirtschaft

Mit einem Jahresumsatz von über 100 Milliarden Euro steht die Papier- und Forstwirtschaft weltweit an dritter Stelle.

Größere Umsätze tätigen nur noch die Telekommunikation und die Automobilindustrie.

2. Globale Papierproduktion

Nach den USA, Japan, China und Kanada nimmt Deutschland weltweit in der *Herstellung* von Papier und Pappe den fünften Platz ein.

Im *Gesamtverbrauch* der Länder weltweit liegt Deutschland auf dem vierten Platz. In Europa ist Deutschland in den „Papierdisziplinen“ Erzeugung, Gesamtverbrauch und Import unangefochten Erstplatzierter.

3. Globale Zellstoffproduktion

Deutschland ist weltweit der drittgrößte Zellstoffimporteur.

90 % des in Deutschland verarbeiteten Zellstoffs werden importiert, das waren im Jahr 2019 3,27 Millionen Tonnen.

4. Deutschland – Drehscheibe im Papierhandel

Für die in Deutschland hergestellten Papiere wird mehr Altpapier eingesetzt als aus Holz gewonnenen Frischfasern (Zellstoff und Holzschliff).

Gleichzeitig ist Deutschland der drittgrößte Zellstoffimporteur.

Wie passt das zusammen?

Die Lösung ist einfach: Deutschlands Papierindustrie exportiert die Hälfte der eigenen Produktion – neben besonders hochwertigen Sorten auch eine Menge Recyclingpapier. Gleichzeitig importiert Deutschland Billigpapier. Das wird überwiegend aus Frischfasern hergestellt, für die vielerorts Naturwälder vernichtet werden.

5. Globale Folgen der Abholzung

Um die steigende Nachfrage nach Zellstoff zu befriedigen, werden weltweit immer weitere Urwälder gerodet.

Ein Beispiel:

An der Westküste Kanadas findet sich eine ökologische Besonderheit: der Küsten-Regenwald. Über 1000-jährige Rot-Zedern und Sitka-Fichten bestimmen das Bild dieser Urwälder. Nirgendwo sonst im Land wird mehr Holz eingeschlagen. Selbst steile Hänge bleiben nicht verschont: Erdbeben und die Abschwämmung der Humusschicht sind die Folgen. Nach dem Kahlschlag werden die gerodeten Flächen mit Kiefern- und Fichtensetzlingen bepflanzt.

Die ökologisch einmaligen Regenwälder werden so in artenarme Holzplantagen umgewandelt. Die sollen in 60-80 Jahren Holz für den nächsten Einschlag liefern – und bis dahin werden die Urwälder weiter abgeholzt.

Pro Jahr werden in Kanada 175 Millionen Kubikmeter Holz eingeschlagen. Über 90% davon stammen aus Urwäldern. Fast ein Drittel dieses Holzes wird zu Zellstoff verarbeitet.

Deutschland ist einer der wichtigsten Abnehmer von Zellstoff aus Kanada.

Quelle: Ausstellungsunterlagen: "Papierwende"; www.papierwende.de

6. Soziale und ökologische Folgen der Plantagenwirtschaft ein Beispiel aus Brasilien

Schwere Landrechtskonflikte

Seit der Konzern Aracruz 1967 mit der Zellstoffproduktion in der Provinz Espírito Santo begann, nahm der Konzern große Landflächen (300 000 ha / zum Vergleich der Bodensee ist 51 900 ha groß + der Schönbuch bedeckt 15 600 ha) für seine Eukalyptus-Monokulturen in Besitz. Dort lebten zu dieser Zeit verschiedene Bevölkerungsgruppen: die indigenen Völker der Tupinikim und Guarani, die Quilombolas (Nachfahren der Sklaven) sowie Kleinbauern. Sie alle nutzten das Land, hatten jedoch keine Besitzdokumente. Deshalb konnte Aracruz sie leicht von dem Land vertreiben. Auch heute noch nimmt Aracruz immer neue Flächen in Anspruch.

Seit 1978 garantiert die brasilianische Verfassung der indigenen Bevölkerung das Recht auf Landbesitz. Die Indianerbehörde FUNAI hat seitdem ca 18 000 ha von Aracruz als indigenes Land anerkannt. Da Aracruz die Vollständige Rückgabe des Landes jedoch bis heute verweigert besetzten die Tupinikim und Guarani im Mai 2000 die noch fehlenden

11 009 ha ihres traditionellen Landes und markierten ihr Eigentum. Sie rodeten große Flächen Eukalyptus, um wieder Landwirtschaft betreiben zu können.

Ökologisches Desaster

Zerstörung des atlantischen Regenwaldes + massive Eingriffe in den Wasserhaushalt

Der atlantische Küstenregenwald (Mata Atlantica) ist eines der artenreichsten Waldökosysteme der Welt. Aracruz rodete in den 70er Jahren ausgedehnte Gebiete (50 000 ha) und bepflanzte die Flächen mit Monokulturen aus Eukalyptus. Die Erträge der Eukalyptusplantagen im Espírito Santo sind mit 45 m³/ha/Jahr bei einem Wachstumszyklus von nur sieben Jahren weltspitze. Um jedoch die hohe Produktivität über mehrere Wachstumszyklen zu halten ist ein enormer Einsatz an mineralischem Dünger, notwendig. Durch jahrzehntelange Monokultur wird die Bodenfruchtbarkeit zerstört. Zusätzlich wird durch den enormen Wasserbedarf der tief wurzelnden Eukalyptusbäume der Grundwasserspiegel häufig um mehrere Meter abgesenkt, mit verheerenden Folgen für die Fließgewässer und Böden. Wegen der extremen Artenarmut in Eukalyptusplantagen werden diese auch als „Grüne Wüsten“ bezeichnet.

Quelle: www.urgewald/wald&papier;

2.1.1 Bau eines Schöpfsiebs

Zum Papier schöpfen braucht man außer der Bütte und dem Rohstoff vor allem ein Schöpfsieb, um aus dem Wasser-Faser-Gemisch Papier zu schöpfen. Ein solches Schöpfsieb kann man entweder fertig kaufen (Bestelladressen s. S.) oder selbst zusammenbauen.

Und so wird's gemacht:

Das Schöpfsieb besteht aus zwei Teilen, dem Siebrahmen und dem Formrahmen.

Material:

- 1 Holzleiste (Länge: 2 m, Breite: 2cm, Höhe: 2cm)
- Sandpapier
- 8 Nägel oder wasserfester Leim
- evtl. flache Winkeleisen zur Stabilisierung
- Tacker
- Fliegendraht
- Gewebe- oder Isolierband (wird nur benötigt, wenn Fliegengitter aus Metall verwendet wird – Verletzungsgefahr)

1. Baue zwei gleiche Rahmen:

Säge aus der Holzleiste 2 Stücke á 15 cm und 2 Stücke á 25 cm zu.

Schmirgle die zugeschnittenen Leisten glatt.

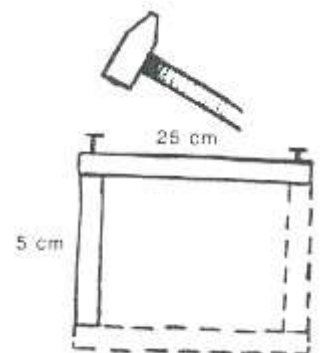
Leime oder nagele die langen Leistenstücke auf die Stirnseite

der kurzen Leisten.

Stabilisiere den Rahmen mit Tackerklammern, die über die Ecken

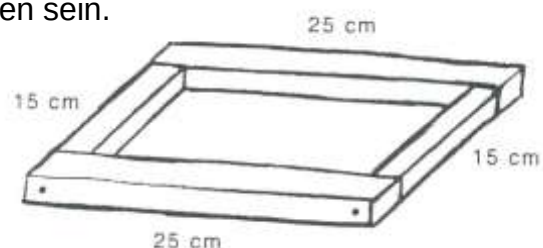
gesetzt werden und/oder mit flachen Winkeleisen.

Setze den zweiten Rahmen genauso zusammen.



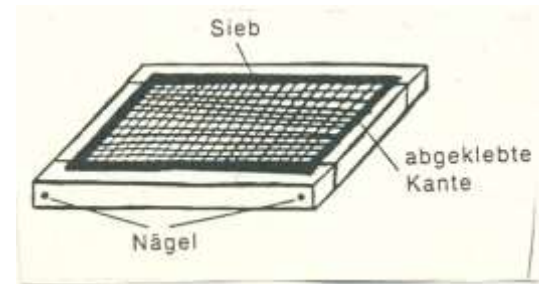
2. Der Formrahmen

Ein Rahmen bleibt ohne Sieb und wird als Formrahmen bezeichnet. Er wird benötigt, um die Ränder des geschöpften Papiers gerade und gleichmäßig zu formen. Deshalb muss er passgenau mit dem Siebrahmen sein.



3. Der Siebrahmen

Schneide den Fliegendraht auf 18 x 28 cm zu.
Klebe bei Bedarf die Ränder mit dem Gewebeband um.
Spanne nun das Fliegengitter mit einem Tacker
möglichst
stramm auf den Rahmen auf.



Variante:

Eine andere, sehr einfache Möglichkeit besteht darin, ein Pfannenspritzsieb zu verwenden – entweder als Ganzes oder durch Herausschneiden von unterschiedlichen Formen. Während hier die Rahmenherstellung leicht ist, erfordert das anschließende Schöpfen eines gleichmäßigen Blattes etwas mehr Übung. Da es keine Formrahmen gibt, fransen die Ränder der geschöpften Papiere etwas aus.

2.1.2 Recyclingpapier selbst geschöpft

Material:

Tageszeitungspapier als Grundstoff, Tageszeitungspapier als saugfähige Arbeitsplatzunterlage, Mixer oder Handrührgerät, Messbecher, viereckige Plastikwanne, Wasser, Rührlöffel, Schöpfrahmen, Schwamm, glatte Haushaltsspültücher oder Fensterwischtücher, Bügeleisen

Papierbrei herstellen:

1. Reiße eine Doppelseite Tageszeitungspapier in kleine Schnipsel (ca. Daumnagel groß).
2. Weiche das Papier in einem $\frac{3}{4}$ Liter Wasser ein, wenn möglich einige Stunden oder über Nacht.
3. Mixe das Wasser,- Papiergemisch in einem Mixer oder mit einem Handrührgerät, bis sich die Papierfasern voneinander gelöst haben. Eventuell in mehreren, kleinen Portionen mixen.



4. Gib nun den Papierbrei in eine Kunststoffwanne mit ca. 5 Liter Wasser und rühre das Gemisch gut um.

Papier schöpfen:

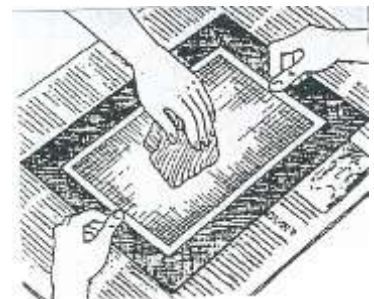
5. Schöpfe nun mit dem Schöpfsieb das Papier, indem Du es über die breite Seite schräg in die Wasser-Faser-Mischung eintauchst. Unter Wasser drehst Du das Sieb parallel zum Wannenboden und hebst das Sieb langsam waagrecht heraus.



6. Nun trocknest Du mit einem Schwamm an der Siebunterseite das Wasser ab und nimmst anschließend den Formrahmen ab.



7. Jetzt setzt Du das Sieb mit der Längskante auf das Haushaltstuch und stürzt es mit der Faserschicht nach unten auf das Tuch. Anschließend tupfst Du mit dem Schwamm die Oberfläche nochmals ab, um das Wasser nochmals abziehen.



8. Nun löst Du das Sieb vom Papier.



9. Abschließend löst Du das Papier vorsichtig von dem Haushaltstuch und bügelst es trocken.



2.1.3 Direktrecycling:

Herstellung von Briefumschlägen aus alten Kalenderblättern, Straßenkarten, Postern

Material:

Briefumschlagschablone, Schere, Klebstoff, Bleistift, alte Kalenderblätter, Straßenkarten, Poster etc.

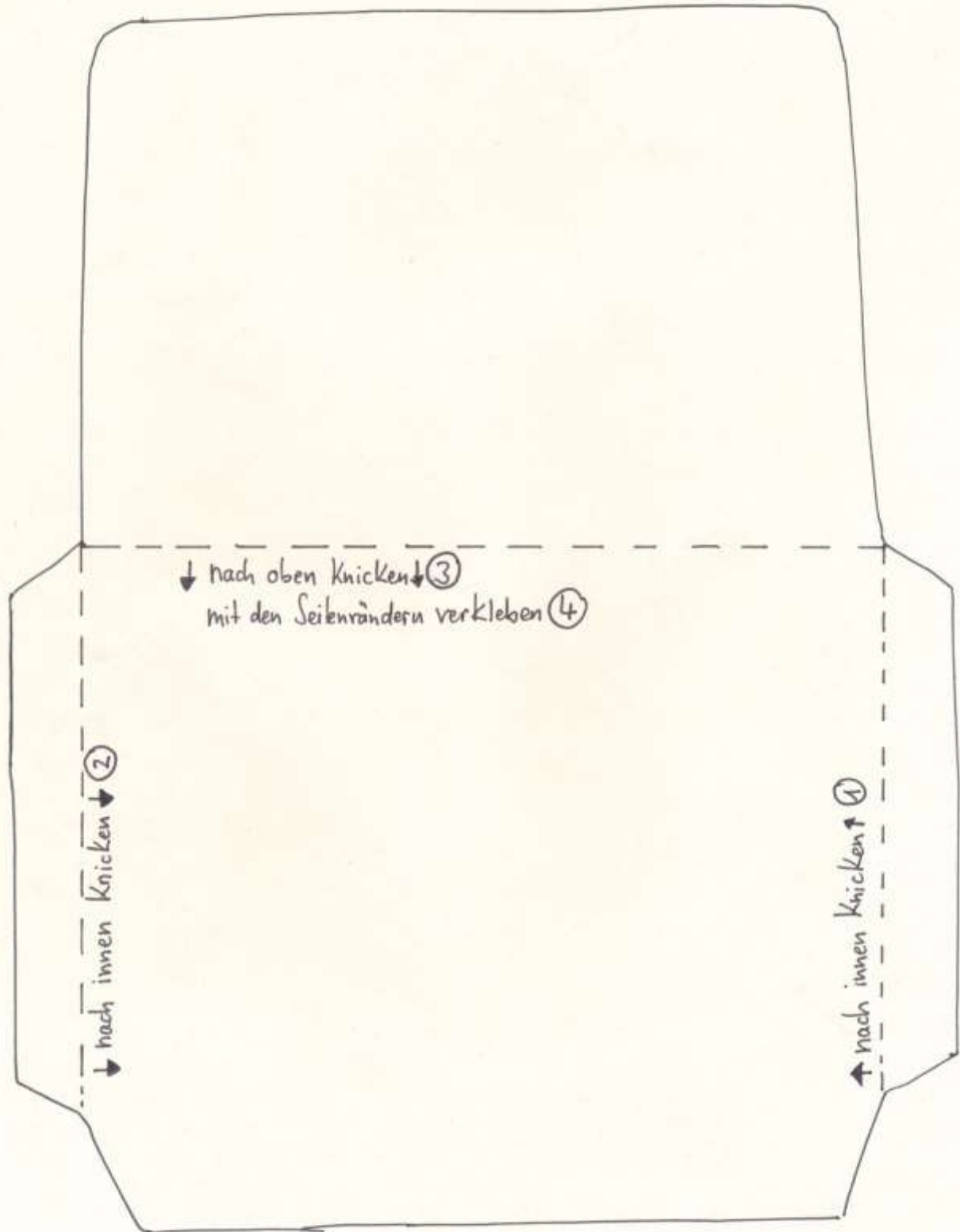
1. Kopiere (und vergrößere bei Bedarf) die Schablone auf der Rückseite, schneide sie aus und schneide anschließend aus dem vorhandenen Papier ein Motiv Deiner Wahl aus.
2. Falte daraus einen Briefumschlag. Achte hierbei auf die Ausrichtung des Motivs auf der Vorderseite!

Direkt-Recycling bedeutet, dass aus dem Altpapier ohne Aufbereitung ein neues Produkt hergestellt wird, z.B. Briefumschläge, Notizblöcke, Schreibpapiere, Geschenkboxen u.ä..

Inzwischen gibt es sogar Firmen, die diese Art von Recycling betreiben. Die Ergebnisse sind schön und ganz persönlich und es wird noch weniger Wasser, Energie und Chemie verbraucht, als wenn aus den bunten Papieren erst wieder neues Papier für Briefumschläge hergestellt werden muss.



Muster | Briefumschlag (Direktrecycling)

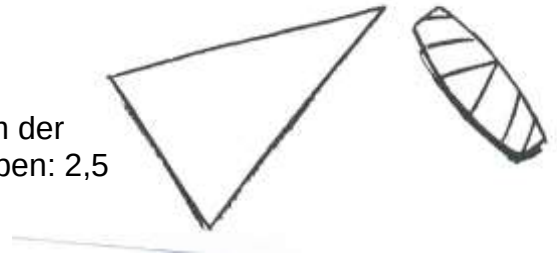


2.1.4 Papierperlen (für Arm- oder Halsketten)

Material:

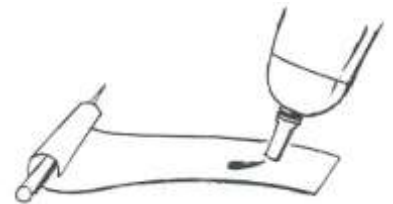
Fähnchenschablone, Illustriertenpapiere, Zahnstocher, Lineal, Schere, Klebstoff, elastischer Nylonfaden, evtl. Bastelperlen.

1. Stelle Dir aus etwas festerem Papier eine Fähnchenschablone her, und zwar in der Form der Zeichnung, nur größer: Länge 18 cm, Breite oben: 2,5 cm



2. Schneide mit Hilfe der Schablone aus dem bunten Illustriertenpapier Fähnchen aus.

3. Wickle dann das Fähnchen, **mit dem breiten Ende beginnend**, eng um den Zahnstocher.

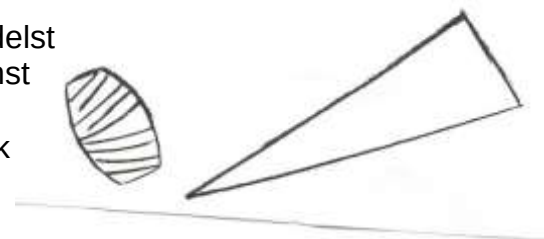


4. Klebe die Spitze des Fähnchens mit wenig Klebstoff fest, damit das Aufgewickelte hält.

5. Ziehe jetzt die Papierperle vorsichtig von dem Zahnstocher ab.

6. Probiere verschiedene Motive aus. Welche Perlen gefallen Dir am besten: die aus einfarbigen oder zweifarbigen Streifen, aus gemusterten (Kleiderwerbung!) oder aus kunterbuntem Papier?

7. Wenn Du genügend Papierperlen gebastelt hast, fädelst Du sie auf Nylonfaden auf. Wenn Du möchtest, kannst Du zwischen die Papierperlen nach Lust und Laune Bastelperlen auffädeln, dann wird das Schmuckstück noch abwechslungsreicher.



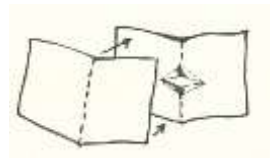
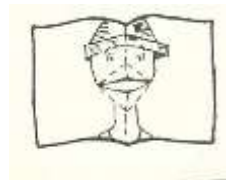
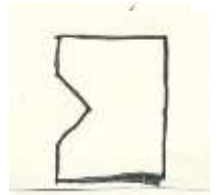
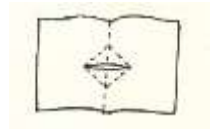
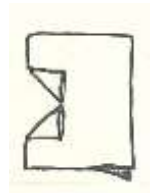
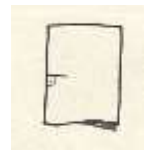
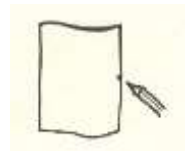
2.1.5 Glückwunschkarte

Material:

Festes Papier/leichte Pappe aus dem Haushalt, z.B. alte Kalenderblätter, Mittelpappen von Hemdenverpackungen oder, wenn nicht vorhanden, Tonpapier in Recyclingqualität, Schere, Buntstifte, Lineal, evtl. Konfetti und/oder Federn zum Verziern

Gestalte eine Karte nach der Anleitung:

1. Nimm ein DIN A5-Blatt und falte es in der Mitte. Zeichne die Mitte der Falzlinie mit einem Punkt an.
2. Zeichne von dem Punkt aus eine 3-5 cm lange Linie senkrecht zu dem Falz und schneide sie ein.
3. Klappe die Ecken vom Einschnitt weg im rechten Winkel um. Klappe anschließend die Ecken auf die andere Seite um. Streiche beide Faltkanten mit einem Lineal oder dem Fingernagel glatt.
4. Klappe die Ecken wieder auf und falte das Blatt auseinander.
5. Lege die Karte mit der Bergfalte nach oben hin. Drücke vorsichtig die gefalteten Dreiecke auf die Innenseite.
6. Klappe die Karte zusammen.
7. Zeichne um den Mund herum eine lustige Figur: ein Tier, einen Menschen...und verziere sie nach Lust und Laune mit Federn und/oder Konfetti.
8. Nimm ein zweites DIN A5-Blatt und klebe es dahinter, so dass die Außenseite der Karte bunt ist oder bemalt werden kann und durch die Mundöffnung ein lustiges Motiv oder ein von Dir geschriebener Spruch erscheint.



2.2 Papierlabor

2.2.1 Station I: Faserrichtung des Papiers

Material:

1 Blatt Zeitungspapier, 1 Blatt Kopierpapier, Schere, Bleistift

Die Fasern, aus denen Papier besteht, sind parallel zueinander in einer Richtung ausgerichtet, ähnlich wie die Sardinen in der Büchse.

Versuche mittels der 3 Versuche herauszufinden, in welche Richtung die Papierfasern in dem Kopierpapier bzw. in dem Zeitungspapier verlaufen.

Notiere deine Beobachtungen auf der Rückseite des Laufzettels.

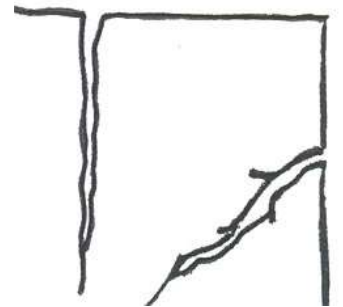
1. Der Reißtest

Reiße ein Kopierpapier quer, also parallel zu den Zeilen, in der Mitte durch.

Vergleiche die beiden Reißkanten miteinander. Was stellst Du fest?

Wiederhole die Reißprobe mit dem Zeitungspapier.

Notiere Deine Beobachtung.



2. Der Fingernageltest

Halte ein Kopierpapier so in der Hand, dass Du den oberen Papierrand zwischen Daumen und Zeigefingernagel unter gleichmäßigem Druck hindurch ziehen kannst.

Wiederhole dies nun mit der Seitenkante des Papiers.

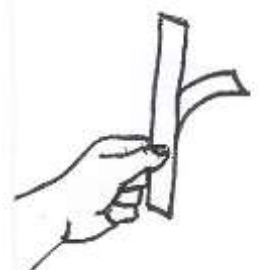
Vergleiche die beiden Ränder miteinander! Was fällt Dir auf?

Notiere Deine Beobachtung.



3. Der Schneidetest

Schneide 2 gleich lange (ca. 15 cm) und breite Streifen (ca. 2cm) aus einem Blatt Kopierpapier, den einen entlang dem oberen Rand, den anderen entlang dem Seitenrand des Papierblattes. Halte nun beide Papierstreifen an einem Ende zwischen Daumen und Zeigefinger in die Höhe. Verhalten sich beide Streifen gleich?



Ergebnis:

Die SchülerInnen erkennen, dass Papierfasern eine Längsrichtung haben.

1. Der Reißtest:

Die Reißkante in Längsrichtung des Papiers, also senkrecht zu den Zeilen, ist fast glatt. Die Reißkante in Querrichtung, also parallel zu den Zeilen, ist sehr unregelmäßig und bildet Zickzacklinien.

Erklärung: In Längsrichtung reißt man entlang den Fasern des Papiers. In Querrichtung reißt man quer zu den Papierfasern. Die Fasern müssen zerrissen werden und leisten größeren Widerstand.

2. Der Fingernageltest:

Die durchgezogene Längsseite bleibt glatt und gerade, die Querkante wird beim Durchziehen wellig.

Erklärung: Die Papierfasern sind in ihrer Längsrichtung recht stabil, quer lassen sie sich jedoch auseinanderdrücken und sind somit weniger stabil.

3. Der Schneidetest:

Während der abgeschnittene Längsstreifen steil und stabil nach oben steht, kippt der Querstreifen nach unten, ist also weniger stabil.

Erklärung: In Faserrichtung weist das Papier eine größere Steifigkeit auf als quer zu den Fasern.

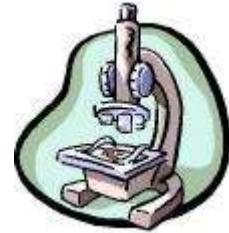
Die Faserrichtung bewirkt verschiedene Eigenschaften des Papiers, die auch immer wieder im Gebrauch eine wichtige Rolle spielen. So ist z.B. für den Drucker die Laufrichtung entscheidend, damit das Papier in der Druckmaschine nicht reißt.

In der Papierherstellung macht man sich diese verschiedenen Eigenschaften von Papierfasern zunutze. Je nach Produkt werden bestimmte Fasern eingesetzt.

2.2.2 Station II: Papierfasern unter dem Mikroskop

Material:

- 1 Stück **gerissenes** Frischfaserpapier (d.h. aus Zellstoff)
- 1 Stück **gerissenes** Recyclingpapier
- 2 Mikroskope
- Objektträger
- Pinzette
- Notizpapier
- Bleistift



Baue zwei Mikroskope nebeneinander auf. Berechne zwei Objektträger mit je einem kleinen Stück des zu untersuchenden Materials vor und bringe sie auf den Mikroskopen auf. Hierzu gibst Du einen Tropfen Wasser auf die Objektträger, legst die kleinen Papierproben in den Wassertropfen und deckst diese mit einem Deckgläschen ab.

Schaue Dir die Papierproben an und zeichne die Papierfasern. Beschreibe in 1 bis 2 Sätzen, wie diese Fasern jeweils aussehen.

Sind diese Fasern lang oder kurz?

Welche Farben haben sie?

Ergebnis:

Das Papier aus Zellstoff enthält durchgehend lange Fasern, die ganz weiß sind.

Beim Recyclingpapier sind die Faseranteile gemischt, es enthält lange und unterschiedlich kurze Fasern. Die Farbe der Fasern ist etwas dunkler, weil alte Farbrückstände im Papier verblieben sind.

Der Versuch kann auch noch mit Packpapier (braun, holzhaltig) und einem Stück Wespennest gemacht werden. Hierbei sind beim holzhaltigen Packpapier neben den braunen Fasern kleine Holzpartikel zu erkennen. Beim Vergleich mit dem Wespennest erkennen die SchülerInnen, dass es eine große Ähnlichkeit dieser Fasern mit den anderen Papierfasern gibt.

2.2.3 Station III: Eigenschaften und Wahrnehmung von Papier

Material:

- Verschiedene Papiere, z.B. eine Serviette, eine Telefonbuchseite, ein Stück Packpapier, ein Blatt Toilettenpapier, ein Löschblatt

Nimm jedes Papier in die Hand, betaste es und beschreibe mit ein oder zwei Adjektiven, wie es sich anfühlt. Bewege es danach vor dem Ohr hin und her und beschreibe das Hörgeräusch – ist es ein Rascheln oder ein Flattern...? Beschreibe außerdem, an was dich dieses Papiergeräusch erinnert.

Ergebnis:

Papier ist sehr vielseitig und kann ganz unterschiedliche Eigenschaften haben. Deshalb gibt es heute sehr viele Papierprodukte für die verschiedensten Ansprüche und Verwendungen.

Papierart	Das Papier fühlt sich an wie...	Das Papier hört sich an wie...	Das Papiergeräusch erinnert mich an...

2.3 RechenkünstlerInnen

Rechne die folgenden Aufgaben:

1. Papier sparen!

In meiner Klasse sind _____ SchülerInnen.
Die Lehrerin kopiert für jedes Kind vier Seiten.

- a) Wie viele Blätter benötigt die Lehrerin für die gesamte Klasse, wenn nur eine Seite des Blattes bedruckt wird?
- b) Wie viele Blätter benötigt sie, wenn auch die Rückseite des Blattes bedruckt wird?

2. Aus Alt mach Neu!

Vier SchülerInnen deiner Klasse bringen je einen Bilderkalender mit in die Schule. Für jeden Monat gibt es ein Blatt mit einem Bild. Aus jedem Bild kann ein Briefumschlag gebastelt werden.

- a) Wie viele Briefumschläge können die Kinder aus den vier Kalendern basteln?
- b) Wie viele Kalenderblätter bleiben übrig, wenn jedes Kind in deiner Klasse einen Briefumschlag bastelt?

3. Recyclinghefte

Die Lehrerin hat für deine Klasse 83 Recyclingpapier-Hefte gekauft. Nun verkauft sie an jedes Kind zwei Hefte weiter.
Wie viele Hefte bleiben übrig?

4. Papierverbrauch Deiner Klasse pro Tag + pro Jahr

Jedes Kind verbraucht durchschnittlich 630 g Papier am Tag, das sind im Jahr ungefähr
230 kg.

- a) Wie viel Papier verbraucht Deine Klasse pro Tag?
- b) Wie viel Papier verbraucht Deine Klasse in einem Jahr?

5. Dein Papierverbrauch pro Jahr

Ein Mensch in Deutschland verbraucht in einem Jahr so viel Papier, dass dafür im Durchschnitt eine 80 Jahre alte Fichte gefällt werden muss.

- a) Wie viele Fichten wurden für Dich schon gefällt?
- b) Wie viele Fichten wurden für deinen Vater, deine Mutter, deinen Bruder, deine Schwester, deine Oma schon gefällt?

6. Holzverbrauch eines Schulheftes

Für die Herstellung von 1 kg Papier werden ungefähr 2,2 kg Holz benötigt.
Ein Din A 4 - Schulheft wiegt ungefähr 100 g.

- a) Wie viel Holz wird benötigt, um ein Schulheft herzustellen?
- b) Wie viel Holz wird für Deine Klasse benötigt, wenn jedes Kind ein Schulheft erhält?
- c) Wie viele Schulhefte verbraucht ihr ungefähr pro Jahr in eurer Schulkasse? Wie viel Holz wird benötigt, um diese Menge an Schulheften aus Holz herzustellen?

7. Papier ungleich verteilt!

Wenn ein Kind in Deutschland seinen ersten Geburtstag feiert, hat es –rein rechnerisch betrachtet- genauso viel Papier verbraucht wie ein Inder an seinem 57. Geburtstag, nämlich 230 kg.

Der Inder verbraucht pro Jahr 4 kg Papier.

Im Weltdurchschnitt liegt der jährliche Pro-Kopf-Verbrauch bei 52 kg.

- a.) Wie viel Mal so hoch ist der Papierverbrauch in Deutschland im Vergleich zum Verbrauch in Indien?
- b.) Wie viel Mal so hoch ist der jährliche Papierverbrauch in Deutschland im Vergleich zum Weltdurchschnitt?

8. Papierherstellung - verdammt schnell

In Deutschland werden pro Jahr 16.310.873 Tonnen Papier hergestellt. Das entspricht 517 kg pro Sekunde.

Berechne, wie viel Papier in den verschiedenen Papierbereichen pro Sekunde hergestellt wird:

- a) **Grafische Papiere** (das sind alle Papiere zum Beschreiben und Bedrucken):
3082.352 to/Jahr
- b) **Verpackungspapiere** (das sind alle Papiere, Pappen und Papiere für Verpackungen):
6.141.986 to/Jahr
- c) **Technische Papiere** (das sind Papiere für spezielle Anwendungsbereiche, z.B. Filterpapiere, Fotopapiere, Tapeten, Dekopapiere):
1.155.219 to/Jahr
- d) Hygienepapiere (das sind Papiere mit hoher Saugfähigkeit, z.B. Küchenpapiere, Toilettenpapiere, Servietten):
931.316 to/Jahr

3.0 Literaturliste

Literatur für LehrerInnen:

- „Unterrichtsmaterialien Papier von Natur bis Kultur“ (Barbara Maué, herausgegeben von der Arbeitsgemeinschaft Natur- und Umweltbildung NRW e.V.)
- Papier hat viele Seiten -Dokumentation einer Projektwoche und Arbeitsmaterialien für den Unterricht; Konzeption und Durchführung der Projektwoche; Bezugsquelle: Arbeitsgemeinschaft Regenwald und Artenschutz e. V. (ARA e. V.) August Bebel Str. 16 – 18; 33602 Bielefeld; Tel. 0521/65943; www.araonline.de; e-mail: monika.nolle@araonline.de (Preis: 5 €)
- Zukunftsfähig mit Papier – Globales Lernen am Thema nachwachsende Rohstoffe; Werkstattmaterialien „Agenda 21 in der Schule“ Bezugsquelle: Arbeitsgemeinschaft Regenwald und Artenschutz e. V. (ARA e. V.) August Bebel Str. 16 – 18; 33602 Bielefeld; Tel. 0521/65943; www.araonline.de; e-mail: monika.nolle@araonline.de (Preis: 1 €)
- „Papier beispielsweise... - ein kurzer historischer Rückblick auf die Entstehungsgeschichte des Papiers“ (C.F.J.Schriks, Ferdinand Finsch GmbH)
- „Papier – Rohstoffe, Herstellung und Verwendung“ (Judt, Schmeil, Trenchel, Korn, Ravensburger Verlag)
- „Aus Altpapier selber neues Papier schöpfen“ (Ernst Bonda, Basler Papiermühle)
- „Papier schöpfen und gestalten“ (Angelika Fuchs-Wasser, AT Verlag)
- „300 Papierrezepte“ (Mary Reimer & Heidi Reimer-Epp, Verlag Paul Haupt)
- Papier macht niemand satt! urgewald e.V., Von Galen Str. 4, 48336 Sassenberg, 02583/1031, www.urgewald.de
- „Papier hat viele Seiten – Informationen rund ums Papier (Infomappe der Abfallberatung des Landkreises Tübingen, Tel. 07071/207-1314 oder -1315)

2. Kinderbücher:

- „Die Geschichte vom Papier“ (Odile Limousin, Ravensburger Verlag)
- „Vom Holz zum Papier“ (Ali Migutsch, Sellier Verlag)
- „Vom Holz zum Papier“ (Ali Migutsch, Sellier Verlag, DIN A 3, laminiert)

4. Internet-Adressen:

- www.beschaffung-info.de Bundesverband für Umweltberatung
- www.blauer-engel.de: Blauer Engel
- www.globalforestwatch.org: Global Forest Watch
- www.papierwende.de: Papierkampagne von ARA & urgewald
- www.treffpunkt-recyclingpapier.de: Initiative 2000 plus
- www.uba.de: Umweltbundesamt
- www.urgewald.de: urgewald
- www.vdp-onlinde.de: Verband Deutscher Papierfabriken