

Woraus besteht Papier und was hat das mit Pflanzen zu tun?

Wie funktioniert der Prozess des Papierschöpfens?

Kann man aus Brennnesseln tatsächlich Papier herstellen?

Auch im Computerzeitalter ist Papier ein unverzichtbarer Begleiter unseres Alltags. Es kann nicht nur aus Holz und Altpapier, sondern auch aus verschiedenen Pflanzen, wie zB Brennnesseln, hergestellt werden.

In dieser Unterrichtseinheit erkennen die Schüler:innen, dass Zellulosefasern die Grundlage für die Papierproduktion bilden. Sie schöpfen aus Brennnesseln und alten Zeitungen selbst Papier. Dabei erhalten sie nicht nur Einblick in einen Recyclingprozess, sondern erfahren auch, warum die Herstellung von Papier aus Altpapier nachhaltiger ist.



Abb. 1: Papier aus Altpapier und Brennnesseln; UBZ

Ort

Werkraum oder im Freien

Schulstufe

5.-8. Schulstufe

Gruppengröße

Klassengröße

Zeitdauer

2 Schulstunden + Vorbereitung

Lernziele

- Erkennen, dass Papier aus verschiedenen Materialien hergestellt werden kann
- Den Prozess des Papierschöpfens erleben
- Alternative Pflanzenmaterialien zur Papierherstellung kennenlernen
- Ein Verständnis für das Thema Papierherstellung und Nachhaltigkeit entwickeln

Sachinformation

Papier gab es nicht immer. In der Steinzeit, als die Menschen noch in Höhlen lebten, bemalten sie die Wände mit Erdfarben. Im Altertum schrieben sie auf allem, was haltbar war: auf Knochen, Baumrinden, Muscheln und Schildkrötenpanzern, Ton, Mauern und auf Säulen. Die Mesopotamier ritzen ihre Keilschrift in feuchte Tontafeln. Die alten Römer schrieben auf Stein-, Wachs- und Tontafeln. Diese Materialien wurden nach und nach durch solche ersetzt, die flexibler waren, sich billiger herstellen ließen und einfacher zu transportieren waren.

Vorläufer des Papiers

Pergament

Die Bewohner:innen der Stadt Pergamon in Kleinasien trockneten die Felle von Kälbern, Schafen, Ziegen und Gazellen. Die Felle wurden in einen Rahmen gespannt und die Haare abgeschabt. Dann wurde die Haut mit Bimsstein geglättet. So bekam man das dünne, glatte Pergament, das man auf beiden Seiten beschreiben konnte. Bis Ende des Mittelalters wurde Pergament benutzt und erst durch das in der Herstellung wesentlich billigere Papier verdrängt.

Papyrus

Der Papyrus, von dem das Papier seinen Namen hat, ist eine schilfartige Sumpfpflanze. Die Ägypter schnitten den Stiel in kleine Streifen, die sie kreuzweise übereinanderlegten, mit einem Hammer flach klopfen und unter einem Gewicht trockneten. Die Blätter klebte man zu Schriftrollen zusammen. Die ägyptischen Schreiber malten darauf ihre Schriftzeichen, die Hieroglyphen.

Die Erfindung des Papiers

Das Papier wurde vor rund 2000 Jahren in China erfunden. Die Chinesen verwendeten zerstampfte Fasern von Maulbeerbast (Rinde vom Maulbeerbaum), Bambus, Chinagrass oder Hanf. Diese Ausgangsstoffe vermengten sie in einem Bottich mit Wasser und schöpften den so gewonnenen Brei mithilfe von Bambussieben als Faservlies sorgsam ab. Das Faservlies ließen sie an der Sonne trocknen. Nur ganz wenige Menschen wussten über die Herstellung von Papier

Bescheid. Die Chinesen bewahrten über viele Jahrhunderte ihr Geheimnis.

Das Papier geht um die Welt

Im Jahre 751 gerieten chinesische Papiermacher in arabische Gefangenschaft. Bald schon besaßen die Kalifen die größten Bibliotheken der Welt. Im Mittelalter brachten Kreuzfahrer das Wissen über die Papierherstellung mit nach Europa.

Handelsschiffe aus Italien und Frankreich segelten bald nach Arabien, um dort Papier einzukaufen. Schließlich hielt man es für einfacher, das Papier selbst herzustellen.

Im 15. Jahrhundert erfand Johannes Gutenberg den Buchdruck, wodurch das Papier an Bedeutung bei der Veröffentlichung von Büchern und Zeitschriften gewann, da diese nunmehr in größeren Auflagen hergestellt werden konnten. Neue Methoden wie Holzschnitt, Radierung und Kupferstich auf Papier ermöglichten die Verbreitung von Bildern. Mit der Ausweitung des Handels stieg die Nachfrage nach hochwertigem Papier enorm; man benötigte es für Urkunden, Zeugnisse, Verträge, Geldscheine, Erlässe und für Bücher, während billigere Sorten als Verpackung Verwendung fanden.

Papier aus Lumpen

Die einzigen Rohstoffe, die in den europäischen Papiermühlen vorerst verwendet wurden, waren Baumwoll-, Leinen-, Hanf- und Flachslumpen (Hadern), welche von Lumpensammlern angeliefert wurden. In der Papiermühle wurden die Lumpen sortiert und die Nähte entfernt. Sie wurden in Streifen geschnitten und in einem Bottich – der Bütte – eingeweicht. Schwere Hämmer zerstampften die Lumpen in kleine Fasern. Man gab noch Wasser dazu und hatte dann einen Faserbrei, die Papiermasse. Der Papiermacher füllte sein Schöpfsieb in der Bütte. Dabei musste er darauf achten, dass sich der Brei gleichmäßig im Sieb verteilte. Wenn das Wasser abgelaufen war, wurde das Blatt zwischen Filzmatten gepresst. Zum Schluss hängte man es noch zum Trocknen auf die Leine.

Papierherstellung damals

Bis Mitte des 19. Jahrhunderts kannte man in Europa als einzigen Faserrohstoff Lumpen sowie Hanf- und Flachsabfälle, die jedoch mengenmäßig begrenzt zu bekommen waren. Durch die Erfindung der Papiermaschine wurde die Papiererzeugung beträchtlich gesteigert und dem hohen Rohstoffbedarf stand ein viel zu geringes Angebot an Lumpen gegenüber.

Mitte des 19. Jahrhunderts entdeckte man, dass man aus Holzschliff Papier herstellen kann. Holzschliff und Zellulose, bis heute die Hauptrohstoffe für die Papiererzeugung, bewirkten eine Revolutionierung der gesamten Papierherstellung und führten zusammen mit der Erfindung und Weiterentwicklung der Papiermaschine zu einem gewaltigen Aufschwung.

Papier in Österreich

Das älteste in Österreich hergestellte Blatt Papier liegt im Archiv des Stiftes Heiligenkreuz. Man nimmt an, dass es in jener Papiermühle geschöpft wurde, die Jan der Turs von Rauhenegg um das Jahr 1321 in Leesdorf bei Baden gegründet haben soll.

Weitere alte Papiermühlen sind nachweisbar:

- 1469 an der Traisen bei St. Pölten
- 1498 bei Wiener Neustadt
- 1517 bei Graz

Laufend entstanden weitere Papiermühlen, sodass im 16. Jahrhundert die Papiermacherei bereits in ganz Österreich verbreitet war. (Quelle: papiergeschichte.freyerweb.at)



Abb. 2: Holz für die Papierherstellung; congerdesign/pixabay.com

Papierherstellung heute

Papier aus Holz

Für die Papierherstellung werden Bäume aus Wäldern der gemäßigten, borealen und auch tropischen Zonen verarbeitet. Zusätzlich gelangen auch Holzabfälle aus der Industrie in den Faserbrei.

Das Holz wird für die Papierherstellung auf zwei unterschiedliche Arten vorbereitet:

- Holz, das in feine Fasern zermahlen wird, wird Holzstoff genannt und ist zum Beispiel in Zeitungen enthalten. Papier mit viel Holzstoff erkennt man daran, dass die Tinte darauf zerfließt.
- Das Holz wird zu Hackschnitzel zerhackt, diese werden dann in einem „Druckkochtopf“ mit Chemikalien gekocht. Dadurch erhält man Zellstoff. Er sieht ähnlich wie Watte aus.

Zum Papier aus Holz (Holzstoff und Zellstoff) werden noch sogenannte Hilfsstoffe oder Füllstoffe dazugegeben. Leim und andere Stoffe helfen, dass das Papier glatt oder reißfester wird. Altpapier wird je nach Papiersorte in unterschiedlichen Mengen dazugegeben.

In der Papierfabrik

Riesige Maschinen stellen heute Papier her. Manche sind über zweihundert Meter lang und erzeugen 2000 Meter Papier in der Minute. Die Faserstoffe aus Holz werden mit Wasser hoch verdünnt. Das Gemisch aus Fasern und Wasser kommt in der Papiermaschine zuerst auf eine große, rollende Siebfläche. So werden die Papierfasern gleichmäßig verteilt.

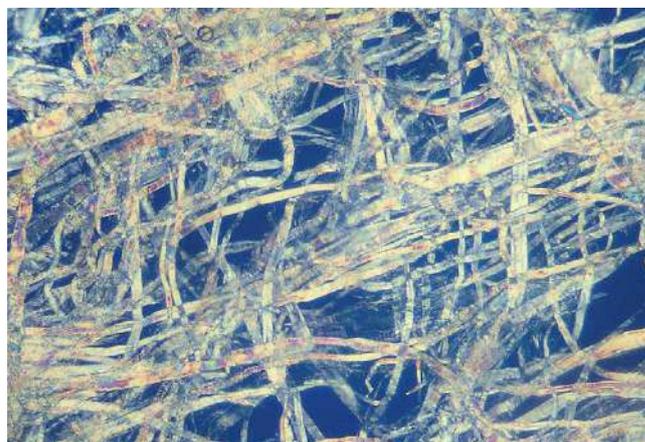


Abb. 3: Zellstoff aus einem Papiertaschentuch, 200-fach vergrößert; Foto: Jan Homann/wikipedia

Durch die feinen Maschen des Siebs wird ein Großteil des Wassers abgesaugt. Die Fasern verbinden sich zu einem zusammenhängenden Faservlies. Dieses Faservlies wird anschließend gepresst und über erwärmten Zylindern (Rollen) getrocknet.

Zum Schluss wird es auf riesengroße Rollen gewickelt. Mit Schneidemaschinen werden erst kleinere Rollen zugeschnitten, dann einzelne Papierbögen (Blätter).

Papier aus Altpapier

Altpapier ist für die Papierindustrie ein wichtiger Rohstoff. Manches Schreibpapier, Zeitungspapier oder auch Karton wird aus reinem Altpapier hergestellt.

Die Herstellung von Papier aus Altpapier hat viele Vorteile für die Umwelt:

- geringerer Stromverbrauch
- geringerer Wasserverbrauch
- der Rohstoff Holz wird geschont

Altpapier wird zuerst in verschiedene Qualitäten sortiert, zB gesammelter Karton wird zur Kartonerzeugung verwendet. Kunststoffe und andere Abfälle werden vorher grob aussortiert. Altpapier wird unter Zugabe von Wasser in seine Fasern aufgelöst. Dieser Papierbrei wird im Pulper (Kessel mit Rührwerk) nochmals gereinigt (Heftklammern, Kunststoffreste, Farben usw. werden entfernt). Anschließend wird auf der Papiermaschine wieder neues Papier oder Karton produziert. 5- bis 7-mal kann aus Altpapier neues Papier hergestellt werden. Dann sind die Papierfasern zu kurz.



Abb. 4: Auswahl verschiedener Pflanzen für das Papierschöpfen; UBZ

Papierschöpfen

Papier besteht aus Zellulosefasern, dem Grundbaustein aller Pflanzen. Diese Fasern finden sich nicht nur im Holz, sondern auch in anderen Pflanzen wie zB der Brennnessel. In dieser Unterrichtseinheit wird eine Mischung aus Altpapier und Pflanzenfasern verwendet. Durch die Zugabe von Zeitungspapier ist das Brennesselpapier stabiler und leichter zu verarbeiten. Das Ergebnis ist ein ansprechendes olivgrün-graues Papier.

Um die Zellwände der Brennnessel zu zerstören und die innen liegenden Fibrillen zu lösen, werden die zerkleinerten Pflanzenteile zuvor mit Soda gekocht. Dieser Vorgang dauert etwa 90 Minuten und sollte bei der Vorbereitung eingeplant werden.

Papierschöpfen ist für alle Altersgruppen geeignet. Schon Kindergartenkinder können tolle, kreative Papiere herstellen. Je nach Alter und Technik ergeben sich zahlreiche Gestaltungsmöglichkeiten.

Didaktische Umsetzung

Papierschöpfen ist eine nasse Angelegenheit. Am besten arbeitet man im Werkraum, geht ins Freie oder schützt den Boden und die Tische mit Planen. Für die Vorbereitung sollten etwa zwei Stunden eingeplant werden. Diese kann von der Lehrperson allein durchgeführt werden, eine gemeinsame Vorbereitung ermöglicht aber, die Verarbeitung der Pflanzenfasern hautnah zu erleben und steigert die Vorfreude auf das praktische Arbeiten.

Nach einer kurzen Einführung zur Geschichte der Papierherstellung wird erläutert, woraus Papier heute besteht. Die Lehrperson demonstriert den Ablauf des Papierschöpfens. Anschließend schöpfen die Schüler:innen ihr eigenes Brennnesselpapier. Zum Abschluss wird gemeinsam besprochen, warum Papier aus Altpapier nachhaltiger ist und welche Möglichkeiten es gibt, den eigenen Papierverbrauch zu reduzieren.

Inhalte	Methoden
2 Stunden	
<p><i>Die Pulpen und die Arbeitsplätze werden vorbereitet.</i></p> 	<p><u>Material</u> Beilage „Anleitung: Herstellung der Pulpen“ Beilage „Information für Lehrende: Gestaltung des Arbeitsplatzes“</p> <p>Im Vorfeld werden die Schüler:innen gebeten, die benötigten Zeitungen fertig in kleine Stücke gerissen mitzubringen.</p> <p>Aus Brennnesseln und Zeitungspapier werden laut Anleitung ein Pflanzenfaserbrei und ein Papierbrei - die Pulpen - hergestellt. Für die Herstellung der Brennnesselpulpe benötigt man ca. 90 Minuten. Das zerkleinerte Zeitungspapier sollte rund eine Stunde in Wasser eingeweicht werden, damit es sich gut mixen lässt.</p> <p>Anschließend werden die Arbeitsplätze vorbereitet und, wenn vorhanden, ein Wäscheständer bereitgestellt. Alternativ können die Werkstücke auf ausgelegten Zeitungen getrocknet werden.</p>
15 Minuten	
<p><i>Worauf schrieben die Menschen früher? Wie wird Papier heute hergestellt?</i></p> 	<p><u>Material</u> Beilage „Bildkarte: Woraus besteht Papier?“</p> <p>Zu Beginn bespricht die Lehrperson die Geschichte der Papierherstellung und erklärt, dass Papier heute hauptsächlich aus Holz oder recyceltem Altpapier hergestellt wird.</p> <p>Mithilfe der Bildkarte zeigt sie, dass Zellulose der Grundbaustein aller Pflanzen ist, also nicht nur aus Bäumen, sondern auch aus anderen Pflanzen wie der Brennnessel gewonnen werden kann.</p> <p>Den Schüler:innen wird vermittelt, dass sie jetzt ein sehr altes Handwerk kennenlernen, das bis heute von großer Bedeutung ist.</p>

Schöpfen von Brennesselpapier	50 Minuten
<p><i>Die Schüler:innen schöpfen ihr eigenes Papier.</i></p> 	<p><u>Material</u> Beilage „Anleitung: Brennesselpapier schöpfen“</p> <p>Zum Einstieg in die praktische Arbeit werden die einzelnen Arbeitsschritte gemeinsam besprochen. Danach demonstriert die Lehrperson den Schöpfvorgang.</p> <p>Die Schüler:innen schöpfen anschließend in Zweiertteams ihr eigenes Brennesselpapier.</p>
Zusammenräumen und Reflexion	35 Minuten
<p><i>Die Arbeitsplätze werden zusammengeräumt und es wird über den eigenen Papierverbrauch reflektiert.</i></p>	<p><u>Material</u> kein weiteres</p> <p>Am Ende der Unterrichtseinheit wird gemeinsam zusammengeräumt. Achtung: Reste der Pulpe dürfen nicht in den Abfluss gelangen, da dieser sonst verstopft! Die Papierreste werden mit einem feinen Sieb aufgefangen, ausgepresst und im Restmüll entsorgt.</p> <p>Den Abschluss bilden folgende Fragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche Vorteile hat die Herstellung von Papier aus Altpapier für die Umwelt? (geringerer Stromverbrauch, geringerer Wasserverbrauch, der Rohstoff Holz wird geschont) • Wie kann man den eigenen Papierverbrauch reduzieren? • Welche deiner Schreibunterlagen wurde aus Altpapier hergestellt? • Kennst du weitere Produkte, die aus recyceltem Altpapier hergestellt wurden?

Beilagen

- ▶ Anleitung: Herstellung der Pulpen
- ▶ Information für Lehrende: Gestaltung des Arbeitsplatzes
- ▶ Bildkarte: Woraus besteht Papier?
- ▶ Anleitung: Brennesselpapier schöpfen

Weiterführende Themen

- ▶ die Geschichte des Papiers
- ▶ Gütesiegel
- ▶ Papiertrennung
- ▶ Papierrecycling

Weiterführende Informationen

Literatur

- Dardel, K. (2002). *Kreatives Papierschöpfen. Pflanzenpapiere. Recyclingpapiere. Farbige Papiere*. Bern: Haupt-Verlag.
- Doll, C. et al. (2008). *1x1 kreativ Papier gestalten*. Gerlingen: Topp-Verlag.
- Ehlers, I. (2004). *Papierschöpfen für Einsteiger: Die schönsten Papiere und wie man sie nutzt*. München: Knauer-Verlag.
- Goldbach, S., Münch, S. (2007). *Bastelwerkstatt Papier schöpfen: Wasserzeichen, Strukturen, Effekte*. Rheinfelden: Christophorus-Verlag.
- Reimer, M. & Reimer-Epp, H. (2011). *300 Papierrezepte. Kreative Ideen zum Papierschöpfen*. Bern: Haupt-Verlag.



Noch Fragen zum Thema?

Mag.ª Dr.ª Eva Lenhard
Telefon: 0043-(0)316-835404-14
eva.lenhard@ubz-stmk.at



www.ubz-stmk.at

Herstellung der Pulpen

Pulpe aus Brennnesseln

Benötigtes Material

- 1/2 Eimer Brennnessel (in kleinen Stücken) oder 100 g Brennnesseltee aus der Apotheke
- großer Kochtopf
- 100 g Soda
- 5 l Wasser
- Herdplatte, Kochlöffel, Schere, Sieb
- evtl. Gurkengläser für die fertige Brennnesselpulpe

Die Brennnesseln werden in 2-5 cm lange Stücke geschnitten und in den Kochtopf gefüllt. Dann gießt man etwa 5 l Wasser dazu, kocht die Masse auf, reduziert die Hitze und fügt das Soda dazu. Achtung, bei zu hoher Hitze schäumt die Masse sehr leicht über!

Die Pflanzen werden unter Rühren rund 90 Minuten gekocht. Das Kochgut ist fertig, wenn die Pflanzen beim Zerreiben zwischen den Fingern zerfallen.

Der Pflanzenbrei wird im Sieb portionsweise intensiv mit Wasser gespült, um das Soda wieder auszuwaschen.

Die Pulpe kann in Gurkengläser abgefüllt werden und ist bis zu einer Woche im Kühlschrank haltbar bzw. kann auch eingefroren werden.

Pulpe aus Zeitungspapier

Benötigtes Material

- Tageszeitungen (je eine für 2 Kinder)
- 10-Liter-Eimer
- Stabmixer oder Malerquirl
- Wasser

Die Tageszeitungen werden in kleine Stückchen gerissen. Die Papierschnipsel werden in einem Eimer mit Wasser übergossen und rund 1 Stunde stehen gelassen.

Anschließend wird daraus mithilfe des Stabmixers oder des Malerquirls ein homogener Faserbrei hergestellt. Es wird so viel Wasser dazugegeben, bis ein dickflüssiger Brei entsteht.

Je feiner gemixt wird, desto gleichmäßiger wird das geschöpfte Papier.



Gestaltung des Arbeitsplatzes

Benötigtes Material

pro Zweiergruppe

- 1 Wanne
- 3 Handtücher
- 1 Nudelwalker
- Fliegengitter auf 10 cm x 10 cm zugeschnitten
- 8-12 Chifonet-Tücher auf DIN A5 zugeschnitten
(die Werkstücke bleiben zum Trocknen auf den Tüchern)

außerdem

- die vorbereiteten Pulpen (Brennnessel und Zeitungspapier)
- Wäscheständer, Wäscheklammern, alternativ Zeitungen
- feines Küchensieb zum Abschöpfen der Zellulosefasern
- evtl. Schere

Vorbereiten der Arbeitsplätze

Die Schüler:innen bilden Zweiergruppen. Pro Gruppe werden eine Wanne für die Pulpe, drei Handtücher (eines zum Auflegen der Werkstücke, eines zum Gautschen, eines zum Händeabtrocknen), die Chifonet-Tücher, ein zurechtgeschnittenes Fliegengitter und ein Nudelwalker zur Verfügung gestellt. Der Wäscheständer wird aufgestellt oder alternativ wedenZeitungen zum Auflegen der Werkstücke aufgelegt.

Die Wannen werden mit Wasser gefüllt und anschließend beide Pulpen hinzugefügt. Das Mischverhältnis der Pulpen kann variieren, so erhält man Papiere in verschiedenen Grüntönen. Dem Wasser wird so viel Pulpe zugefügt, dass das Schöpfgitter nach dem Eintauchen gut mit Fasern bedeckt ist. Am Anfang ist eine Mischung mit einem höheren Pulpenanteil gut geeignet, um sich mit dem Schöpfvorgang vertraut zu machen. Die Papiere werden dicker und reißen beim Abheben des Gitters nicht so leicht ein. Im weiteren Verlauf werden immer mehr Fasern aus der Wanne herausgeschöpft und die Papiere automatisch dünner.

Zusatzinformation

Das Fliegengitter kann in jede beliebige Form geschnitten werden, diese sollte jedoch nicht größer als DIN A5 sein, um ein schönes Ergebnis zu erhalten. An einer Wanne können auch zwei Zweiergruppen arbeiten.

Reste der Pulpe dürfen nicht in den Abfluss gelangen, da dieser sonst verstopft! Die Zellulosefasern werden mit einem feinen Sieb aufgefangen, ausgepresst und im Restmüll entsorgt oder für eine Wiederverwendung getrocknet.

Tipp: Anstatt der Fliegengitter kann man auch Spritzsiebe oder Schöpfrahmen verwenden.





Brennnesselpapier schöpfen

Du benötigst

- 1 Wanne mit Wasser und Pulpe
- 3 Handtücher
- 1 Nudelwalker
- 1 Fliegengitter auf 10 cm x 10 cm zugeschnitten
- viele Chifonet-Tücher auf DIN A5 zugeschnitten (eines pro geschöpftem Papier)

So funktioniert's

1. Mische zuerst die Fasermischung (Pulpe) in der Wanne (Bütte) mit den Händen gut durch.
2. Lege das Schöpfgitter auf deine Handflächen. Tauche es schräg ein und hebe es langsam gerade wieder heraus. Ist das Gitter nicht ganz mit dem Papierbrei bedeckt, versuche es noch einmal.
3. Lege ein Tuch auf dein Papier und drücke fest darauf. Lass dabei das überschüssige Wasser wieder in die Wanne tropfen.
4. Drehe nun dein Werkstück um und lege es mit dem Gitter nach oben auf das Handtuch.
5. Jetzt drücke mit einem zweiten Handtuch auf das Gitter, um so viel Wasser wie möglich herauszupressen. Diesen Vorgang nennt man auch „gautschen“.
6. Anschließend rolle ganz fest mit dem Nudelwalker über das Gitter, damit dein Papier noch dünner und stabiler wird.
7. Streiche mit dem Finger die Papierfasern am Rand weg, damit das Papier beim Abheben des Gitters nicht einreißt.
8. Jetzt hebe das Gitter vorsichtig ab.
9. Dein Papier ist fertig. Zum Trocknen hänge es mit dem Tuch auf eine Leine oder lege es auf ausgelegten Zeitungen auf.

Tipp: Du kannst statt des Fliegengitters auch ein Spritzsieb oder einen Schöpfrahmen verwenden.

So heißt es in der Fachsprache

- Pulpe:** Faserbrei
Bütte: Wanne, in die der Faserbrei gefüllt wird
gautschen: Vorgang, bei dem das Wasser aus dem geschöpften Papier herausgepresst wird

