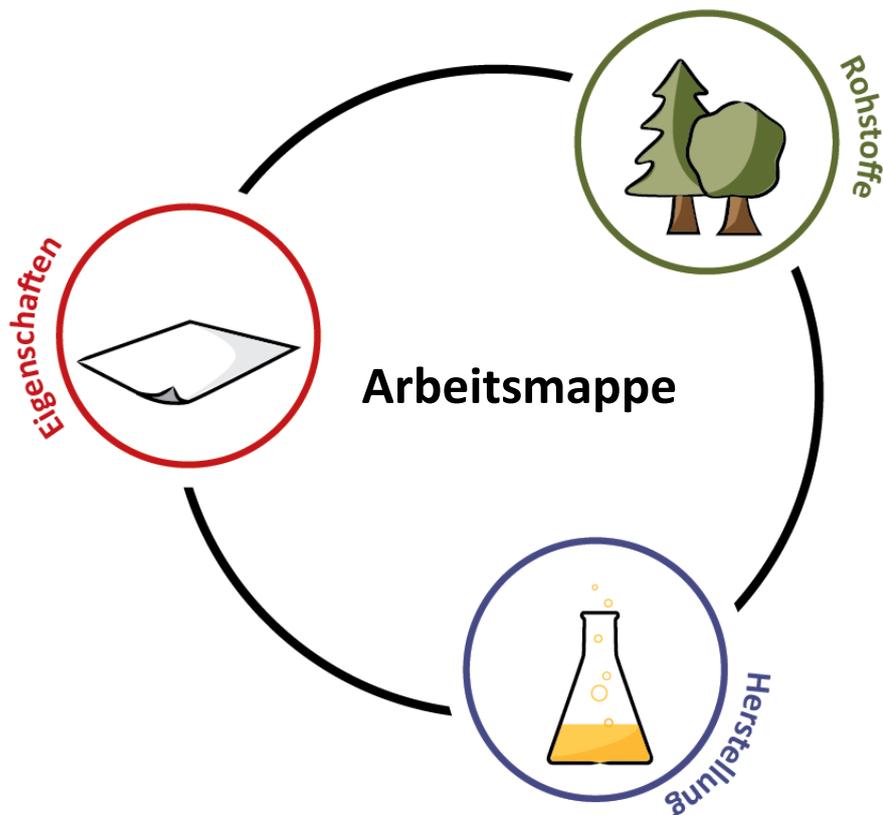


Unterlagen

• Rund ums Papier •



Name:

Schule: Klasse:

Liebe Teilnehmerin,

Lieber Teilnehmer!

Wir freuen uns, dass du bei unserem Workshop zum Thema „Rund ums Papier“ teilnimmst.

Damit hilfst du aktiv bei der Entwicklung unserer Diplomarbeiten aus den Bereichen Biologie, Chemie und Physik mit.

Durch das Ausfüllen eines Fragebogens am Ende jeder Einheit leistest du wertvolle Forscherarbeit!

Vielen Dank!

Viel Spaß, wünschen dir

Anja Arnfelser (Chemie)

Claus del Negro (Physik) und

Marion Fruhmann (Biologie)

Das Programm

Trag die Reihenfolge ein, in der du die Stationen absolvierst.
Hol dir am Ende jeder Einheit einen Stempel!

Laborregeln:



Nr.	Einheit	Sicherheit	Stempel
	 Rohstoffe Was ist drin im Rohstoff Holz? <i>ab S. 4</i>	Vorsicht, scharf! 	
	 Herstellung Wie entsteht weißer Zellstoff aus dem Rohstoff? <i>ab S. 8</i>	Schutzbrille Handschuhe 	
	 Eigenschaften Welche Eigenschaften hat ein Blatt Papier? <i>ab S. 15</i>		



Rohstoffe

Marion Fruhmann



Laub- oder Nadelholz?

Das Grundgerüst von Papier besteht aus Fasern verschiedener Pflanzen. Wichtig ist dabei, dass die Faser eine gewisse Länge und Festigkeit aufweist. Geeignet sind krautige Pflanzen, wie Baumwolle, Flachs oder Stroh. Bei uns wird hauptsächlich **Holz** von einigen Laub- und Nadelbäumen verwendet.

Nimm das INFOBLATT „Vom Baum ins Papier“ zur Hilfe, um folgende Aufgaben zu lösen!

1. Holz ist aus verschiedenen Bestandteilen aufgebaut. Kreuze an ☒, ob der jeweilige Bestandteil bei Laub- oder Nadelbäumen, oder bei beiden Baumtypen vorkommt.

	A Holzstrahlen		B Gefäße		C Holzfasern		D Tracheiden
	<input type="checkbox"/>						
	<input type="checkbox"/>						

2. Welche Beschreibung passt zum Bestandteil? Lies genau und schreibe die passenden Buchstaben in die Kreise: (A) Holzstrahlen (B) Gefäße (C) Holzfasern (D) Tracheiden

Diese Bestandteile haben einen großen Durchmesser. Wasser und Mineralien können daher gut durchfließen.	Sie dienen als Speicherorte und haben außerdem Transportfunktion in Querrichtung.	Sie sind lang mit dicken Wänden. Ihre Aufgaben sind Festigung und Leitung von Wasser und Mineralien.	Diese langgestreckten Bestandteile sind nahezu strukturlos. Mit ihren dicken Wänden dienen sie nur der Festigung.
---	---	--	---

3. Nicht alle Bestandteile sind für Papier gleich wichtig. Kreuze an ☒, welche besonders wertvoll sind.

Holzstrahlen
 Tracheiden
 Gefäße
 Holzfasern

Nun weißt du Bescheid – Jetzt geht's zum praktischen Teil!

Untersuche ein Stück Holz unter dem Mikroskop. Ist es Laub- oder Nadelholz?

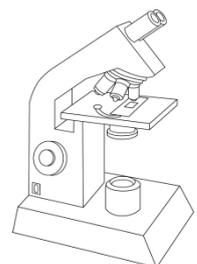
Nimm die MIKROSKOPIER-ANLEITUNG zur Hilfe und löse die nächsten Aufgaben!

4. Welche Bestandteile siehst du in deinem Holzschnitt? Kreuze diese an ☒!

Holzstrahlen
 Tracheiden
 Gefäße
 Holzfasern

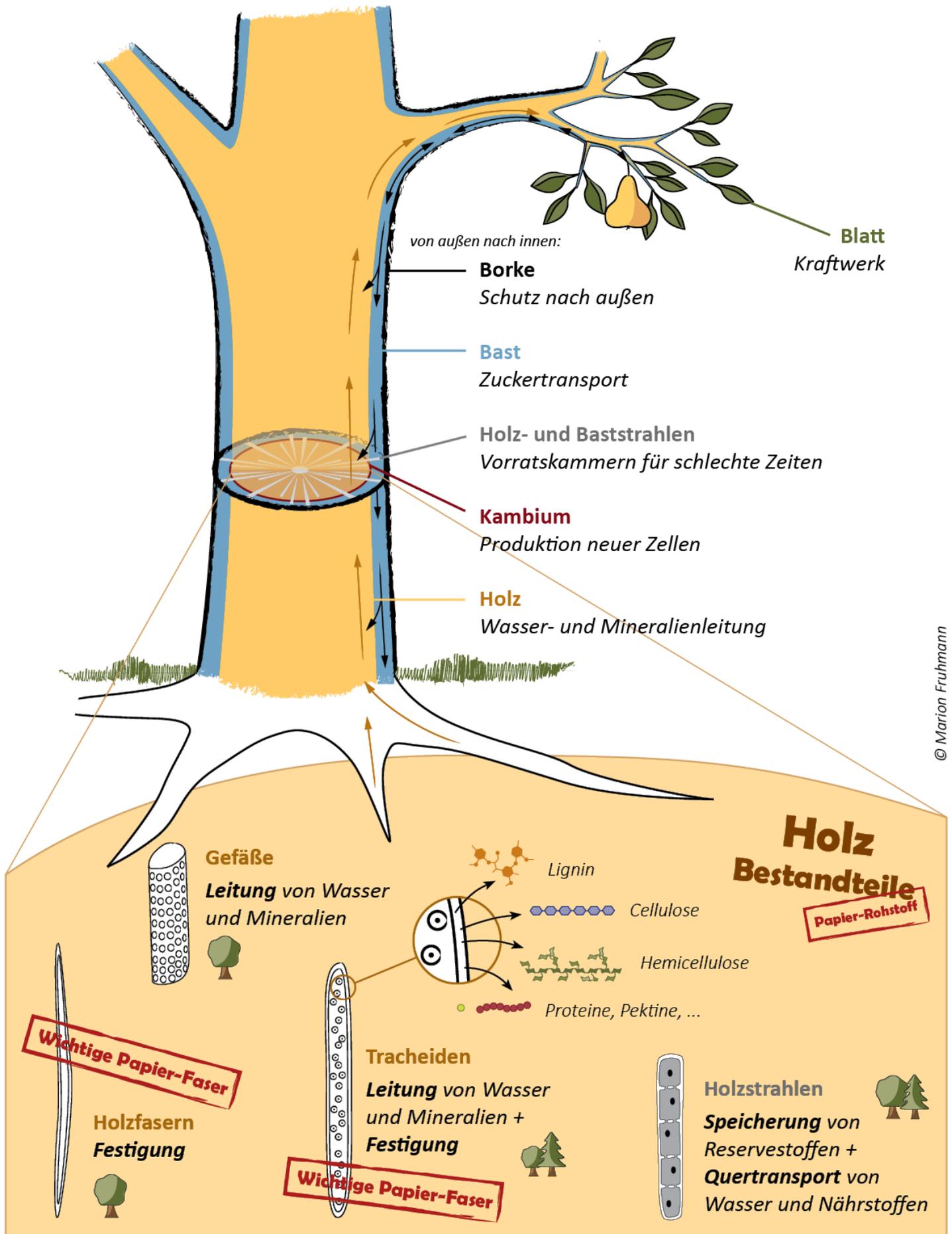
5. Schließe daraus, um welches Holz es sich handelt! Kreuze dein Ergebnis an ☒!

Laubholz
 Nadelholz





Vom Baum ins Papier

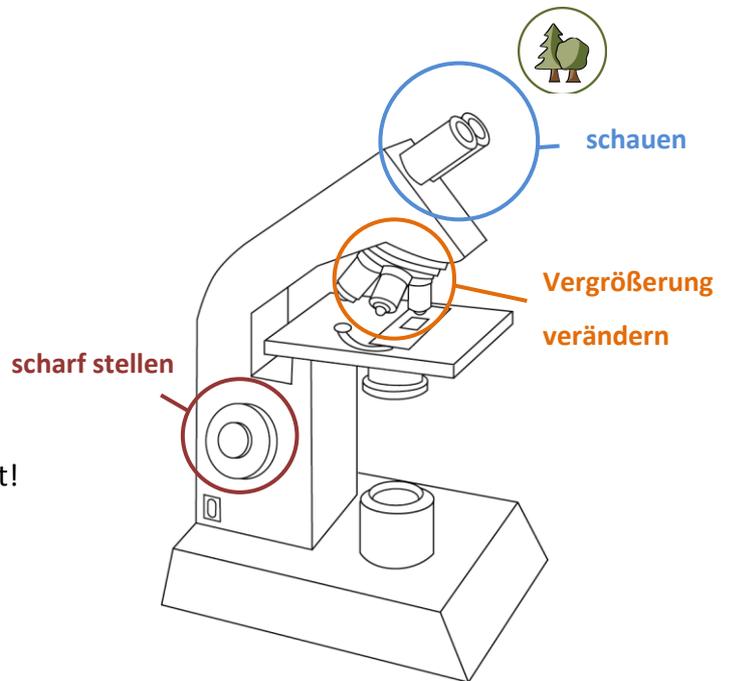


© Marion Fruhmann

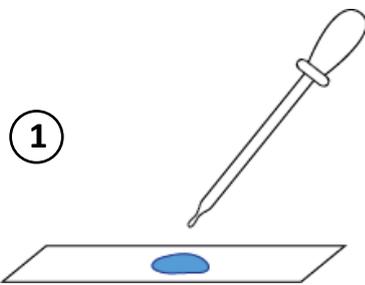
Mikroskopier-Anleitung

Was zuerst zu tun ist:

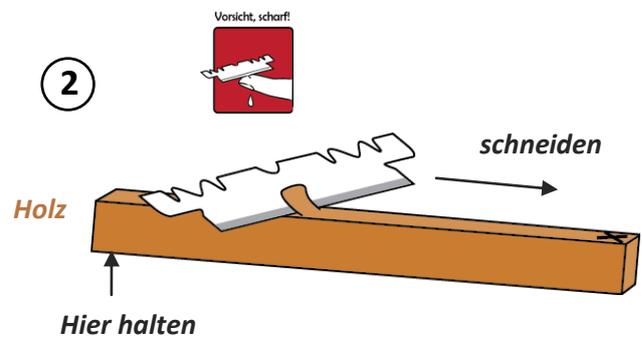
- Einschalten
- Sesselhöhe einstellen:
Sitz gerade, wenn du ins Mikroskop schaust!



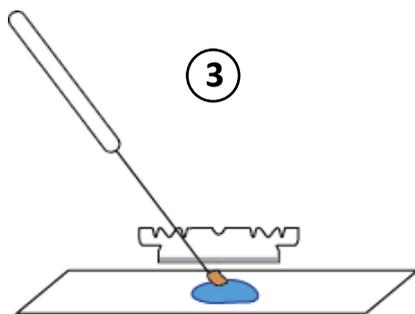
Jetzt geht's ans Holz!



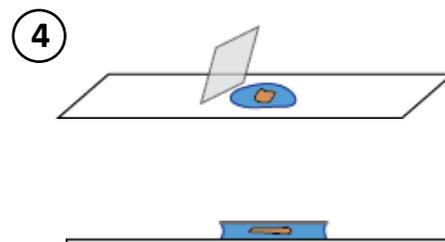
kleiner Wassertropfen



Kleines, hauchdünnes Stückchen von der mit X markierten Seite schneiden!



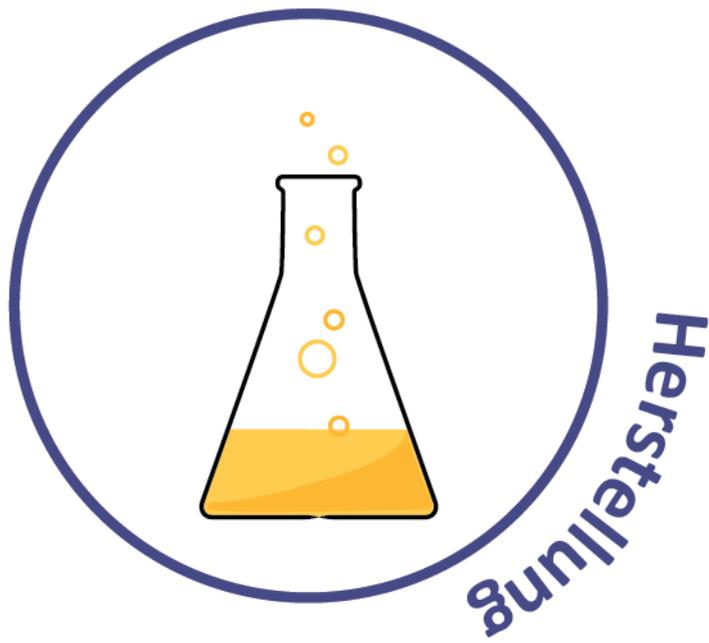
Stückchen in den Wassertropfen!



Deckglas drauf!

fertig!

Betrachte deinen Schnitt unter dem Mikroskop!



Anja Arnfelser



Gewinnen von Rohzellstoff

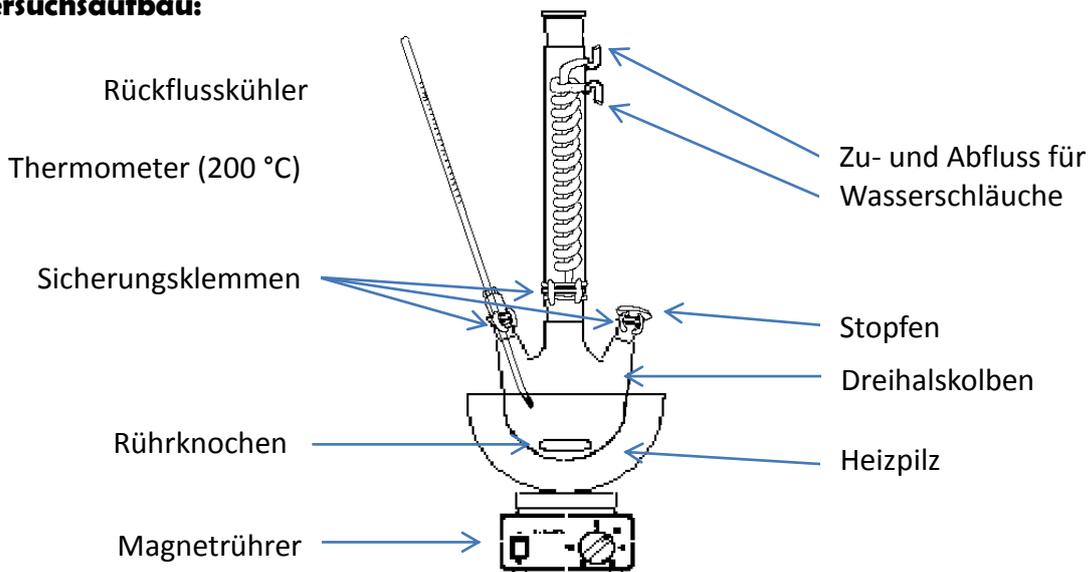
Lehrerexperiment (~ 90 Min)

Chemikalien:

65 ml Ethansäure CH_3COOH (c = 100 %), 20 ml Chlorwasserstoffsäure HCl (c = 37 %),
5 g Stroh (2 – 4 cm lang)



Versuchsaufbau:



Durchführung:

Stroh in den Dreihalskolben geben, 65 ml CH_3COOH und 20 ml HCl hinzufügen, Rührknochen hineingeben, Öffnungen verschließen;

Magnetrührer einschalten, Wasserzufuhr für Rückflusskühler kontrollieren. Mit Heizpilz bis zum Siedepunkt (~ 110 °C) erhitzen.
Ca. 60 Min kochen und abkühlen lassen.

Faserbrei im Büchnertrichter (\varnothing 5,5 cm) mit Saugflasche und Membran-Vakuumpumpe absaugen. Mit 10 ml – 15 ml Ethansäure nachspülen.

Anschließend so lange mit Wasser nachwaschen, bis der pH der Waschlösung neutral ist.



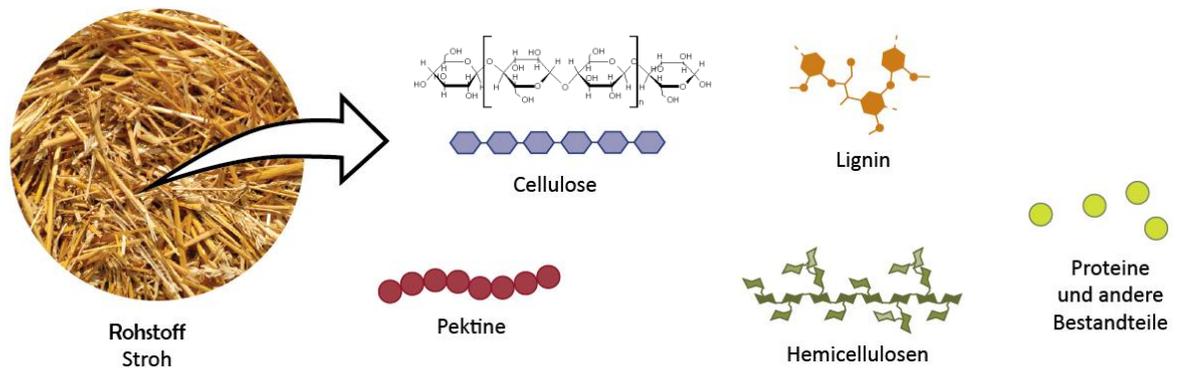


Gewinnen von Rohzellstoff

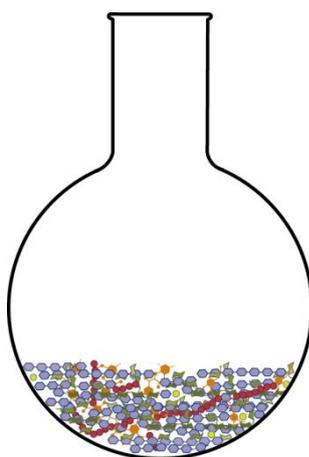
Information (1)

Die Gewinnung von Zellstoff aus pflanzlichen Rohstoffen nennt man „Aufschluss“. Dies findet in zwei Schritten statt: **1. Kochen, 2. Bleichen**

Beim Aufschluss geht es darum, die Cellulose und Hemicellulosen von den anderen Bestandteilen der Pflanze (Lignin, Proteine, Wachse, Fette, Silikate u.a) zu trennen.



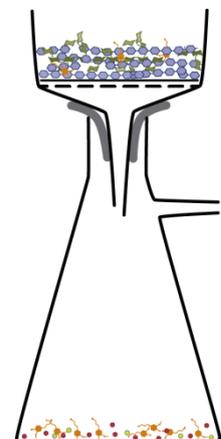
Dies ist möglich, weil die Cellulose zusammen mit den Hemicellulosen in den Pflanzenfasern ein starkes Netz bildet, um das die andern Inhaltsstoffe angeordnet sind. Die Bindungen innerhalb der Cellulose und Hemicellulosen sind stärker als die Bindungen zwischen der Cellulose und den restlichen Inhaltsstoffen.



1. Kochen mit CH_3COOH und HCl

Durch das **Kochen** mit Säuren oder Basen (in unserem Fall Ethansäure und Chlorwasserstoffsäure) gelingt es, die meisten dieser Inhaltsstoffe aus den Pflanzen herauszulösen. Sodass schließlich nur noch die Cellulose und die Hemicellulosen (= Zellstoff) in fester Form vorliegen und von der Lösung getrennt werden können.

Durch das **Absaugen** der Lösung erhält man Rohzellstoff, der vorwiegend aus Cellulose und Hemicellulosen besteht und nur noch wenige andere Bestandteile, wie Restlignin, enthält.



2. Absaugen



Bleichen von Rohzellstoff

Schülerexperiment (~ 15 Min)

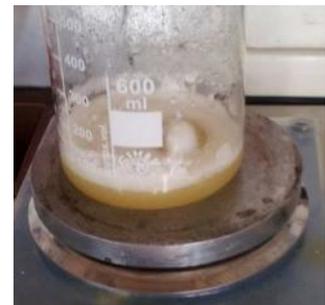
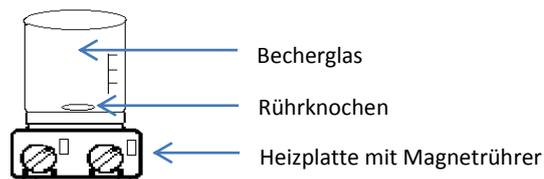
Chemikalien:

10 ml Wasserstoffperoxid H_2O_2 (c = 33 %), 10 ml Natriumhydroxidlösung NaOH (c = 10 %),
1 g Rohzellstoff, destilliertes Wasser



Versuchsaufbau:

Teil 1: Bleichen

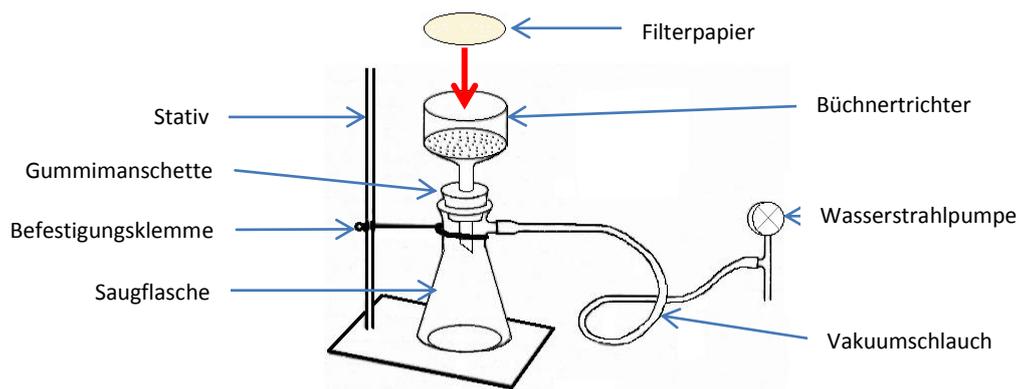


Durchführung:

Rohzellstoff aus Versuch 1 mit 10 ml H_2O_2 und 10 ml NaOH ins Becherglas geben.

Gemisch auf Heizplatte solange **VORSICHTIG** erhitzen, bis der Zellstoff weiß ist. (Kochfeld auf 100 °C)
SCHÄUMT STARK .

Teil 2: Absaugen



Durchführung:

Ein Filter in den Büchnertrichter (\varnothing 5,5 cm) geben, den abgekühlten Zellstoff vorsichtig hineinschütten und mit der Wasserstrahlpumpe absaugen. Mehrmals mit Wasser spülen (~ ½ l)



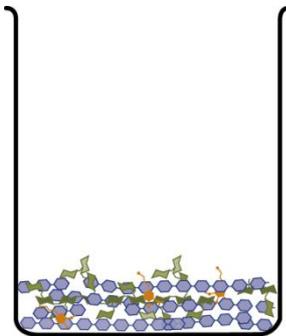


Bleichen von Rohzellstoff

Information (2)

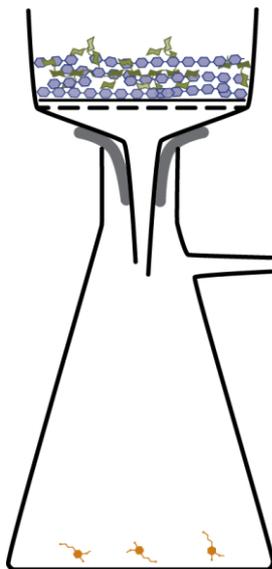
Das Bleichen setzt den Aufschluss fort und hat folgende Aufgaben:

- Entfernung des Restlignins – Erhöhung der Lebensdauer des Papiers
- Oxidation der färbigen Verunreinigungen – Aufhellung des Zellstoffs
- Beseitigung von Geruchs- und Geschmacksstoffen – Lebensmittelverpackungen

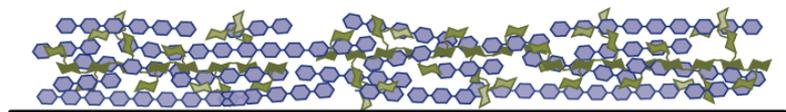


Wir verwenden Wasserstoffperoxid als Bleichmittel. Dieses reagiert mit dem Lignin und den anderen färbigen Bestandteilen und oxidiert diese zu Produkten, die aus dem Zellstoff ausgewaschen werden können. Die Reaktion läuft bei pH-Wert 10 (alkalisch) ab, daher wird Natriumhydroxidlösung zugefügt.

1. Bleichen mit H_2O_2
und $NaOH$



2. Absaugen



3. Zellstoff auf Filterpapier



Nachweisen von Lignin

Schülerexperiment (~ 10 Min)

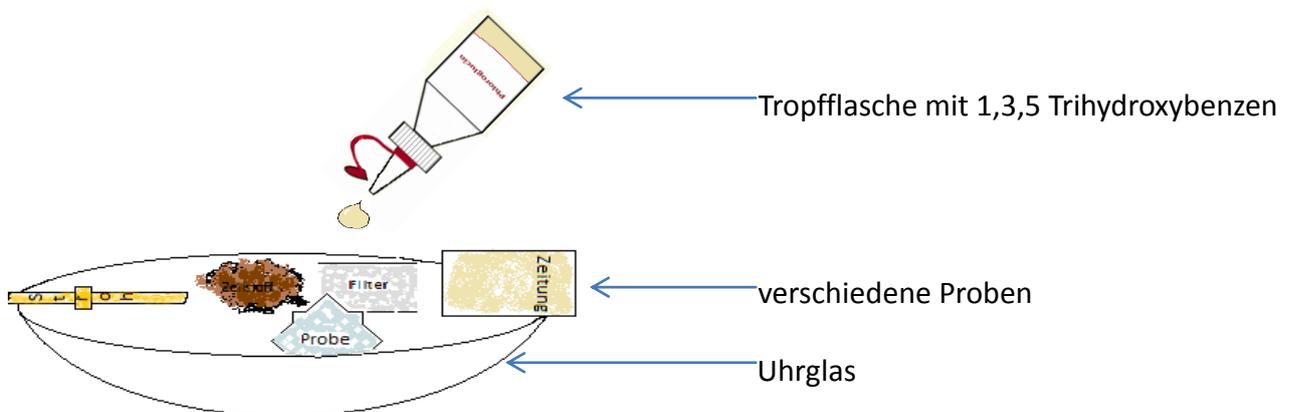
Chemikalien:

1,3,5 Trihydroxybenzen (Phloroglucin) (c = 0,6 % in 18,5 % HCl)



Durchführung:

Aus den vorhandenen Proben auswählen und sie auf ein Uhrglas legen. Mit der Tropfflasche einen Tropfen 1,3,5 Trihydroxybenzen auf jede Probe geben. Veränderungen beobachten.



Schreibe in die nachfolgende Tabelle als erstes, in welchen Proben du Lignin vermutest, anschließend trage ein was du beobachten konntest. Hinweise findest du auf der Rückseite (Infozettel 3).

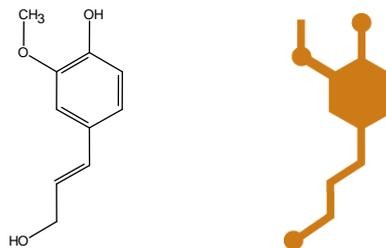
Probe	Hypothese	Farbveränderung		Schlussfolgerung
		Ja	Nein	
Strohzellstoff				
Holzstoff				
Zeitungspapier				
Filterpapier				
Stroh				
Recyclingpapier				



Nachweisen von Lignin

Information (3)

Lignin wird in Pflanzenfasern (z.B. von Bäumen, Sträuchern, Gräsern) gebildet, um diese zu festigen (bzw. zu verholzen). Es besteht vorwiegend aus drei verschiedenen Alkoholen (einer davon ist z.B. 4-[(E)-3-Hydroxy-prop-1-enyl]-2-methoxyphenol, der auch Coniferylalkohol genannt wird), die in unterschiedlicher Anordnung miteinander verknüpft sind.

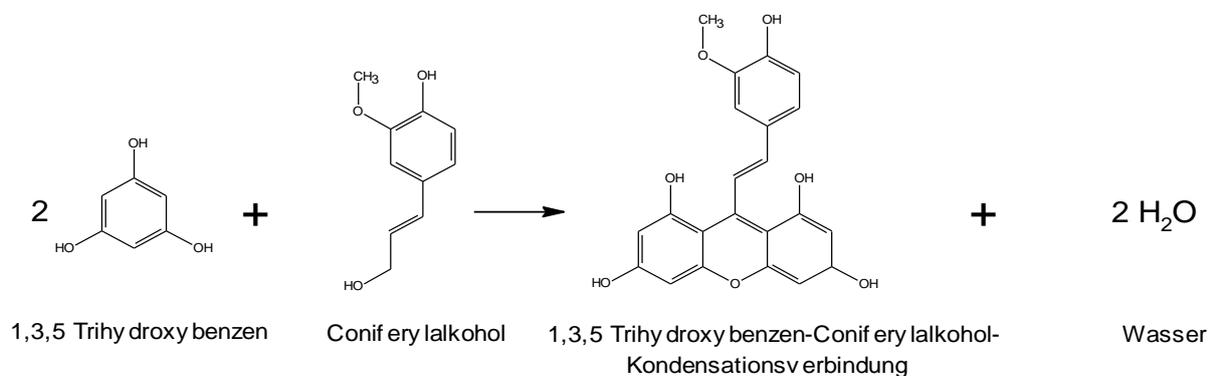


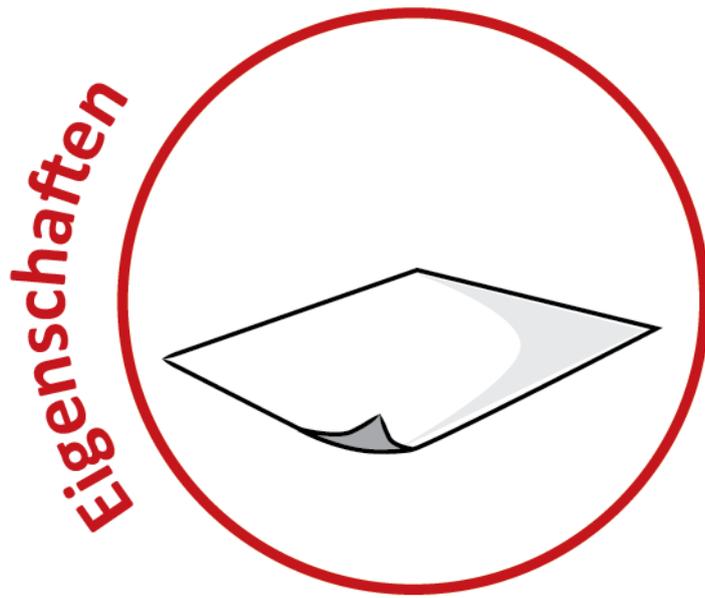
Coniferylalkohol

Lignin ist nicht stabil. Es reagiert zum Beispiel mit dem Sauerstoff der Luft und ist lichtempfindlich. Wenn das Lignin bei der Papierherzeugung nicht entfernt wird, vergilbt das Papier und wird brüchig (spröde).

Papier, das eine lange Lebensdauer und hohe Weiße haben soll, darf kein Lignin enthalten. Papier für Zeitungen und Verpackung, wo Weiße und lange Lebensdauer keine Rolle spielen, enthält Lignin.

Beim Nachweis von Lignin mit 1,3,5-Trihydroxybenzen entsteht eine rotgefärbte Kondensationsverbindung.





Claus del Negro



Papierschöpfen

Aufgabe

Schöpfe ein Blatt Papier und versuche das Blatt zunächst mechanisch zu trocknen. Trockne das Blatt anschließend thermisch mit Hilfe eines Bügeleisens.

Materialien:

- Papierschöpfrahmen (Sieb)
- 2 Vliese
- Pumpe
- Diverse PET-Flaschen
- Handmixer
- Schere
- Kunststoffgefäße
- Bügeleisen

Experimentelle Durchführung

- Stelle einen Papierbrei her, indem du die Papierstücke (eine Doppelseite einer Tageszeitung) zerkleinerst und in einen Behälter mit lauwarmen Wasser (1/2 Liter) gibst. Der Papierbrei wird mit Hilfe eines Mixers solange gerührt, bis du einen Brei erhältst (ca. 3 Minuten). Sollte der Brei zu trocken sein fülle noch etwas Wasser dazu.
- Bereite den Papierschöpfrahmen vor, indem du ein Vlies auf das Gitter legst. Schneide den Boden einer PET Flasche ab und fülle den Papierbrei hinein.
- Nun wird die mit Brei gefüllte PET Flasche auf das Sieb mit Vlies aufgesetzt und das Wasser abfiltriert. Dabei bildet sich das Blatt am Sieb.
- Nimm das Papier vom Vlies ab und notiere das Gewicht. Versuche das Papier ohne Wärme möglichst gut zu trocknen. Nutze dazu die dir zur Verfügung stehenden Materialien. Notiere das Restgewicht des Papiers.
- Um das Papier vollständig zu trocknen, kann es am Ende noch gebügelt werden. Notiere das Endgewicht.
- Wieviel Feuchtigkeit konnte bei den beiden Trocknungsvorgängen jeweils entfernt werden. Gib deine Ergebnisse in Prozent an.



Flächengewicht von Papier bestimmen

Information

Das Flächengewicht von Papier wird in g/m^2 angegeben und beschreibt das Gewicht eines Papiers bezogen auf seine Fläche.

Aufgabe

- Bestimme das Flächengewicht der vorliegenden Papiermuster.
- Plane mit den dir zur Verfügung stehenden Materialien ein Experiment.
- Notiere deine Versuchsergebnisse tabellarisch und berechne das Flächengewicht.
- Vergleiche deine Ergebnisse mit den vom Betreuer ausgehändigten Lösungen.
Was kannst du beobachten?

Papiermuster	Gewicht / g	Fläche / m^2	Flächengewicht / g/m^2



Optische Eigenschaften von Papier

Arbeitsform: 2er Gruppen

Aufgabe

Ordne die vorliegenden Papiermuster computerunterstützt nach ihrer Lichtdurchlässigkeit und ihrem Reflexionsverhalten.

Geräte, Materialien

Papiermuster, Lampe (Glühbirne 40 Watt), Sensor €sense-Interface, Computer, UV-Lampe

Experimentelle Durchführung

- Schließe den Sensor an den Computer und starte das Programm *CMA 6 Lite*.
Öffne die Aktivität *EuroSense* und anschließend den Ordner (2) *Licht erforschen*.
- Zur Untersuchung der Lichtdurchlässigkeit öffne den Ordner (5) *Wie viel Licht dringt durch?*
- Montiere den Sensor gegenüber der Lichtquelle und miss die Lichtintensität der Lampe (siehe Darstellung im Computerprogramm).
Achtung, Sensor und Lampe dürfen sich während der gesamten Messungen nicht bewegen.
- Zur Messung der Lichtdurchlässigkeit bringe ein Papiermuster zwischen Lichtquelle und Lampe. Notiere deine Werte.
- Berechne die Lichtdurchlässigkeit (T) in Prozent ($T[\%] = \text{Messwert mit Papier} / \text{Messwert ohne Papier} * 100$).
- Um das Reflexionsverhalten zu untersuchen öffne den Ordner (6) *Reflektiertes Licht*.
- Beleuchte mit der Lampe den Tisch und fixiere den Sensor, so dass er auf den Tisch zeigt (siehe Darstellung im Computerprogramm).
Achtung, Sensor und Lampe dürfen sich während der Messungen nicht bewegen.
- Lege einen Spiegel auf den Tisch und miss die vom Spiegel reflektierte Lichtintensität.
- Miss anschließend das Reflexionsverhalten der Papiermuster.
- Gib den Anteil des reflektierten Lichts (R) in Prozent an ($R[\%] = \text{Messwert Papier} / \text{Messwert Spiegel} * 100$).

	Lichtdurchlässigkeit / %	Reflexion / %
Probe 1		
Probe 2		
Probe 3		
Probe 4		



Zugfestigkeit von Papier

Arbeitsform: 2er Gruppen

Aufgabe

Bestimme die Zugfestigkeit von 2 Papiersorten.

Geräte, Materialien

Aufgebaute Apparatur, Federwaage (40 N), Korb, Wasserflaschen, Küchenwaage, Schere

Experimentelle Durchführung

- Mach dich mit der Apparatur vertraut.
- Zur Bestimmung der Zugfestigkeit sind Streifen mit der Abmessung 10x180 mm auszuschneiden. Schneide je einen Streifen längs und quer aus dem Papiermuster aus.
- Spanne die Papierprobe zwischen die Holzblöcke und fixiere das Papier.
- Der Streifen wird zunehmend bis zum Reißen belastet. Die Kraft, die zum Bruch des Papierstreifens führt, bezeichnet man als Bruchlast (F) ($F = m \cdot g$ [N]; $g = 9,81 \text{ m/s}^2$).
- Berechne die Zugfestigkeit (T) ($T = \text{Bruchlast [N]} / \text{Streifenbreite [mm]}$).
- Trage deine Ergebnisse in die unten stehende Tabelle ein.

Papiermuster Nr.	Bruchlast [N]	Streifenbreite [mm]	Zugfestigkeit [N/mm]