



Faseridentifikation über „Trockene Destillation“		(Abzug!)
Materialien:	Textilfasern, Gasbrenner, feuerfeste Unterlage, Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Reagenzglasklammer, Pinzette, pH-Papier, Wasser, Stift	
Durchführung:	<p>Je eine Probe des zu untersuchenden Faserstoffs wird in einem trockenen Reagenzglas erhitzt. Die Reagenzgläser werden vorher beschriftet.</p> <p>Man feuchtet ein Stück Indikatorpapier an, hält es in das jeweilige Reagenzglas und liest den pH-Wert der Dämpfe ab.</p> <p>Der Geruch der Dämpfe wird durch vorsichtiges Zufächeln geprüft.</p>	
Beobachtungen:	siehe Tab. 1.	
Erklärung:	Bei der trockenen Destillation werden die Fasern thermisch zersetzt (Pyrolyse). Es finden Abbaureaktionen statt, bei denen flüchtige Zersetzungsprodukte mit feuchtem Indikatorpapier auf saure, basische oder neutrale Wirkung geprüft werden können. Siehe Tab. 2.	
Entsorgung:	Reste können in den Hausmüll entsorgt werden.	

Tab. 1: pH-Werte und Geruch der Dämpfe bei der „Trockenen Destillation“









Faser	Baumwolle	Leinen	Viskose	Wolle	Seide	Polyamid	Polyacryl	Polyester	Polyurethan	Polyvinylchlorid
pH-Wert	6	5-6	5-6	9-10	11	10-11	10	4-5	3	1
Geruch	brotartig	karamellartig	süß-säuerlich	Schwefelwasserstoff	bonbonartig	stechend	nicht definierbar	heiß gebügelte Wäsche	verbranntes Gummi	Autoabgasen

Tab. 2: Abbauprodukte bei der „Trockenen Destillation“

Faser	Baumwolle	Leinen	Viskose	Wolle	Seide	Polyamid	Polyacryl	Polyester	Polyurethan	Polyvinylchlorid
pH-Wert	6	5-6	5-6	9-10	11	10-11	10	4-5	3	1
Wichtigste Abbauprodukte	CO ₂	CO ₂	CO ₂	NH ₃ , H ₂ S	NH ₃	NH ₃	NH ₃	CO ₂ , Phthalsäure	CO ₂ , HCN	HCl, COCl ₂



Verhalten der Fasern in verschiedenen Lösemitteln

Materialien:	Textilfasern, Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Wasserbad (Becherglas und Heizplatte), Reagenzglasklammer, Uhr, Stift
Chemikalien:	Schwefelsäure-Lösung ($w = 96\%$, reinst, ) Salpetersäure-Lösung ($w = 65\%$, reinst, ) Chlorwasserstoff-Lösung ($w = 32\%$, reinst, ) Methansäure ($w = 98-100\%$, reinst, ) Ethansäure ($w = 100\%$, reinst, ) Natriumhydroxid-Lösung ($w = 40\%$, ) Propanon () Cyclohexanon ()
Durchführung:	Kleine Faserstücke werden in einem Reagenzglas mit 3 mL des Lösemittels versetzt und beschriftet. Das Verhalten der Faser in der kalten Lösung wird 10 Minuten beobachtet. Danach wird vorsichtig erwärmt (ca. 10 Minuten) und das Verhalten der Faser beobachtet. (Aceton und Cyclohexanon werden nicht erwärmt!)
Beobachtungen:	siehe Tab.
Entsorgung:	Saure und alkalische Lösungen verdünnen und in den Behälter für saure und alkalische Abfälle geben. Ameisensäure mit Wasserstoffperoxid (30 %ig) verkochen, verdünnen und neutralisieren und in den Behälter für saure und alkalische Abfälle geben. Die organischen Lösemittel werden in den dafür vorgesehenen Behältern gesammelt.

Tab. Verhalten der Fasern gegen Lösemittel

Lösungsmittel	Schwefelsäure-Lösung		Salpetersäure-Lösung		Chlorwasserstoff-Lösung		Methansäure		Ethansäure		Natriumhydroxid-Lösung		Propanon	Cyclohexanon
	k	h	k	h	k	h	k	h	k	h	k	h		
Faser	k	h	k	h	k	h	k	h	k	h	k	h	k	k
Baumwolle	+	+	-	Z	-	Z	-	-	-	-	-	R/F	-	-
Leinen	+	+	-	Z	-	Z	-	-	-	-	-	R	-	-
Viskose	+	+	-	+L	-	b	-	-	-	-	-	-	-	-
Wolle	-	+	F	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
Seide	(+)	+	R	+	+L	+L	R	+	-	-	-	+	-	-
Polyamid	(+)	+	+	+	+L	+L	+L	+L	-	+	-	-	-	-
Polyacryl	(+)	+L	m	+	-	-	-	e	-	-	-	Z/F	-	-
Polyester	(+)	+	-	Z	-	-	-	-	-	-	-	(+-)	-	-
Polyurethan	+	+	Z	+	-	-	-	+-	-	Z	-	Z	R	R/Z
Polyvinylchlorid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R/D	R(+)

(k = kalt, h = heiß, - = keine Veränderung, + = vollständiges Lösen, +- = teilweise Lösung, () = langsame Reaktion, Z = Zerfall in Bruchstücke, R = Zusammenrollen der Faser, D = Ausdehnung der Faser, L = Färbung der Lösung, F = Färbung der Faser, m = milchig-trübe Suspension, e = "erstarrtes" Plastik)



Nachweis von Proteinfasern mit der Ninhydrin-Reaktion

(Abzug!)

Materialien: Textilfasern, Tesafilm, weißes Papier, Fön, Stift

Chemikalien: Ninhydrin-Sprühlösung (☹)

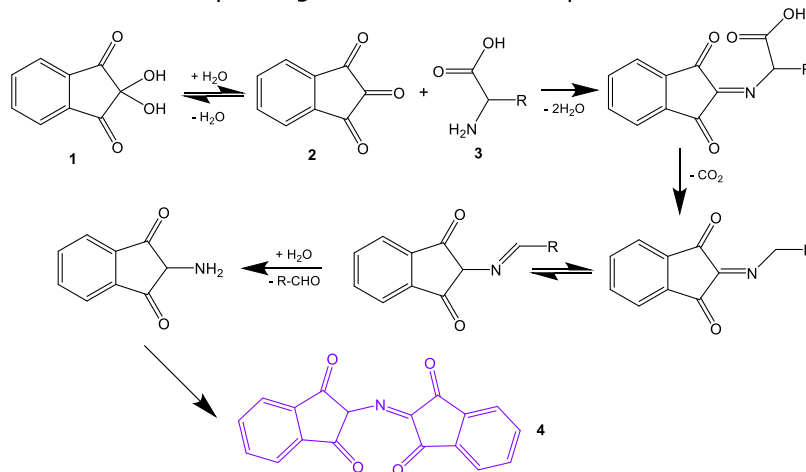
Durchführung: Faserstoffe werden an einem Ende mit Tesafilm auf weißes Papier geklebt und beschriftet.

Im Abzug werden die Proben mit Ninhydrin-Lösung besprüht.

Anschließend wird mit dem Fön getrocknet.

Beobachtungen: Seide und Wolle verfärben sich violett. Die anderen Fasern bleiben unverändert.

Erklärung: Das Ninhydrin-Reagenz reagiert mit den freien Aminogruppen der Aminosäuren der Proteinfasern und bildet einen blauviolettten Farbstoff, der als Ruhemanns Purpur bezeichnet wird. Zunächst wird das Ninhydrin (1) zum Trion (2) dehydratisiert. Am mittleren Carbonylsauerstoff greift die Aminogruppe der Aminosäure (3) an und kondensiert zum Imin. Dieses weist eine offene Siebenring-Struktur auf, welche eine zyklische Elektronenverschiebung unter Decarboxylierung ermöglicht. Durch Hydrolyse des Imins wird der Aminosäurerest als Aldehyd abgespalten und es verbleibt das primäre Amin. In einer Kondensationsreaktion entsteht mit einem zweiten Ninhydrin-Molekül unter Wasserabspaltung das Ruhemanns Purpur (4).



Entsorgung: Im Hausmüll entsorgen.



Unterscheidung von Wolle und Seide mit Bleiacetatpapier



(Abzug!)

Materialien:	Wolle, Seide, Gasbrenner, feuerfeste Unterlage, Reagenzgläser, Reagenzglasstände, Reagenzglasklammer, Pinzette, Bleiacetat-Papier (⚠), Wasser
Durchführung:	Je eine Probe des zu untersuchenden Faserstoffs wird in ein trockenes Reagenzglas gegeben und erhitzt. Mit einem Stück angefeuchtetem Bleiacetat-Papier werden die entstehenden Dämpfe geprüft.
Beobachtungen:	Das Bleiacetat-Papier im Reagenzglas mit der Wollprobe färbt sich braun. Bei der Seidenprobe ist keine Verfärbung des Bleiacetat-Papiers zu erkennen.
Erklärung:	Wolle und Seide sind Proteinfasern und aus unterschiedlichen Aminosäuren aufgebaut. Seide besteht vorrangig aus den Aminosäuren Glycin, Alanin und Serin. Im Gegensatz dazu enthält Wolle auch die schwefelhaltige Aminosäure Cystin. Beim Verbrennen wird Schwefelwasserstoff (H ₂ S) freigesetzt, dessen Sulfid-Ionen mit den Blei-Ionen des Bleiacetat-Papiers zu braun-schwarzem Bleisulfid reagieren. $\text{H}_2\text{S} + \text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{PbS} + 2\text{H}^+$
Entsorgung:	Reste können in den Hausmüll entsorgt werden.



Unterscheidung von Polyacrylnitril- und Proteinfasern durch die Biuret-Reaktion

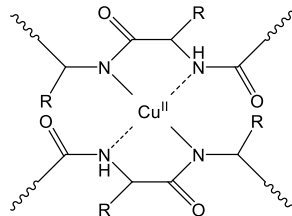
Materialien: Polyacrylnitrilfasern, Proteinfasern, Becherglas (50 mL), Heizplatte, Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Reagenzglasklammer, Messpipette (5 mL), dem. Wasser

Chemikalien: Kupfer(II)-sulfat-Lösung ($w = 3\%$, )
Natriumhydroxid-Lösung ($w = 40\%$, )

Durchführung: Im Becherglas werden 10 mL Natriumhydroxid-Lösung auf der Heizplatte erwärmt, ohne dass die Lösung zu sieden beginnt. Faserabschnitte werden im Reagenzglas mit ca. 3 ml heißer Natriumhydroxid-Lösung versetzt und gelöst. Anschließend werden 2-3 Tropfen Kupfer(II)-sulfat-Lösung zugetropft. Als Blindprobe dient dem. Wasser mit 1-2 Tropfen Natronlauge.

Beobachtungen: Im Reagenzglas mit Wasser und Polyacrylfasern bildet sich ein hellblauer Niederschlag (Kupferhydroxid), während bei Wolle und Seide nichts ausfällt. Vor Zugabe der Kupfer(II)-sulfat-Lösung ist die Lösung der Wolle gelblich und die der Seide rötlich gefärbt. Nach der Zugabe verfärbt sich die Lösung der Wolle grün und die Lösung der Seide dunkel-blau.

Erklärung: In der Lauge befinden sich die Makromoleküle der gelösten Fasern. Proteine bilden mit Kupfer(II)-Ionen in alkalischer Lösung blau-violette Komplexsalze, die sich in der Farbveränderung der Woll- und Seidenlösungen zeigen. Mit Polyacrylnitrilfasern werden keine Komplexe gebildet.



Entsorgung: Die Reste werden im Behälter für Schwermetallsalz-Lösungen entsorgt.



Nachweis von Cellulose mit Iod-Zinkchlorid-Lösung

Materialien:	Textilfasern, Uhrgläser, Tropfpipetten
Chemikalien:	Iod-Zinkchlorid-Lösung ()
Durchführung:	Eine Faserprobe wird auf ein Uhrglas gelegt, beschriftet und mit Iod-Zinkchlorid-Lösung betropft. Vergleichsproben der Cellulosefasern werden mit Iod-Kaliumiodid-Lösung betropft.
Beobachtung:	Nach einiger Zeit zeigen die Cellulosefasern mit der Iod-Zinkchlorid-Lösung eine dunkelblaue Färbung. Die Cellulosefasern mit der Iod-Kaliumiodid-Lösung zeigen keine Farbveränderung.
Erklärung:	Die für den Stärke-Nachweis verwendete Iod-Kaliumiodid-Lösung verläuft mit Cellulose negativ. Die Makromolekülketten liegen so dicht beieinander, dass Polyiodid-Ionen nicht in die Faser eindringen können. Die Zink-Ionen in der Iod-Zinkchlorid-Lösung bilden Komplexe mit den OH-Gruppen der Cellulose-Moleküle. Damit verbunden ist eine Vergrößerung der intermicellaren Faserzwischenräume und eine Quellung der Cellulosefaser, wodurch Polyiodid-Ionen in das Innere der Faser eindringen können und die dunkelblaue Färbung auftritt.
Entsorgung:	Reste werden mit Natriumthiosulfat behandelt und dann im Behälter für Schwermetallsalze entsorgt.

* Iod-Zinkchlorid-Lösung: 50 g $ZnCl_2$, wasserfrei, in 25 ml dem. Wasser lösen, 5 g KI und 0,25 g I_2 in 125 ml dem. Wasser lösen; beide Lösungen mischen, vom Bodensatz abgießen und mit einigen Iodkristallen in brauner Flasche aufbewahren.



Unterscheidung von Acetat- und Triacetatfasern von Synthefasern

Materialien:	Synthefasern, Mikroskop, Objektträger, Deckgläser, Tropfpipette, Saugpapier
Chemikalien:	Zinkchlorid-Ameisensäure-Lösung ()*
Durchführung:	Die Faserproben werden auf einem Objektträger mit einem Deckglas abgedeckt und unter das Mikroskop gelegt. Mit einer Tropfpipette werden seitlich einige Tropfen der Lösung aufgebracht und mit dem Saugpapier von der anderen Seite des Objektträgers zur Probe gezogen.
Beobachtung:	Acetatfasern lösen sich, Triacetatfasern quellen, Polyamidfasern zeigen nach längerer Einwirkzeit eine Frotté-Reaktion.
Erklärung:	Konz. saure Lösungen anorganischer Salze lösen Cellulosefasern. Acetat- und Triacetatfasern sind modifizierte Cellulosefasern, bei denen 2,5 bzw. 3 OH-Gruppen am Ring verestert sind. Acetatfasern können noch gelöst werden, in Triacetatfasern sind alle OH-Gruppen verestert und die Faser wird nicht mehr gelöst.
Entsorgung:	Faserreste können in den Hausmüll entsorgt werden.

* Zinkchlorid-Ameisensäure-Lösung: 100 g Zinkchlorid (wasserfrei) werden in 100 mL dem. Wasser gelöst. 100 mL dieser Lösung werden mit 6 mL Ameisensäure ($w = 98-100\%$) versetzt.



Unterscheidung von Polyamid von anderen Synthesefasern

Materialien:	Synthesefasern, Mikroskop, Objektträger, Deckgläser, Tropfpipetten, Saugpapier
Chemikalien:	Frotté-Reagenz I ([*])
Durchführung:	Die Faserproben werden auf einem Objektträger mit einem Deckglas abgedeckt und unter das Mikroskop gelegt. Mit einer Tropfpipette werden seitlich einige Tropfen der Lösung aufgebracht und mit dem Saugpapier von der anderen Seite des Objektträgers zur Probe gezogen.
Beobachtung:	Bei Polyamidfasern ist nach einiger Zeit die Frotté-Reaktion zu erkennen. Andere Fasern zeigen keine Reaktion.
Entsorgung:	Faserreste können in den Hausmüll entsorgt werden.

* Frotté-Reagenz I: 100 g Zinkchlorid, wasserfrei, in 50 mL dem. Wasser lösen und auf eine Dichte von $\rho(20\text{ °C}) = 1,9\text{ g/cm}^3$ einstellen. 5 Volumenteile der Lösung mit 1 Volumenteil Ethanol mischen.







Unterscheidung von Polyamid 6 (Perlon) und Polyamid 6.6 (Nylon)

Materialien:	Polyamid 6- und Polyamid 6.6-Fasern, Mikroskop, Objektträger, Deckgläser, Tropfpipetten, Saugpapier
Chemikalien:	Frotté-Reagenz II ([*])
Durchführung:	Die Faserproben werden auf einem Objektträger mit einem Deckglas abgedeckt und unter das Mikroskop gelegt. Mit einer Tropfpipette werden seitlich einige Tropfen der Lösung aufgebracht und mit dem Saugpapier von der anderen Seite des Objektträgers zur Probe gezogen.
Beobachtung:	Polyamid 6-Fasern zeigen die Frotté-Reaktion, Polyamid 6.6-Fasern zeigen keine Reaktion.
Entsorgung:	Faserreste können in den Hausmüll entsorgt werden.

* Frotté-Reagenz II: 100 g Zinkchlorid, wasserfrei, in 100 mL dem. Wasser lösen und auf eine Dichte von $\rho(20\text{ °C}) = 1,57\text{ g/cm}^3$ einstellen. 5 Volumenteile der Lösung mit 1 Volumenteil Ethanol mischen.



Identifikation von Polyesterfasern

Materialien:	Synthesefasern, Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Bechergläser (100 mL), Pinzette, Mikroskop, Objektträger, Deckgläser, Tropfpipette
Chemikalien:	m-Kresol/Fettrot-Lösung ( )*, Ethanol ( ) , Propanon ( )
Durchführung:	Die Fasern werden mit einer stumpfen Schere abgequetscht. Anschließend werden sie in einem Reagenzglas 5 min bei Raumtemperatur mit wenig Kresol/Fettrot-Lösung behandelt. Dann gründlich mit Ethanol spülen, kurz mit Aceton spülen und nochmals mit Ethanol spülen. Die Faserproben werden auf einem Objektträger, in Wasser eingebettet, mit einem Deckglas abgedeckt und unter das Mikroskop gelegt.
Beobachtung:	Die abgequetschten Faserenden sind bei Polyesterfasern kräftig rot gefärbt. Andere Fasern zeigen keine Färbung oder lösen sich auf.
Erklärung:	Fettrot ist ein wasserunlöslicher Dispersionsfarbstoff und daher besonders zum Färben von Polyesterfasern geeignet. Da diese Fasern in m-Kresol unlöslich sind, dient es zum Lösen des Farbstoffes.
Entsorgung:	Faserreste können in den Hausmüll entsorgt werden.

* m-Kresol/Fettrot-Lösung: 0,5 g Fettrot 5B werden mit einigen Tropfen Ethanol angereichert und mit 40 mL m-Kresol verrührt. Farbstoff zu beziehen über Kremer Pigmente: Fettrot, Artikel Nr.: 35301, URL: <https://www.kremer-pigmente.com/de/fettrot-35301.html> [07.07.2020].

Nachweis von Polyvinylchloridfasern mit der Beilsteinprobe (Abzug!)

Materialien:	Synthesefasern, Gasbrenner, Kupferblech, Tiegelzange
Durchführung:	Das Kupferblech wird in der Brennerflamme ausgeglüht, bis eine eventuelle Blaufärbung der Flamme verschwunden ist. Anschließend wird mit der Tiegelzange ein kleines Stück des Faserstoffs auf das ausgeglühte Kupferblech gelegt und dieses dann erneut in die Flamme gehalten.
Beobachtung:	Es ist eine grüne Flammenfärbung erkennbar.
Erklärung:	Polyvinylchlorid enthält Chloratome, die mit dem heißen Kupferblech reagieren und Kupfer(II)-chlorid (CuCl_2) bilden, welches die Flamme grün färbt.
Entsorgung:	Faserreste im Hausmüll entsorgen.

Literatur

Stratmann, M.: Erkennen und Identifizieren der Faserstoffe. Dr. Spohr-Verlag, Stuttgart 1973

Koch, P.-A.: Rezeptbuch für Faserstofflaboratorien - Arbeitsvorschriften und tabellarische Übersichten für mikroskopische und chemische Textilprüfungen. Springer Verlag, Berlin 1960

Franke, W.: Prüfung von Papier, Pappe, Zellstoff und Holzstoff, Band 2. Springer-Verlag, Berlin 1993