

## Hinweis

Bei dieser Datei handelt es sich um ein Protokoll, das einen Vortrag im Rahmen des Chemielehramtsstudiums an der Uni Marburg referiert. Zur besseren Durchsuchbarkeit wurde zudem eine Texterkennung durchgeführt und hinter das eingescannte Bild gelegt, so dass Copy & Paste möglich ist – aber Vorsicht, die Texterkennung wurde nicht korrigiert und ist gerade bei schlecht leserlichen Dateien mit Fehlern behaftet.

Alle mehr als 700 Protokolle (Anfang 2007) können auf der Seite [http://www.chids.de/veranstaltungen/uebungen\\_experimentalvortrag.html](http://www.chids.de/veranstaltungen/uebungen_experimentalvortrag.html) eingesehen und heruntergeladen werden.

Zudem stehen auf der Seite [www.chids.de](http://www.chids.de) weitere Versuche, Lernzirkel und Staatsexamensarbeiten bereit.

Dr. Ph. Reiß, im Juli 2007

353-

Protokoll des Experimentalvortrags mit dem Thema

EINIGE GERÜSTSUBSTANZEN  
EUKARYOTISCHER ZELLEN

von

Uwe Zölzer

Fachbereich Chemie der Philipps-Universität Marburg,  
Abteilung Lehramt

Sommersemester 1986

Vorbemerkung

Das vorliegende Protokoll gliedert sich in vier Teile:

A. Kurze kommentierte Inhaltsangabe

Hier werden die unter Punkt B aufgeführten Folien-Inhalte zum besseren Verständnis in einem umgreifenden Zusammenhang dargestellt.

B. Kopien der verwendeten Tageslichtprojektor-Folien

C. Versuchsbeschreibungen

D. Literaturangaben

A. Kurze kommentierte Inhaltsangabe

Als Einstieg werden die Gerüstsubstanzen aus biologischer Sicht betrachtet. Nach einer Erklärung der im Vortragstitel verwendeten Fremdwörter (extrazellulär: außerhalb der äußeren Plasmamembran liegend; eukaryotisch: einen echten Zellkern tragend) werden einige Organismen, die selbsttätig Gehäuse bilden, genannt und auf Dias gezeigt (Folien 2,3). Zum Ende des Einstiegs werden anhand von Dias die Zellwandsynthese eines höheren Pilzes sowie die elektronenmikroskopische Struktur der Zellwand einer höheren Pflanze erläutert (Folien 3,4).

Der Abschnitt "Die Gerüstsubstanzen aus chemischer Sicht" beginnt mit einer Übersicht der experimentell behandelten Stoffgruppen (Folie 4).

Demonstriert und gegenübergestellt werden zunächst die anorganischen Wandbestandteile von Kieselalgen und Kammerlingen (5).

An organischen Stoffen werden Pektine (Folien 6,7) und Cellulose vorgestellt; einige Betrachtungen zu Isolierung und Nachweis des Grundbausteins, zur submikroskopischen Struktur und zu einigen weiteren Reaktionen der Cellulose schließen sich an (Folien 8,9,10). Der Holzstoff Lignin ist die letzte typisch pflanzliche Gerüstsubstanzen, deren wichtigste Nachweisreaktion erläutert wird (Folie 11).

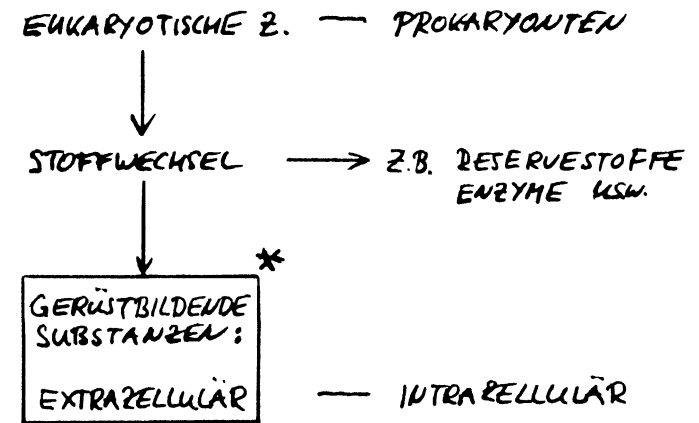
Abschließend werden Strukturproteine vorgestellt. Der Eiweißcharakter von Keratin und Spongin, zweier meist im Tierreich verbreiteter Substanzen, wird nachgewiesen (Folie 11).

Da die schwefelhaltigen Aminosäuren wegen der Ausbildung von Disulfidbrücken besonders zur Festigkeit der Proteine beitragen, wird auf elegante Weise der Schwefel als Bestandteil des Keratins nachgewiesen (Folie 13).

## EINIGE GERÜSTSUBSTANZEN EUKARYOTISCHER ZELLEN

### EINSTIEG: GERÜSTSUBSTANZEN AUS BIOLOGISCHER SICHT

#### ① BEGRIFFSBESTIMMUNG



\* GEMEINT:  
VON ZELLEN GEBILDET UND AUSGESCHIEDEN;  
GEBEN IHNEN BZW. GANZEN ORGANISMEN FORM  
UND HALT

### ③ EWIGE BEISPIELE FÜR ORGANISMEN, DIE GERÜSTSUBSTANZEN SELBSTTÄTIG BILDEN

- 1) ROTALGEN, BRAUNALGEN — „HÖHERE PFLANZEN“  
(IMPRÄGNERENDE HÄRTUNGSSUBSTANZ)
- 2) KORALLEN (KALKSKELETT)  
→ RIFFE (1300 m)  
DOLOMITEN, KALKALPEN; FRÄNK. U. SCHWÄB. ALB  
⇒ MÄCHTIGSTE GEBÄUDE

-2-

### 3) STACHELHAUTER (ECHINODERMATA) - SEEIGEL (KALK)

- 4) WEICHTIERE (MOLLUSCA) (KALK, CHITIN)  
- „RIESEN MUSCHEL“  
- NAUTILUS  
- WEINBERG SCHNECKE

- 5) GLIEDERFÜSSER (ARTHROPODA) (CHITIN, KALK)  
- SCOLOPENDRA  
- MYGALE  
- „KRABBE“; - WSEKTEN

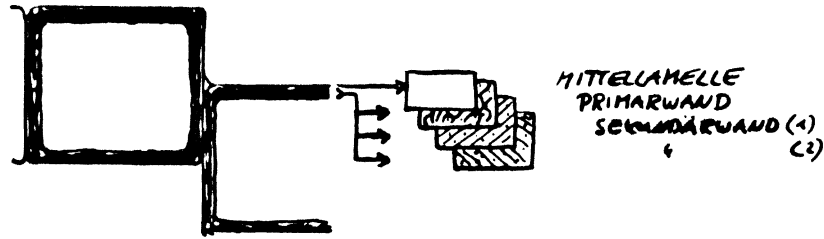
- 6) PILZE (FUNGI)  
- STÄNDERPILZE (BASIDIOMYCETEN) (CHITIN)  
- OOMYCETEN (CELLULOSE)

- 7) CHORDATIERE (CHORDATA)  
- WIRBELTIERE (VERTEBRATA) (KNORPEL, KNOCHEN, ZAHNMATERIAL, HORNSUBSTANZ)  
- MANTELTIERE (TUNICATA) (CELLULOSE)  
SALPE

### ④ ZELLWANDBAU UND -STRUKTUR

- 1) BIOSYNTHESE DES ZELLWANDMATERIALS AM BEISPIEL DER HÖHEREN PILZE

## 2) ELEKTROEN/MIKROSKOPISCHE STRUKTUR DER PFLANZLICHEN ZELLWAND (LEICHT VEREINFACHT)



~

### DIE GERÜSTSUBSTANZEN AUS CHEMISCHER SICHT

#### ① ANORGANISCH (ORGANISCHE MATRIX VERNACHLÄSSIGT)

KIESELSÄURE

KALK (CALCIUMCARBONAT) u.A.

#### ② ORGANISCH

POLYSACCHARIDE

POLYPHENOLE

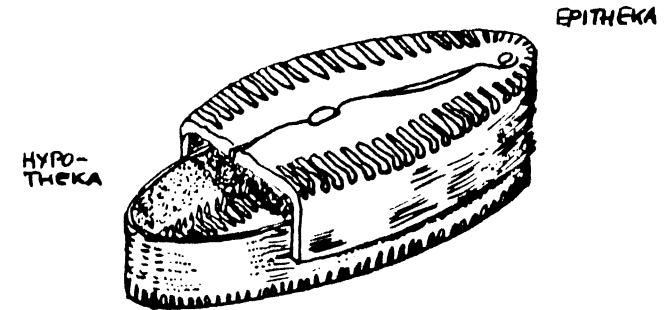
PROTEINE

VORKOMMEN VIELFACH NEBENEINANDER

## I ANORGANISCHE GERÜSTE

### ① SKELETT DER KIESELALGEN (DIATOMEEN)

#### a) HABITUS



#### b) VERSUCH: MIKROSKOPIE VON DIATOMEENSAND (NICHT ZU FEIN GEMAHLEN)

KEINE VERÄNDERUNG DES SKELETTS BEI BEHANDLUNG MIT VERD. SALZSÄURE

KEINE ANWENDUNG VON FLUSS-SÄURE ZUM SCHUTZ DER OPTISCHEN TEILE DES MIKROSKOPS

### ② DIE KAMMERLICHE (FORAMINIFERA)

#### a) HABITUS : MUSCHEL- ODER SCHNECKENÄHNLICH ; TIERE RELATIV GROSS

#### b) VERSUCH : BEHANDLUNG MIT VERD. SALZSÄURE : GASBILDUNG → SKELETT AUS $\text{CaCO}_3$

## II ORGANISCHE GERÜSTE

### A. DIE ZELLWAND DER PFLANZENZELLE

① MIKROSKOP. AUFBAU : S.O.

② CHEMIE DER EINZELNEN SCHICHTEN

1. MITTELLAMELLE : „PEKTINE“

a) BEGRIFFSDEFINITIONEN [9]

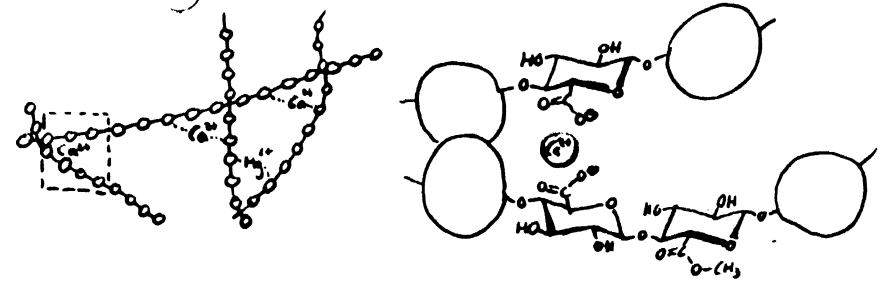
- PEKTINSÄUREN : Polymerhomologe Makromoleküle, die eine Kette von Polygalakturonsäure darstellen
- PEKTAT : Salz der Pektinsäure
- PEKTIN : Teilweise oder voll methoxylierte Polygalakturonsäure. Je nach dem Grad der Methoxylierung gibt es verschiedene Pektine ↳ Vernetzbarkeit!
- PEKTINAT : Pektinsalz, welches im Gegensatz zum Pektat Methoxygruppen enthält (  $\hat{=}$  < )
- PEKTINSTOFFE : Gemisch von Pektinen mit Begleitstoffen wie z.B. Polyosen (Arabin, Galactan u.a.)

b) GEWINNUNG DER PEKTINSTOFFE (AUS FRUCHTSAFT VON CITRUS PARADISI, GRAPEFRUIT) [7,8]

NACH [4] :

„ DER QUALITATIVE NACHWEIS VON PEKTINEN KANN...  
IN PFLANZENEXTRAKTEN UND OBSTSÄFTEN DURCH FÄLLUNG  
MIT ACETON, ALKOHOL ODER LAUGEN ERFOLGEN... ”

e) STRUKTUR DES PEKTINATS (= PROTOPEKTIN) IN VIVO

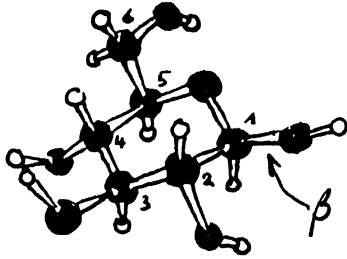


+) EIGENSCHAFTEN DES PROTOPEKTINS

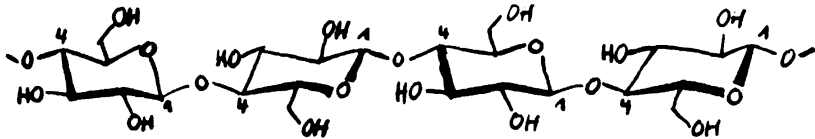
- GELARTIGER CHARAKTER
- AUSSERORDENTLICHE PLASTIZITÄT
- HYDROPHIL

## 2. SEKUNDÄRWAND : CELLULOSE

a) BAUSTEIN :  $\beta$ -D-GLUCOPYRANOSE

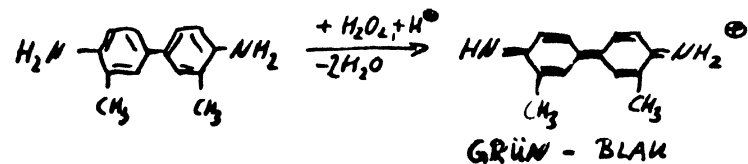
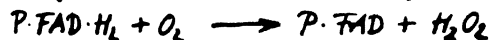
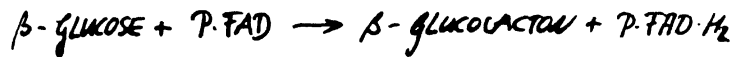
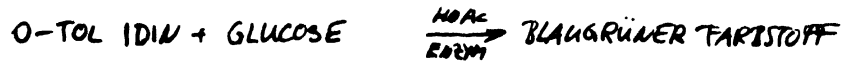


ERHALTEN DURCH SAURE HYDROLYSE VON CELLULOSE [1,3]:



b) GLUCOSE-NACHWEIS  
 ↓  
 CELLULOSE-ULTRASTRUKT.  
 NITRIERUNG  
 NITRIERUNG

PRINZIP DES GLUCOSE-NACHWEISES [3]:

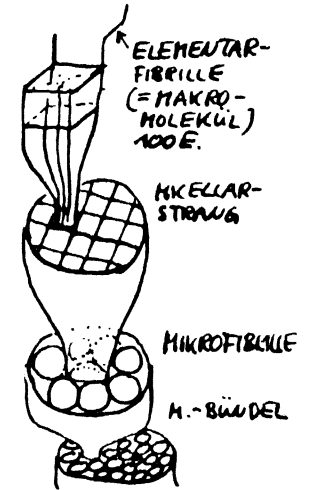
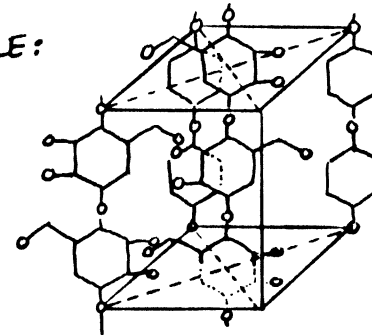


## c) ULTRASTRUKTUR [6]

V.: EINWIRKUNG VON KONZ. SCHWEFELSAURE AUF FILTERPAPIER

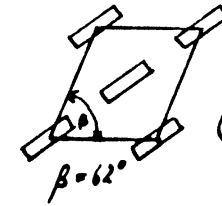
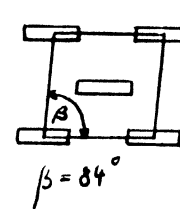
→ ERHÖHTES REDUKTIONSVERMÖGEN U. LÖSLICHKEIT  
 ERHÖHTE FARBSTOFFAFFINITÄT  
 VERLUST AN FESTIGKEIT

ELEMENTARZELLE:



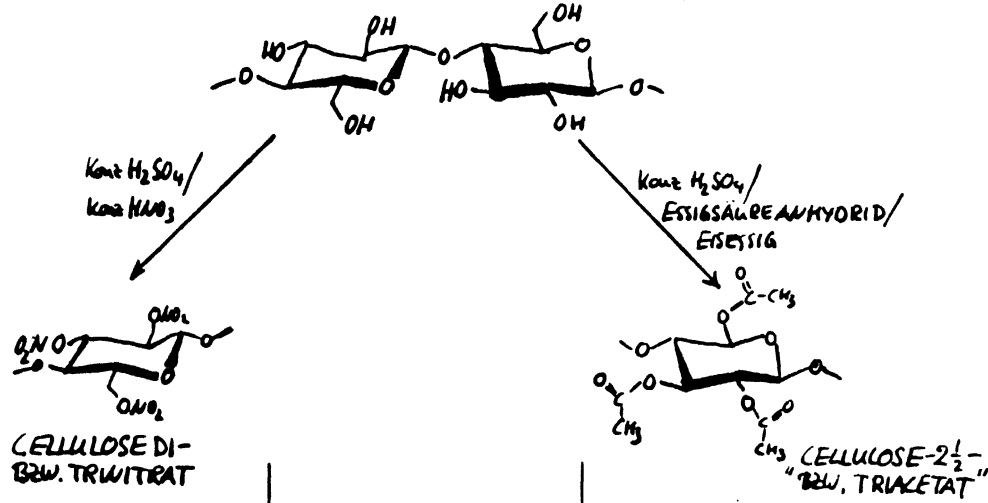
VERÄNDERUNGEN DURCH SÄUREEINWIRKUNG:

NATIVE CELLULOSE



(→ WENIGER H-BRÜCKEN-BINDUNGEN)

#### d) NITRIERUNG UND ACETYLIERUNG DER CELLULOSE [2]



Et <sub>2</sub> O/EtOH (1:1)	LÖSLICHKEIT	CHCl <sub>3</sub>
+	FOLIENBILDUNG	+
++ (EXPLOSION)	BRENNBARKEIT	-

#### 3. HOLZSTOFF : LIGNIN (SEKUNDÄR EWELAGERT)

IMPRÄGNIERUNGSSUBSTANZ ZUR VERHÄRTUNG

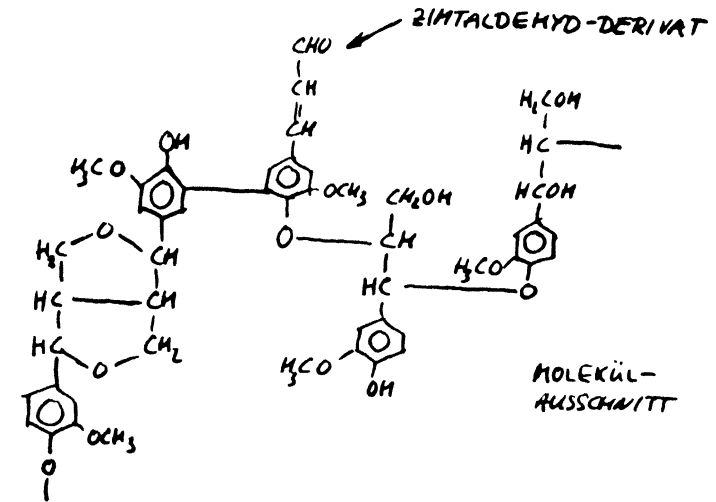
→ HOHE ZUG- UND DRUCKFESTIGKEIT AUFKOTEN USW. SPR. ELASTIZITÄT

##### a) STRUKTUR

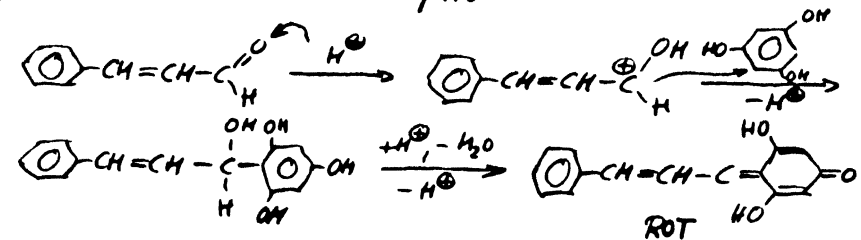
NICHT EINDEUTIG (AUCH BER. VERSCH. PFLANZENTYPEN)

KEINE ERFASSBARE RELATIVE MOLEKÜLMASS

3-DIMENSIONALES GERÜST ; FÜLLT INTERFIBRILLÄRE RÄUME DER PFLANZLICHEN ZELLWAND

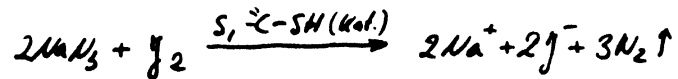


##### b) REAKTION MIT PHLOROGLUCIN/HCl :





d) SCHWEFEL-NACHWEIS DURCH DESSEN KATALYTISCHE EIGENSCHAFTEN  
[5]



### C. Versuchsbeschreibungen

Die in runden Klammern angegebenen Zahlen nennen die Folien, auf welchen der jeweilige Versuch zu finden ist.

- Die Skelette von Kieselalgen und Kammerlingen (5)

Zur Demonstration der Kieselalgen gibt man nicht zu fein gemahlenes Kieselgur (küfflich) auf einen Objektträger und projiziert es mit einem es mit einem Projektionsmikroskop auf eine geeignete Leinwand. Zu sehen sind kleine, runde, sehr symmetrische Körperchen ("Theken").

Die Kammern der Foraminiferen sind mit bloßem Auge zu erkennen.

Auch von diesem Material, dessen Beschaffung u.U. schwierig ist, gibt man eine Probe auf einen Objektträger.

Vergleich der Skelette: Man legt beide Objektträger auf einen Tageslichtprojektor und tropft jeweils verdünnte Salzsäure auf.

Die Gasbildung bei den Kammerlingen deutet auf  $\text{CaCO}_3$  hin; Diatomeenschalen zeigen keine Reaktion, da sie aus amorphem  $\text{SiO}_2$  bestehen.

Diese Reaktionen stellen keine Nachweise, sondern lediglich Hinweise dar.

- Darstellung von Pektinen (6)

Pektine werden am günstigsten gewonnen, indem man c.a. 50 ml ausgepreßten und filtrierten Obstsaft (möglichst einer Rosaceenfrucht, z.B. Citrus) mit der dreifachen Menge 95 %igem Ethanol versetzt. Nach einiger Zeit flocken die Pektine, allerdings verunreinigt, aus.

Es empfiehlt sich eine Blindprobe durch Zugabe der dreifachen Menge Wasser zum Obstsaft. Die Lösung bleibt relativ klar.

- Saure Hydrolyse der Cellulose und anschließender Glucose-nachweis mit Zuckerteststäbchen (8)

Man befolge vertrauensvoll die Anleitung in der Literatur. Sollte der Zuckernachweis mittels Glucoseteststäbchen wider Erwarten nicht so gut gelingen, d.h. zu lange dauern, so ist er auch mit Fehlings-Reagenzien zu führen.

- Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure auf Cellulose (9)

In eine ausreichend große Petrischale gibt man konz. Schwefelsäure und versenkt darin 2-3 sec. lang ein Filterpapier. Nach dem Herausnehmen (Pinzette) wird es 5 min. gewässert, um anschließend in eine  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Lösung überführt zu werden. Dort verbleibt es bis zur vollständigen Neutralisation der Säure. Anschließend wird wieder gewässert und dann getrocknet. Ergebnis: Das säurebehandelte Filterpapier hat im Vergleich zu unbehandeltem Filterpapier stark an Festigkeit eingebüßt.

- Vergleich von Cellulosenitrat und -acetat (10)

#### a. Nitrirung der Cellulose

0,5 g beste Watte werden in ein Gemisch von 20 ccm konz. Schwefelsäure und 10 ccm konz. Salpetersäure getaucht. Drei Minuten wird mit einem Glasstab für gute Durchfeuchtung gesorgt, dann nimmt man die äußerlich unveränderte Baumwolle heraus, preßt dabei möglichst viel Säure mit dem Glasstab an der Gefäßwand ab und überführt schließlich in Wasser. Danach wird an der Luft getrocknet.

#### b. Acetylierung der Cellulose

Zu einem Gemisch von 6 ml Acetanhydrid, 2 Tropfen konz.

Schwefelsäure und 20 ml Eisessig gibt man 1/2 g Baumwolle (Watte) und durchfeuchtet gut mit einem Glasstab. Nach 24 Stunden ist der größte Teil der Baumwolle als Cellulosenitrat in Lösung gegangen.

Zu dessen Gewinnung gießt man die Lösung in dünnem Strahl in 500 ml Wasser, filtriert den Niederschlag ab und trocknet ihn durch pressen zwischen zwei Filterpapieren.

#### c. Vergleich der Brennbarkeit von Cellulosenitrat und -acetat

Mit einer Pinzette hält man nacheinander etwas C.-nitrat und C.-acetat in die Bunsenbrennerflamme.

C.-nitrat: augenblickliche vollständige Verbrennung

C.-acetat: keine Verbrennung, höchstens leichtes Schmelzen

#### d. Folienbildung

In je einem kleinen Pillenglas löst man C.-nitrat in einem Gemisch aus Ethanol / Diethylether (1:1) bzw. C.-acetat in Chloroform. Zur Sicherstellung des Erfolges läßt man 24 Stunden stehen.

Werden die Lösungen auf Uhrgläser gegossen und läßt man die Lösungsmittel unter dem Abzug verdunsten, so erhält man durchsichtige Folien der Cellulosederivate.

- Nachweis des Lignins (11)

Zu einigen Holzspänen in einem Demonstrationsreagenzglas gibt man eine Spur Phloroglucin und eine ausreichende Menge konz. Salzsäure.

Das Holz färbt sich augenblicklich rot.

- Nachweis des Proteincharakters von Keratin (12)

In einem Demonstrationsreagenzglas überschichtet man einige Hornspäne (in Gärtnereien als Düngemittel käuflich) mit Wasser, gibt eine Spatelspitze Ninhydrin hinzu und kocht kurz auf.

Eine Blaufärbung der Lösung, die mit der Zeit in ein tiefes Violett übergeht, zeigt die positive Reaktion.

- Nachweis des Proteincharakters von Spongïn (12)

Ein Stück Naturschwamm wird mit der Tiegelflange zunächst in konz. Salpetersäure, dann in konz. Ammoniak getaucht; dabei tritt eine orange Farbe auf.

Ursache dieser Farbvertiefung ist die Deprotonierung der nitrierten Aminosäuren.

- Schwefel-Nachweis im Keratin (14)

Reagenzlösung: In 100 ml Wasser löst man zuerst (!) 10 g Kaliumjodid, dann 1,8 g Jod und 3 g Natriumazid. Die Lösung ist beständig.

Arbeitsweise: Auf einen Objektträger gibt man einige Hornspäne und bedeckt mit einem Deckglas. Das Präparat wird unter dem Projektionsmikroskop auf einige Hornspäne scharfgestellt. Anschließend pipettiert man einige Tropfen der Reagenzlösung an den Rand des Deckglases, wo sie durch Kapillarkräfte zu den Hornspänen gezogen werden.

Kurz danach ist an diesen eine intensive Gasblasenbildung zu beobachten.

Erklärung: Schwefel wirkt katalysierend auf eine Zersetzungsreaktion dieser Lösung, bei der molekularer Stickstoff frei wird.

D. Literaturangaben

Die auf den Folien in eckigen Klammern stehenden Zahlen entsprechen den hier vorangestellten.

1. D. Braun, H. Cherdron, W. Kern: Praktikum der makromolekularen organischen Chemie, Heidelberg 1979 (3. Aufl.).
2. R.Q. Brewster, C.A. Vanderwerf, W.E. Mc Ewen: Utilized Experiments in Organic Chemistry, New York u.a., 1977.
3. F. Bukatsch & W. Glöckner: Experimentelle Schulchemie, Band 6/I, Köln 1975.
4. Fachlexikon ABC Chemie Band 2, 2. Aufl., 2. Nachdruck, Frankfurt/M. 1979, Seite 1024.
5. F. Feigl: Löffelanalyse, Band 1 u. 2.
6. G. Fodor: Organische Analyse Band 2, Berlin 1965.
7. A.F. Hollemann & L. Schuler: Einfache Versuche auf dem Gebiet der organischen Chemie, Berlin 1965.
8. Hoppe / Seyler / Herfelder: Handbuch der physiologischen und pathologischen chemischen Analyse, Band III, 1955.