

## 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

414

ÜBUNGEN IM EXPERIMENTALVORTRAG FÜR LEHRAMTSKANDIDATEN

SOMMERSEMESTER 1989

THEMA: **DAS HÖHNEREI**

vorgetragen von KARIN SCHMIDT

## DAS HÜHNEREI

### 1. Allgemeines zum Hühnerei

#### **a) Aufbau und Bildung des Hühnereies**

Die Bildung des Hühnereies erfolgt im Genitaltrakt des Huhns. Vom Eierstock bis hin zum Uterus erfolgt die Eibildung von innen nach außen; d.h. vom Eidotter bis zur Eischale. Genaue Angaben zum jeweiligen Bildungsort s. Folie 1. Den Aufbau eines Hühnereies kann man am besten anhand eines Längsschnitts zeigen. Das gesamte Ei ist von einer Eischale umgeben, die das Ei vor Umwelteinflüssen schützt. Die Eischale ist innen von dem sog. Schalenhäutchen ausgekleidet, das auch die Luftkammer umgibt. Das gesamte Ei ist mit Eiklar ausgefüllt, in dessen Mitte sich der Dotter befindet, der mit den Hagelschnüren (die als Stoßdämpfer fungieren) im Eiklar befestigt ist. Die eigentliche Eizelle trägt den Eikern und als Reservestoff den Dotter (Skizze s. Folie 1).

#### **b) Unterscheidung von alten und frischen Eiern**

Um den Gasaustausch für den Hühnereibryo zu gewährleisten, muß die Eischale mit Poren durchsetzt sein (s. dazu Folie 2). Dies führt aber auch dazu, daß bei längerer Lagerung von Eiern allmählich Feuchtigkeit aus dem Ei verdunstet. Aus diesem Grund haben frische Eier ein höheres spez. Gewicht als ältere Eier. Im folgenden ersten Versuch kann man die Frische eines Eies mit einfachen Mitteln überprüfen.

### **V1: Unterscheidung altes - frisches Ei**

#### Geräte und Chemikalien:

Becherglas 500 ml, 10%ige NaCl-Lsg., altes rohes Ei (ca. 4 Wochen), frisches rohes Ei (max. 1 Woche)

#### Durchführung:

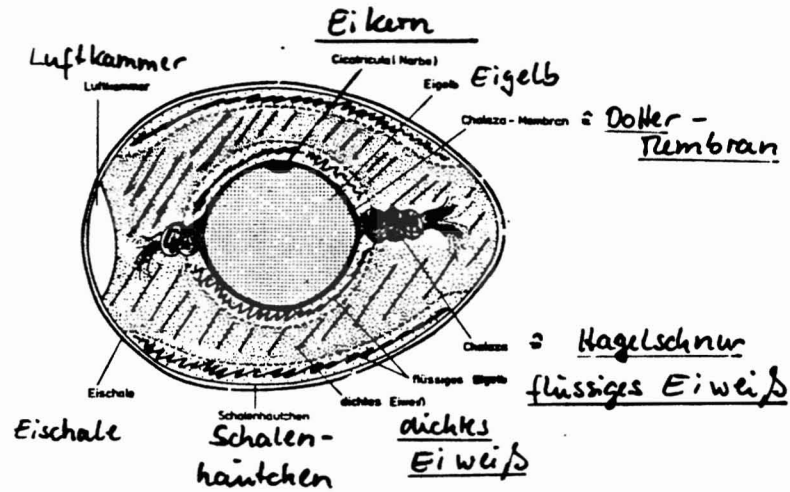
Man füllt das Becherglas zu 3/4 mit der NaCl-Lsg. Dann legt man nacheinander das frische und das alte Ei in die Lösung.

#### Auswertung:

Das frische Ei sinkt zu Boden, das alte Ei schwimmt mit dem stumpfen Ende nach oben an der Oberfläche der Lsg. Das spezifische Gewicht des frischen Eies ist also höher, das des alten Eies geringer als das der Salzlsg. (s. auch Folie 2).

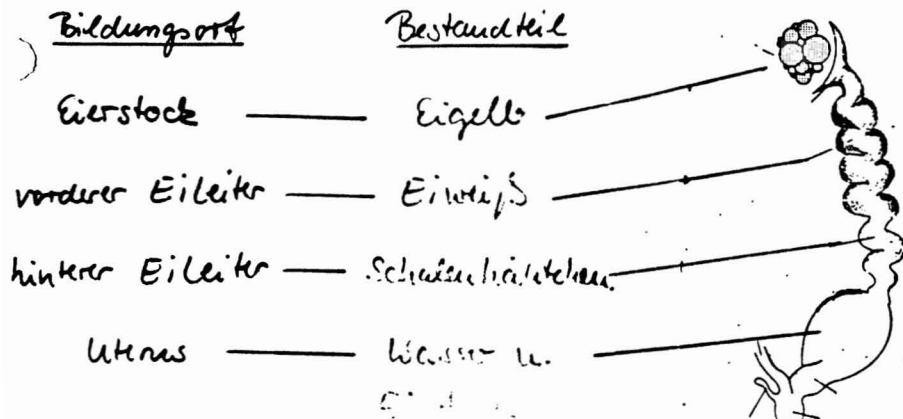
# Aufbau und Bildung Folie 1 des Hühneries

Schnitt durch ein Hühneri:



- Eizelle trägt Eikern und Dotter
- Rest sind Eihüllen

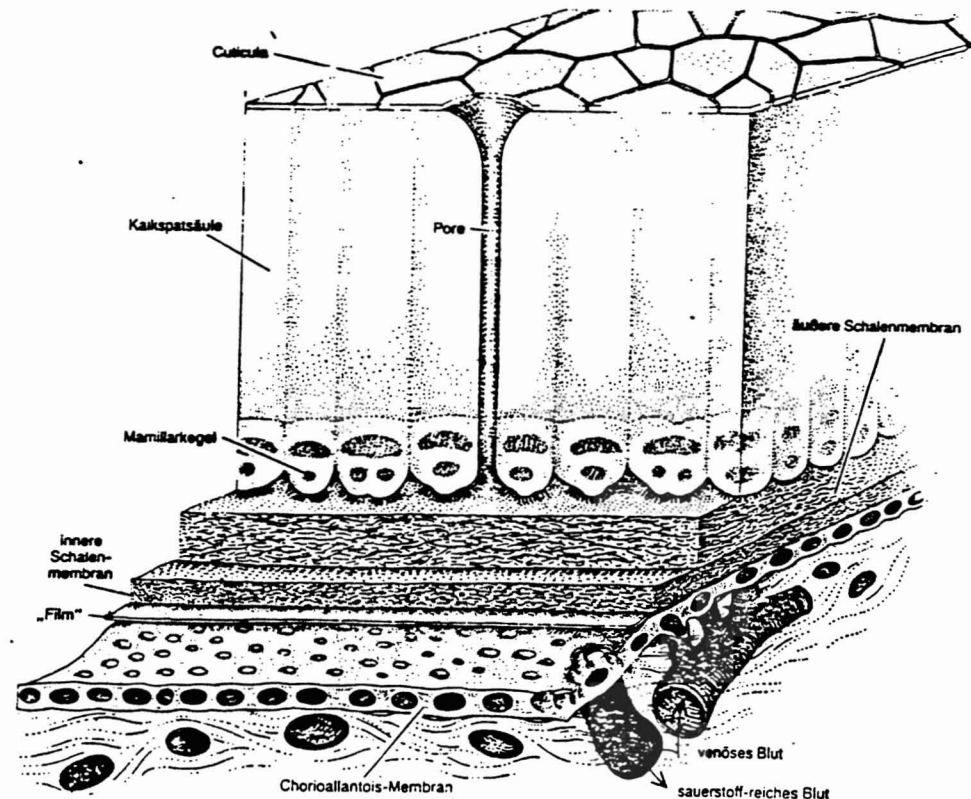
## Genitaltrakt des Huhns:



# V1: Unterscheidung Folie 2 altes - frisches Ei

- 10% ige NaCl-Lsg
- altes Ei (ca. 4 Wochen)  
→ spez. Gewicht gering  
⇒ Ei schwimmt
- frisches Ei (max. 1 Woche)  
→ spez. Gewicht hoch  
⇒ Ei geht unter

Schema der Eihüllen:



### c) Bestandteile des Hühnereies

Auf Folie 3 sind die wesentlichen Bestandteile des Eies und ihre Verteilung auf die jeweilige Eistruktur tabellarisch aufgeführt. Die Bestandteile, die in den drei Strukturen (Schale, Eiklar, Eidotter) am häufigsten vertreten sind, sind eingekreist und werden auch in den folgenden Versuchen verstärkt berücksichtigt.

### 2. Versuche zur Eischale

In den beiden nächsten Versuchen werden zwei Bestandteile der Eischale nachgewiesen und zwar zum einen das Carbonat, das mengenmäßig den größten Anteil an deren Aufbau hat, und zum anderen das Protoporphyrin aus braunen Eischalen.

#### V2: Nachweis von Carbonat in der Schale

##### Geräte und Chemikalien:

Plattenstativ, Doppelmuffe, Stativklammer, Demonstrationsreagenzglas, U-förmiges Glasrohr, durchbohrter Gummistopfen, Erlenmeyer 400 ml, schwarze Pappe, zermörserte Eierschalen von 2 - 3 Eiern, Salzsäure  $c = 2 \text{ mol/l}$ , gesättigte, frisch bereitete  $\text{Ba(OH)}_2$ -Lsg.

##### Durchführung:

Das Demo-RG wird bis zu Hälfte mit  $\text{Ba(OH)}_2$ -Lsg. gefüllt und mit der Klammer am Stativ befestigt. Die schwarze Pappe wird dahinter angebracht. Die Eierschalen füllt man in den Erlenmeyer, gibt etwas von der Salzsäure hinzu und verschließt den Erlenmeyer rasch mit dem Gummistopfen, durch den das eine Ende des U-Glasrohrs ragt. Das andere Ende des Glasrohrs taucht man direkt in die  $\text{BaOH}$ -Lsg. ein.

##### Auswertung:

Die mit der Salzsäure übergossenen Eierschalen schäumen stark auf. Das Gas ( $\text{CO}_2$ ) geht in das RG über, die  $\text{Ba(OH)}_2$ -Lsg. wird heftig mit Gasblasen durchsetzt. Das  $\text{CO}_2$  reagiert zunächst mit der  $\text{Ba(OH)}_2$ -Lsg zu Hydrogencarbonat und dann sofort weiter zum Carbonat. Die Lösung wird anfangs trüb, allmählich fällt ein dicker weißer NS von Bariumcarbonat aus, was vor schwarzem Hintergrund besser zu beobachten ist.

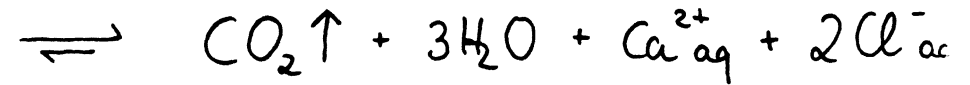
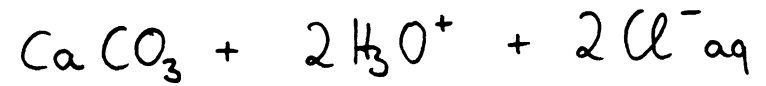
Reaktionsgleichung s. Folie 4

Hauptbestandteile Folie 3  
des Hühneries

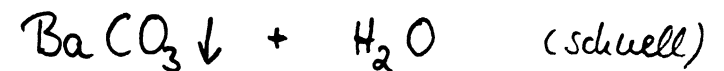
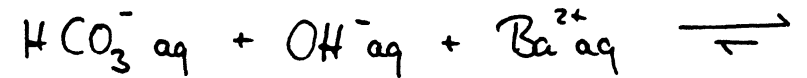
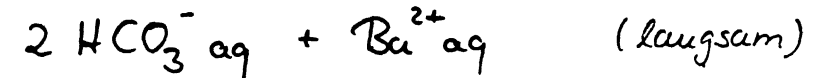
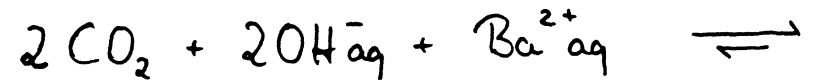
E- B- E- S- T- A- N- D- E- L- E	Bestandteile	Ei-Strukturen			
		Gesamtei	Schale	Eiklar	Dotter
	Absolutgew. g	58	6	33	19
	Wasser %	65,6	1,6	87,9	48,7
	Trockensub. %	34,4	98,4	12,1	51,3
	Eiweiß %	12,1	3,3	10,6	16,6
	Fett %	10,5	Spur	Spur	32,6
	Kohlenhyd. %	0,9	-	0,9	1,0
	Mineralstoffe %	10,9	95,1	0,6	1,1

Vitamine: A, B, D, E und K  
C- fehlt

V2: Nachweis von Carbonat Folie 4  
in der Schale



- Einleitung von  $\text{CO}_2$  in eine ges. Lsg  
von  $\text{Ba(OH)}_2$  (Barytwasser)



weiter NS

## V3: "Das leuchtende Hühnerei" (nach H. Brandl)

(Nachweis von Protoporphyrin in braunen Hühnereierschalen)

Die braune Farbe der Eierschalen ist dadurch bedingt, daß mit dem Calciumcarbonat auch das Gerüst des roten Blutfarbstoffs (= Hämoglobin), das Protoporphyrin in die Schale gelangt, was jedoch nur bei einigen Hühnerrassen der Fall ist.

Geräte und Chemikalien:

UV-Lampe (366 nm), Demo-RG, braune Eierschalen von 1 - 2 Eiern, Essigsäureethylester, 10%ige Salzsäure

Durchführung und Auswertung:

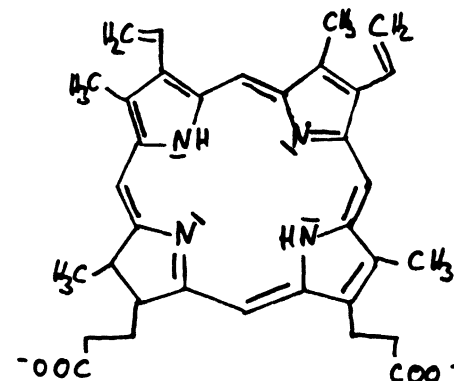
Bestrahlt man im Dunkeln braune Hühnereierschalen mit UV-Licht (366 nm), so kann man nur eine schwach rötliche Fluoreszenz beobachten. Nun füllt man ein Demo-RG mit etwa 20 ml Essigsäureethylester und trägt einige größere Eierschalen ein. Die zu beobachtende Fluoreszenz wird nicht wesentlich verstärkt. Nach Zusatz von 5 - 10 ml Salzsäure beginnen Gasblasen in der Lösung aufzusteigen, da die Salzsäure den Kalk der Eierschale unter  $\text{CO}_2$  Bildung umsetzt. Dabei wird gleichzeitig gebundenes Protoporphyrin aus der Kalkschale herausgelöst und tritt in den Essigsäureethylester über. Betrachtet man diese Lösung unter der UV-Lampe, so ist eine deutlich stärkere Rotfluoreszenz zu sehen. Noch stärker leuchtet die Lösung, wenn man das Gemisch über Nacht stehen läßt.

Zur Fluoreszenz des Protoporphyrins:

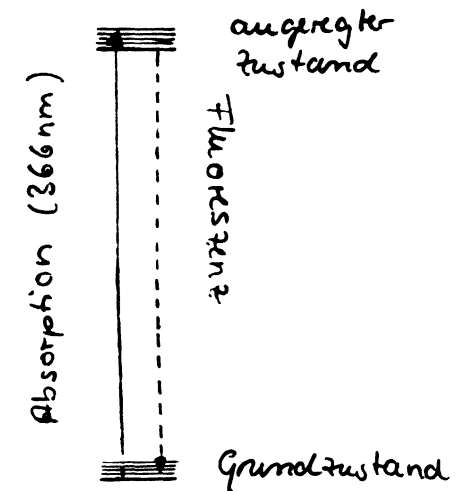
Bestrahlt man das Protoporphyrin mit energiereicher Strahlung (UV-Licht), so wird das  $\pi$ -Elektronensystem angeregt, d.h. die Elektronen absorbieren das UV-Licht und werden vom Grundzustand auf ein energetisch höheres Niveau angehoben. Bei der Rückkehr in den Grundzustand emittieren die Elektronen wieder Licht, was jetzt aber energieärmer (= langwelliger => rot) als das zuvor absorbierte Licht ist. Die Energie ist in Form von Wärme- und Schwingungsenergie verlorengegangen (s. dazu Folie 5).

V3: Das Leuchtende Folie 5  
Hühnerei (nach H. Brandl)Nachweis von Protoporphyrin in  
braunen Hühnereierschalen

- Salzsäure löst gebundenes Protoporphyrin aus Kalkschale heraus
- Protoporphyrin geht in das Lösungsmittel Essigsäureethylester über
- bei Bestrahlung mit UV-Licht (366nm) tritt rote Fluoreszenz auf



Protoporphyrin



- Protoporphyrin: Grundbaustein von Hämoglobin, Cytochrom, Chlorophyll

### 3. Versuche zum Eiklar

Eiklar ist eine ca. 10%ige wäßrige Lsg. verschiedener Proteine, alle anderen Komponenten treten stark zurück, daher werden in den Versuchen zum Eiklar ausschließlich die Proteine berücksichtigt.

Für die folgenden drei Versuche zum Eiklar wird jeweils eine Eiweißlg. verwendet, die man erhält, wenn man das Eiklar eines Eies und 150 ml einer physiologischen NaCl-Lsg. (= 0,9%ig) in einen Erlenmeyer gibt und durch kräftiges Schütteln mischt. Ebenso stellt man eine Eidotterlg. her, die zusätzlich für V4 benötigt wird.

#### **V4: Bluretreaktion**

##### Geräte und Chemikalien:

3 Demo-RG, Eiweiß- und EigelbLsg., NatriumhydroxidLsg.  $c = 3 \text{ mol/l}$ , Kupfer(II)-sulfatLsg.  $c = 0,5 \text{ mol/l}$

##### Durchführung:

Etwa 15 ml Eiweiß- bzw. EigelbLsg. werden mit der gleichen Menge NatriumhydroxidLsg. gut geschüttelt. In das 3. RG gibt man nur die NatriumhydroxidLsg. (Blindprobe). Dann fügt man zu allen 3 RG ca. 1 ml KupfersulfatLsg. hinzu und schüttelt nochmals.

##### Auswertung:

Die Blindprobe färbt sich tiefblau, die beiden anderen Lsg. violett.

Es entsteht zunächst eine unlösliche Kupfereiweißverbindung, die sich in der überschüssigen NaOH-Lsg. komplex löst. Falls dies nicht der Fall ist oder die Lsg. an sich sehr dickflüssig ist, so verdünnt man mit etwas Wasser. Die Bluretreaktion ist auf die Anwesenheit von Peptidbindungen  $-\text{CO}-\text{NH}-$  in den Eiweißmolekülen zurückzuführen. Das Kupferion wird tetraedrisch von vier N-Liganden umgeben, die zuvor das Hydroniumion in der alk. Lsg. abgespalten haben. Es hat sich ein Kupfer(II)-Innerkomplex gebildet, der violett gefärbt ist (s. auch Folie 6).

Der Versuch hat unter anderem gezeigt, daß auch in Eidotter Eiweiß vorhanden ist.

### **V5: Stickstoffnachweis im Eiweiß**

##### Geräte und Chemikalien:

Brenner, Tiegelzange, Demo-RG, Universalindikatorpapier, NaOH-Plätzchen, EiweißLsg.

##### Durchführung:

In einem RG werden zu einigen ml EiweißLsg. NaOH-Plätzchen hinzugefügt und das ganze mit dem Brenner erhitzt. Über die RG-Öffnung hält man angefeuchtetes Universalindikatorpapier.

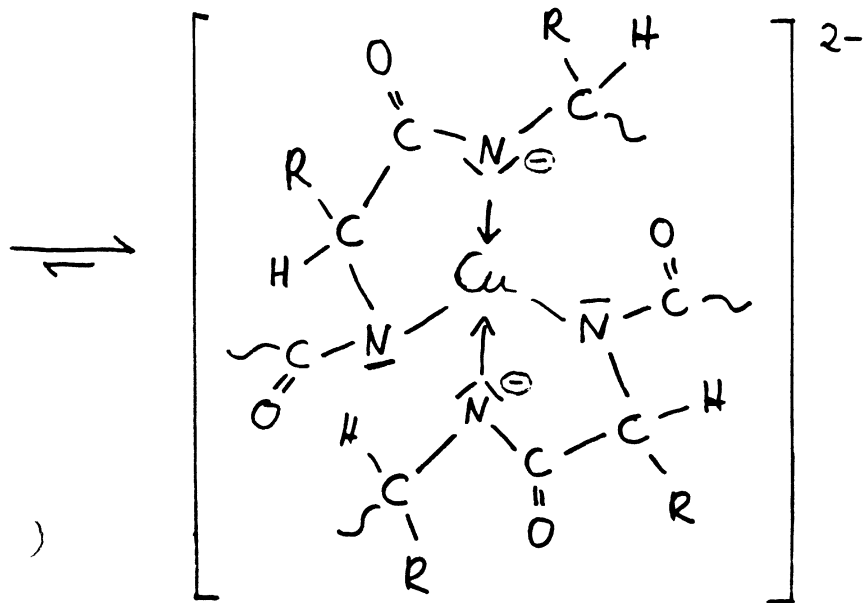
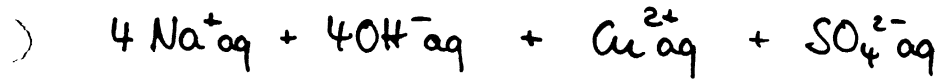
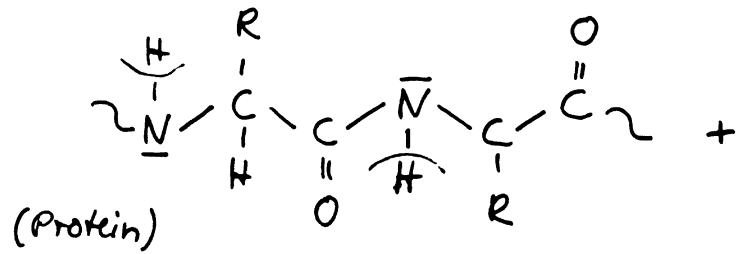
##### Auswertung:

Es bilden sich Dämpfe, die basisch reagieren.

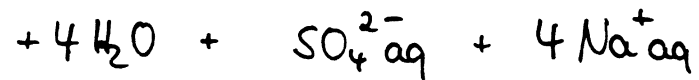
Eiweiße zerfallen bei höheren Temp. und in Gegenwart von Alkalimetallhydroxiden in ihre Bestandteile, es entstehen die freien Aminosäuren (s. Folie 7). In einer nun folgenden  $\text{S}_\text{N}2$ -Reaktion entsteht Ammoniak, der aus der Lsg. entweicht und das Indikatorpapier blau färbt.

Reaktionsmechanismus s. Folie 8.

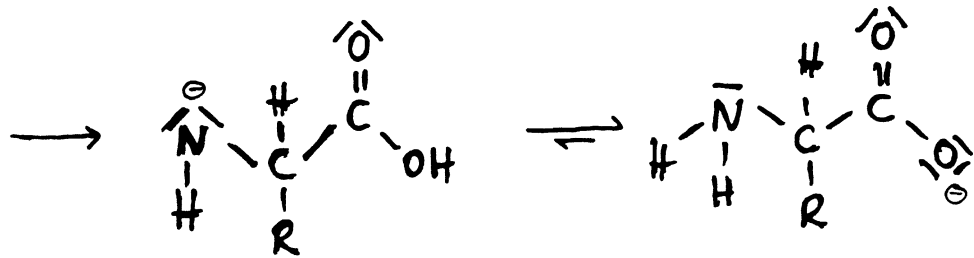
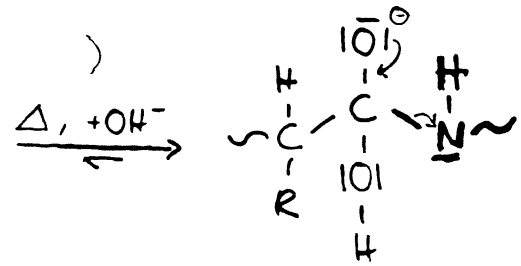
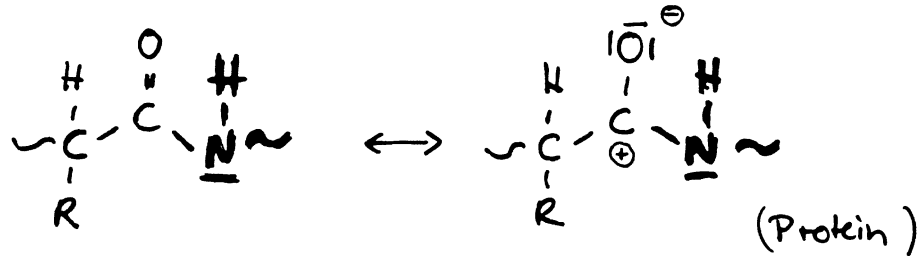
# V4: Biuretreaktion, Folie 6



Kupfer-II-Immerkomplex (violett)

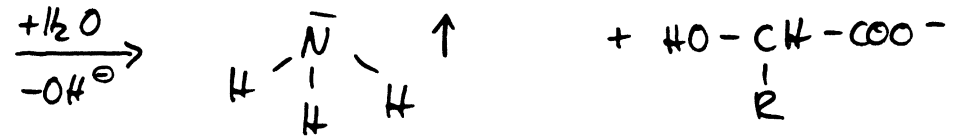
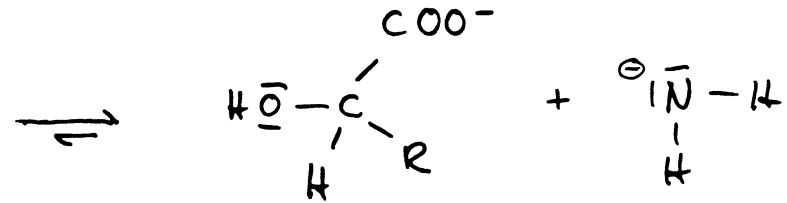
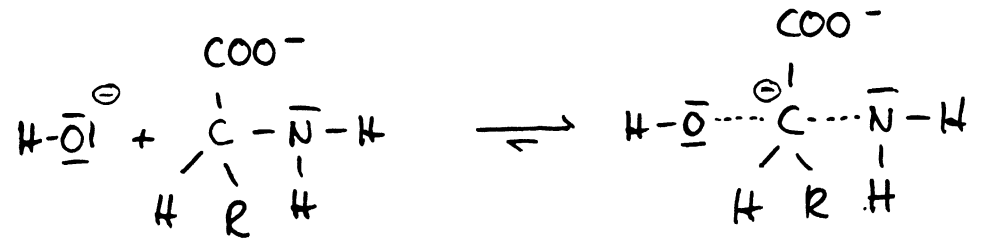


V5: Stickstoffnachweis Folie 7  
im Eiweiß



- Spaltung der Peptidbindung  
⇒ es entstehen die freien AS

$S_N2$ -Reaktion: Folie 8



## V6: Schwefelnachweis im Eiweiß

Geräte und Chemikalien:

Brenner, Tiegelzange, Demo-RG., Eiweißlsg., 5%ige Blei(II)-acetatlsg., NaOH-Lsg. c = 3 mol/l

Die Bleiacetatlsg. wird mit soviel NaOH-Lsg. unter ständigem Schütteln versetzt, bis sich der entstehende Niederschlag von von Blei(II)-hydroxid wieder löst. Einige ml dieser Lsg. gibt man mit etwas Eiweißlsg. zusammen und erhitzt über dem Brenner.

Auswertung:

Die Lsg. färbt sich schwarz-braun.

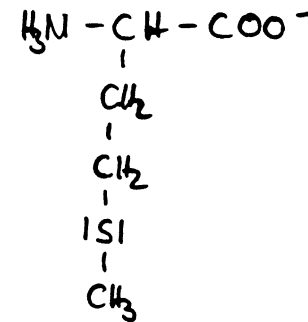
Die Eiweißlsg. enthält Schwefel in den Aminosäuren Methionin und Cystein. Durch das Erhitzen in alk. Lsg. wird die Eiweißlsg. die Aminosäuren gespalten, und in einer anschließenden  $S_N2$ -Reaktion der Schwefel als Sulfid freigesetzt, das als PbS die Lsg. braun-schwarz färbt.

Reaktionsmechanismus s. Folie 9.

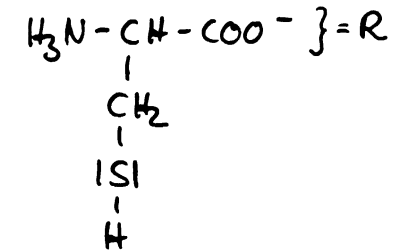
V6: Schwefelnachweis <sup>Folie 9</sup>  
im Eiweiß

S-haltige Aminosäuren:

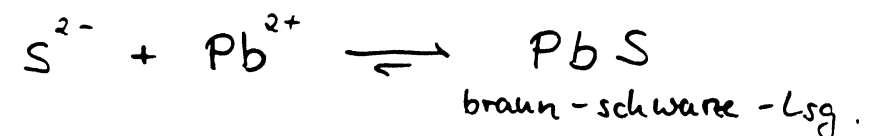
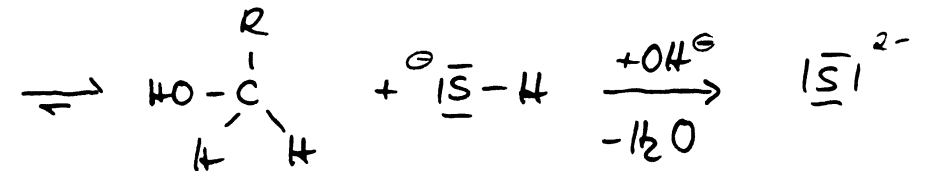
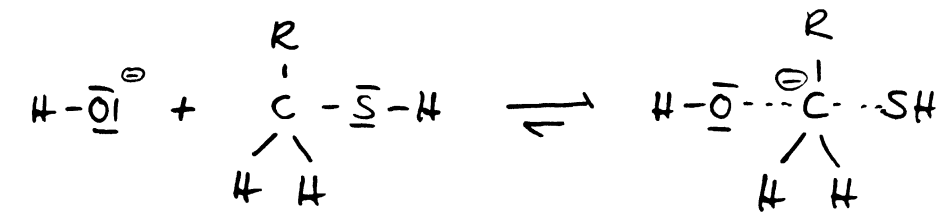
Methionin



Cystein



$S_N2$ -Reaktion:



#### 4. Versuche zum Eidotter

Eidotter ist eine Fett-in-Wasser-Emulsion mit einer Trockenmasse von ca. 50%, die zu 1/3 aus Proteinen und zu 2/3 aus Lipiden besteht. In den nächsten 4 Versuchen werden neben dem häufigsten Dotterbestandteil, dem Fett, auch physiologisch wichtige Verbindungen wie Lecithin und Cholesterin Beachtung finden. Dem gelben Eifarbstoff Lutein soll ebenfalls ein Versuch gewidmet werden.

#### **V7: Fettnachweis über die Acrolein-Probe**

Natürliche Fette und Öle sind Glycerinester der höheren geradzahligen Fettsäuren (=> sog. Triglyceride). Im nachfolgenden Versuch werden die Fette in ihre beiden Bestandteile Glycerin und freie Fettsäuren gespalten. Das Glycerin kann mit der Acrolein-Probe nachgewiesen werden.

#### Geräte und Chemikalien:

Brenner, Tiegelzange, Glasstab, Demo-RG, Filterpapier, Eidotter, Tollens-Reagenz,  $MgSO_4$

#### Durchführung:

Herstellen von Tollens-Reagenz: 2%ige  $AgNO_3$ -Lsg wird vorsichtig mit etwa einem Zehntel des Volumens  $NaOH$ -Lsg.  $c = 3 \text{ mol/l}$  versetzt. Dann unter ständigem Scütteln soviel 10%ige  $NH_3$ -Lsg. hinzufügen, daß sich der beim Eintropfen entstehende Niederschlag gerade wieder löst.

In das RG füllt man 5 -10 Spatel  $MgSO_4$  ein, gibt etwas Eidotter dazu und rührt mit dem Glasstab gut durch. Man hält ein in Tollens-Reagenz getränktes Filterpapier über die RG-Öffnung und erhitzt über dem Brenner. Die aufsteigenden Dämpfe färben das Filterpapier braun bis schwarz.

#### Auswertung:

Durch saure Hydrolyse wird die Esterbindung des Fettes gespalten (Reaktionsmechanismus s. Folie 10). Das entstandene Glycerin reagiert beim Erhitzen mit  $MgSO_4$  über eine Keto-Enol-Tautomerie zu Acrolein (s. Folie 11). Das Acrolein entweicht als Gas und reduziert  $Ag^+$  im Tollens-Reagenz zu elementarem Silber, welches das Filterpapier braun bis schwarz färbt. Das Acrolein wird vom Aldehyd (Propenal) zur Carbonsäure (1-Propensäure) oxidiert.

Reaktionsmechanismus s. Folie 12.

#### **V8: Nachweis von Phosphat in Lecithin**

Lecithin (=Dotter) gehört zur Gruppe der Phospholipide, bei denen die Phosphorsäure einerseits mit Cholin, andererseits mit Glycerin verestert ist. Werden dessen freie Hydroxylgruppen mit langkettigen Fettsäuren verestert, so erhält man Phosphatidylcholine, zu welchen auch das Lecithin zählt (allgem. Formel s. Folie 13). Lecithin ist der Baustein der Phospholipid-Doppelmembran und somit ein wichtiger Bestandteil der Zellmembranen aller Lebewesen (s. auch Folie 14)

#### Geräte und Chemikalien:

Brenner, Dreifuß, Tondreick, Porzellantiegel, Tiegelzange, Plattenstativ, Doppelmuffe, Filtrierring, Glastrichter, Filterpapier, Becherglas 100 ml, Demo-RG, Eidotter,  $HNO_3$ -Lsg  $c = 5 \text{ mol/l}$ , 15%ige Ammoniummolybdatslg.

#### Durchführung:

Etwas Eidotter wird im Porzellantiegel über dem Brenner vorsichtig verascht. Zur Asche gibt man Salpetersäure und filtriert in das RG. Man verätzt das Filtrat mit dem gleichen Volumen Ammoniummolybdatslg. und kocht die Lösung auf.

#### Auswertung:

Beim Veraschen des Eidotters werden alle org. Bestandteile zerstört. Die anorg. Bestandteile u.a. auch das Phosphat aus dem Lecithin bleiben zurück und können nachgewiesen werden.

Die Ammoniummolybdatslg. färbt das Filtrat zunächst gelb, beim Aufkochen fällt ein dichter zitronengelber Niederschlag von Ammoniummolybdatophosphat aus.

Reaktionsgleichung s. Folie 15.

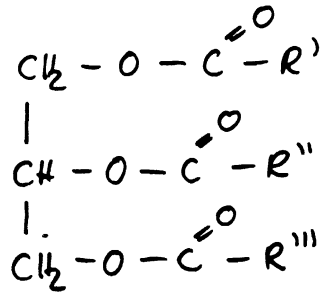
# V7: Fettnachweis

Folie 10

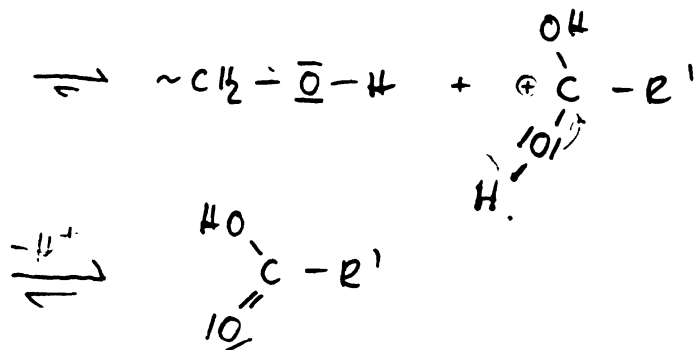
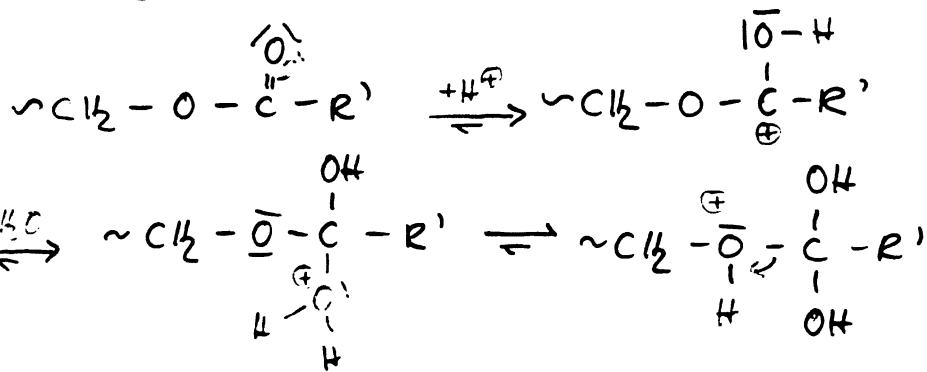
über die Acrolein-Probe

Fette:

- natürliche Fette und Öle sind Glycerinester der höheren geradzahigen Fettsäuren ( $\Rightarrow$  Triglyceride)

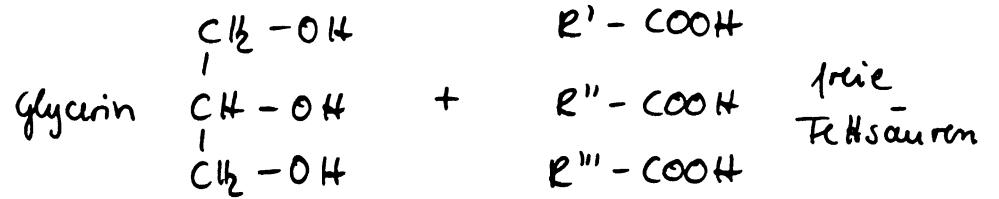


Esterspaltung  
durch saure  
Hydrolyse

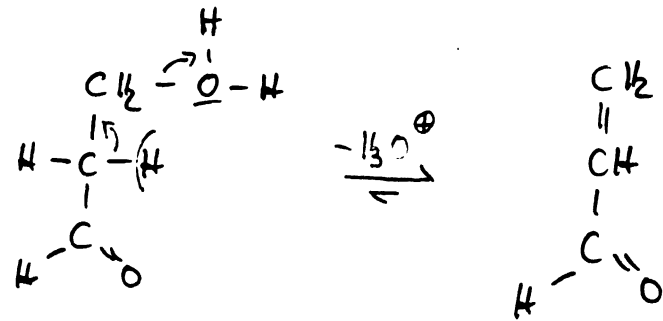
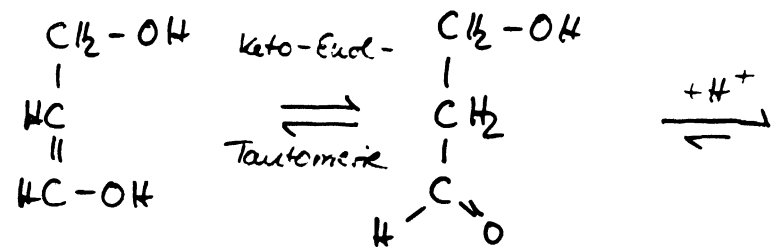
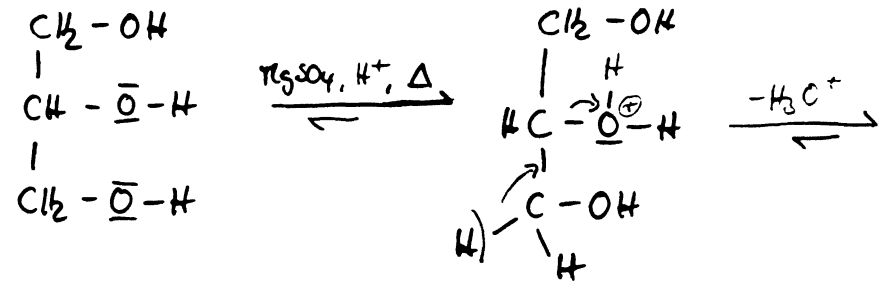


Folie 11

Nach der Esterspaltung:



Weitere Umsetzung durch Erhitzen mit wasserabspaltenden Mitteln ( $\text{P}_2\text{S}_5$ )

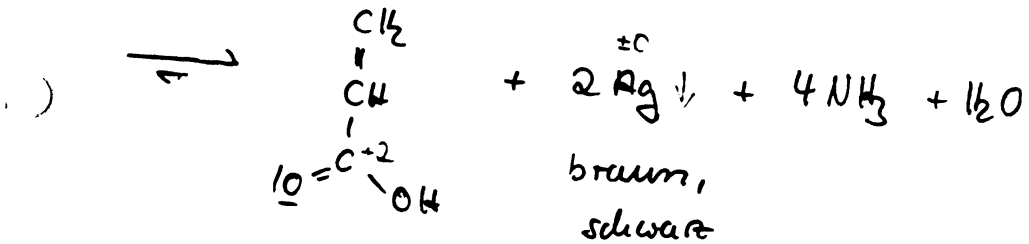
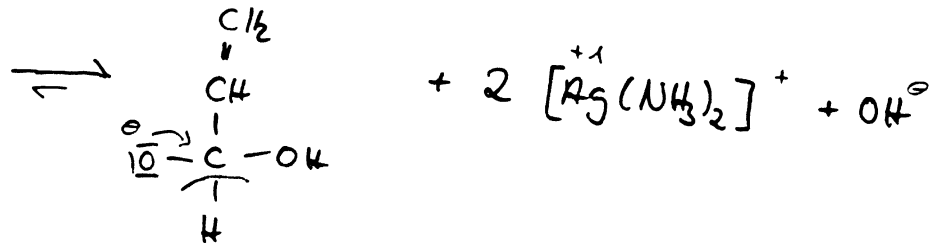
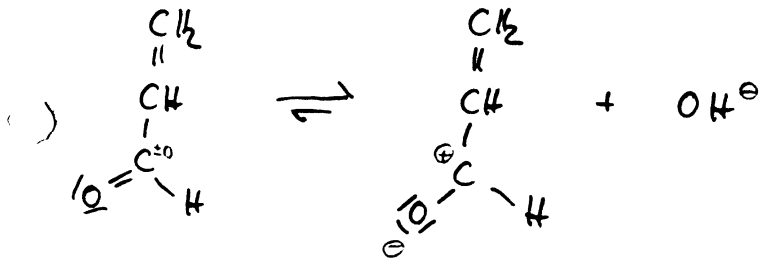


Acrolein (Propenal)

Tollens - Reagenz

Tollens - Reagenz:

Ammoniakalische  $AgNO_3$  - Lsg.



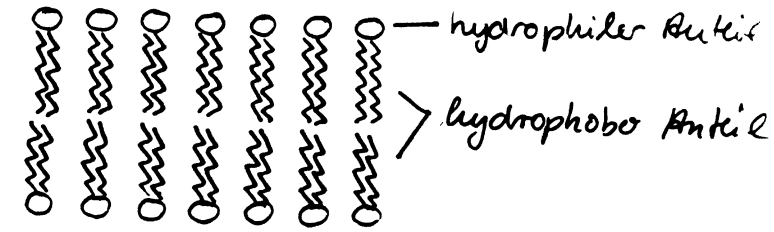
1- Propensäure

# V8: Nachweis von Phosphat in Lecithin

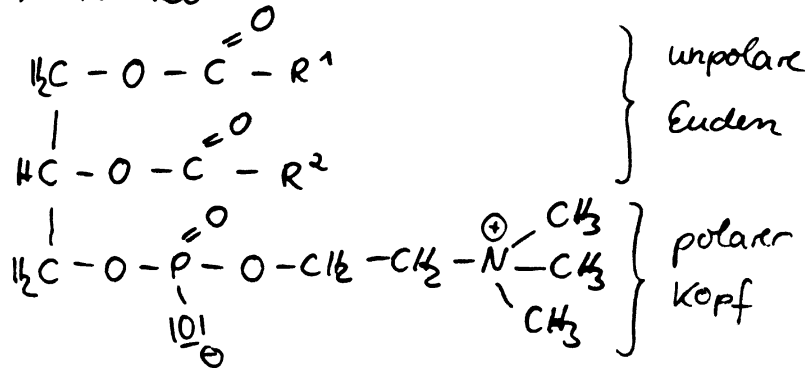
Folie 13

Schema einer biol. Doppelmembran:

- Lecithin (gr. *lekithos* = Eigelb)
- Gruppe der Phospholipide  
spez. Phosphatidylcholine



allgem. Formel:



$\text{R}^1, \text{R}^2 =$  Fettsäurerest (Palmitinsäure, Stearinsäure, Ölsäure z.B.)

Veraschung des Eigelbs:

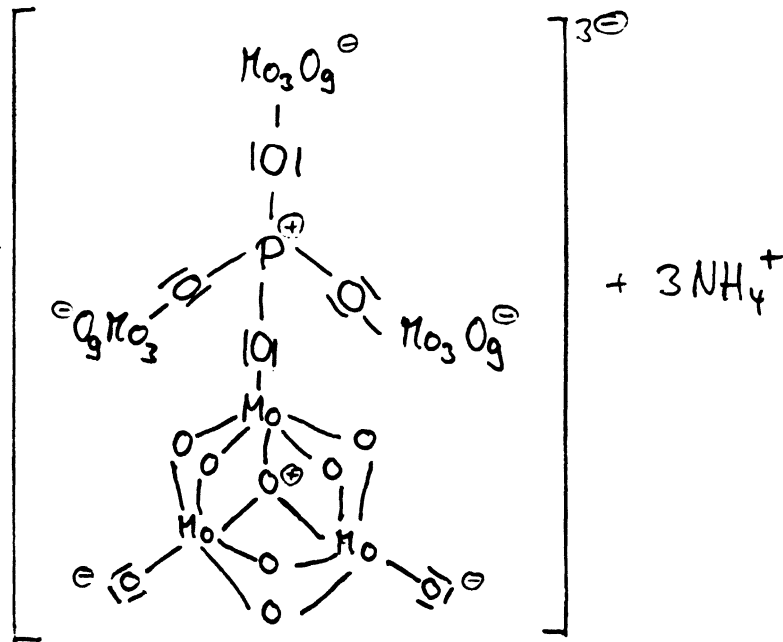
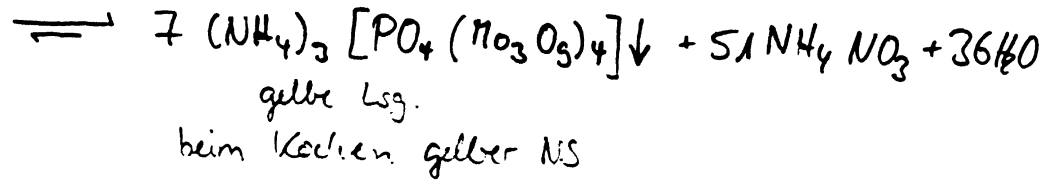
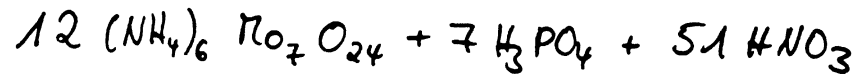
- organ. Bestandteile werden zerstört
- $\text{PO}_4^{3-}$ -Molekül aus Lecithin bleibt erhalten

Folie 14

Lecithin ist ein Bestandteil der Zellmembranen aller Lebewesen

$\Rightarrow$  Phospholipid - Doppelmembran

Nachweis von  $PO_4^{3-}$  mit  $\text{Ammoniummolybdat-Lsg.}$  Folie 15



Ammoniummolybdatphosphat

**V9: Luteinnachweis mit der "Weylschen Reaktion"**

Lutein ist der gelbe Farbstoff des Eidotters. Weiteres zu Lutein s. Folie 16.

Die "Weylsche Reaktion" findet zum qualitativen Nachweis von Lutein z. B. als Hinweis auf das Vorhandensein von Hühnerei in Teigwaren, in der Lebensmittelchemie Anwendung.

Geräte und Chemikalien:

Plattenstativ, Doppelmuffe, Filtrierring, Glasfilter, Filterpapier, Glasstab, 2 Bechergläser 100 ml, Pasteurpipette, 2 Demo-RG, hartgekochtes Eidotter, Diethylether, Salpetersäure c = 2 mol/l, NaNO<sub>2</sub>-Lsg. c = 1 mol/l

Durchführung:

Das gekochte Eidotter wird zerkleinert und in einem Becherglas mit Diethylether gut verrührt und in ein anderes Becherglas filtriert. Die orangefarbene Diethyletherlsg. gibt man in ein RG. In einem zweiten RG mischt man ca. 2 ml Salpetersäure und 15 Tropfen NaNO<sub>2</sub>-Lsg. und gibt das Gemisch zum 1. RG hinzu.

Auswertung:

Mit Diethylether extrahiert man unter anderem das Lutein aus dem Eidotter. Versetzt man diese orangefarbene Lsg. mit Salpetriger-säure (HNO<sub>3</sub>-Lsg. + NaNO<sub>2</sub>-Lsg. => HNO<sub>2</sub>-Lsg.), so entfärbt sich die Lsg, da das konjugierte Doppelbindungssystem des Luteins durch Addition von NO<sup>+</sup> zerstört wird.

Zur Bildung des NO<sup>+</sup> und zum Reaktionsmechanismus s. Folie 17.

**V10: Cholesterinnachweis nach der "Liebermann-Burchard-Reaktion"**

Als Bestandteil vieler menschlicher Organe und Hauptverursacher der Arteriosklerose, wird dem Cholesterin viel Bedeutung zugemessen. Das Dotter des Hühnereies enthält mit 400 - 800 mg bei einem Eigesamtgewicht von ca. 60 g relativ viel Cholesterin. Sonstiges zum Cholesterin s. Folien 18 + 19.

Geräte und Chemikalien:

Petrischale (d = 20 cm), Pasteurpipette, 2 Demo-RG, Diethylether, Chloroform, konz. Schwefelsäure, Palmöl, Rohcholesterinauszug

Durchführung:

Den Rohcholesterinauszug erhält man, indem man 2 hartgekochte Eidotter zerkleinert, mit Diethylether mehrmals extrahiert, die Auszüge filtriert (s. V9) und das Filtrat über Nacht in einer großen Petrieschale eindunsten läßt. Der orangefarbene Rückstand enthält u.a. Rohcholesterin, welches man in Chloroform löst und mit einigen Tropfen konz. Schwefelsäure versetzt. Als Vergleichsprobe verwendet man Palmöl, das zwar auch Lutein enthält (seine Farbe ist orange), aber wie alle anderen pflanzlichen Stoffe cholesterinlos ist. Einen Spatel des Palmöls löst man ebenfalls in Chloroform und gibt einige Tropfen konz. Schwefelsäure hinzu.

Auswertung:

Die Cholesterinhaltige Lsg. färbt sich dunkelbraun, die Palmöllsg. verändert die Farbe nicht.

Bei Zusatz von konz. Schwefelsäure durchläuft das Cholesterin mehrere Reaktionsschritte (Dehydratisierung, Dehydrierung, Polymerisierung), die schließlich in der Bildung eines dunkelbraunen Farbstoffes enden. Der genaue Mechanismus der "Liebermann-Burchard-Reaktion" ist noch nicht aufgeklärt bzw. bekannt. In der Medizin findet diese Reaktion zur quantitativen, photometrischen Bestimmung des Cholesterins Anwendung.

Strukturformel u.a. s. Folie 19.

# Lutein

Folie 16

Der gelbe Farbstoff des Eidotters

- gehört zur Stoffklasse der Carotinoide

## Carotinoide

Carotine:

mehrfach unges.  
Kohlenwasserstoffe

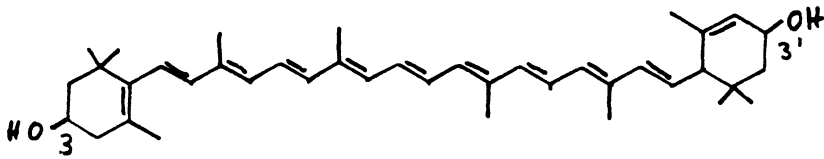
Xanthophylle:

O-haltige Derivate  
der Carotine

↓  
Lutein

## Lutein:

- neben Chlorophyll u. Carotin der  
häufigste Blattfarbstoff



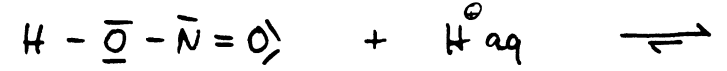
$C_{40}H_{56}O_2$  : 3,3'-Dihydroxy- $\beta$ -Carotin

# V9 Luteinnachweis

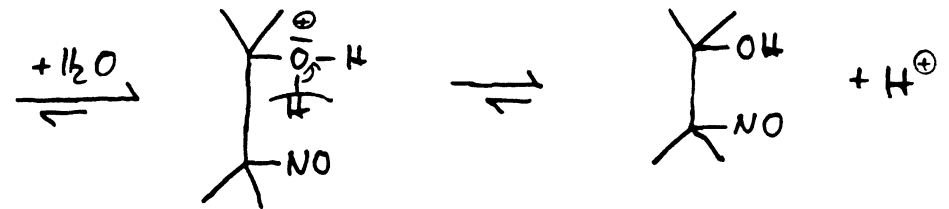
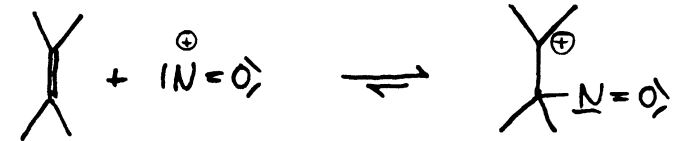
Folie 17

("Weylsche Reaktion")

Reagenz: Salpetrige Säure



Additionsreaktion:



- Zerstörung des konj. Doppelbindungssystems durch  $NO^+$

⇒ Entfärbung

- Anwendung in Lebensmittelindustrie

# Cholesterin

Folie 18

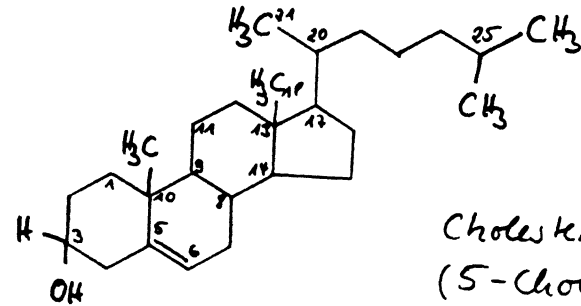
- unverseifbares Fett
- Bestandteil aller Membranen tier. Zellen
- tägl. Synthese 1-2g (Erwachsener)
- Hauptbildungsort → Leber
- erhöhter Blutcholesterinspiegel durch:  
falsche Ernährung, best. Enzymdefekte,  
starke psychische Belastung  
⇒ kann zur Bildung von Gallensteinen führen
- Senkung des Blutchol.-Spiegels:  
Fette u. Öle mit hohem Anteil an  
ungesättigten Fettsäuren (pflanzl. Fette)

## Cholesteringehalt versch. Lebensmittel

100g Nahrungsmittel	mg Cholesterin
Butter	244
Margarine	186
Rind-Schweinefleisch (fett)	90
Kabeljau	58
Lebertran	570
1 Ei gelb	400 - 800 (je nach gew. Klasse)

- Pflanzen enthalten kein Cholesterin

## V10: Cholesterinnachweis Folie 19 ("Liebermann-Burchard-Reaktion")



- Farbreaktion von Chol. mit konz. Schwefelsäure
- Reaktionsschritte:  
Dehydratisierung  
Dehydrierung  
Polymerisierung  
Bildung eines dunkelbraunen Farbstoffes
- in der Medizin zur photometrischen Bestimmung

## 5. Der CAM-Test als Alternative zum Tierversuch

Die Chorioallantoismembran (CAM) dient dem Hühnerembryo als Atmungsorgan und ist daher reichlich mit Blutgefäßen durchzogen, enthält aber keine Nerven (s. dazu auch Folie 20)

Der CAM-Test dient als Alternative zum Augenreiztest am Kaninchen, bei welchem die schleimhautreizenden Eigenschaften von Kosmetika und Pharmaka untersucht werden. Im CAM-Test kann allerdings nur zwischen schädigenden und nicht-schädigenden Substanzen unterschieden werden. Die nicht-schädigenden Substanzen müssen zusätzlich noch am Säugerauge getestet werden (s. Folie 21).

### **V11: CAM-Test**

#### Geräte und Chemikalien:

Brutschrank, Zahnarztbohrer mit Schleifscheibe, 4 Eierbecher, 4 Pasteurpipetten, 4 befruchtete Hühnereier ca. 7 Tage bebrütet, Aceton, Formaldehyd, NaOH-Lsg.  $c = 2 \text{ mol/l}$ , H<sub>2</sub>O

#### Durchführung:

An den bebrüteten Eier wird am stumpfen Ende (dort liegt die Luftkammer) mit dem Bohrer eine Kalkscheibe mit einem Durchmesser von ca. 1 - 2 cm herausgeschnitten und das darunterliegende Schalenhäutchen vorsichtig abpräpariert, so daß die CAM mit ihren Blutgefäßen gut erkennbar ist. Nun tropft man die 4 verschiedenen Chemikalien (ca. 10 Tropfen) ebenfalls sehr vorsichtig auf die CAM und wertet den Versuch nach 30 - 40 min aus.

#### Auswertung:

Bei Natronlauge und Aceton sind starke Schädigungen der Blutgefäße wie geronnenes Blut und zerplatzte Gefäße erkennbar. Bei Formaldehyd ist die Schädigung nicht so stark und bei Wasser sind noch alle Gefäße intakt (s. Abbildung Folie 21).

Chorioallantois membran

V11 ;

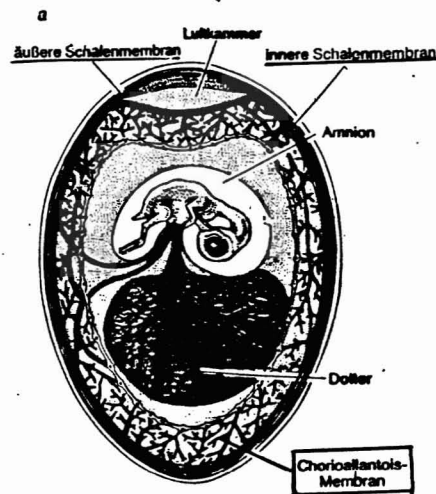
CRM - Test

(Chorioallantois membran - Test)

Chorioallantois membran:

- Bildung wird vom Embryo induziert
- Atmungsorgan des Hühnerembryos (vergleichbar d. Säuger - Plazenta)
- Extraembryonales - Gewebe, enthält keine Nerven

Schema eines 12 Tage alten Embryos



- als Alternative zum sog. Draize - Reagenztest am Kaninchen
- Draize - Test: Prüfung von schleimhaut reitenden Eigenschaften von Chemikalien
- CAT - Test kann nur zwischen stark schädigenden und nicht schädigenden Substanzen unterscheiden; komplexe Resorptionsmechanismen des Säugetierorganismus bleiben unberücksichtigt
- nicht schädigende Substanzen werden Draize - Test unterzogen



Chorioallantois membran - Test, unbehandelte Membran



Chorioallantois membran - Test, Membran mit starker Schädigung

**Literaturverzeichnis:**

Belitz, H. D. u. Grosch, W.  
Lehrbuch der Lebensmittelchemie  
2. Aufl., Berlin, Heidelberg, Springer 1985

Brandl, H.  
Das leuchtende Hühnerei  
Praxis der Naturwissenschaften vorauss. 1990, Nr.2

Bukatsch / Glöckner  
Experimentelle Schulchemie  
Organische Chemie II u. III  
Köln, Aulis 1976

Flörke / Flohr  
Methoden und Praxis des chem. Unterrichts  
3. Aufl., Heidelberg, Quelle und Meyer 1969

Goldberg, A. M. u. Fraizer, J. M.  
Alternativen zum Tierversuch in der Toxizitätsprüfung  
Spektrum der Wissenschaft, Dezember 1989

Heimann, W.  
Grundzüge der Lebensmittelchemie  
3. Aufl., Darmstadt, Steinkopff 1976

Just, M u. Hradetzky, A.  
Chemische Schulexperimente  
Band 4, Org. Chemie  
3. Aufl., Berlin, VEV 1987

Lembeck, F.  
Alternativen zum Tierversuch  
Stuttgart, Thieme 1988

Maschke, J.  
Einfache biologische Schulversuche mit Nahrungsmitteln  
Naturwissenschaften im Unterricht, 1975, Heft 9

Neumüller, A.  
Römpps Chemielexikon  
Band 1 - 3  
8. Aufl., Stuttgart, Franck 1983

Rahn, H., Ar, A. u. Paganelli, C. V.  
Wie Vogeleier atmen  
Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg, Jahr unbekannt

Schormüller, J.  
Lehrbuch der Lebensmittelchemie  
2. Aufl., Berlin, Heidelberg, Springer 1974

Schuppan, D. u. Hardegg, W.  
Tierschutz durch Alternativen  
Stuttgart, Fischer 1988

Zimmermann, F.  
Ernährung und Nahrung  
Naturwissenschaften im Unterricht, 1962, Heft 10