

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 eingesehen und heruntergeladen werden.

Zudem stehen auf der Seite www.chids.de weitere Versuche, Lernzirkel und Staatsexamensarbeiten bereit.

Dr. Ph. Reiß, im Juli 2007

622

Lebensmittelfarben

Organischer Vortrag

Jessica Hornung

SS 1998

Seminarleitung: Gerstner, Perst, Butenuth

Inhaltsverzeichnis:

Seite :

1. Historisches.....	1
2. Farbigkeit.....	1
2.1. Farbtheorie nach Witt.....	2
3. Versuche.....	2 - 10
3.1. Synthetische Farbstoffe.....	2 - 6
Demonstration 1.....	2 - 3
Versuch 1 a.....	3 - 4
Versuch 1 b.....	4 - 5
Versuch 1 c.....	5
Versuch 2.....	5 - 6
3.2. Natürliche Farbstoffe.....	6 - 10
Versuch 3.....	6 - 7
Versuch 4.....	7 - 8
Demonstration 2.....	8
Versuch 5.....	8 - 9
Versuch 6.....	9 - 10
4. Literaturverzeichnis.....	10

1. Historisches:

Lebensmittelfärbung ist bereits seit der Antike bekannt und geübt. Schon Plinius der Ältere erwähnt Farbstoffe zur Auffärbung von Wein. Die Färbemöglichkeiten waren allerdings noch beschränkt, da nur in der Natur vorkommende Farbstoffe verwendet werden konnten. Als problematisch erwies sich dabei dann schnell die Tatsache, daß auch bei natürlichen Farbstoffen nicht alle färbenden Zusätze auch für den Menschen bekömmlich waren, z. B. Schwermetallsalze.

Wegen solcher Vergiftungsfälle wurde am 5. Juli 1887 das erste „Farbengesetz“ herausgegeben, welches die Lebensmittelfarben angab, die nicht mehr verwendet werden durften. Es handelte sich bei diesem Gesetz also um eine Negativliste, nach der folglich alles, was nicht darin verboten wurde, erlaubt war.

Durch die Entwicklung der organischen Chemie und der damit einhergehenden Entdeckung der organischen Farbstoffe bot sich eine neue Palette an Farben an, die sich ebenfalls als nicht ohne Risiko herausstellte, z. B. die Sudan - Farbstoffe und Pikrinsäure.

Das Farbengesetz mußte daher erweitert werden, blieb aber weiterhin eine Negativliste.

1949 wurde in Deutschland eine „Fachkommission zur Bearbeitung des Lebensmittel - Farbstoff - Problems“ gegründet, welche die Kriterien zur Zulassung eines Farbstoffes als Lebensmittelfarbe festsetzte. Sie legte dann im April 1950 Vorschläge für ein neues Farbengesetz vor, in dem nun einzig und allein die Farben angegeben wurden, die zur Lebensmittelfärbung zugelassen wurden. Bei diesem Gesetz handelte es sich nun um eine „Positivliste“, in der heute nur noch 16 synthetische Farbstoffe (hauptsächlich wasserlösliche Azofarbstoffe) und 9 Naturfarbstoffe enthalten sind.

2. Farbigkeit:

Eine chemische Verbindung ist farbig, wenn sie einen bestimmten Wellenlängenbereich aus dem sichtbaren Teil des Lichtspektrums absorbiert. Dieser sichtbare Teil des Spektrums liegt zwischen 400 und 800 nm. Die wahrgenommene Farbe der Verbindung ist jeweils die Komplementärfarbe derjenigen, die der absorbierte Wellenlängenbereich aufweist.

2.1. Farbtheorie nach Witt:

1876 stellte O. N. Witt eine Theorie zur Farbigkeit vor, die auf die Einteilung von Farbstoffen nach Strukturteilen beruht. Er zerlegte dabei die Moleküle in zwei Strukturteile, die er als „Chromophore“ und „Auxochrome“ bezeichnete.

Die Chromophore (von griechisch χρομοφορòσ = Farbträger) sind die Strukturelemente, die Voraussetzung für die Farbigkeit sind. Sie haben immer Elektronenmehrfachbindungen, typische Beispiele sind die Azogruppe - N = N - , die Carbonylgruppe - C = O, die Iminogruppe - C = NH, C - C - Doppel - und Dreifachbindungen und konjugierte Systeme jeder Art.

Die Auxochrome (von griechisch αύξω χρώματι = an Farbe vermehren) besitzen stets freie Elektronen und über daher einen + M - Effekt aus, d. h. sie können ihre freien Elektronen zur Bildung von Mesomeriestrukturen bzw. zur Erweiterung von konjugierten Systemen zur Verfügung stellen. In Kombination mit Chromophoren erhöhen sie also die Elektronendelokalisation und verschieben damit die Lichtabsorption in den langwelligeren Bereich des Spektrums. Typische Beispiele für Auxochrome sind die Aminogruppen - NR₂, - NHR und NH₂, die Hydroxygruppe - OH, Halogene und Ethergruppen wie - OCH₃.

3. Versuche:

3.1. Synthetische Farbstoffe

Demonstration 1

Chemikalien: Götterspeise Waldmeister, weiße Gelatine, Lebensmittelfarbstoff grün (z. B. Back - und Speisefarben aus dem HAWEGE), Zitronensäure, Zucker

Geräte: 2 Töpfe (möglichst von gleicher Farbe innen : Farbvergleich !), Kochplatten, dunkelfarbige Plastikbecher, Plastiklöffel

Versuchsdurchführung: Götterspeise nach Rezept zubereiten und abkühlen lassen. Gelatine ebenfalls nach Rezept anrühren und mit grüner Lebensmittelfarbe anfärben, bis der Farbton der Waldmeistergötterspeise erreicht ist. Dann Gelatinelösung mit Zucker und Zitronensäure bis zum ungefähr gleichen Geschmack wie die Götterspeise versetzen. Nach dem Abkühlen in mit A und B gekennzeichnete Becher abfüllen und zuerst die Becher mit der gefärbten Gelatine kosten lassen und das Ergebnis notieren, danach Vergleich machen.

Ergebnistabelle:

Götterspeise mit			
Farbstoff	Aroma	Sollergebnis	Probeergebnis
ja	Zitrone	Zitrone	Waldmeister
ja	Waldmeister	Waldmeister	Waldmeister

Auswertung: Bei Chemiestudenten wird wegen sorgfältigerer Prüfung festgestellt, daß es sich bei der zuerst gegebenen Probe nicht um Waldmeistergötterspeise handelt, allerdings ist auch kein Erkennen des Aromas möglich. Probe 2 wird sofort erkannt.

Bei künstlich aromatisierten Lebensmitteln ist die Farbe ein wichtiger Faktor zum Erkennen des Geschmacks, das Aroma ist der Farbe untergeordnet.

Versuch 1a: Farbstofftrennung durch Säulenchromatographie

Chemikalien: Getränkeinstantpulver Himbeer (Quench) mit den Farben Patentblau, Azorubin und Gelborange S, Kieselgel, dest. Wasser, Glaswolle

Geräte: kleine Chromatographiesäule, Tropftrichter 100 ml, Schlauchklemme, PVC - oder Gummischlauch passend zur Chromatographiesäule, Becherglas 250 ml, 3 Bechergläser 50 ml, Stativmaterial

Versuchsdurchführung: Nachdem der Schlauch und die Klemme angebracht sind und die Säule montiert ist, Säulenauslauf mit Glaswollbausch verschließen. Kieselgel in Wasser aufschlämmen, die Säule befüllen und mit einer dünnen Glaswollschicht abdecken. 10 g Getränkepulver in 10 ml Wasser lösen. Je nach Größe der Chromatographiesäule 5 - 10 ml der Getränkepulverlösung auf die Säule geben und mit etwa 1 - 2 Tropfen pro Sekunde laufen lassen. Die Auftrennung des Gemisches erfolgt bereits bei einer Laufstrecke von etwa 10 cm, bessere Trennung wird bei 15 - 20 cm erreicht. Dabei bleibt Patentblau im oberen Bereich der Säule hängen, Gelborange S und Azorubin laufen zusammen, wobei Gelborange S an der Spitze läuft. Bei einer längeren Säule kann eine Trennung von Gelborange S und Azorubin erreicht werden.

Auswertung : Die unterschiedlichen Laufzeiten beruhen auf den verschiedenen starken Dipolmomenten der einzelnen Farbstoffe, die in den Lösungen als Anionen vorliegen. Diese Unterschiede liegen daran, daß die Polaritätszentren verschieden angeordnet sind, da alle drei Farbstoffe zwei negative Ladungen tragen. Bei Patentblau liegen die Ladungen am weitesten auseinander, weshalb auch eine so starke Bindung zu dem ebenfalls stark polaren Kieselgel entsteht. Bei Gelborange S und Azorubin sind die Ladungen beinahe gleich angeordnet, aber die unpolaren Reste unterscheiden sich in der Größe. Gelborange S hat den größeren Rest, so daß es am leichtesten das Kieselgel passieren kann.

Versuch 1b: Wollfadenmethode zur Farbauftrennung

Chemikalien: Naturschafwollfäden 30 cm, Petrolether, methanolische Ammoniaklösung (5 % Methanol, 95 % Ammoniaklösung 25 %ig), Essigsäure 2 mol/l, dest. Wasser, Chromatographiefarblösungen aus Versuch 1a

Geräte: beheizbarer Magnetrührer mit Rührfisch, 3 Glasstäbe, 3 Reagenzgläser mit PVC - Stopfen, Reagenzglasgestell, Pinzette, Becherglas 250 ml, großes Uhrglas, Filterpapier

Versuchsdurchführung: Schafwollfäden in dem 250 ml Becherglas mit Petrolether übergießen und unter Rühren einige Minuten entfetten. Herausnehmen und zwischen Filterpapier auspressen, dann auf Filterpapier ausgebreitet trocknen lassen. Chromatographielösungen mit Essigsäure ansäuern und je einen Wollfaden mit der Pinzette in die Lösungen geben. Auf der Heizplatte auf etwa 50 ° Celsius erhitzen und 20 Minuten warmhalten, dabei zwischendurch rühren. Die Wollfäden aus der beinahe farblosen Lösung herausnehmen und mit dest. Wasser gut abspülen. Im Reagenzglas mit 2 ml methanolischer Ammoniaklösung übergießen und verschlossen etwa eine halbe Stunde stehenlassen, dabei mehrfach umschwenken. Die Wollfäden entfernen und die Farblösungen für Versuch 1c bereitstellen.

Auswertung : Wolle enthält als Protein auch endständige Aminogruppen, die im sauren Milieu protoniert werden. Dadurch stehen sie als Kationen für die Farbstoffanionen zur Verfügung. Durch die Ionenbindung wird der Farbstoff fest an die Wollfaser gebunden, was zur Färbung von Stoffen

genutzt wird. Bei Zugabe von Ammoniak zieht dieser als stärkerer Elektronenakzeptor das Proton von der Aminogruppe ab und bildet seinerseits nun das Gegenion, so daß das Kation wieder in die Lösung übergeht und der Wollfaden wieder entfärbt wird.

Versuch 1c : Dünnschichtchromatographie

Chemikalien : 5 %ige Ammoniaklösung mit einem Anteil von 2,3 % an Natriumcitratdihydrat, Farblösungen aus Versuch 1b, Referenzfarbstoffe

Geräte : Mikro - DC - Kammer, DC - Karte Cellulose, Fön, Glaskapillaren, Uhr

Versuchsdurchführung : DC - Kammer etwa 1 cm hoch mit dem Laufmittel füllen und verschließen. Mit den Glaskapillaren werden etwa 1,5 cm vom unteren Rand der DC - Karte entfernt die Probelösungen und die Referenzfarbstoffe aufgetragen, alle Flecken müssen von gleicher Intensität sein. Die Laufzeit des Chromatogramms beträgt etwa eine halbe Stunde.

Auswertung : Wie bei der Säulenchromatographie ist auch bei der DC - Chromatographie das Dipolmoment der Faktor, der die Auftrennung am stärksten beeinflusst.

Versuch 2 : Photometrische Bestimmung von Azorubin

Chemikalien : Phosphatpuffer $c = 0,15 \text{ mol/l}$ nach Sørensen (7,262 g Natriumhydrogenphosphatdihydrat + 3,521 g Kaliumdihydrogenphosphat zu 1 l lösen), dest. Wasser, Götterspeisepulver Kirsch, Natriumhydrogenphosphat

Geräte : Waage, 5 Meßkolben 100 ml, Meßkolben 1l, Vollpipette 50 ml, Tropfpipetten, beheizbarer Magnetrührer mit Rührfisch, Becherglas 100 ml, Photometer mit Küvetten

Versuchsdurchführung : Im Becherglas werden 50 ml Puffer auf 70°C erwärmt und darin 0,5 g Natriumhydrogenphosphat und 0,6 g Götterspeisepulver Kirsch gelöst. Nach dem Abkühlen wird die Lösung in einen 100 ml Meßkolben überführt und mit Pufferlösung aufgefüllt. Daneben werden vier weitere

Meßkolben mit einer Lösung aus Azorubin und Pufferlösung gefüllt, wobei die Menge des Azorubin zwischen 0,2 - 1 mg in aufsteigender Reihe gewählt wird. Die Messung erfolgt bei 512 nm, dem Absorptionsmaximum von Azorubin, gegen den Puffer. Zuerst wird mit Hilfe der Azorubinlösungen die Eichgerade erstellt, dann wird die Probe gemessen. Die Auftragtragung erfolgt auf Millimeterpapier gegen die Menge des enthaltenen Azorubins. Auf der Eichgeraden läßt sich dann die in der Probe enthaltene Menge an Azorubin ablesen. Über den ADI - Wert (4 mg/kg Körpergewicht/d) kann die Menge berechnet werden, die ein Kind oder ein erwachsener Mensch täglich zu sich nehmen darf.

Auswertung : Bei der Photometrie wird die Lichtabsorption einer Lösung gemessen, die über das Lambert - Beer'sche Gesetz

$$E = \varepsilon * c * d$$

angegeben wird. Über die Konzentration kann die Masse des Stoffes, dessen Absorption gemessen wird, berechnet werden, so daß auch ein Auftragen der Extinktion gegen die Masse möglich ist.

3.2 Natürliche Farbstoffe

Versuch 3 : pH - Abhängigkeit der Anthocyanfarbstoffe

Chemikalien : Rotkohlextrakt, dest. Wasser, Zitronensäure, Himbeerbrause, lila Smarties

Geräte : 4 Demonstrationsreagenzgläser, 4 Glasstäbe, Becherglas 50 ml, Becherglas 100 ml, Becherglas 250 ml, Bunsenbrenner mit Dreifuß und Asbestdrahtnetz oder Heizplatte, Thermometer, Glasstab, Messer oder Mixer mit Pürierstab, Schnellauftrichter, Filter, Stativmaterial, braune Schliffflasche 100 ml

Versuchsdurchführung : Mehre Rotkohlblätter (etwa 50 g) mit dem Messer oder Mixer zerkleinern und mit etwa 50 °C heißem Wasser übergießen. Gut durchrühren und die noch warme Lösung filtrieren und in der Schliffflasche aufbewahren.

Aus circa 8 - 10 lila Smarties mit etwa 10 ml dest. Wasser die Farbe durch Umschwenken lösen und die Lösung in ein

Reagenzglas abdekantieren und auf etwa 50 ml verdünnen. Himbeerbräuse in etwa 50 ml dest. Wasser lösen und in ein Reagenzglas geben. In eines der beiden anderen Reagenzgläser etwa 50 ml dest. Wasser füllen, in das zweite dest. Wasser mit Zitronensäure versetzt. In diese beiden Reagenzgläser gibt man nun mit einer Tropfpipette solange Rotkohlextrakt, bis in etwa der Farbton der Vergleichslösungen erreicht ist.

Auswertung : Bei den Anthocyanen erfolgt die Farbänderung durch den Entzug von freien Elektronen wegen Protonierung. Im sauren Milieu wird die Ketogruppe zur Hydroxygruppe protoniert und das mesomeriestabilisierte Elektronensystem dadurch geschwächt, so daß durch die Absorptionsverschiebung in den kurzwelligeren Bereich des Spektrums die sichtbare Farbe heller wird.

Versuch 4 : Extraktion von Carotinen aus Karotten

Chemikalien : Petrolether, Karotten

Geräte : Soxlet - Extraktor 250 ml, Extraktionshülse 250 ml, Vorlagekolben 500 ml, Intensivkühler, Heizpilz für 500 ml - Kolben, Stativmaterial, Gemüsereibe oder Pürierstab, große Petrischale, Trockenschrank, Siedesteinchen

Versuchsdurchführung : 1 - 2 große Karotten reiben oder mit dem Pürierstab zerkleinern und in der Petrischale bei 60 °C im Trockenschrank etwa 3 - 5 Stunden, eventuell auch noch länger, dörren. Die Karottenspäne müssen fast vollständig trocken sein, damit bei der Extraktion nicht zuviel Wasser in die Etherphase gelangt. Zur Extraktion wird der Vorlagekolben mit 250 - 300 ml Petroether beschickt und einige Siedesteinchen werden zugefügt. Die Karottenspäne werden in die Extraktionshülse gegeben (die Hülse sollte mindestens zu $\frac{3}{4}$ gefüllt sein) und die Apparatur durch Klammern gesichert. Die Extraktion erfolgt so lange, bis der Ether in der Soxlet - Apparatur nicht mehr gefärbt ist. Der gewonnene Carotinextrakt wird am Rotationsverdampfer auf wenige Milliliter eingeeengt und in einer braunen Schliffflasche im Kühlschrank aufbewahrt.

Auswertung : Die Extraktion erfolgt mit Petrolether, da die Carotine unpolare Moleküle sind und somit auch nur in einem unpolaren Medium

gelöst werden können. Petrolether eignet sich auch wegen seines geringen Siedepunktes (40 - 60 °C) gut für eine Extraktion.

Demonstration 2 : Färbung von Margarine mit Carotin

Chemikalien : Carotin - Extrakt von Versuch 4, Kokosfett, Pflanzenöl, Vollmilch, Wasser, Salz, Lecithin

Geräte : Becherglas 250 ml, Becherglas 50 ml, Eisbad, Mixer, Glasstab, Wägeglas, Heizplatte

Versuchsdurchführung : 100 g Kokosfett und 50 g Pflanzenöl werden im 250 ml Becherglas auf etwa 45 °C erhitzt, derweil werden 15 g Milch und 15 g Wasser im Eisbad gekühlt. In das warme Fettgemisch gibt man 1 g Salz, dann das Milch / Wasser-Gemisch und bringt alles in das Eisbad. Man fügt soviel Lecithin hinzu, daß eine gute Emulgation gewährleistet ist und rührt alles im Eisbad bis es fest ist. Die fertige Margarine kann etwa eine Woche im Kühlschrank aufbewahrt werden. Von der Margarine bringt man eine kleine Menge in das Wägeglas und gibt mit einer Pipette unter Rühren tropfenweise Carotin - Extrakt hinzu, bis die Färbung von käuflicher Margarine erreicht ist.

Auswertung : Carotine sind im Gegensatz zu vielen anderen Vitaminen fett - statt wasserlöslich und können daher wegen ihrer intensiven Eigenfarbe gut zur natürlichen Färbung von fetthaltigen Lebensmitteln wie Butter oder Margarine verwendet werden. Mit Hilfe von Emulgatoren ist es aber möglich, sogar wässrige Lebensmittel wie Erfrischungsgetränke (z. B. Instantpulver oder Fanta) mit Carotin zu färben.

Versuch 5 : Nachweis von Riboflavin

Chemikalien : Natriumdithionit - Lösung ~ 1 % ig (frisch angesetzt), Puddingpulver Vanille, dest. Wasser

Geräte : UV - Lampe, Demonstrationsreagenzglas mit PVC - Stopfen, Spatel, Tropfpipette, Becherglas 50 ml, braune Schlifffflasche 50 ml

Versuchsdurchführung : Herstellung einer etwa 1 % igen Lösung von Natriumdithionit durch Lösen von einer Spatelspitze festem Dithionit zu knapp 10 ml Wasser. Eine Spatelspitze Puddingpulver im Reagenzglas in Wasser aufschlämmen und in das Licht der UV-Lampe bringen (Raum abdunkeln) => grüne Fluoreszenz. Man gibt tropfenweise Natriumdithionit - Lösung hinzu bis die Fluoreszenz schwächer wird und schüttelt dann (Stopfen). Das Reagenzglas wird kurze Zeit offen stehengelassen und dann offen leicht geschüttelt und wieder in die UV - Lampe gehalten. Die grüne Fluoreszenz ist wieder da.

Auswertung : Zum Färben von Vanillepudding wird häufig Riboflavin (auch Lactoflavin genannt) verwendet, das unter UV - Bestrahlung grüngelb fluoresziert. Durch Natriumdithionit wird Riboflavin unter Protonenaufnahme zu einer farblosen Verbindung reduziert, wobei das Dithionit - zum Sulfitanion oxidiert wird. Diese Redoxreaktion läuft mit dem Luftsauerstoff umgekehrt wieder ab, so daß die Fluoreszenz nach Stehenlassen an der Luft wiederum auftritt.

Versuch 6 : Herstellung von Zuckercouleur

Chemikalien : Haushaltszucker, dest. Wasser

Geräte : Demonstrationsreagenzglas, Reagenzglasklammer, Spatel, Bunsenbrenner, Heizplatte, Becherglas 100 ml

Versuchsdurchführung : Etwa 50 bis 100 ml Wasser werden auf der Heizplatte bis zum Sieden erhitzt und warmgehalten. Derweil wird etwa 1 Spatel Zucker in das Reagenzglas gegeben und auf kleiner entleuchteter Flamme erhitzt bis der Zucker dunkelbraun und zähflüssig ist. Nach kurzem Abkühlen wird das heiße Wasser zu der Karamelmasse zugegeben und diese unter Schütteln gelöst.

Auswertung : Bei der Karamelisierung von Zucker läuft die sogenannte Maillard - Reaktion ab, die zum größten Teil von den Reaktionsmechanismen noch nicht geklärt ist, wenn auch schon viele Zwischen - und Endprodukte bekannt sind. Bei der Zuckercouleur entstehen unter anderem nach der Spaltung der Saccharose zu Fructose und Glucose über Kondensationsreaktionen 4 - Hydroxy - 2,5 - dimethyl - 3 (2H) - on, 5 - Hydroxymethylfurfural, 2 - Hydroxy - pyran - 3 - on und aus diesen weitere Kondensa-

tionsprodukte. Andere Zwischen - und Endprodukte sind 4 - Hydroxy - hexan - 2,3,5 - trion, Maltol, Caramelan und Caramelen.

4. Literaturverzeichnis:

- Römpp Chemielexikon, Georg Thieme Verlag, Stuttgart - New York, 9. Auflage, 1989
- Ullmanns Encyclopädie der technischen Chemie, Verlag Chemie, Weinheim 1974 - 1978, 4. Auflage
- Ullmann' s Encyclopedia of technical Chemistry, 5. Auflage
- H. Kläui / O. Isler, „Warum und womit färbt man Lebensmittel ?“, Chemie in unserer Zeit 15.1, 1981
- G. Wittke, „Farbstoffe und Farbpigmente aus dem Bereich der organischen Chemie“, Naturwissenschaften im Unterricht Physik / Chemie 34.11, 1986
- M. Schallies, „Farbstoffchemie in ausgewählten Schülerversuchen“, Praxis der Naturwissenschaften Chemie 38.4, 1989
- H. J. Bader / H. Sommerfeld, „Bestimmung von Farbstoffen in Getränkeinstantpulvern, Brausekonzentraten und Götterspeisen“, Praxis der Naturwissenschaften Chemie 37.3, 1988
- P. Grob, „Einfache Schulversuche zur Lebensmittelchemie“

Farbigkeit

Chemische Verbindung ist farbig bei Absorption eines bestimmten Wellenbereiches aus dem sichtbaren Teil des Lichtspektrums

Sichtbarer Teil des Spektrums zwischen 400 und 800 nm

Wahrgenommene Farbe jeweils Komplementärfarbe des absorbierten Bereichs

π - Bindungssysteme

=> Chromophore (χρωμοφορὸς = Farbträger)

Bsp. : konjugierte Systeme

- N = N -, - CO, - COOH, - C = NH , - C \equiv C - ,

Atome oder Atomgruppen mit freien Elektronenpaaren

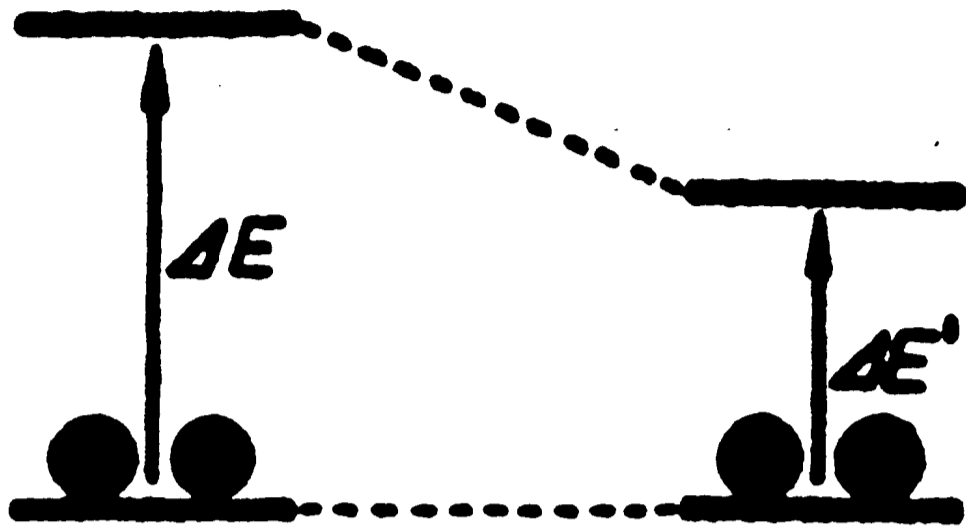
=> Auxochrome (αὐξησις = Vermehrung)

Bsp. : - NR₂, - NHR , - NH₂, - OH, - OCH₃

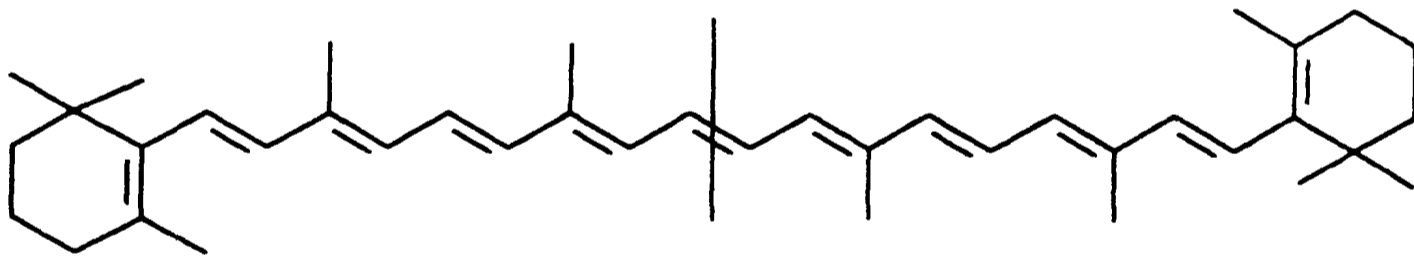
Kombination Chromophor mit Auxochromen

=> starke Elektronendelokalisation

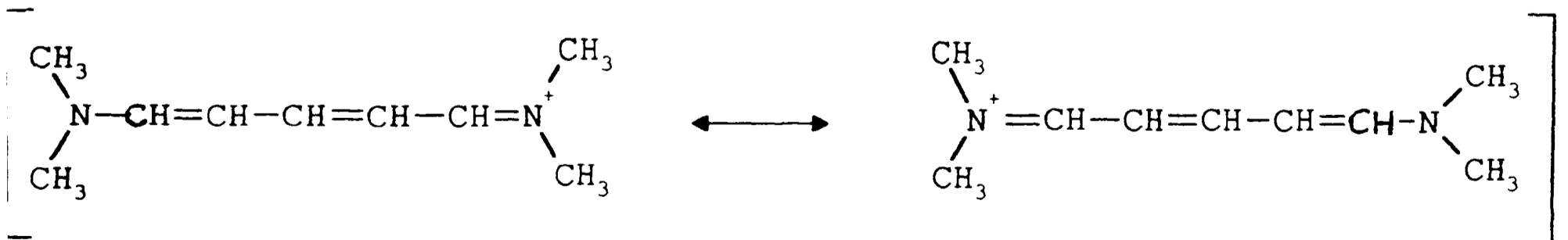
=> Lichtabsorption im langwelligeren Bereich



Bsp.: Polyenfärbstoff β - Carotin



Bsp.: Polymethincyaninfärbstoffe



Demonstration 1: Lebensmittelfärbung - wozu ?

Götterspeise mit			
Farbstoff	Aroma	Sollergebnis	Probeergebnis
ja	Zitrone	Zitrone	Waldmeister
ja	Waldmeister	Waldmeister	Waldmeister

Farbe wichtig zur Einordnung des Lebensmittels

=> Aroma ist Farbe untergeordnet !

Färbung erhöht den Genußwert von Lebensmitteln

Lebensmittelfärbung erlaubt :

- a) zur Korrektur von Farbverlusten
- b) zum Ausgleich natürlicher Farbschwankungen
- c) zur Farbverstärkung von Lebensmitteln
- d) bei Produkten, die normalerweise farblos oder mißfarbig sind

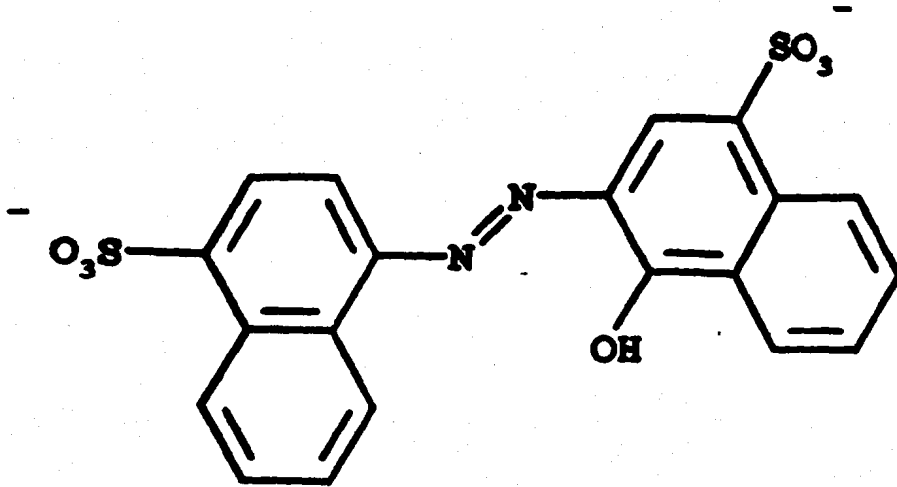
Versuch 1a: Farbstofftrennung durch Säulenchromatographie

Zu trennendes Gemisch: Getränkeinstantpulver Himbeer

Stationäre Phase : Kieselgel

Mobile Phase : H₂O

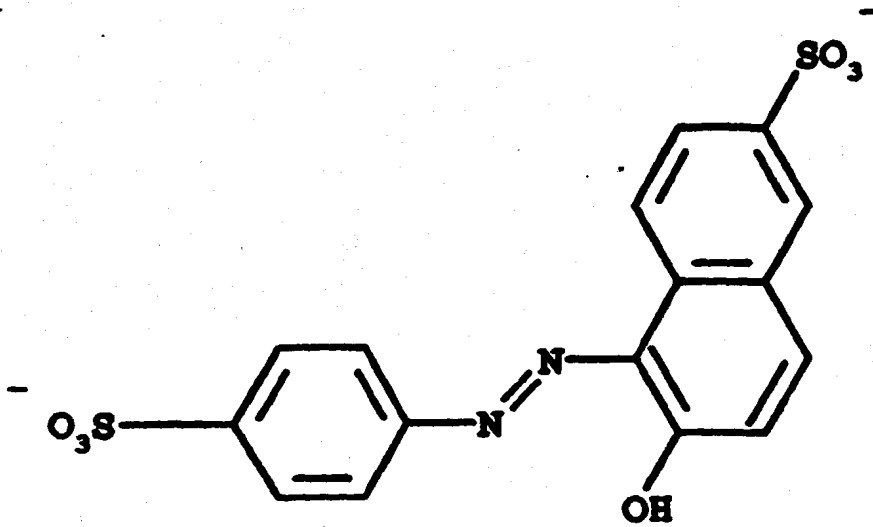
1. Azorubin (Carmoisin)



Verwendung : Getränkepulver, Desserts, Süßwaren

$\lambda_{\max} = 512 \text{ nm}$

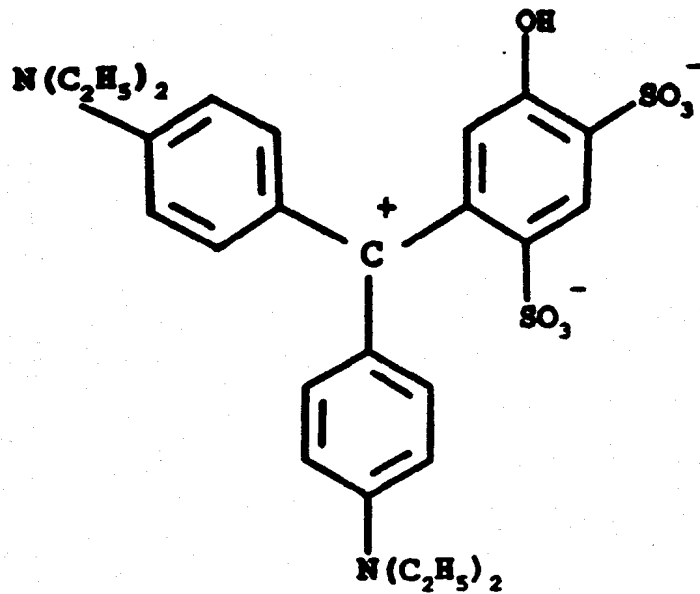
2. Gelborange S



Verwendung : Getränpkepulver, Desserts, Süßwaren

$\lambda_{\max} =$

3. Patentblau V

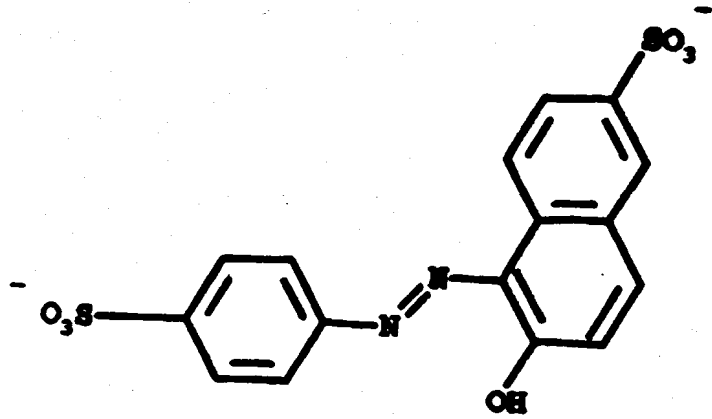


Verwendung: Getränpulver, Desserts, Süßwaren

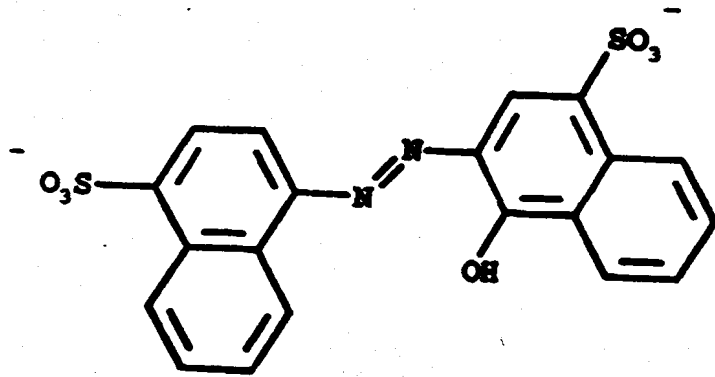
$\lambda_{\text{max}} =$

Auswertung:

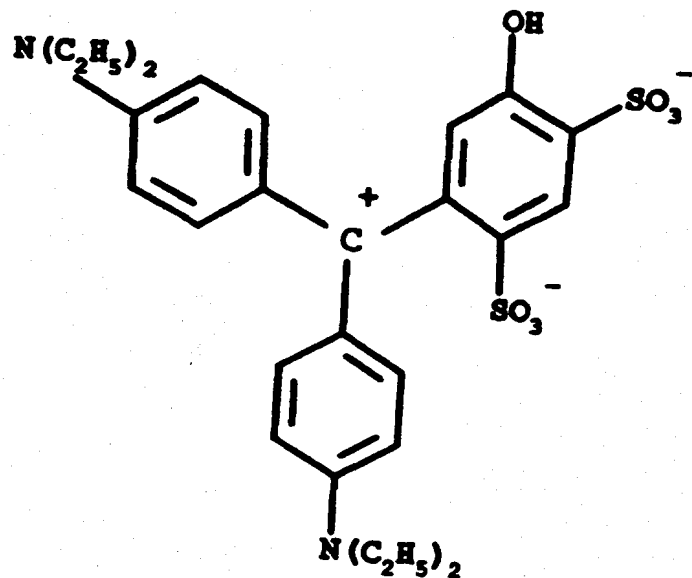
Gelborange S



Azorubin



Patentblau V

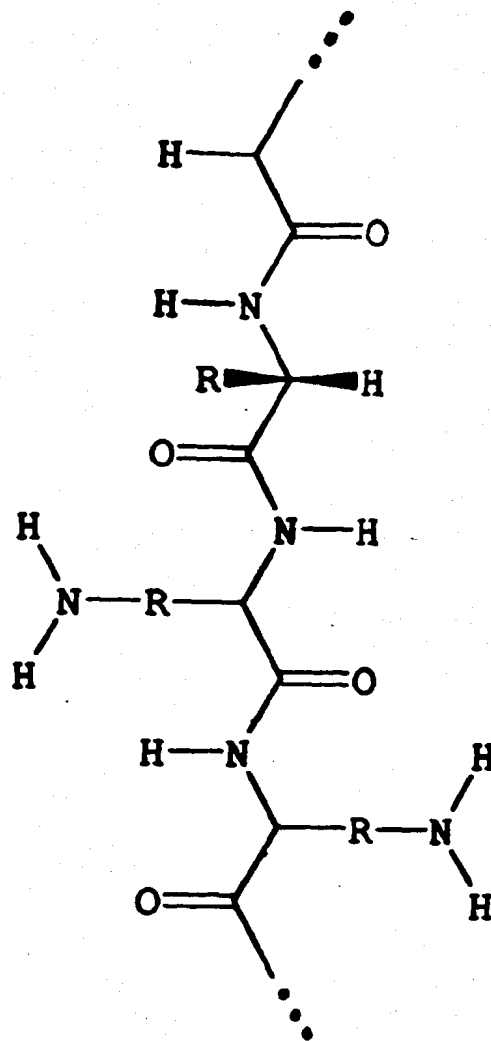


Versuch 1b : Wollfadenmethode

Adsorption von Azorubin, Gelborange S an Wolle

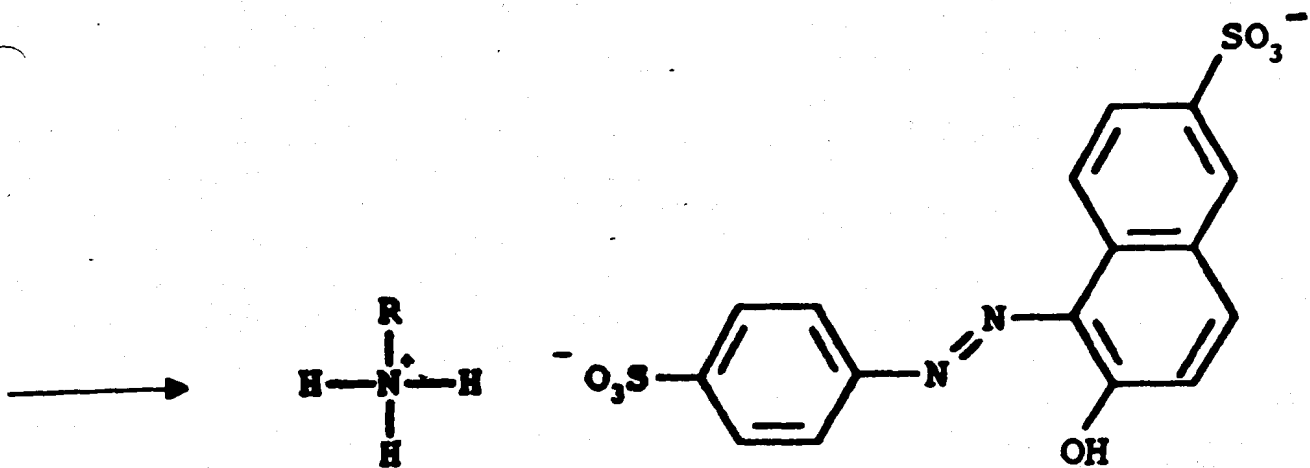
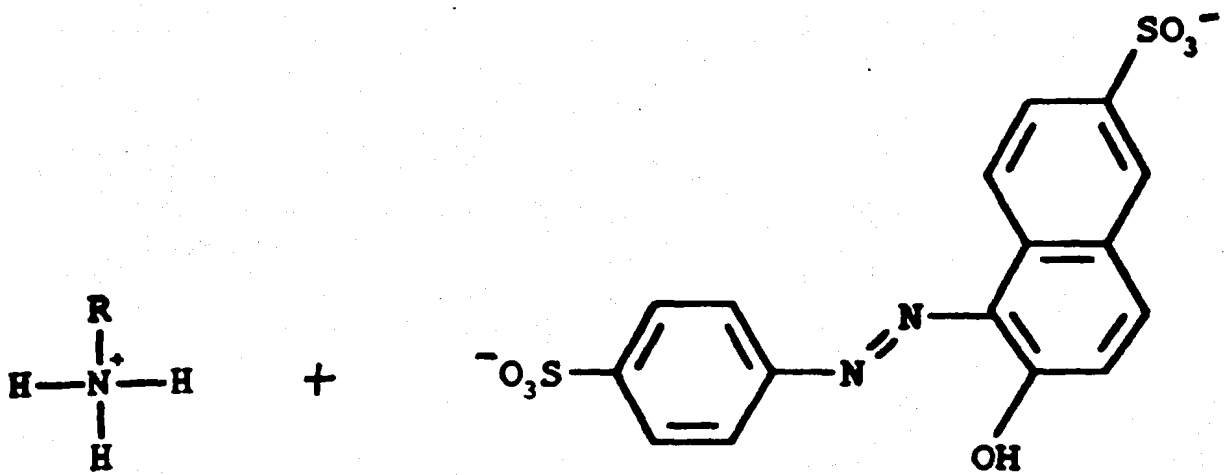
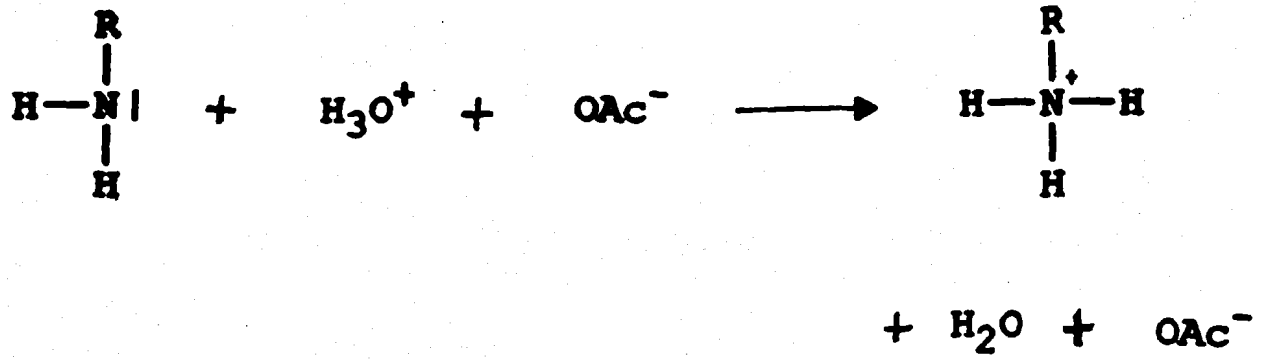
Wolle : Protein mit $-NH_2$ - Gruppen

Wolle - Aufbau (Ausschnitt) :

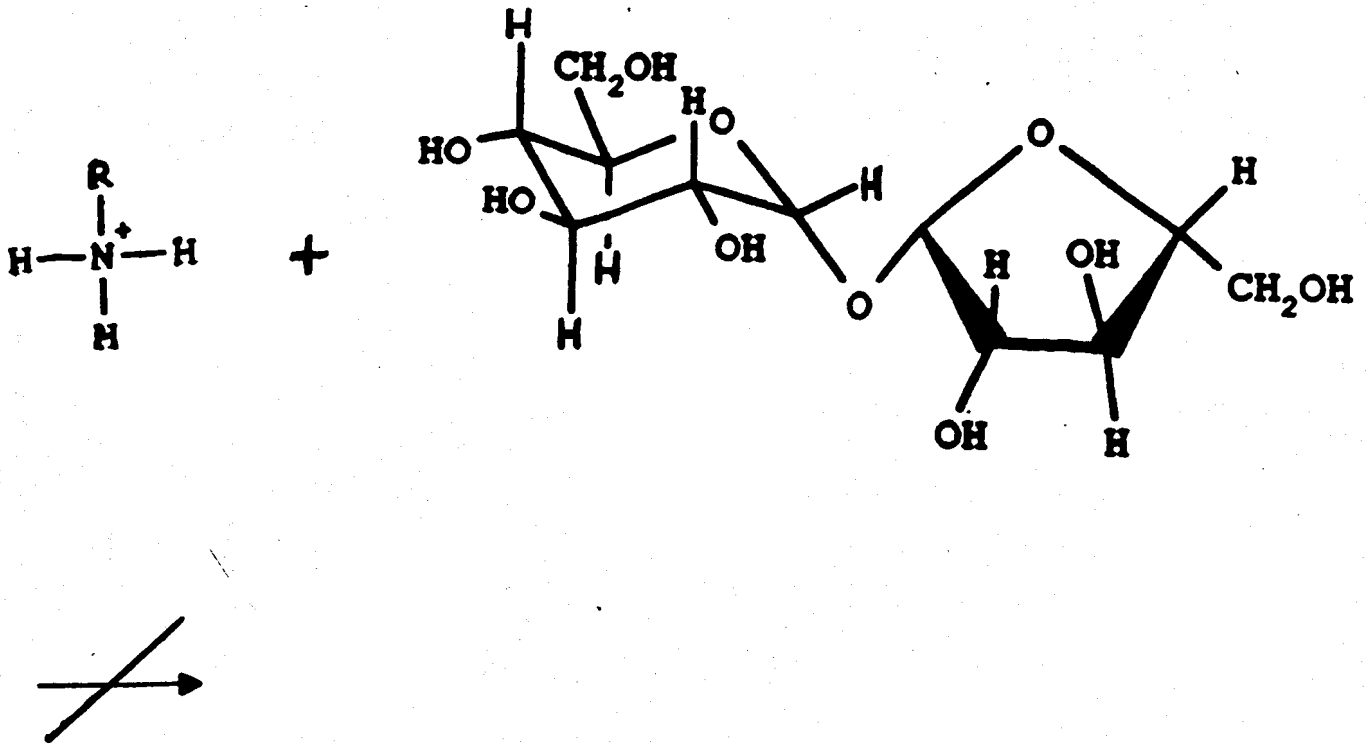


Reaktion:

a)



b)



- Zucker in der Lösung wirkt ungünstig bei DC - Chromatographie

Versuch 1c : Dünnschichtchromatographie

Farbstoffe : Azorubin, Gelborange S

Stationäre Phase : Cellulose

**Mobile Phase : 5 % ige NH_3 - Lösung mit einem Anteil von 2,3 %
an Natriumcitratdihydrat**

Natürliche Lebensmittelfarbstoffe

Können aus Lebensmitteln gewonnen werden

aber: synthetisch hergestellte Produkte sind reiner

Vorteile: a) kaum Beschränkungen bei Verwendung und Menge

b) werden heute eher von Konsumenten akzeptiert

Nachteile: a) empfindlicher als rein synthetische Farbstoffe

b) Farben meist weniger brilliant

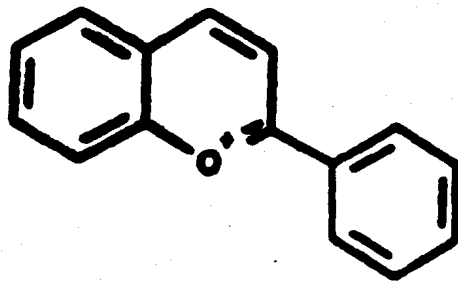
Anthocyane

Vorkommen : Blüten und Beeren

Glycoside (Pflanze) => Anthocyane

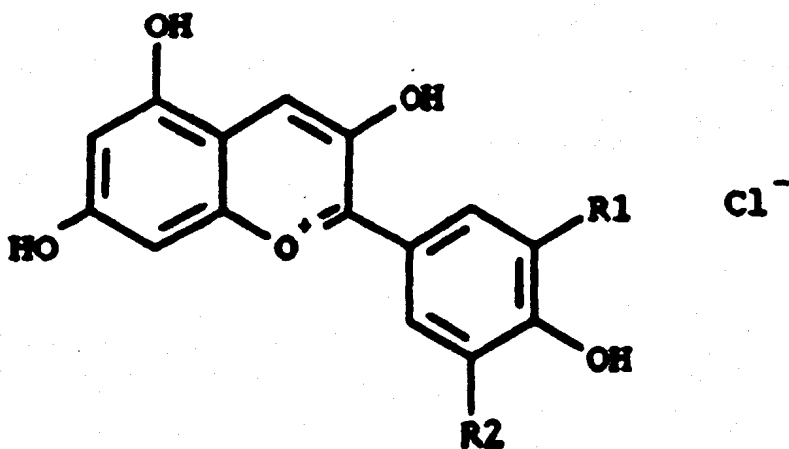
Aglycone => Anthocyanidine

Grundkörper : Flavylium - Kation (gelb)



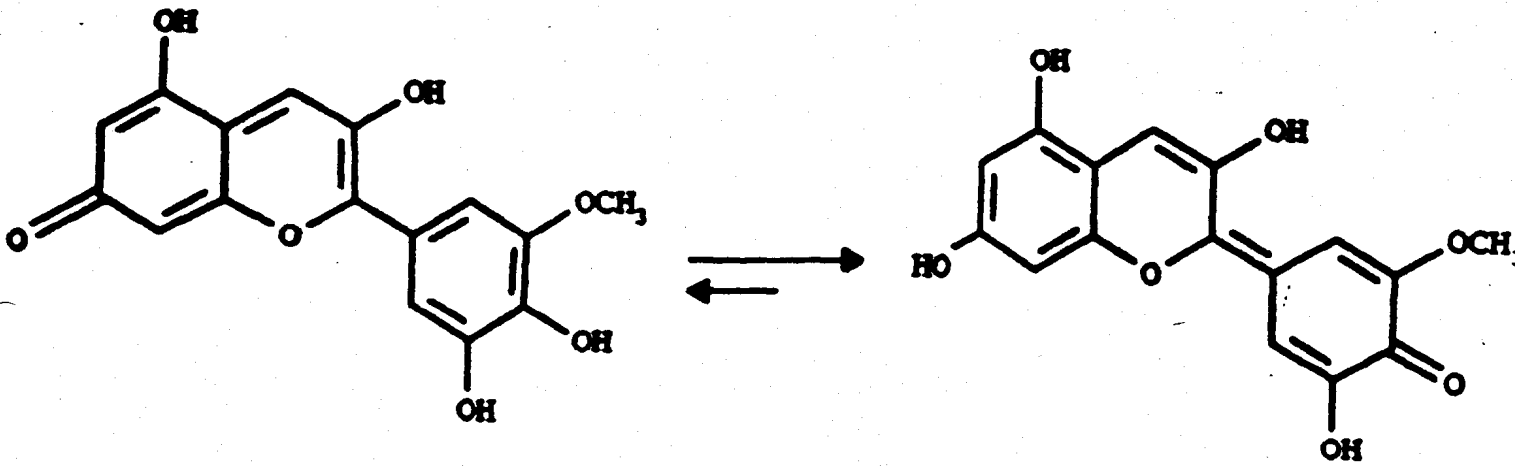
Alle Anthocyane haben mindestens vier Hydroxy - Gruppen als Substituenten

=> Unterscheidung über Reste R^1 und R^2 (- H, - OH, - OCH₃)

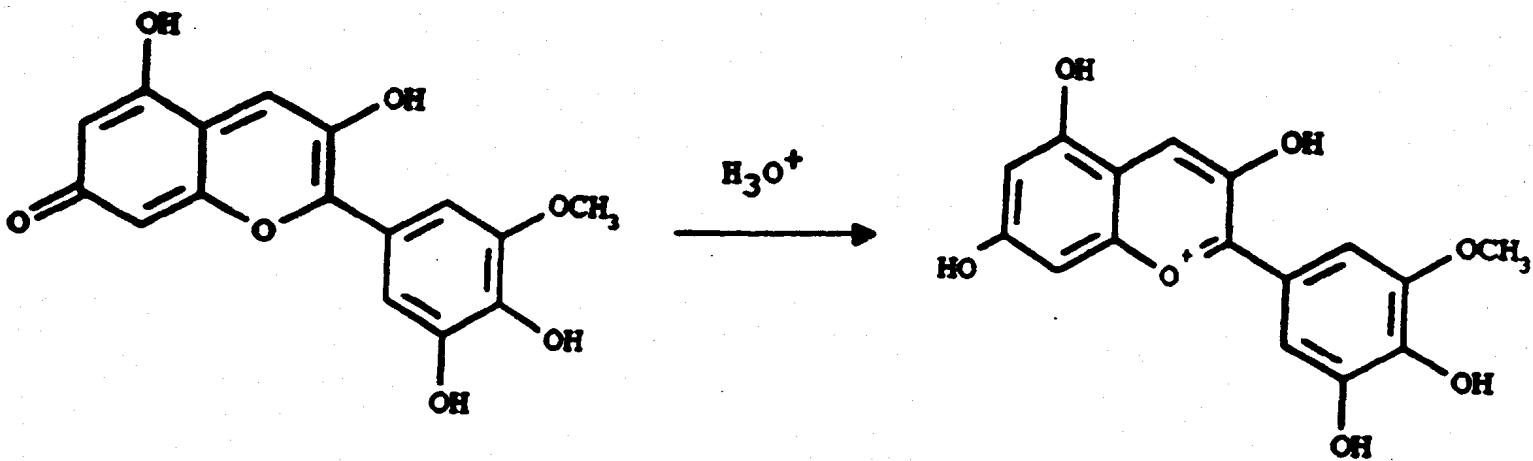


Bsp. : Petunidin

pH ~ 7 Anhydrobase



pH ~ 2 Kation



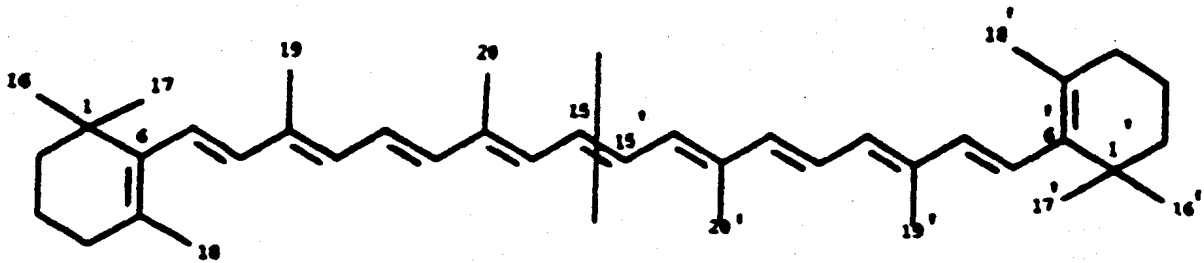
Farbaufhellung durch Verringerung des +M - Effektes der auxochromen Gruppen (Ar = O \rightarrow Ar - OH)

Versuch 4 : Extraktion von Carotinen aus Karotten

Gehören zur Gruppe der Tetraterpene (C₄₀ - Moleküle)

=> Polymere des Isoprens

Bsp. : β - Carotin



Eigenschaften : fettlöslich

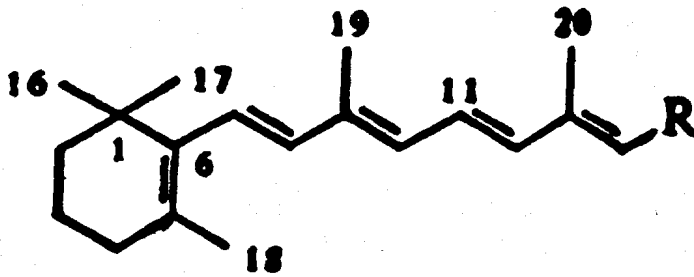
=> Extraktion mit unpolarem Lösemittel wie Petrolether

Demonstration 2 : Färbung von Margarine mit Carotin

Margarine : Herstellung aus Pflanzenfetten / - ölen, Milch,
Wasser, Lecithin als Emulgator

Zugabe des Carotins : Lösung in Pflanzenöl

Vitamin A :



R = - CH₂OH

Retinol

R = - CHO

Retinal

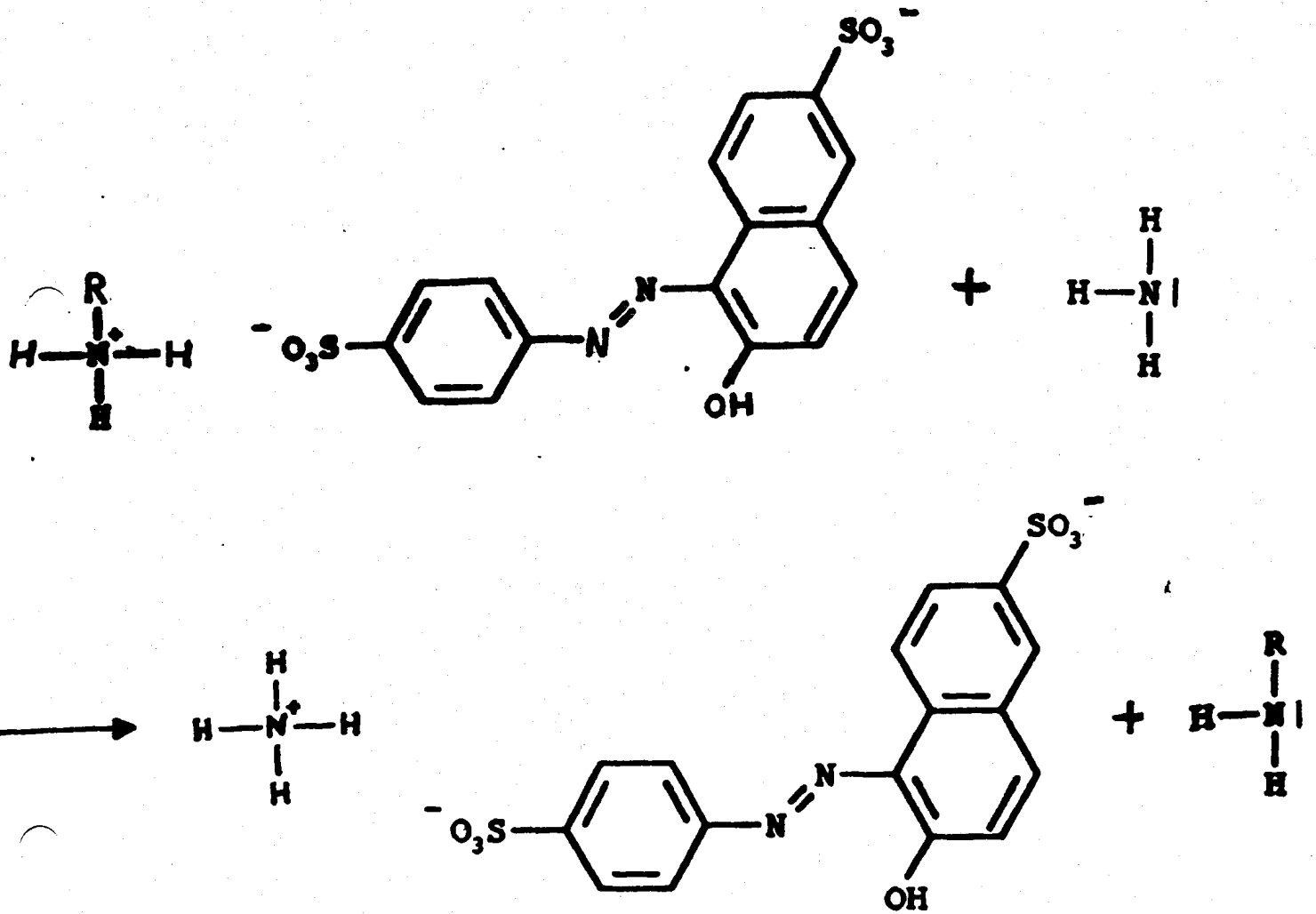
R = - COOH

Retinsäure

Spaltung der Carotine erfolgt im Darm durch Carotin - 15, 15' - dioxxygenase mit Sauerstoff zu Retinal

=> wichtig zur Bildung des Rhodopsins (Sehpurpur)

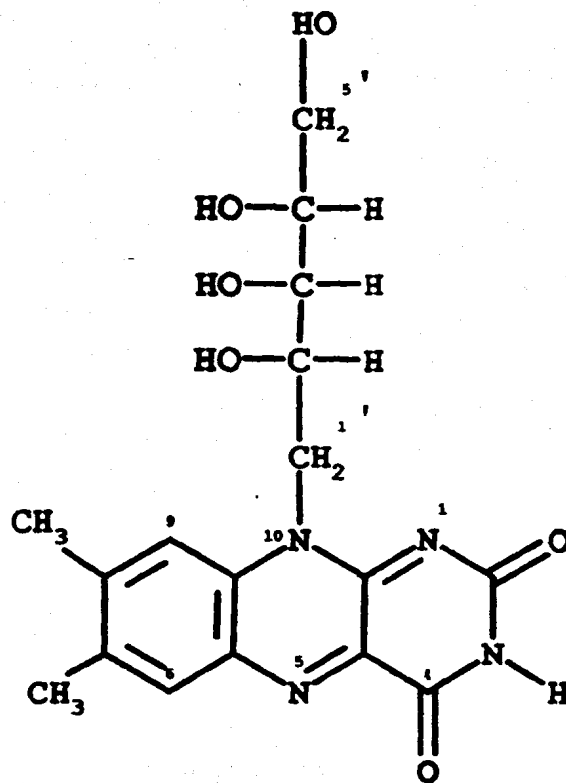
c) Wollfaden - Methode : Desorption



Riboflavin (Lactoflavin, Vitamin B₂)

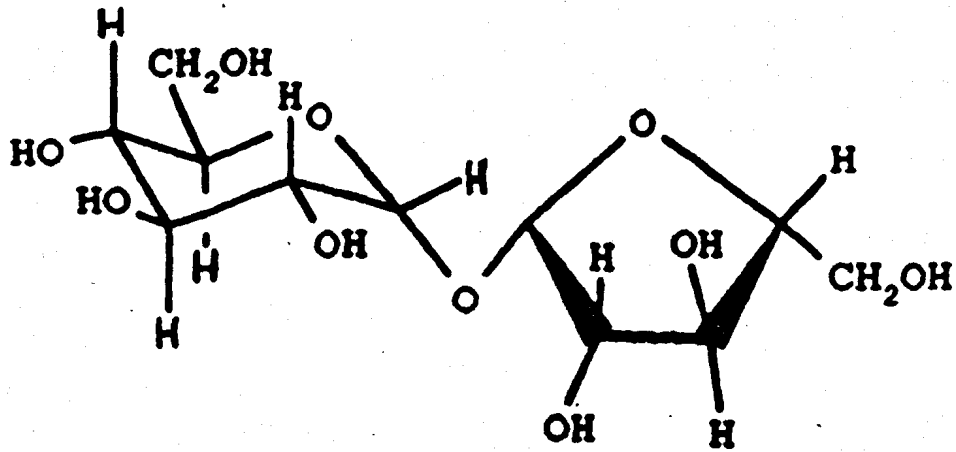
Wichtig als Grundgerüst für Wasserstoff - übertragende Coenzyme

Verwendung : Mayonnaise, Desserts

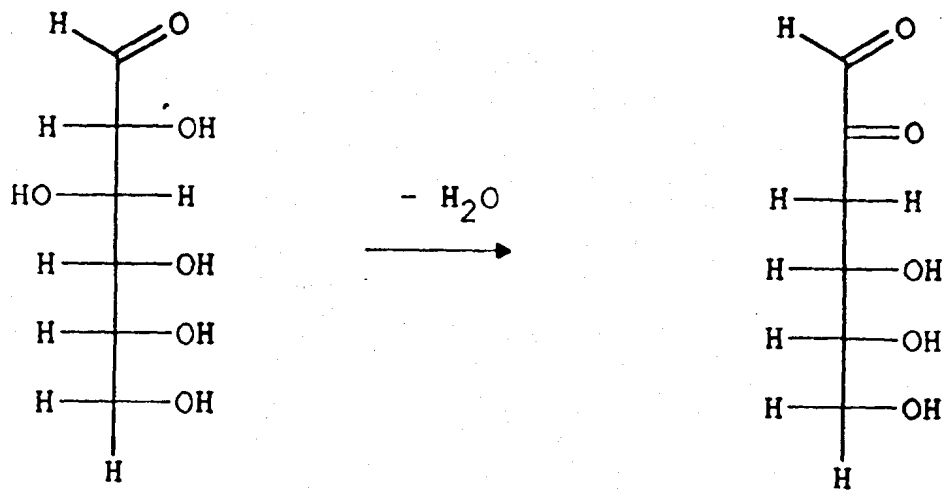


Versuch 6: Herstellung von Zuckercouleur

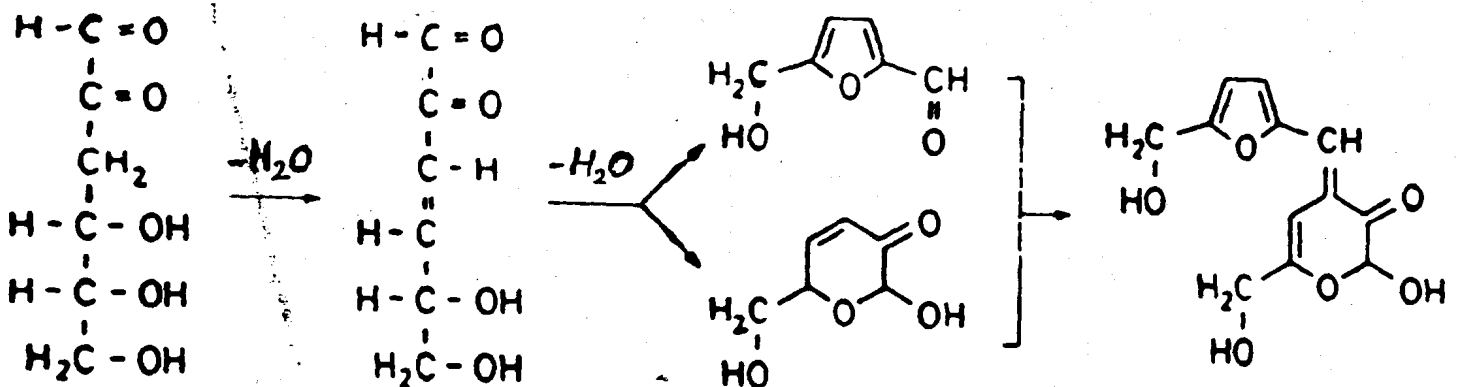
a)



b)

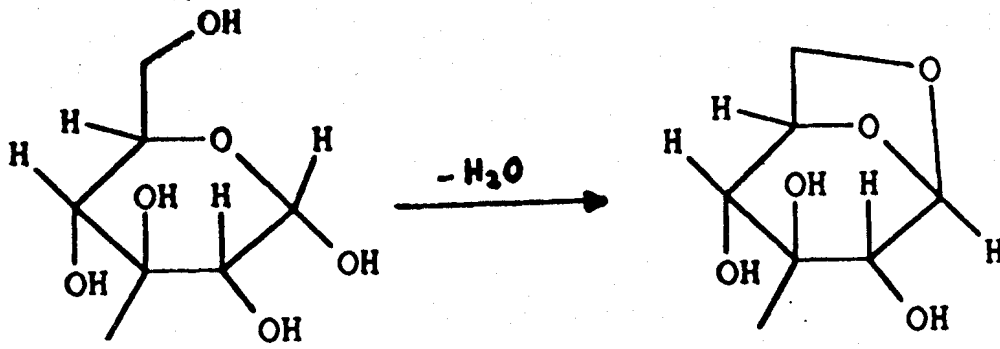


c)



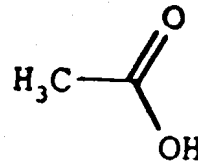
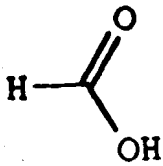
Weitere Reaktionsprodukte :

a)

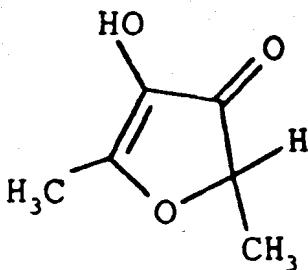


α - D - Glucose

b)



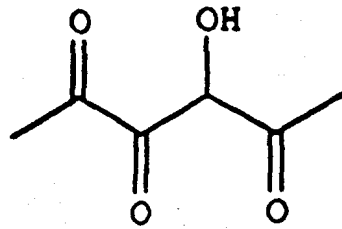
c)



4 - Hydroxy - 2,5 - dimethylfuran - 3 (2H) - on

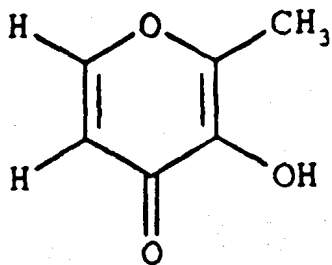
Weitere Reaktionsprodukte :

d)



4 - Hydroxy - hexan - 2,3,5 - trion

e)



Maltol

f)

Caramelan C₂₄H₃₆O₁₈

Caramelen C₃₅H₅₀O₂₃