

**Stundenprotokoll vom Montag, 11. Februar 2002**

Anwesend: alle, außer Alexey

Zusammentragen der Informationen der ausgeteilten Zettel zur Maillard-Reaktion.

**Maillard-Reaktion**1) Geschichte

1878-1936 M. Maillard

1912: Zucker + Aminosäure

2) Reaktion

- Zucker und Eiweiß verbinden sich, gebremst bei höherer Feuchtigkeit, ab 20%
- typische Röstreaktion, best. Temperatur nötig  
Veränderung der Kohlenhydrate
- ab 150 bis 180°C
- Produkte: Melanoide („Chromophore“)
- H<sub>2</sub>O-Abspaltung → Schiff'sche Base → Amadori-Produkt
- Optimal bei 12-18% H<sub>2</sub>O-Gehalt
- Druckabhängig
- Nicht enzymatische Reaktion

3) praktische Bedeutung

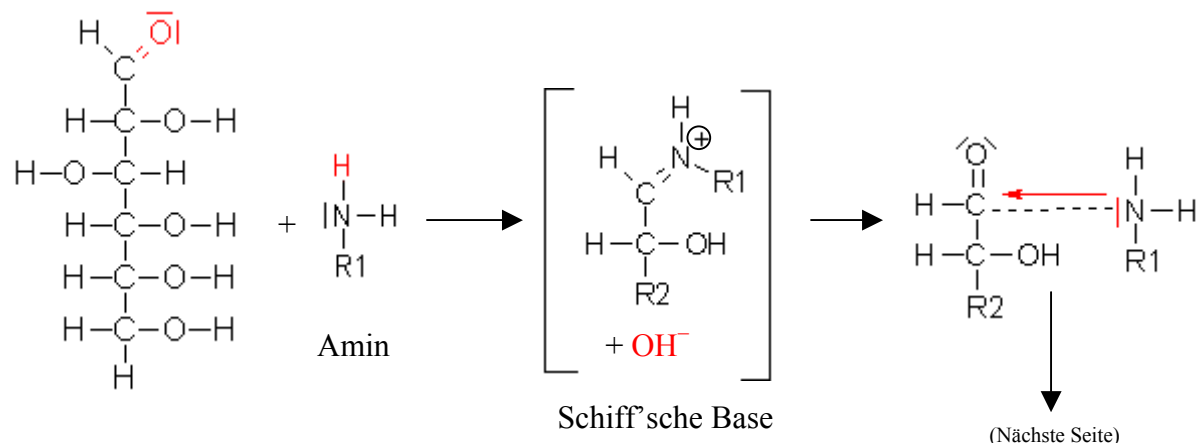
- Bräunung beim Braten, Krustenbildung
- Geruchsstoffe beim Braten
- Aromabildung beim Braten, } „Geschmack“
- Rösten von Kaffee- und Kakaobohnen oder Ersatzstoffen
- Backen von Brot (Kruste); „Fermentieren“ von Tabak, Tee, Malz

4) Probleme

- Geschmacksverfälschung  
bei kondens- oder ultrahoherhitzter Milch
- Entstehung giftiger Produkte
- Geschmacksveränderung beim Rösten

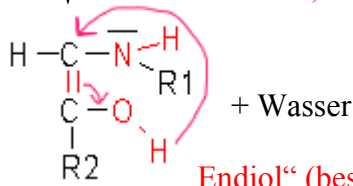
## Zettel 1: „7.5 Maillard-Reaktion“ (Doppelbogen)

Zu der Reaktion oben mitte ohne die Ringbildung durch den Sauerstoff:



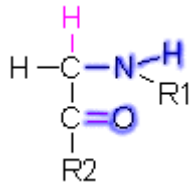
(von letzter Seite)

Räumlich gesehen befindet sich der Wasserstoff nahe am Kohlenstoff, so dass kein weiter Weg zurückgelegt werden muss



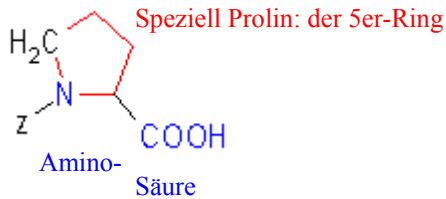
„Endiol“ (besser: Enolamin)

Es kann als Endiol bezeichnet werden, da sowohl die NH als auch die OH Gruppe den gleichen Charakter bzgl. der Elektronegativität aufweisen. Die Silbe „En-“ kommt von der Doppelbindung.



Als Produkt entsteht schließlich ein Ketoamin durch die Ketobildung am C<sub>(2)</sub>.

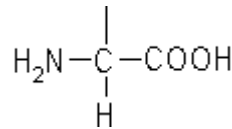
So funktioniert u.a. auch die Aminosäurenproduktion in unserem Körper. Durch die Nahrung nehmen wir allerdings Aminosäuren auf, die wir nicht selbst herstellen können, sogenannte essentielle Aminosäuren. Lediglich 14 Aminosäuren können wir selbst herstellen, wogegen Pflanzen fast jede benötigte Aminosäure selbst produzieren kann, durch Anknüpfen von Stickstoff an bestehende Moleküle.



Z = zum weiteren Zuckerrest, in der Maillard-Reaktion.

Allgemeine Aminosäure:

(bestehend aus einer Aminogruppe und einer Säuregruppe an einem zentralen Kohlenstoffatom)



Ausblick auf das zweite Thema: Kohlenhydrate.

Solche Reaktionen (Amadoriumlagerung & Maillardreaktion) kommen z.B. vor:

- bei der Herstellung von Tabak:

Die großen Tabakblätter werden getrocknet und dann gedarrt (= rösten).

- beim Fermentieren: Weizenkörner werden erhitzt bis sie Maillardprodukte ergeben, z.B. beim Malz: das Mälzen = Malzzucker wird erhitzt!

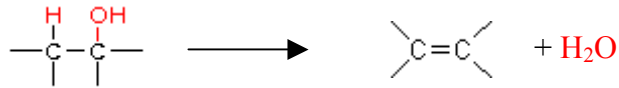
Dagegen stehen die **enzymatische Reaktionen**. Bräunung, wo Enzyme eine Rolle spielen, z.B.: beim Obst: Apfel, Birne, Banane...

Zum Vergleich: Die Maillard-Reaktion setzt bei hoher Temperatur ein, wogegen die enzymatischen Reaktionen auch bei Raumtemperatur ablaufen und Enzyme erfordert.

## Farbstoffbildung und Chromophore

Zu der Reaktion unten mitte und den zwei Doppelbindungen:

### 1. Wasserabspaltung (Eliminierung)

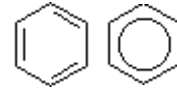


### 2. Entstehung konjugierter Doppelbindungen



Konjugierte Doppelbindungen sind abwechselnde Doppel- und Einfachbindungen.

Gut zu sehen bei Benzolringen



Je ausgedehnter das delokalisierte System, desto „dunkler“ die Farbe (braun -> schwarz)

Auch bei der Maillardreaktion ist dies zu beobachten: die dunkle Farbe des Karamells.

## Gesundheit

Bei zu starker Erhitzung entstehen teerartige Stoffe. Damals waren die Auswirkungen vom Teer nicht bekannt und es wurde als Heilmittel verwendet. Teerstoffe sind stark krebserregend, aber die Folgen werden erst nach Jahren sichtbar. Da die Lebenserwartung damals noch nicht so hoch war, bemerkte man dies nicht, heute jedoch werden die Menschen viel älter als damals und die Krankheiten werden sichtbar.

Beim Rauchen hat man wohl oder übel genau vor seinem Mund eine Art Karamellisierung mit Maillard-Reaktion und Amadoriumlagerung samt der delokalisierten Elektronen. Dies führt einerseits zur gewollten Geschmacksverstärkung, aber es entstehen auch giftige Stoffe, die eingeatmet werden.

Beim Braten sollte man aufpassen, dass man das Fleisch nicht zu heiß anbrät, mit dem Hintergedanken, die Poren damit zu schließen und das Fleisch saftig zu halten. Fleisch besteht aus Muskelzellen und hat keine Poren!

Wichtig ist, dass das Fleisch abgehangen ist, sozusagen einige Zeit „vor sich hinfault“, so dass das Hämoglobin, der rote Blutfarbstoff, reift, soll heißen oxidiert und eine „schwarze Haut“ hinterlässt. Dann braucht man das Fleisch nicht mehr so stark zu erhitzen. 180°C sind schon zu viel. Bei Umluftherde sogar 20°C weniger, da sonst diese ganzen Gifte entstehen.

### Zettel 2: „Bildung gesundheitsschädliche Stoffe bei der Zubereitung von Lebensmitteln“

Zu den Strukturen oben rechts auf dem Zettel:

Doppelbindungen, die sich mit Einfachbindungen abwechseln ergeben delokalisierte Strukturen. Hier bestehen alle Strukturen aus Ringen und ergeben als ganzes eine große delokalisierte Struktur, die unter den Begriff Benzopyrane fallen. Beim Grillen entstehen diese Stoffe, die giftig und stark krebserregend sind.

Weiter unten sind Maillardprodukte, die auch giftig sind und bei falscher Handhabung entstehen.