Kunst- und Farbstoffe

Jonathan Pagelsdorf

© Abiweb

Inhaltsübersicht

1. Kunststoffe
    1. Struktur und Eigenschaften
    2. Synthese von Kunststoffen
        - Polykondensation
        - Radikalische Polymerisation
    3. Klausuraufgabe

2. Farbstoffe
    1. Allgemeines
    2. Struktur und Farbigkeit
    3. Synthese von Farbstoffen
    4. Absorptionsspektren
    5. LAMBERT- BEERsches Gesetz

© Abiweb

Kunststoffe

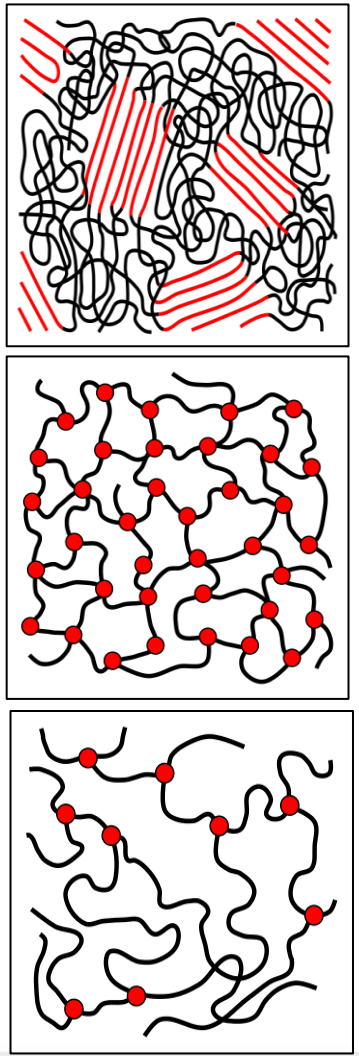
(Polymere)

© Abiweb

1.1 Struktur und Eigenschaften

Man unterscheidet drei Typen von Polymeren, je nach ihren Eigenschaften im Bezug auf mechanische und thermische Belastung:

- Thermoplast:
  - Wird beim Erwärmen weich bis zähflüssig
  - Langkettige, wenig verzweigte Makromoleküle
  - Es wirken van-der-WAALS-, Dipol-Dipol-, Wasserstoffbrückenbindungskräfte
  - Verarbeitung im zähflüssigen Zustand → Spritzgießen
- Duroplast:
  - Können sehr heiß werden ohne zu verformen
  - Polymere sind über Elektronenpaarbindung netzartig *engmaschig* verknüpft
  - Nicht plastisch verformbar, lassen sich mechanisch aber gut bearbeiten
- Elastomer:
  - Bei mechanischer Belastung geben sie nach, gehen aber anschließend in ihre Ausgangsform zurück
  - Polymere sind über Elektronenpaarbindung netzartig *weitmaschiger* verknüpft
  - Bei Belastung werden die Molekülketten gestaucht oder gestreckt; über die Verknüpfungspunkte bleiben sie jedoch verbunden. Reißen aber bei zu hoher Belastung.



https://de.wikipedia.org/wiki/Kunststoff#Einteilung_nach_mechanisch-thermischem_Verhalten

© Abiweb

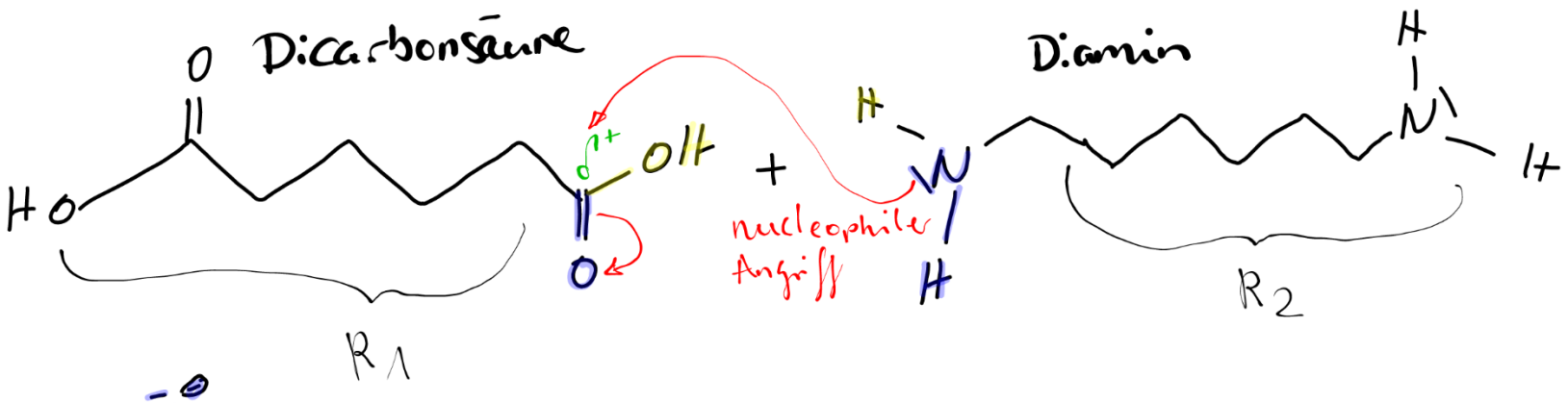
1.2 Synthese von Kunststoffen

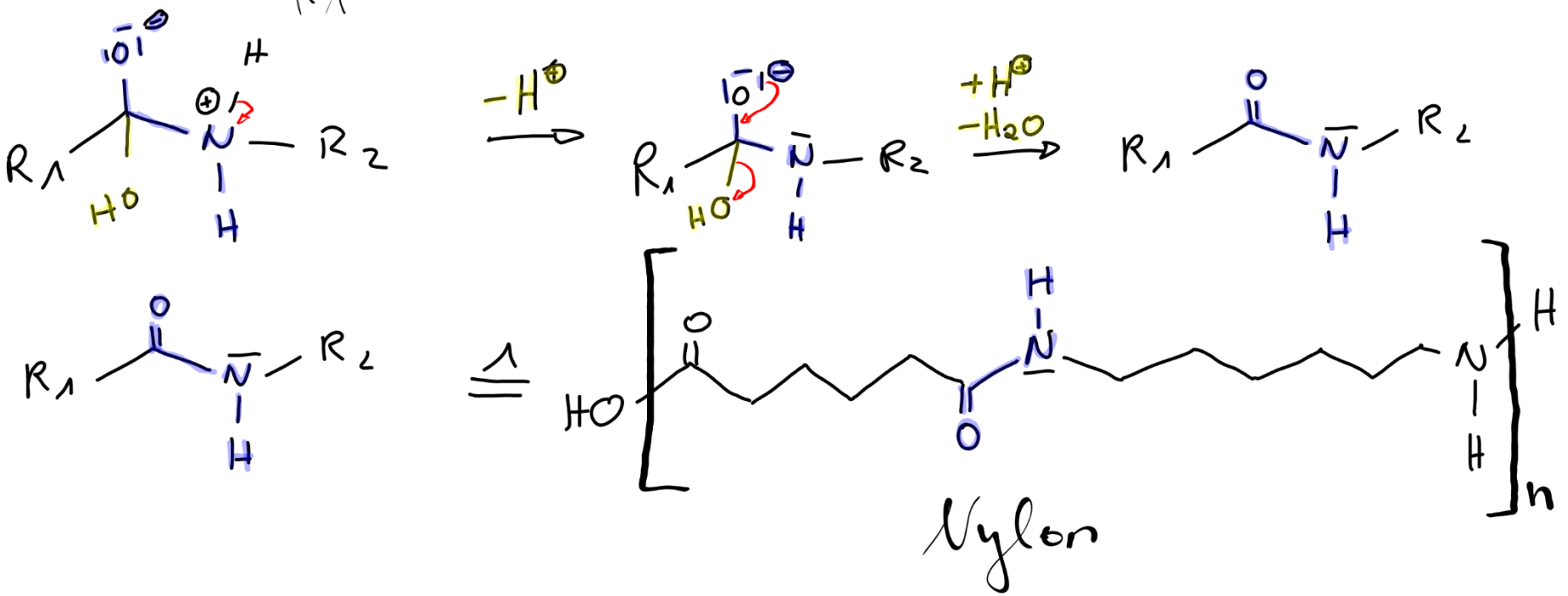
Polymere werden aus mehreren Monomeren gebildet, dabei bestimmen die Monomere die Art der Reaktion:

1. Polymerisation:
   - Geht von ungesättigten Monomeren aus
   - Verläuft als Kettenreaktion
   - Linear, wenig verzweigte Kette → thermoplastische Eigenschaften
2. Polykondensation:
   - Monomere mit 2 funktionellen Gruppen (-OH, -NH_2, -COOH)
   - 2 funktionelle Gruppen reagieren miteinander, ein kleineres Molekül wird abgespalten (z.B. H_2O)
   - 2 funktionelle Gruppen: lineare Monomere → thermoplastische Eigenschaften
   - 3 funktionelle Gruppen: vernetzte Monomere → duroplastische Eigenschaften
3. Polyaddition:
   - Monomere, deren funktionelle Gruppen auch Additionsreaktionen eingehen können
   - Funktionelle Gruppen müssen über Doppelbindungen verfügen (-NCO)

© Abiweb

1.2 Synthese von Kunststoffen - Polykondensation





Polyester,
Polycarbonate,
Polyaminde, …

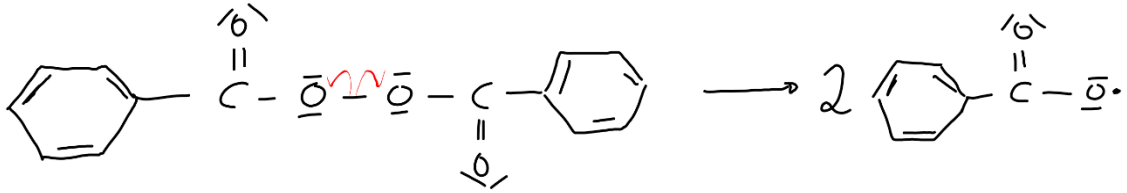
Monomere für Polykondensate haben meist 2-3 funktionelle Gruppen:

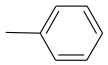
- Bifunktional → kettenförmig
- Trifunktional → netzartig

© Abiweb

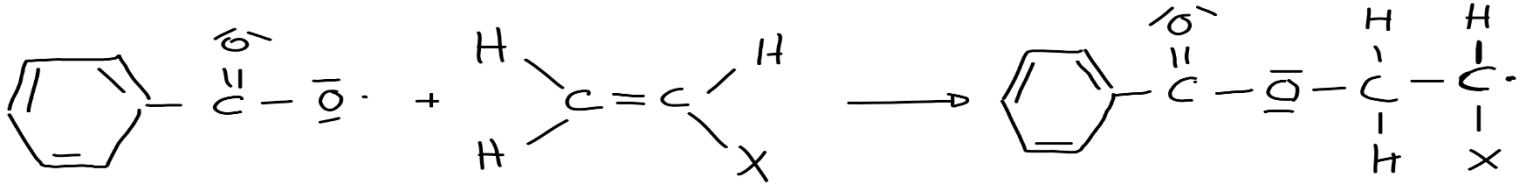
1.2 Synthese von Kunststoffen – radikalische Polymerisation

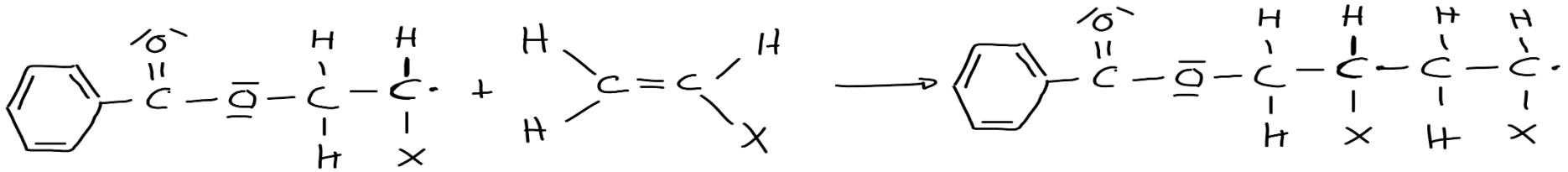
Kettenstart: verläuft über ein Starterradikal



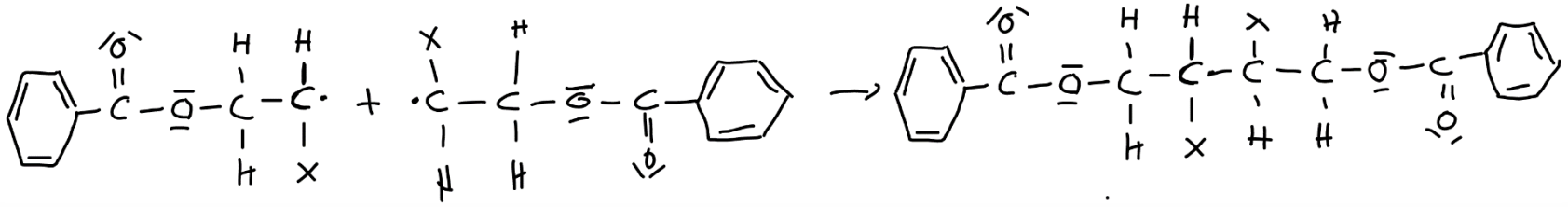
X= -H
X= -Cl
X= $-CH_3$
X= $-COO-CH_3$
X= 

Kettenreaktion:





Kettenabbruch:



© Abiweb

3. Klausuraufgabe

Abiturprüfung 2017

Chemie, Leistungskurs

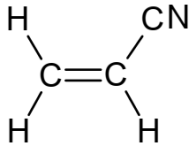
Aufgabenstellung:

Herstellung und Eigenschaften von Kunststoffen für den 3D-Druck

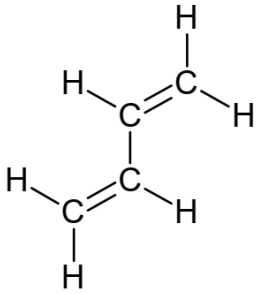
2. Erläutern Sie unter Angabe des Reaktionstyps die einzelnen Reaktionsschritte für die Bildung von SAN aus Styrol und Acrylnitril, auch mithilfe von vereinfachten Strukturformeln. Nennen Sie weitere Produkte, die bei der Synthese von SAN auftreten können. Erläutern Sie anhand möglicher Wechselwirkungen zwischen den SAN-Molekülen dessen Eigenschaften beim Erwärmen. *(18 Punkte)*

3. Erklären Sie anhand der Strukturmerkmale, warum reines Polybutadien auch elastische Eigenschaften aufweist. Erklären Sie die unterschiedlichen Schmelztemperaturen der Verbindungen Poly(cis-1,4-butadien) und Poly(trans-1,4-butadien). *(12 Punkte)*

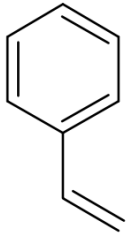
Zusatzinformationen:



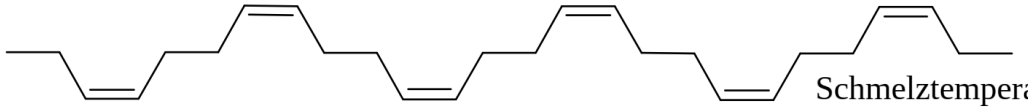
Acrylnitril
(Prop-2-ennitril)



Buta-1,3-dien

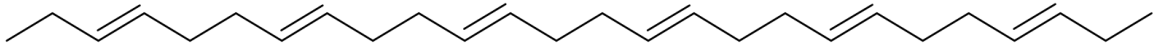


Styrol



Poly(cis-1,4-butadien)

Schmelztemperaturen:
Poly(cis-1,4-butadien): 2 °C
Poly(trans-1,4-butadien): 148 °C



Poly(trans-1,4-butadien)

Fachspezifische Vorgaben:

Als Werkstoff eignet sich besonders gut Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS), aus dem z. B. auch Lego-Bausteine oder Motorradhelme bestehen. ABS-Kunststoffe sind eigentlich Kunststoffmischungen und bestehen aus zwei verschiedenen Komponenten, die gut miteinander vermischt sind.

Die erste Komponente besteht aus dem nicht elastischen, durch Erwärmen verformbaren, Styrol-Acrylnitril-Copolymer (SAN). Dieser Kunststoff wird durch gemeinsame Polyreaktion von Styrol und Acrylnitril gewonnen, nachdem man ein organisches Peroxid zugegeben hat. Der Einbau der Monomere in die Makromolekülkette erfolgt rein zufällig, es kann z. B. folgendes Schema vorliegen:

Abbildung 1: Schematische Darstellung eines Copolymers

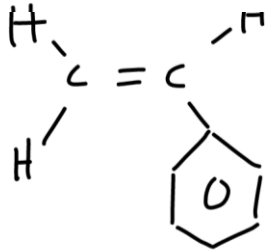
Acrylnitril lässt sich aus Cyanwasserstoff und Ethin herstellen.

© Abiweb

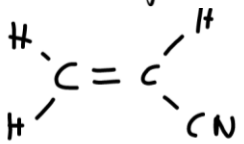
3. Klausuraufgabe

Aufgabe 2:

radikalische Polymerisation



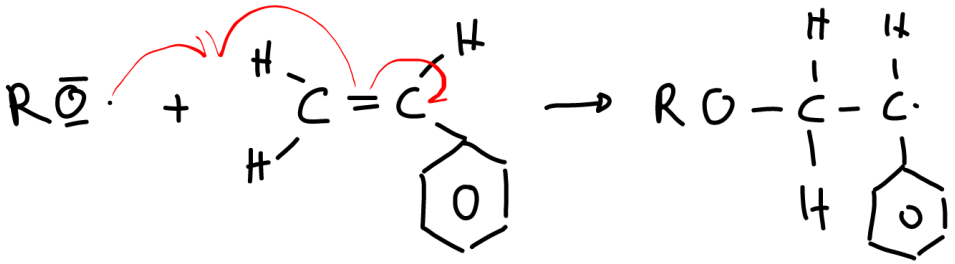
Styrol

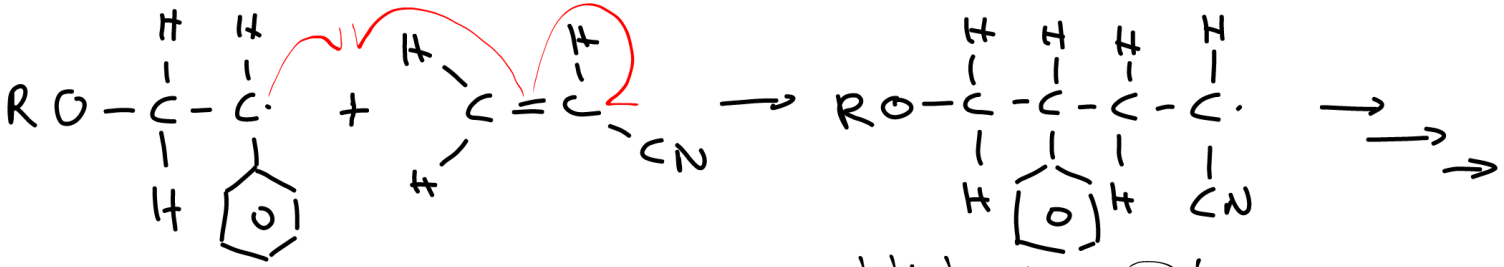


Acrylnitril

1. Starterradikal

2. Kettenwachstum

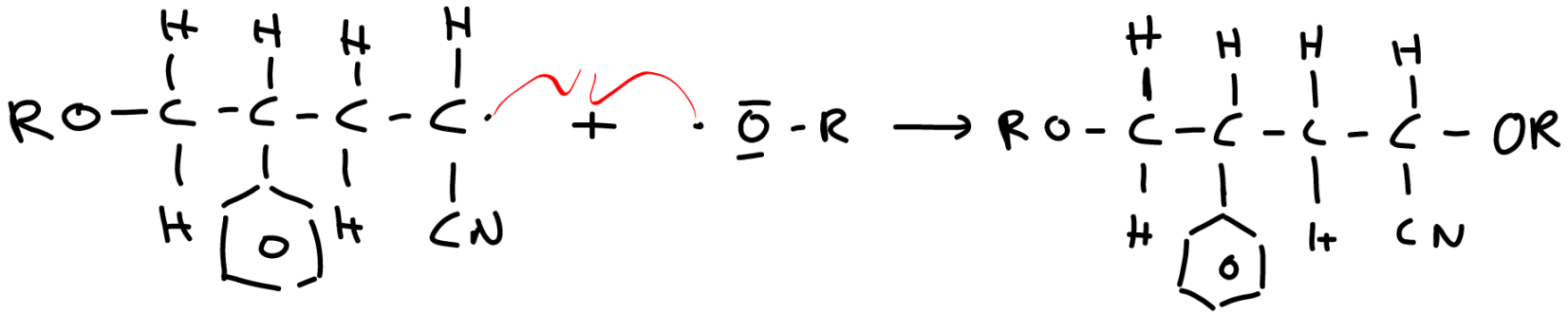




statistisches Polymer

3. Klausuraufgabe

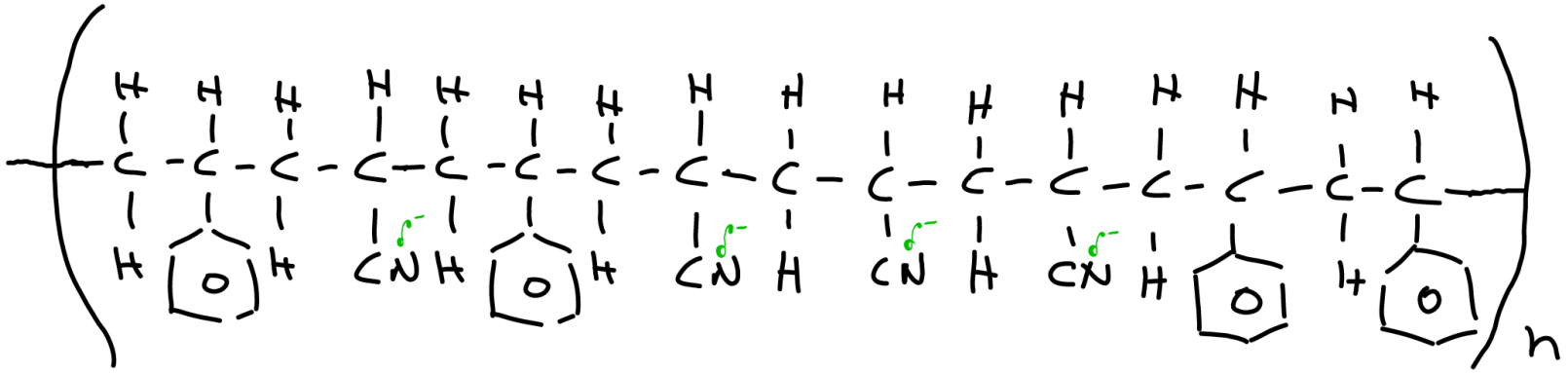
3. Kettenabbruch: Reaktion der Radikale



Nebenprodukte?

- Polystyrol
- Polyacryl

3. Klausuraufgabe



- Lineares Polymer ohne Verknüpfung der Ketten → thermoplastische Eigenschaften

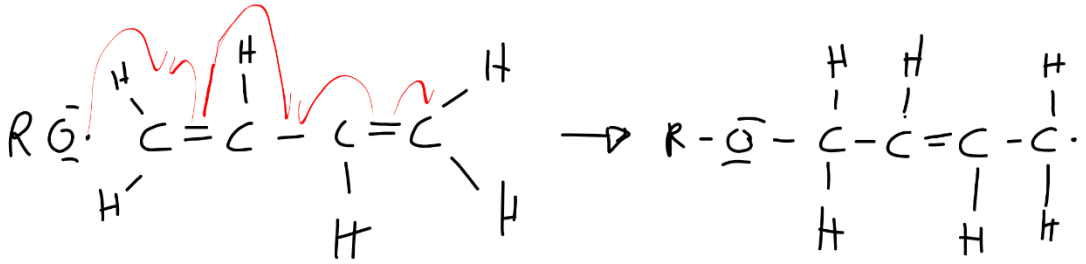
- Es wirken van-der-Waals und Dipol-Dipol-Wechselwirkungen

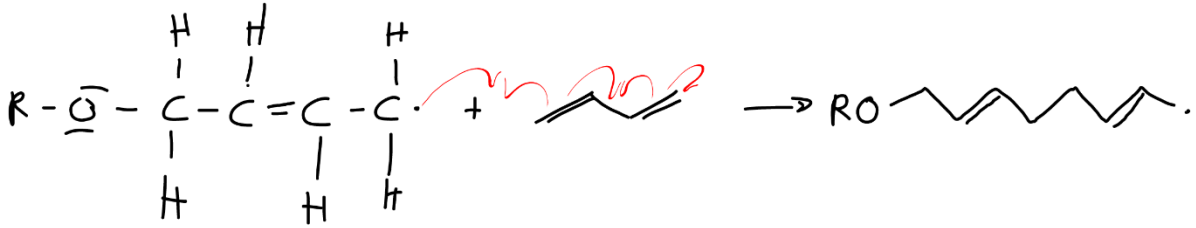
© Abiweb

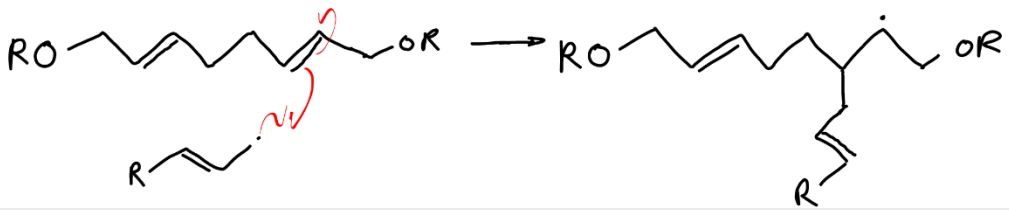
3. Klausuraufgabe

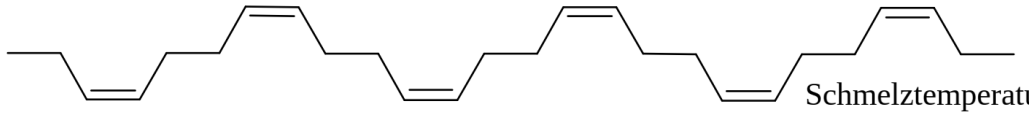
Aufgabe 3:

- Elastische Eigenschaften → netzartig, weitmaschiger verknüpft

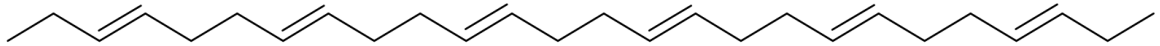








Poly(cis-1,4-butadien)



Poly(trans-1,4-butadien)

Schmelztemperaturen:
Poly(cis-1,4-butadien): 2 °C
Poly(trans-1,4-butadien): 148 °C

- Zwischen den Butadien-Polymeren wirken intermolekulare Wechselwirkungen (van der Waals-Kräfte)
- Dadurch, dass Poly(trans-1,4-butadien) gerader gebaut ist als Poly(cis-1,4-butadien) können die Kräfte besser wechselwirken
  → mehr Energie für deren Trennung notwendig

© Abiweb

Farbstoffe

© Abiweb

2.1 Allgemeines

Absorption: Elektronen werden angeregt und auf ein höheres Energieniveau gehoben, der Rest der nicht absorbierten Strahlung ergibt sie Farbe (komplementär)

Emission: Elektronen werden durch Wärmeenergie vom Grundzustand auf ein höheres Energieniveau gehoben. Beim Zurückfallen in den Grundzustand wird Licht einer Wellenlänge λ emittiert.

Additive Farbmischung: Überlagerung der Grundfarben ergibt weiß.

Subtraktive Farbmischung: Anteile werden aus weißem Licht durch Absorption entzogen → farbig

© Abiweb

2.2 Struktur und Farbigkeit

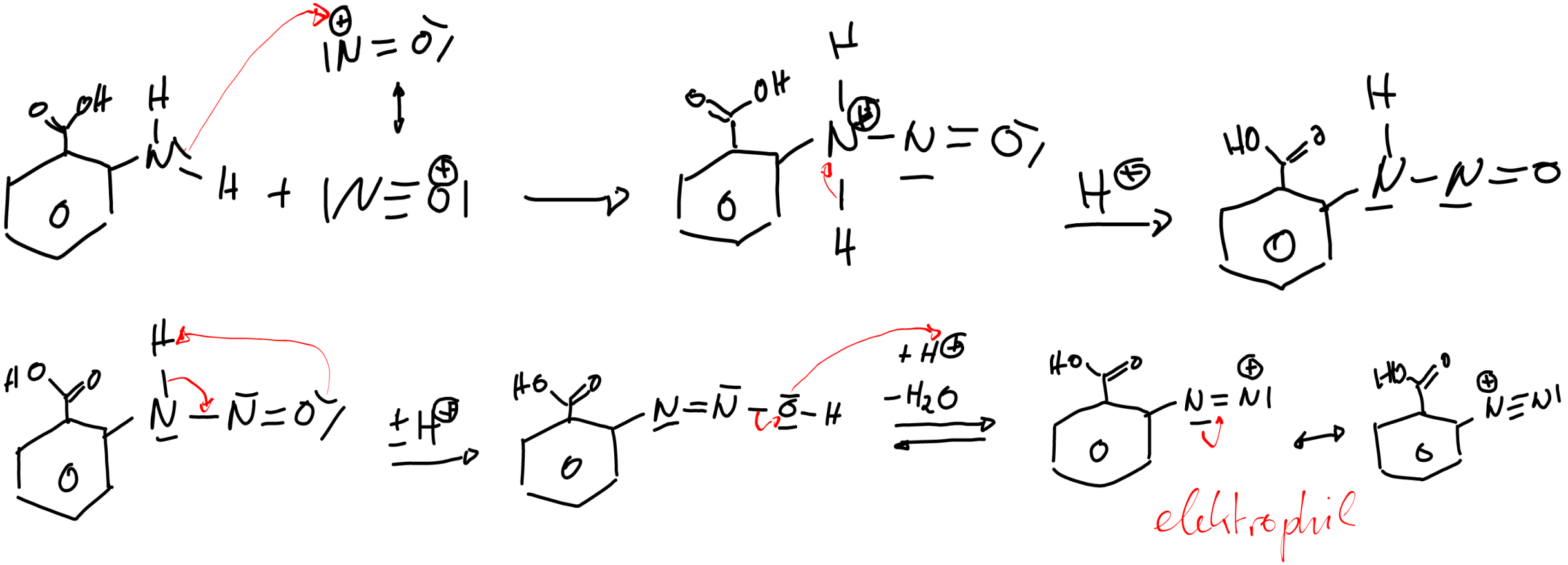
- Bei Molekülen mit konjugierten Doppelbindungen sind die Elektronen delokalisiert (über die Molekülkette verteilt).
  → Absorption im sichtbaren Bereich
- Atomgruppe mit Mehrfachbindungen = **Chromophore**
- Ab einer Zahl von 9 Doppelbindungen absorbieren Moleküle Wellenlängen λ im sichtbaren Bereich
- **Bathochromer Effekt:** Verschiebung des Absorptionsmaximums zur größeren Wellenlänge λ.
  Auxochrome: Substituenten mit +M-Effekt (e^-- Donatoren)
  Antiauxochrome: Substituenten mit -M-Effekt (e^-- Akzeptoren)

→ Bathochromer Effekt entscheidender als Länge des Chromophor für Farbe eines org. Moleküls.

© Abiweb

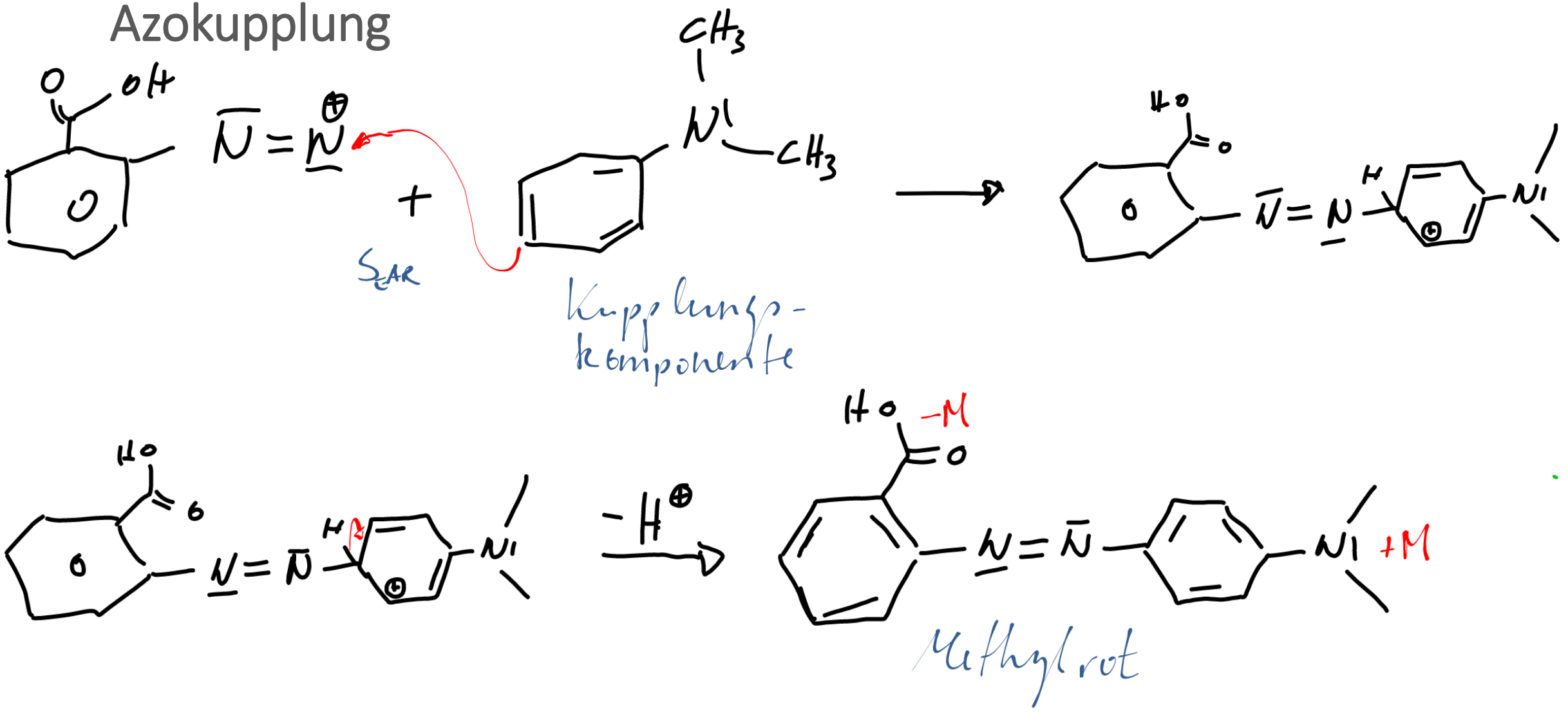
2.3. Synthese von Farbstoffen - Azofarbstoff

Diazzotierung

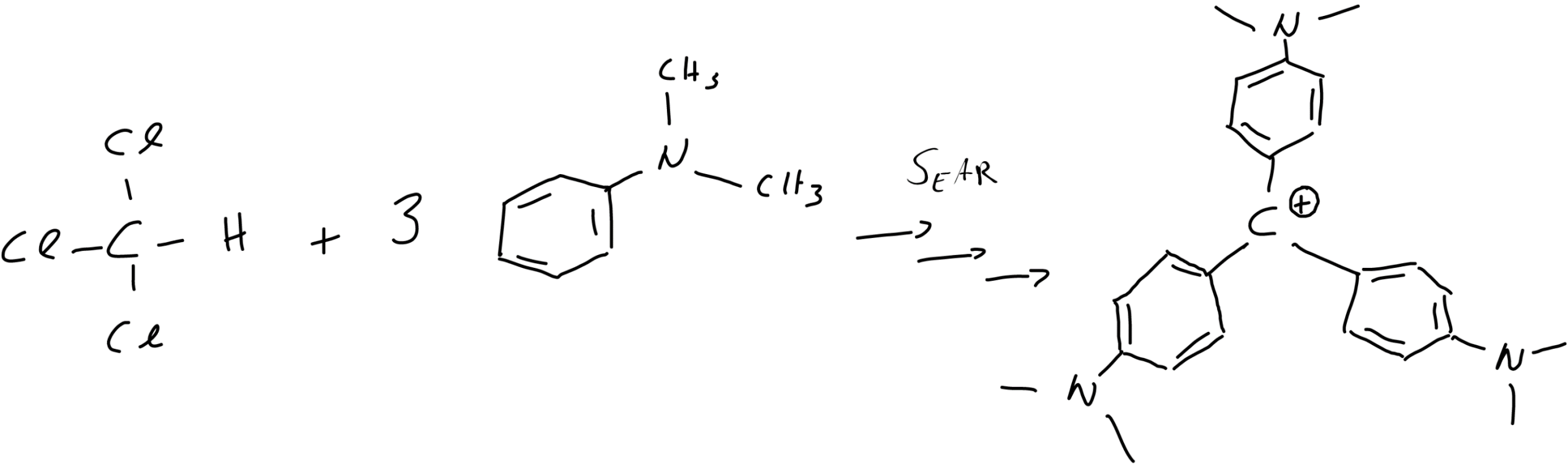


2.3. Synthese von Farbstoffen - Azofarbstoff

Azokupplung

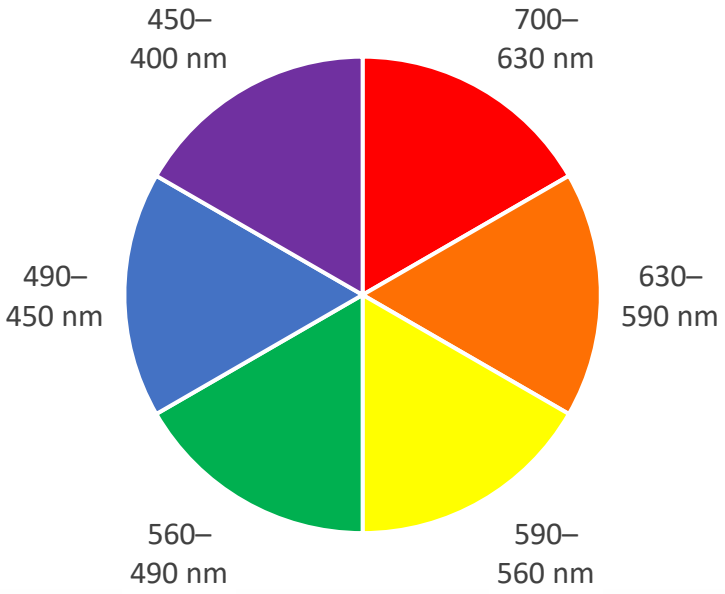


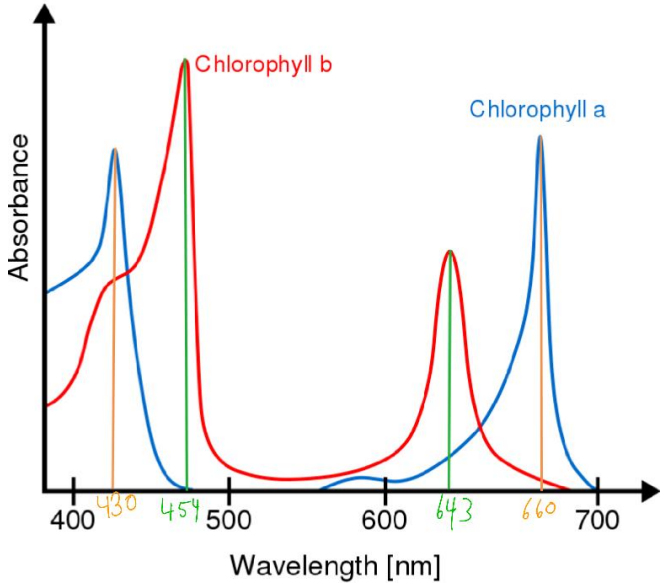
2.3. Synthese von Farbstoffen - Triphenylmethanfarbstoff



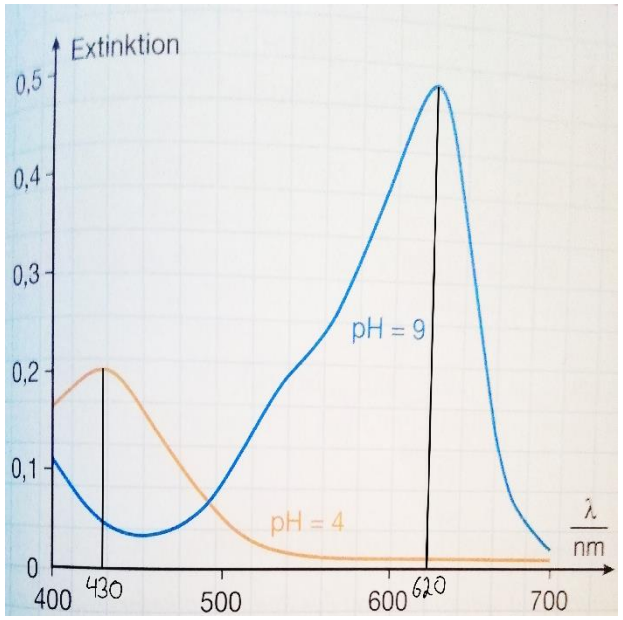
2.4 Absorptionsspektren

- Im Farbkreis stehen sich die Komplementärfarben gegenüber.
- Absorbiert ein Molekül im roten Spektralbereich so erscheint der Stoff grün.
- Mit einem Spektralphotometer misst man die Extinktion eines Stoffe bei verschiedenen Wellenlängen. →Absorptionsspektrum des Stoffes





https://de.wikipedia.org/wiki/Chlorophylle#/media/Datei:Chlorophyll_ab_spectra-en.svg



2.5 LAMBERT- BEERsches Gesetz

Extinktion (E) = logarithmische Größe für den Quotienten aus der ursprünglichen Intensität (I_0) und der Lichtintensität (I) die nach dem Durchgang durch die Probe gemessen wird:

$$E = \log \frac{l_0}{l}$$

Die Extinktion der Konzentration (c) eines Stoffes ist proportional zu der Schichtdicke (d) der Probe.

ε_λ ist ein Proportionalitätsfaktor und heißt molarer Extinktionskoeffizient. Er ist stoffspezifisch.

$$E(\lambda) = \varepsilon\lambda * c * d$$

- Extinktion in Abhänigkeit von λ
- Extinktionskoeffizient [$l * mol^{-1} * cm^{-1}$]
- Konzentration des Stoffes [$mol * l^{-1}$]
- Schichtdicke [cm]

© Abiweb

Fragen ?

Viel Erfolg

&

Danke fürs Zuhören

© abiweb