

# Skript

zum

# Praktikum der organischen Chemie

für Nebenfachstudenten

der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



# Vorwort

Das Skript zum Praktikum der organischen Chemie stellt eine Zusammenstellung meiner schriftlichen Vorbereitung auf dieses Praktikum dar. Es ist geeignet für diejenigen Studenten der Biologie und Molekularen Medizin an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, die das Praktikum der organischen Chemie noch vor sich haben und auf der Suche nach ergänzendem Skriptmaterial sind.

Mit freundlichen Grüßen



Wolfgang Müller

Copyright (c) 2006 Wolfgang Müller.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, with the Front-Cover Texts being LIST, and no Back-Cover Texts. A copy of the license can be found at:  
<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>

# Inhaltsverzeichnis

Periodensystem der Elemente.....	4
Gefahrensymbole.....	5
Gefahrenbezeichnungen.....	7
Gefahren (R-Sätze) - Sicherheitsratschläge (S-Sätze).....	8
Kurstag 1.....	14
Kurstag 2.....	17
Kurstag 3.....	25
Kurstag 4.....	28
Kurstag 5.....	32
Kurstag 6.....	37
Kurstag 7.....	42
Kurstag 8.....	48
Kurstag 9.....	54



# Gefahrensymbole

Gefahrensymbol und Bezeichnung	Bedeutung (Gefahr und Nutzungshinweise)	Beispiele
 <p>C Ätzend/corrosive</p>	<p>Gefahr: Lebendes Gewebe, aber auch viele Materialien werden bei Kontakt mit dieser Chemikalie zerstört. Handhabung: Dämpfe nicht einatmen und Berührung mit Haut, Augen und Kleidung vermeiden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salzsäure</li> <li>• Fluorwasserstoffsäure</li> <li>• Abflussreiner (Natriumhydroxid)</li> </ul>
 <p>E Explosionsgefährlich/explosive</p>	<p>Gefahr: Stoffe, die unter bestimmten Bedingungen explodieren können. Handhabung: Schlag, Stoß, Reibung, Funkenbildung und Hitzeeinwirkung vermeiden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glycerinitrat</li> <li>• Pikrinsäure</li> <li>• Bleiazid</li> </ul>
 <p>O Brandfördernd/oxidierend</p>	<p>Gefahr: Stoffe, die brennbare Stoffe entzünden können oder ausgebrochene Brände fördern und so die Brandbekämpfung erschweren. Handhabung: Jeden Kontakt mit brennbaren Stoffen vermeiden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sauerstoff</li> <li>• Kaliumnitrat</li> <li>• Wasserstoffperoxid</li> </ul>
 <p>F Leichtentzündlich/flammbare</p>	<p>Gefahr: Selbstentzündliche Stoffe, leichtentzündliche gasförmige Stoffe, feuchtigkeitsempfindliche Stoffe oder brennbare Flüssigkeiten. Handhabung: Kontakt mit Zündquellen/Gefahrenquellen (Luft, Wasser) vermeiden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Benzin</li> <li>• Ethanol</li> <li>• Aceton</li> </ul>
	<p>Gefahr: Selbstentzündliche Stoffe, leichtentzündliche gasförmige Stoffe, feuchtigkeitsempfindliche Stoffe oder brennbare Flüssigkeiten. Handhabung: Kontakt mit Zündquellen/Gefahrenquellen (Luft, Wasser) vermeiden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserstoff</li> <li>• Ethin</li> <li>• Diethylether</li> </ul>

<p>F+ Hochentzündlich/highly flammable</p>		
 <p>T Giftig/toxic</p>	<p>Gefahr: Nach Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme durch die Haut treten meist Gesundheitsschäden erheblichen Ausmaßes ein.  Handhabung: Jeglichen Kontakt mit dem menschlichen Körper vermeiden und bei Unwohlsein sofort den Arzt aufsuchen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bariumchlorid</li> <li>• Bleidioxid</li> <li>• Methanol</li> </ul>
 <p>T+ Sehr giftig/highly toxic</p>	<p>Gefahr: Nach Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme durch die Haut treten meist Gesundheitsschäden erheblichen Ausmaßes oder gar Tod ein.  Handhabung: Jeglichen Kontakt mit dem menschlichen Körper vermeiden und bei Unwohlsein sofort den Arzt aufsuchen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cyanwasserstoff</li> <li>• Trinitrotoluol (TNT)</li> <li>• Arsentrioxid</li> <li>• Nikotin</li> </ul>
 <p>Xi Reizend/irritating</p>	<p>Gefahr: Stoffe mit Reizwirkung auf Haut, Augen und Atmungsorgane.  Handhabung: Dämpfe nicht einatmen und Berührung mit Haut und Augen vermeiden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calciumchlorid</li> <li>• Natriumcarbonat</li> <li>• Fumarsäure</li> </ul>
 <p>Xn Gesundheitsschädlich/noxious</p>	<p>Gefahr: Bei Aufnahme in den Körper verursachen diese Stoffe Gesundheitsschäden.  Handhabung: Kontakt mit dem menschlichen Körper, auch einatmen der Dämpfe, vermeiden und bei Unwohlsein den Arzt aufsuchen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ethanal</li> <li>• Dichlormethan</li> <li>• Kaliumchlorat</li> <li>• Koffein</li> </ul>
 <p>N Umweltgefährdend/nature polluting</p>	<p>Gefahr: Bei Freisetzung in die Umwelt kann eine Schädigung des Ökosystems sofort oder später herbeigeführt werden.  Handhabung: Je nach Gefährdungspotential nicht in Kanalisation, Boden oder Umwelt gelangen lassen. Besondere Entsorgungsvorschriften beachten!</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Benzol</li> <li>• Kupfersulfat</li> <li>• Lindan</li> </ul>

# Gefahrenbezeichnungen

Gefahrenbezeichnung	Verwendung mit Gefahrensymbol	Bedeutung (Gefahr und Nutzungshinweise)
Sensibilisierend	 Xn Gesundheitsschädlich oder Xi Reizend	<p>Gefahr: R 42 Sensibilisierung durch Einatmen möglich. Stoffe und Zubereitungen, die nachweislich beim Menschen eine spezifische Überempfindlichkeit (z.B. Asthma) hervorrufen. Stoffe und Zubereitungen, die positive Ergebnisse bei geeigneten Tierversuchen erzielen. Isocyanate, es sei denn, es liegt ein Nachweis darüber vor, daß das betreffende Isocyanat keine Sensibilisierung durch Einatmen bewirkt.</p> <p>R 43 Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich. Stoffe und Zubereitungen, die bei einer erheblichen Anzahl von Personen Sensibilisierung durch Hautkontakt hervorrufen. Stoffe und Zubereitungen, die positive Ergebnisse bei geeigneten Tierversuchen erzielen.</p> <p>Handhabung: R 42 Sensibilisierung durch Einatmen möglich. Jeglichen Kontakt durch Einatmen von Gas/Dampf/Rauch/Aerosol vermeiden. R 43 Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich. Jeglichen Kontakt durch Berührung mit der Haut vermeiden.</p>
Krebserzeugend	 T Giftig oder Xn Gesundheitsschädlich	<p>Gefahr: Stoffe sind krebserzeugend, wenn sie beim Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut Krebs erregen oder die Krebshäufigkeit erhöhen können. R 45 Kann Krebs erzeugen. R 49 Kann Krebs erzeugen beim Einatmen. R 40 Verdacht auf krebserzeugende Wirkung. Handhabung: ?</p>
Erbgutverändernd	 T Giftig oder Xn Gesundheitsschädlich	<p>Gefahr: Stoffe sind erbgutverändernd, wenn sie bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut vererbare genetische Schäden zur Folge haben oder deren Häufigkeit erhöhen können. R 46 Kann vererbare Schäden verursachen. R 68 Irreversibler Schaden möglich.</p> <p>Handhabung: Kontakt mit dem Körper vermeiden und bei Kontakt umgehend den Arzt aufsuchen.</p>

Fortpflanzungs gefährdend		<p>Gefahr: Stoffe sind fortpflanzungsgefährdend (reproduktionstoxisch), wenn sie bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut nichtvererbare Schäden der Nachkommenschaft hervorrufen oder deren Häufigkeit erhöhen (fruchtschädigend) oder eine Beeinträchtigung der männlichen Fortpflanzungsfunktionen oder -fähigkeit zur Folge haben können. R 60 Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen. R 61 Kann das Kind im Mutterleib schädigen. R 62 Kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen. R 63 Kann das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen.</p> <p>Handhabung:?</p>
	T Giftig oder Xn Gesundheitsschädlich	

## Gefahren (R-Sätze) - Sicherheitsratschläge (S-Sätze)

### R-Satz Hinweise auf besondere Gefahren

- R 1 In trockenem Zustand explosionsgefährlich
- R 2 Durch Schlag, Reibung, Feuer oder andere Zündquellen explosionsgefährlich
- R 3 Durch Schlag, Reibung, Feuer oder andere Zündquellen besonders explosionsgefährlich
- R 4 Bildet hochempfindliche explosionsgefährliche Metallverbindungen
- R 5 Beim Erwärmen explosionsfähig
- R 6 Mit und ohne Luft explosionsfähig
- R 7 Kann Brand verursachen
- R 8 Feuerefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen
- R 9 Explosionsgefahr bei Mischung mit brennbaren Stoffen
- R 10 Entzündlich
- R 11 Leichtentzündlich
- R 12 Hochentzündlich
- R 14 Reagiert heftig mit Wasser
- R 15 Reagiert mit Wasser unter Bildung leicht entzündlicher Gase
- R 16 Explosionsgefährlich in Mischung mit brandfördernden Stoffen
- R 17 Selbstentzündlich an der Luft
- R 18 Bei Gebrauch Bildung explosionsfähiger / leichtentzündlicher Dampf-Luftgemische möglich
- R 19 Kann explosionsfähige Peroxide bilden
- R 20 Gesundheitsschädlich beim Einatmen
- R 21 Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut
- R 22 Gesundheitsschädlich beim Verschlucken
- R 23 Giftig beim Einatmen
- R 24 Giftig bei Berührung mit der Haut
- R 25 Giftig beim Verschlucken
- R 26 Sehr giftig beim Einatmen
- R 27 Sehr giftig bei Berührung mit der Haut
- R 28 Sehr giftig beim Verschlucken
- R 29 Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase
- R 30 Kann bei Gebrauch leicht entzündlich werden
- R 31 Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase
- R 32 Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase
- R 33 Gefahr kumulativer Wirkung
- R 34 Verursacht Verätzungen
- R 35 Verursacht schwere Verätzungen
- R 36 Reizt die Augen
- R 37 Reizt die Atmungsorgane
- R 38 Reizt die Haut
- R 39 Ernste Gefahr irreversiblen Schadens
- R 40 Verdacht auf krebserzeugende Wirkung
- R 41 Gefahr ernster Augenschäden

- R 42 Sensibilisierung durch Einatmen möglich
- R 43 Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich
- R 44 Explosionsgefahr bei Erhitzen unter Einschluss
- R 45 Kann Krebs erzeugen
- R 46 Kann vererbare Schäden verursachen
- R 48 Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition
- R 49 Kann Krebs erzeugen beim Einatmen
- R 50 Sehr giftig für Wasserorganismen
- R 51 Giftig für Wasserorganismen
- R 52 Giftig für Wasserorganismen
- R 53 Kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben
- R 54 Giftig für Pflanzen
- R 55 Giftig für Tiere
- R 56 Giftig für Bodenorganismen
- R 57 Giftig für Bienen
- R 58 Kann längerfristig schädliche Wirkungen auf die Umwelt haben
- R 59 Gefährlich für die Ozonschicht
- R 60 Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen
- R 61 Kann das Kind im Mutterleib schädigen
- R 62 Kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen
- R 63 Kann das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen
- R 64 Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen
- R 65 Gesundheitsschädlich: kann beim Verschlucken Lungenschäden verursachen.
- R 66 Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen
- R 67 Dämpfe können Schläfrigkeit oder Benommenheit erzeugen
- R 68 Irreversibler Schaden möglich

### **Kombination der R-Sätze**

- R 14/15 Reagiert heftig mit Wasser unter Bildung leicht entzündlicher Gase
- R 15/29 Reagiert mit Wasser unter Bildung giftiger und hochentzündlicher Gase
- R 20/21 Gesundheitsschädlich beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut
- R 20/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen und Verschlucken
- R 20/21/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und bei Berührung mit der Haut
- R 21/22 Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken
- R 23/24 Giftig beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut
- R 23/25 Giftig beim Einatmen und beim Verschlucken
- R 23/24/25 Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut
- R 24/25 Giftig bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken
- R 26/27 Sehr giftig beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut
- R 26/28 Sehr giftig beim Einatmen und Verschlucken
- R 26/27/28 Sehr giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut
- R 27/28 Sehr giftig bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken
- R 36/37 Reizt die Augen und die Atmungsorgane
- R 36/38 Reizt die Augen und die Haut
- R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut
- R 37/38 Reizt Atmungsorgane und die Haut
- R 39/23 Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen
- R 39/24 Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut
- R 39/25 Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Verschlucken
- R 39/23/24 Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und bei Berührung mit der Haut
- R 39/23/25 Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und durch Verschlucken
- R 39/24/25 Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
- R 39/23/24/25 Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
- R 39/26 Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen
- R 39/27 Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut
- R 39/28 Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Verschlucken
- R 39/26/27 Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen

- und bei Berührung mit der Haut
- R 39/26/28 Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und durch Verschlucken
- R 39/27/28 Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
- R 39/26/27/28 Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
- R 40/20 Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen
- R 40/21 Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut
- R 40/22 Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Verschlucken
- R 40/20/21 Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen und bei Berührung mit der Haut
- R 40/20/22 Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen und durch Verschlucken
- R 40/21/22 Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
- R 49/20/21/22 Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
- R 42/43 Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich
- R 48/20 Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen
- R 48/21 Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut
- R 48/22 Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Verschlucken
- R 48/20/21 Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Berührung mit der Haut
- R 48/20/22 Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Verschlucken
- R 48/21/22 Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
- R 48/20/21/22 Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
- R 48/23 Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen
- R 48/24 Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut
- R 48/25 Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Verschlucken
- R 48/23/24 Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Berührung mit der Haut
- R 48/23/25 Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Verschlucken
- R 48/24/25 Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
- R 48/23/24/25 Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
- R 50/53 Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben
- R 51/53 Giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben
- R 52/53 Schädlich für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben
- R 68/20 Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen
- R 68/21 Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut
- R 68/22 Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Verschlucken
- R 68/20/21 Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen und bei Berührung mit der Haut
- R 68/20/22 Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen und durch Verschlucken

- R 68/21/22 Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens  
bei Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
- R 68/20/21/22 Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens  
durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken

### Sicherheitsratschläge (S-Sätze)

- S 1 Unter Verschluss aufbewahren
- S 2 Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen
- S 3 Kühl aufbewahren
- S 4 Von Wohnplätzen fernhalten
- S 5 Unter ..... aufbewahren (geeignete Flüssigkeit vom Hersteller anzugeben):
- S 5.1 Unter Wasser aufbewahren
- S 5.2 Unter Petroleum aufbewahren
- S 6 Unter ..... aufbewahren (inertes Gas vom Hersteller anzugeben):
- S 6.1 Unter Stickstoff aufbewahren
- S 6.2 Unter Argon aufbewahren
- S 7 Behälter dicht geschlossen halten
- S 8 Behälter trocken halten
- S 9 Behälter an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren
- S 12 Behälter nicht gasdicht verschließen
- S 13 Von Nahrungsmitteln, Getränken und Futtermitteln fernhalten
- S 14 Von ..... fernhalten (inkompatible Substanzen sind vom Hersteller anzugeben):
- S 14.1 Von Reduktionsmitteln, Schwermetallverbindungen, Säuren und Alkalien fernhalten
- S 14.2 Von oxidierenden und sauren Stoffen sowie Schwermetallverbindungen
- S 14.3 Von Eisen fernhalten
- S 14.4 Von Wasser und Laugen fernhalten
- S 14.5 Von Säuren fernhalten
- S 14.6 Von Laugen fernhalten
- S 14.7 Von Metallen fernhalten
- S 14.8 Von oxidierenden und sauren Stoffen fernhalten
- S 14.9 Von brennbaren organischen Substanzen fernhalten
- S 14.10 Von Säuren, Reduktionsmitteln und brennbaren Materialien fernhalten
- S 14.11 Von brennbaren Stoffen fernhalten
- S 15 Vor Hitze schützen
- S 16 Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen
- S 17 Von brennbaren Stoffen fernhalten
- S 18 Behälter mit Vorsicht öffnen und handhaben
- S 20 Bei der Arbeit nicht essen und trinken
- S 21 Bei der Arbeit nicht rauchen
- S 22 Staub nicht einatmen
- S 23 Gas/Rauch/Dampf/Aerosol nicht einatmen  
(geeignete Bezeichnung(en) vom Hersteller anzugeben):
- S 23.1 Gas nicht einatmen
- S 23.2 Dampf nicht einatmen
- S 23.3 Aerosol nicht einatmen
- S 23.4 Rauch nicht einatmen
- S 23.5 Dampf/Aerosol nicht einatmen
- S 24 Berührung mit der Haut vermeiden
- S 25 Berührung mit den Augen vermeiden
- S 26 Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren
- S 27 Beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen
- S 28 Bei Berührung mit der Haut sofort abwaschen mit viel .....abwaschen  
(vom Hersteller anzugeben):
- S 28.1 Wasser
- S 28.2 Wasser und Seife
- S 28.3 Wasser und Seife möglichst auch mit Polyethylenglycol
- S 28.4 Polyethylenglycol 300 und Ethanol (2:1) und anschließend mit viel Wasser und Seife
- S 28.5 Polyethylenglycol 400
- S 28.6 Polyethylenglycol 400 und anschließend Reinigung mit viel Wasser
- S 28.7 viel Wasser und saure Seife
- S 29 Nicht in die Kanalisation gelangen lassen

- S 30 Niemals Wasser hinzugeßen
- S 33 Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen treffen
- S 35 Abfälle und Behälter müssen in gesicherter Weise beseitigt werden
- S 36 Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung tragen
- S 37 Geeignete Schutzhandschuhe tragen
- S 38 Bei unzureichender Belüftung Atemschutzgerät anlegen
- S 39 Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen
- S 40 Fußboden und verunreinigte Gegenstände mit ..... reinigen; Material vom Hersteller angeben: viel Wasser
- S 41 Explosions- und Brandgase nicht einatmen
- S 42 Bei Räuchern/Versprühen geeignetes Atemschutzgerät anlegen und (geeignete Bezeichnung(en) vom Hersteller angeben
- S 43 Zum Löschen ..... (vom Hersteller angeben) verwenden (wenn Wasser die Gefahr erhöht, anfügen: „Kein Wasser verwenden“):
  - S 43.1 Wasser
  - S 43.2 Wasser oder Pulverlöschmittel
  - S 43.3 Pulverlöschmittel, kein Wasser
  - S 43.4 Kohlenstoffdioxid, kein Wasser
  - S 43.5 Halone, kein Wasser
  - S 43.6 Sand, kein Wasser
  - S 43.7 Metallbrandpulver, kein Wasser
  - S 43.8 Kohlenstoffdioxid oder Pulverlöschmittel, kein Wasser
- S 45 Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt zuziehen; wenn möglich dieses Etikett vorzeigen
- S 46 Bei Verschlucken sofort ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder Etikett vorzeigen
- S 47 Nicht bei Temperaturen über ..... °C aufbewahren; vom Hersteller angeben
- S 48 Feucht halten mit .....; geeignetes Mittel vom Hersteller angeben: Wasser.
- S 49 Nur im Originalbehälter aufbewahren
- S 50 Nicht mischen mit ..... (vom Hersteller angeben):
  - S 50.1 Säuren
  - S 50.2 Laugen
  - S 50.3 starken Säuren, starken Basen, Buntmetallen und deren Salzen
- S 51 Nur in gut gelüfteten Bereichen verwenden
- S 52 Nicht großflächig für Wohn- und Aufenthaltsräume zu verwenden
- S 53 Exposition vermeiden - vor Gebrauch besondere Anweisungen einholen
- S 56 Diesen Stoff und seinen Behälter der Problemabfallentsorgung zuführen
- S 57 Zur Vermeidung einer Kontamination der Umwelt geeigneten Behälter verwenden
- S 59 Information zur Wiederverwendung/Wiederverwertung beim Hersteller/Lieferanten erfragen
- S 60 Dieser Stoff und sein Behälter sind als gefährlicher Abfall zu entsorgen
- S 61 Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Besondere Anweisungen einholen, Sicherheitsdatenblatt zu Rate ziehen
- S 62 Bei Verschlucken kein Erbrechen herbeiführen. Sofort ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder dieses Etikett vorzeigen.
- S 63 Bei Unfall durch Einatmen: Verunfallten an die frische Luft bringen und ruhigstellen
- S 64 Bei Verschlucken Mund mit Wasser ausspülen (nur wenn Verunfallter bei Bewusstsein ist)

### **Kombination der S-Sätze**

- S1/2 Unter Verschluss und für Kinder unzugänglich aufbewahren
- S 3/7 Behälter dicht geschlossen halten und an einem kühlen Ort aufbewahren
- S 3/9/14 An einem kühlen, gut gelüfteten Ort, entfernt von ..... aufbewahren (die Stoffe, mit denen Kontakt vermieden werden muss, sind vom Hersteller angegeben):
  - S 3/9/14.1 an einem kühlen, gut gelüfteten Ort, entfernt von Reduktionsmitteln, Schwermetallverbindungen, Säuren und Alkalien
  - S 3/9/14/49 Nur im Originalbehälter an einem kühlen, gut gelüfteten Ort, entfernt von ..... aufbewahren (die Stoffe, mit denen Kontakt vermieden werden muss, sind vom Hersteller angegeben)
  - S 3/9/49 Nur im Originalbehälter an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahren

- S 3/14 An einem kühlen, von ..... entfernten Ort aufbewahren (die Stoffe, mit denen Kontakt vermieden werden muss, sind vom Hersteller anzugeben)
- S 7/8 Behälter trocken und dicht geschlossen halten
- S 7/9 Behälter dicht geschlossen an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren
- S 7/47 Behälter dicht geschlossen und nicht bei Temperaturen über .... °C aufbewahren (vom Hersteller anzugeben)
- S 20/21 Bei der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen
- S 24/25 Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden
- S 27/28 Bei Berührung mit der Haut beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen und Haut sofort mit viel.....abwaschen (vom Hersteller anzugeben)
- S 29/35 Nicht in die Kanalisation gelangen lassen; Abfälle und Behälter müssen in gesicherter Weise beseitigt werden
- S 29/56 Nicht in die Kanalisation gelangen lassen; diesen Stoff und seinen Behälter der Problemabfallentsorgung zuführen
- S 36/37 Bei der Arbeit geeignete Schutzhandschuhe und Schutzkleidung tragen
- S 36/37/39 Bei der Arbeit geeignete Schutzhandschuhe, Schutzkleidung und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen
- S 36/39 Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen
- S 37/39 Bei der Arbeit geeignete Schutzhandschuhe und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen
- S 47/49 Nur im Originalbehälter bei einer Temperatur von nicht über .....°C (vom Hersteller anzugeben) aufbewahren

# 1. Kurstag

## Synthese und Reaktionen ungesättigter Kohlenwasserstoffe Eliminierungs- und Additionsreaktionen

### Edukte und Produkte

Cyclohexanol	25 g  R: 11 Leichtentzündlich R: 22 Gesundheitsschädlich beim Verschlucken S: 16-23, 2-33-9   Xn
Phosphorsäure 85%	10 ml  R 34 (Verursacht Verätzungen.) S 26-36, 2-33-9   Xn
Cyclohexen	4,6g  R: 11 (Leichtentzündlich.) R: 22 (Gesundheitsschädlich beim Verschlucken.) S: 16-23,2-33-9   Xn   F
Natriumsulfat	-
Brom	-  R: 26 (Sehr giftig beim Einatmen.) R: 35 (Verursacht schwere Verätzungen.) S:7/9, 26   T

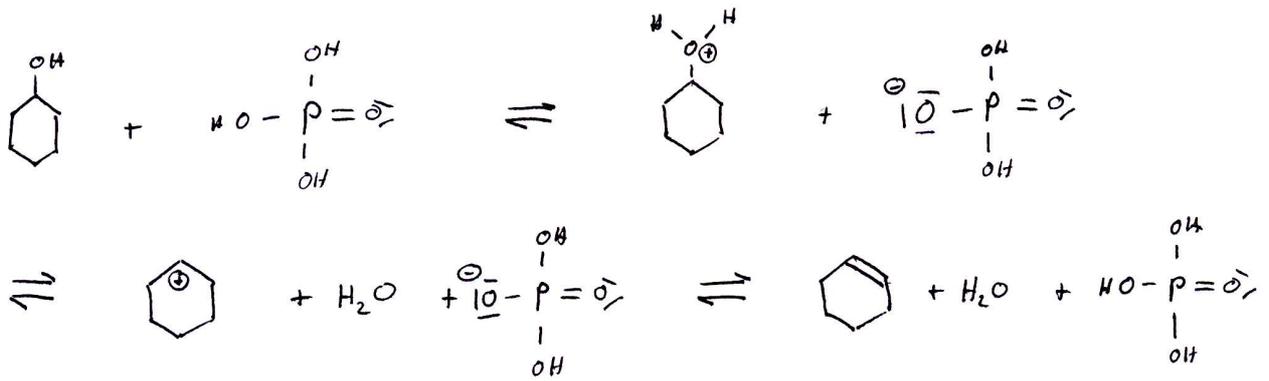
	 C
Eisessig (100% Ethansäure)	- R: 10 Entzündlich R: 35 Verursacht schwere Verätzungen S: 23, 2-26-36, 37, 39-45   C
Kaliumpermanganatlösung	3 Tropfen  R: 8 (Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen.) R: 22 (Gesundheitsschädlich beim Verschlucken.) R: 50/53 (Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben.) S: 2-60-61   O  Xn  N
Braunstein	R20/22: Gesundheitsschädlich bei Einatmen und Verschlucken S25   Xn

## Reaktionsgleichung und Diskussion der Reaktionsmechnismen

### 1.1 Eliminierung von Wasser aus Alkoholen

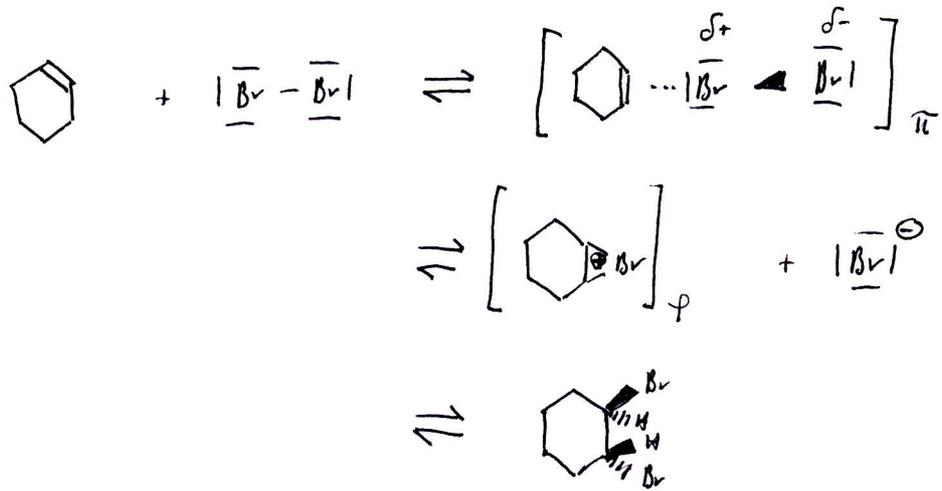
Darstellung von Cyclohexen durch Umsetzung von Cyclohexanol mit Phosphorsäure

Es handelt sich um eine säurekatalysierte Eliminierung von Wasser. Aus Cyclohexanol wird Cyclohexen gebildet. Die Eliminierung ist eine E1-Eliminierung, da zuerst Wasser abgespalten wird, wodurch sich ein sekundäres Carbeniumion bildet. Erst danach wird dieses zum Alken deprotoniert.

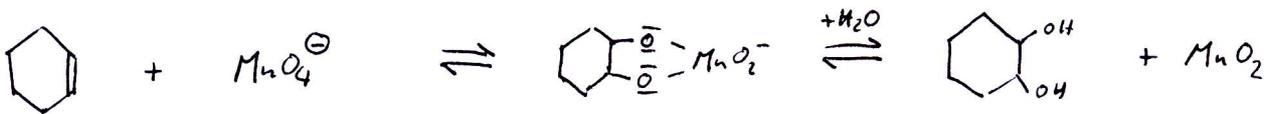


1.2 Nachweisreaktionen

a) A<sub>E</sub>



b)



## 2. Kurstag

### Reaktionen ungesättigter Kohlenwasserstoffe

#### Edukte und Produkte

Methansäure 98%:	50 ml R: 35 (Verursacht schwere Verätzungen. ) S: (1)-23-26-45  C
Wasserstoffperoxid 30%	5,7g R 34 (Verursacht Verätzungen.) S 3-26-36/37/39-45  C
Cyclohexen	4,6g R: 11 (Leichtentzündlich.) R: 22 (Gesundheitsschädlich beim Verschlucken.) S: 16-23,2-33-9  Xn  F
Kaliumiodid	- R 42/43 (Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich.) S 22, 36/37  Xn
Iod	- R: 20/21 (Gesundheitsschädlich beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut.) R: 50 (Sehr giftig für Wasserorganismen.)

	<p>S: 2, 23.2, 25, 61</p>  <p>Xn</p>  <p>C</p>
Natriumhydroxid 20%	<p>-</p> <p>R: 35 (Verursacht schwere Verätzungen.) S: 26-36/37/39-45</p>  <p>C</p>
Ameisensäureester	-
Salzsäure verdünnt	<p>-</p> <p>R: 34 (Verursacht Verätzungen. ) R: 37 (Reizt die Atmungsorgane. ) S: 26-36/37/39-45</p>  <p>C</p>
Diethylether	<p>50ml</p> <p>R: 12 (Hochentzündlich.) R: 19 (Kann explosionsfähige Peroxide bilden.) R: 22 (Gesundheitsschädlich beim Verschlucken.) R: 66 (Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.) R: 67 (Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.) S: 9-16-29-33</p>  <p>F+</p>
Natriumsulfat	- - -

Ethylacetat	<p>100ml</p> <p>R: 11 (Leichtentzündlich.)  R: 36 (Reizt die Augen.)  R: 66 (Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.)  R: 67 (Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.)  S: 16-23-29-33</p>  <p>Xi</p>  <p>F</p>
1-Hexen	<p>1ml + 1 Tropfen</p> <p>R: 11 (Leichtentzündlich.)  S: 9-16-23-29-33</p>  <p>F</p>  <p>Xi</p>
1-Hexin	<p>1ml + 1 Tropfen</p> <p>R: 11 (Leichtentzündlich.)  S: 9-16-23-29-33</p>  <p>F</p>  <p>Xi</p>
Kaliumpermanganatlösung	<p>1ml</p> <p>R: 8 (Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen.)  R: 22 (Gesundheitsschädlich beim Verschlucken.)  R: 50/53 (Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben.)  S: 2-60-61</p>

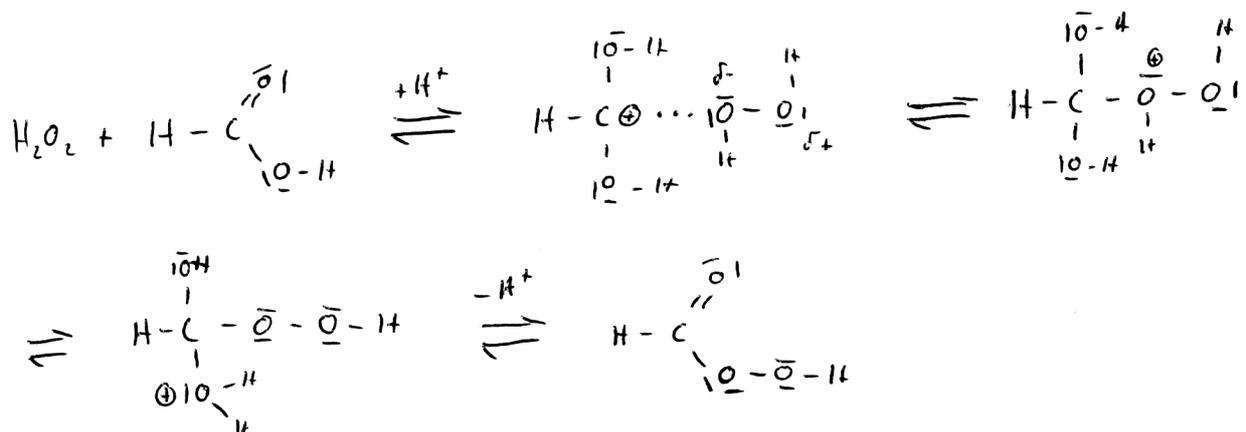
	 O  Xn  N
Ammoniaklösung	1ml R: 10 (Entzündlich.) R: 23 (Giftig beim Einatmen.) R: 34 (Verursacht Verätzungen.) R: 50 (Sehr giftig für Wasserorganismen.) S: 9-16-26-36/37/39-45-61  N  C
AgNO <sub>3</sub> -Lösung	einige Tropfen R: 34 (Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich.) R: 50/53 (Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben.) S 26 - 40 - 60 - 61  C  N
n-Octan	2ml R: 11 (Leichtentzündlich. ) R: 38 (Reizt die Haut. ) R: 50/53 (Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben.) R: 65 (Gesundheitsschädlich: Kann beim Verschlucken Lungenschäden verursachen.) R: 67 (Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.)

	S: 9-16-29-33-60-61-62  F
Brom	- R: 26 (Sehr giftig beim Einatmen.) R: 35 (Verursacht schwere Verätzungen.) S: 7/9, 26  T  C
Chloroform	5 Tropfen R: 22 (Gesundheitsschädlich beim Verschlucken.) R: 38 (Reizt die Haut.) R: 40 (Verdacht auf krebserzeugende Wirkung.) R: 48/20/22 (Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Verschlucken.) S: (2)-36/37  Xn

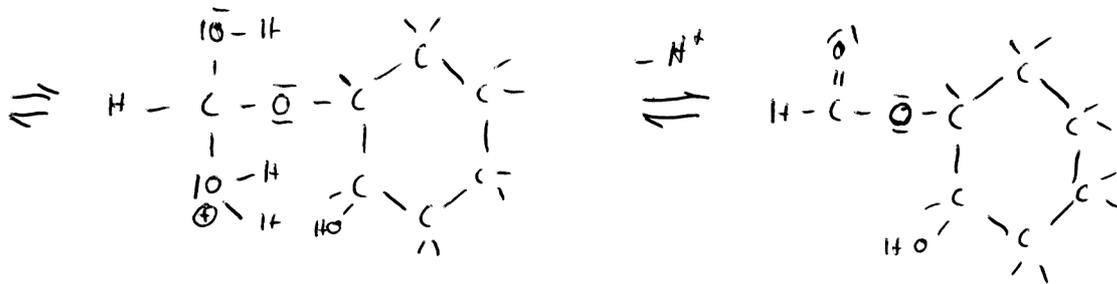
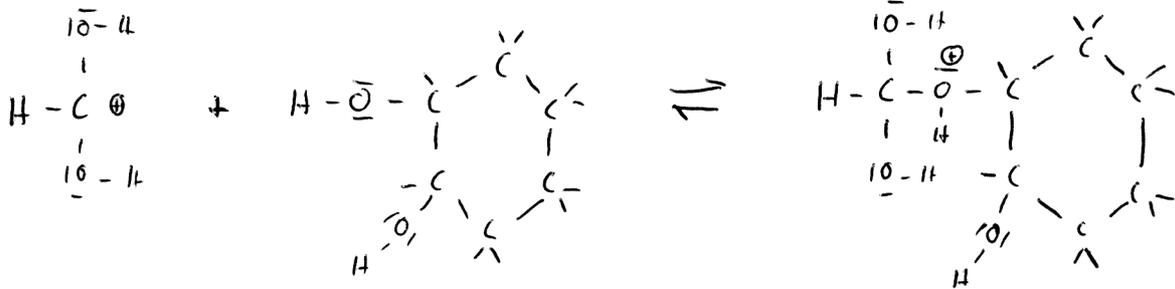
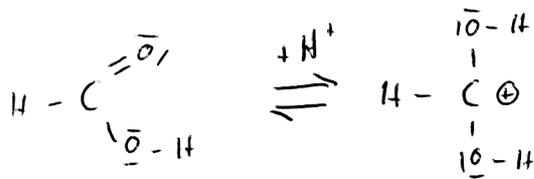
### Reaktionsgleichung und Diskussion der Reaktionsmechnismen

#### 2.1 Darstellung von trans-Cyclohexandiol-(1.2)

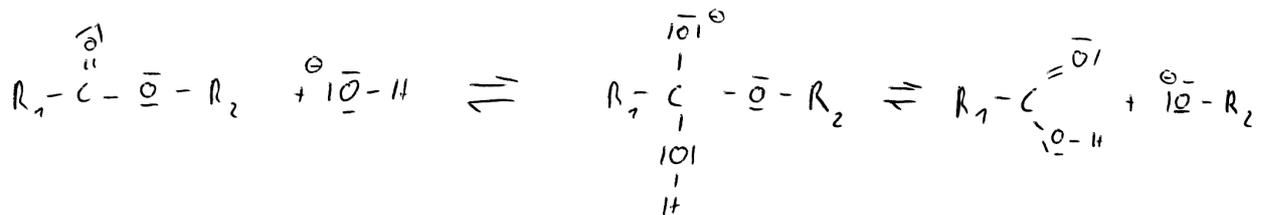
Es findet ein nucleophiler Angriff des  $\text{H}_2\text{O}_2$  auf die Carbonsäure statt. Unter Abspaltung von  $\text{H}_2\text{O}$  wird eine Peroxycarbonsäure gebildet. Die Reaktion ist säurekatalysiert:





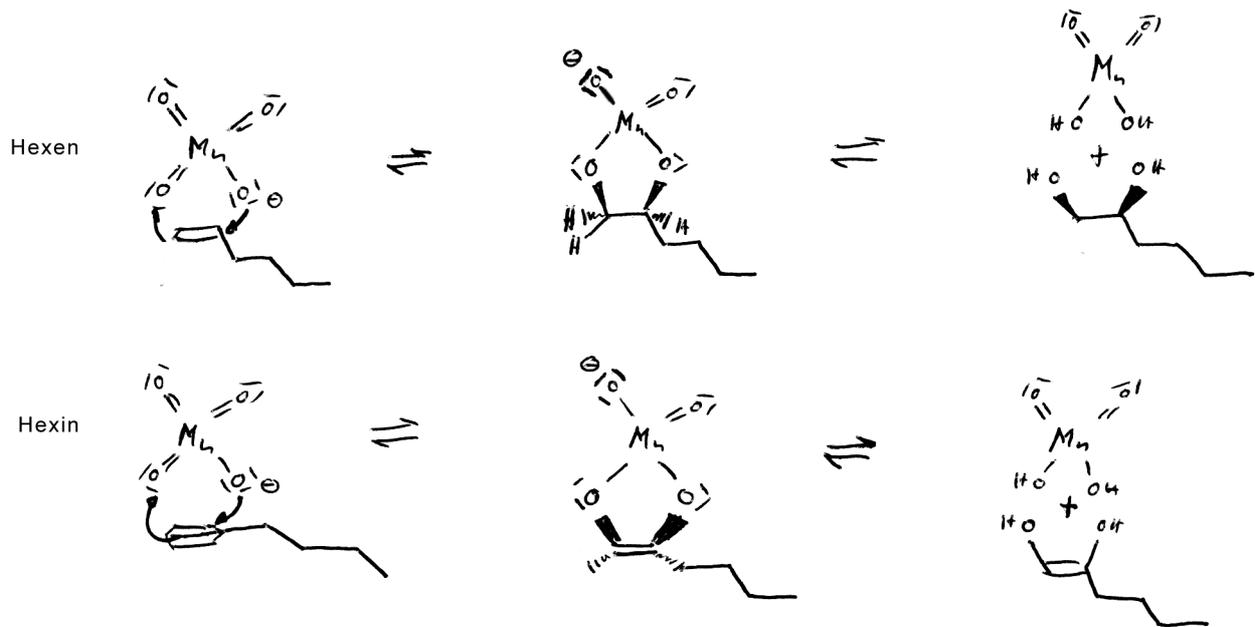


Die zweite OH-Gruppe, das Cyclohexandiol, verestert auf analoge Weise. Die Esterspaltung erfolgt durch nucleophilen Angriff des Hydroxyl-Ions und ist irreversibel:



## 2.2

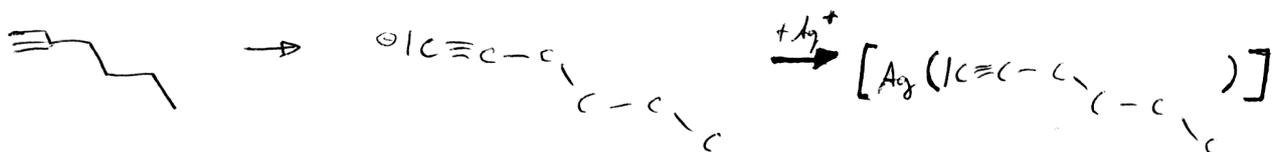
Die Doppelbindung wird von Kaliumpermanganat elektrophil angegriffen:



Weiterreaktion des Hexendiol verläuft analog zu der Reaktion des Hexen.

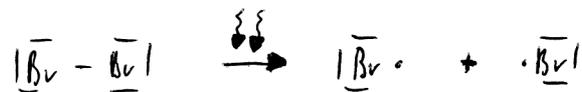
### 2.3

Bei Hexin bildet sich ein Metallkomplex:

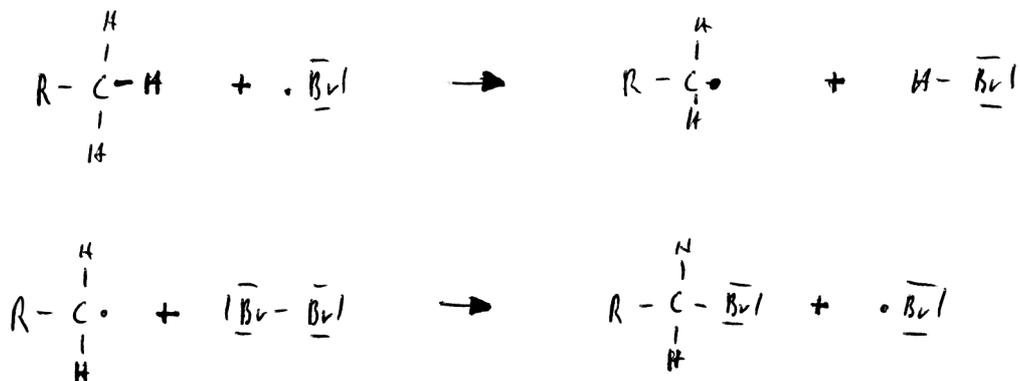


### 2.4

Es findet eine radikalische Substitution zwischen Brom und n-Octan statt. Zunächst wird  $\text{Br}_2$  durch UV-Licht in seine Radikale gespalten:



Dann setzt eine Kettenreaktion ein:



Sie kann durch das Aufeinandertreffen zweier Radikale gestoppt werden.

### 3. Kurstag

#### Nukleophile Substitution an aliphatischen Verbindungen

##### Edukte und Produkte

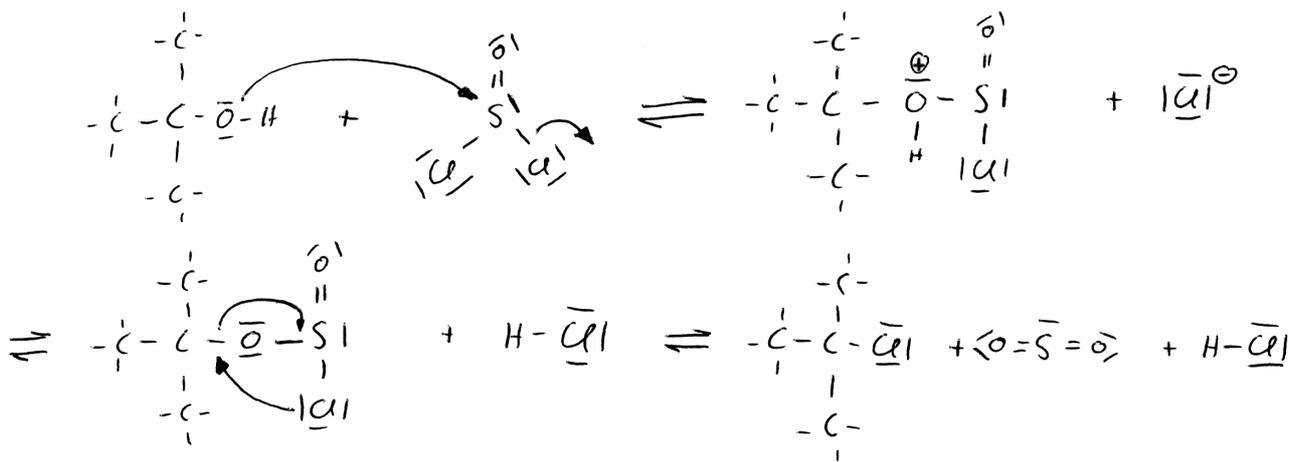
Tert. Butanol	30g R 20/21/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut. S16-26-36
Thionylchlorid	33ml R 34 Verursacht <b>Verätzungen</b> . R 14 Reagiert heftig mit Wasser. R 20/21/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut. S 45-26-28-27-36/37/39
Natriumsulfat	- R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut. S 26-36
Ethylbromid	10 Tropfen R 45 Kann Krebs erzeugen. R 20/21/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut. R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut. S16-45-26-36/37/39
Methanol	5ml R 23/25 Giftig beim Einatmen und Verschlucken. R 36/38 Reizt die Augen und die Haut. S 7-16-24-45-33
Silbernitrat-Lösung	Einige Tropfen R: 34 (Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich.) R: 50/53 (Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben.) S 26 - 40 - 60 - 61
Kalilauge	3ml R 34 Verursacht <b>Verätzungen</b> . R 20/21/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut. S26-37-36/37/39
Salpetersäure	- R 8 <b>Feuergefahr</b> bei Berührung mit brennbaren Stoffen.

	<p>R 23/24/25 Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut.  R 34 Verursacht <b>Verätzungen</b>.  R 14 Reagiert heftig mit Wasser.  S17-26-27-36/37/39</p>
Brombenzol	<p>10 Tropfen + 1ml</p> <p>R 20/21/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut.  R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut.  S16-26-36</p>
Magnesiumspäne	<p>0,1g</p> <p>R 15 Reagiert mit Wasser unter Bildung leicht entzündlicher Gase.  S7-8-43-36/37/39</p>
Diethylether	<p>5ml</p> <p>R: 12 (Hochentzündlich.)  R: 19 (Kann explosionsfähige Peroxide bilden.)  R: 22 (Gesundheitsschädlich beim Verschlucken.)  R: 66 (Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.)  R: 67 (Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.)  S: 9-16-29-33</p>
Iod	<p>Geringe Mengen</p> <p>R: 20/21 (Gesundheitsschädlich beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut.)  R: 50 (Sehr giftig für Wasserorganismen.)  S: 2, 23.2, 25, 61</p>
Salzsäure verdünnt	<p>5ml</p> <p>R: 34 (Verursacht Verätzungen. )  R: 37 (Reizt die Atmungsorgane. )  S: 26-36/37/39-45</p>
Calciumchlorid	<p>Einige Körnchen</p> <p>R: 22 (Gesundheitsschädlich beim Verschlucken.)  R 36/37/38 (Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut.)  S26-36</p>

### Reaktionsgleichung und Diskussion der Reaktionsmechnismen

#### 3.1 Darstellung von tert.-Butylchlorid aus tert.-Butanol

Zwischen tert. Butanol und Thionylchlorid findet eine  $S_{N1}$  statt. Dabei wird  $SO_2$  und  $HCl$  gebildet:

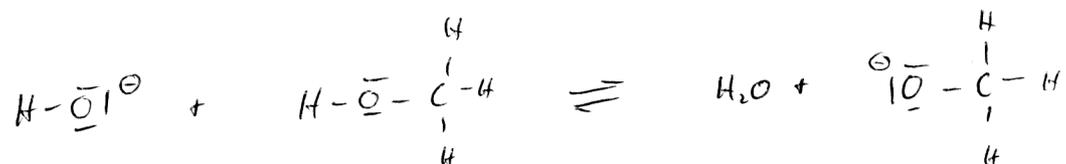


### 3.2

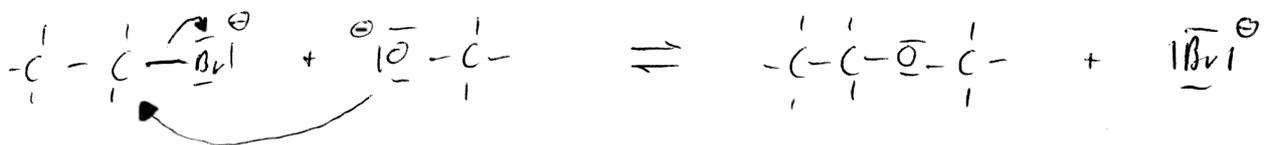
Es fällt kein Silberbromid aus, da Methanol als Nucleophil zu schwach ist, um eine  $S_N$  auszuführen.

### 3.3

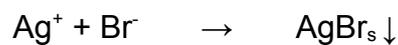
Es findet eine Säure-Base-Reaktion zwischen  $\text{OH}^-$  und Methanol statt:



Das Methanol greift nun an Ethylbromid an:



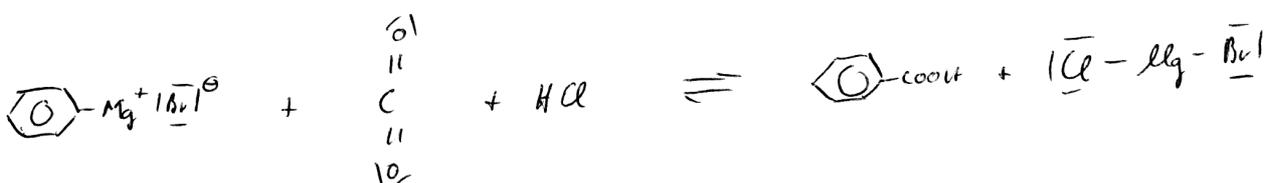
Silberbromid fällt aus, da es ein schwerlösliches Salz ist:



### 3.4

Der Benzolring verhindert das rückseitige Angreifen des C-Atoms, das mit dem Brom-Atom verknüpft ist.

### 3.5



## 4. Kurstag

### Elektrophile Substitution am Aromaten

#### Edukte und Produkte

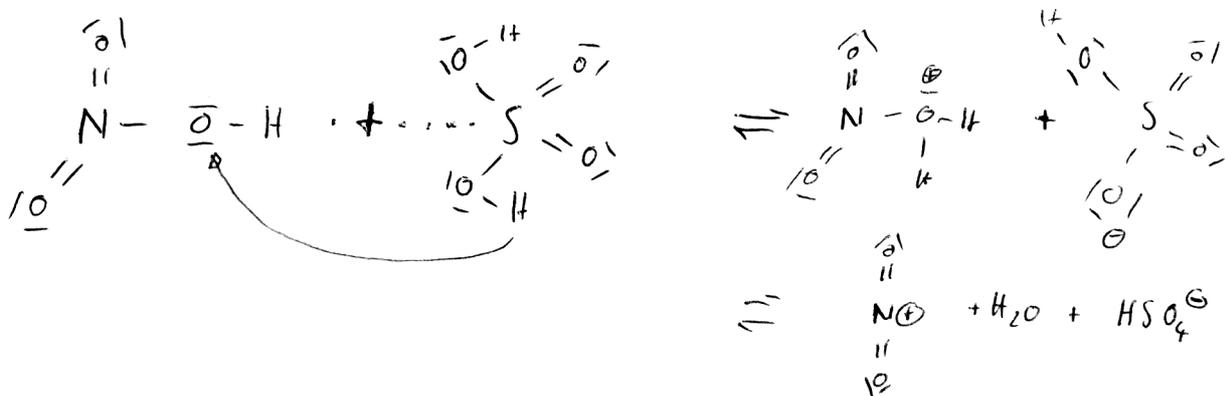
Schwefelsäure konzentriert	65ml  R 49 Kann Krebs erzeugen beim Einatmen. R 23 Giftig beim Einatmen. R 34 Verursacht Verätzungen. S 45-36/37/39-23
Salpetersäure konzentriert	65ml  R 8 Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen. R 23/24/25 Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut. R 34 Verursacht Verätzungen. R 14 Reagiert heftig mit Wasser. S17-26-27-36/37/39
Benzylcyanid	23ml  R 23/24/25 Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut. R 36 Reizt die Augen. R 37 Reizt die Atmungsorgane. R 38 Reizt die Haut. S 45-26-27-36/37/39
Ethanol	120ml  R 20/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen und Verschlucken. R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut. S 7-16-24-45
Toluol	2ml + 2ml  R 23/24/25 Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut. S16-45-26-36/37/39
Brom	-  R: 26 (Sehr giftig beim Einatmen.) R: 35 (Verursacht schwere Verätzungen.) S:7/9-26
Chloroform	1ml + 1ml  R: 22 (Gesundheitsschädlich beim Verschlucken.) R: 38 (Reizt die Haut.) R: 40 (Verdacht auf krebserzeugende Wirkung.) R: 48/20/22 (Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster

	Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Verschlucken.) S: (2)-36/37
Nitrobenzol	-  R 26/27/28 Sehr giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut. R 33 Gefahr kumulativer Wirkungen. R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut.

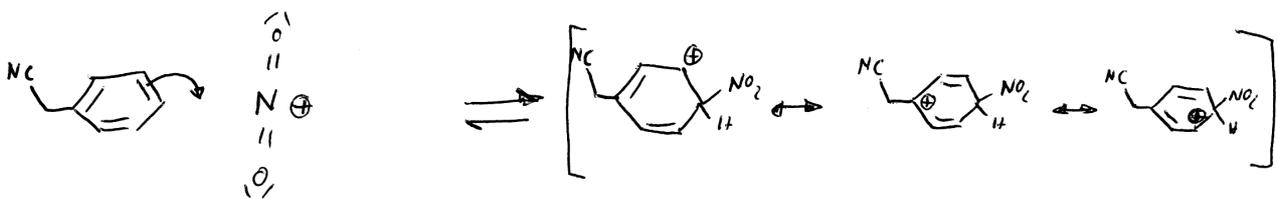
**Reaktionsgleichung und Diskussion der Reaktionsmechnismen**

4.1 Darstellung von (4-Nitrophenyl)acetonitril aus Phenylacetonitril (Benzylcyanid)

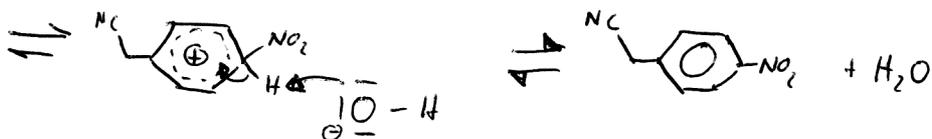
1. Schritt: Polarisierung der Salpetersäure mit Schwefelsäure als starker Lewis-Säure:



2. Schritt: Addition des elektrophilen  $\text{NO}_2^+$  an den Aromaten:



3. Schritt: Eliminierung und Wasserabspaltung



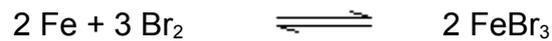
## 4.2

### 4.2.1

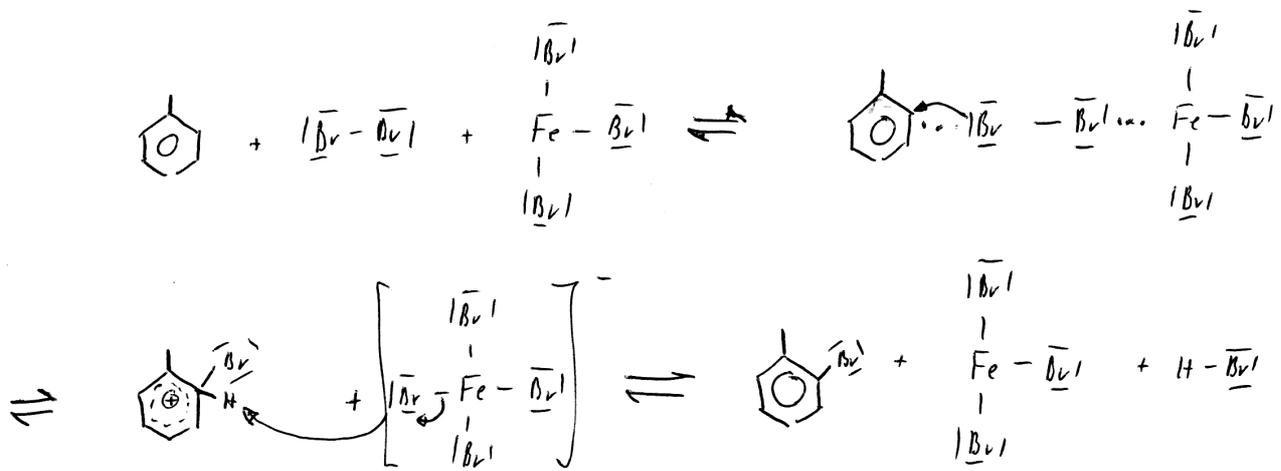
Es findet keine Reaktion statt. Für das Reagieren der Edukte in einer  $S_E$  wird hier ein Katalysator (z.B.  $FeBr_3$ ) benötigt.

### 4.2.2

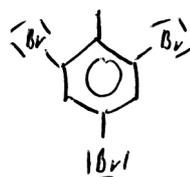
Es bildet sich zunächst der Katalysator:



Durch Polarisierung des  $Br_2$  kann nun die Reaktion stattfinden:



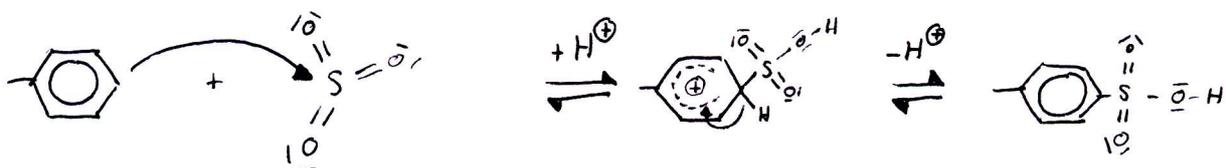
In weiteren Schritten kann es bis zu einem dreifach substituierten Produkt kommen:



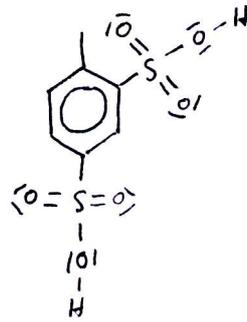
## 4.3

### 4.3.1

Aufgrund der stark elektronenziehenden Wirkung der drei Sauerstoffatome ist  $SO_3$  derart elektrophil, dass es den Aromaten direkt angreift:



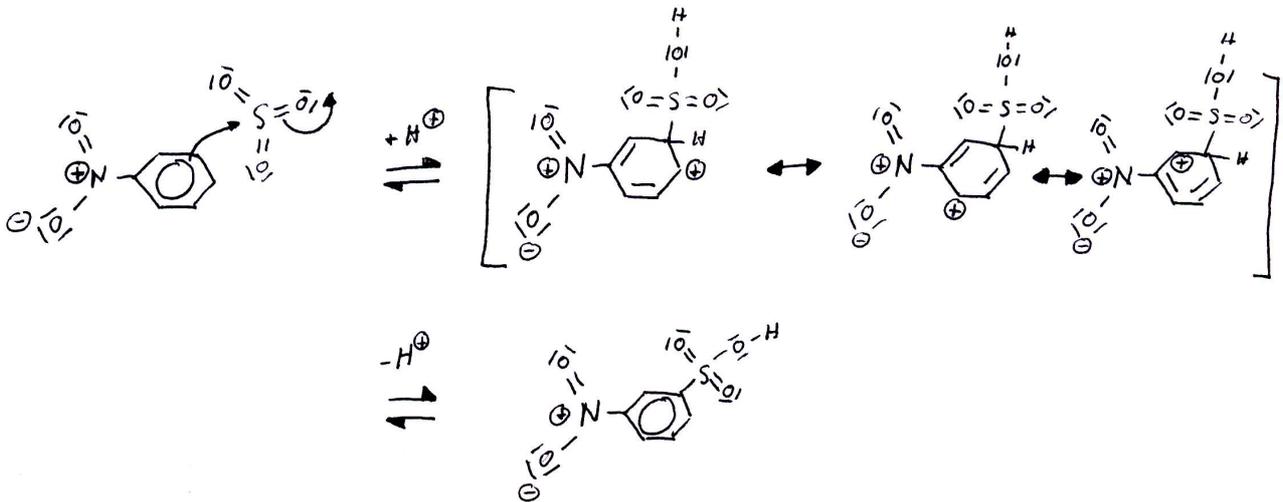
Als weiteres Produkt ist o,p-Toluoldisulfonsäure zu erwarten:



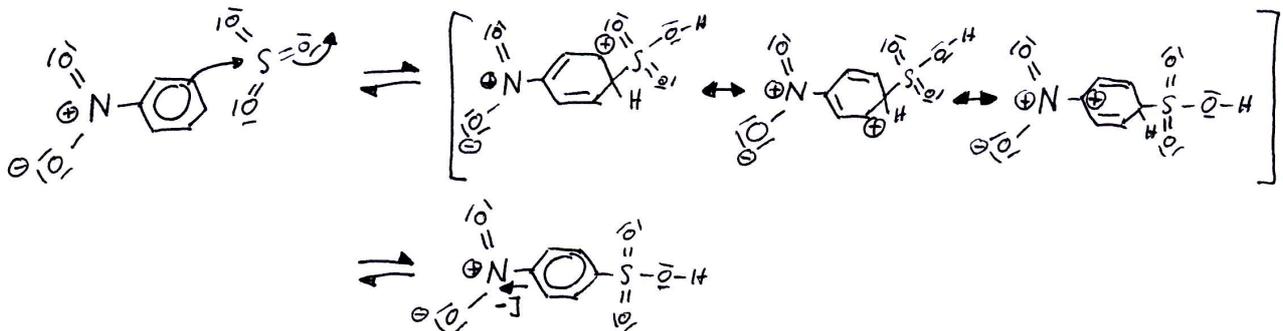
#### 4.3.2

Hier begünstigt der -M/-I-Effekt der Nitro-Gruppe die Substitution in m-Stellung:

m-Stellung



p-Stellung



Der -I-Effekt destabilisiert das Interdukt durch seine Wirkung an der positiven Ladung.

Bei 4.3.1 stabilisiert der +I-Effekt der Methyl-Gruppe die positive Ladung des Kohlenstoff-Atoms, mit der sie verbunden ist.

## 5. Kurstag

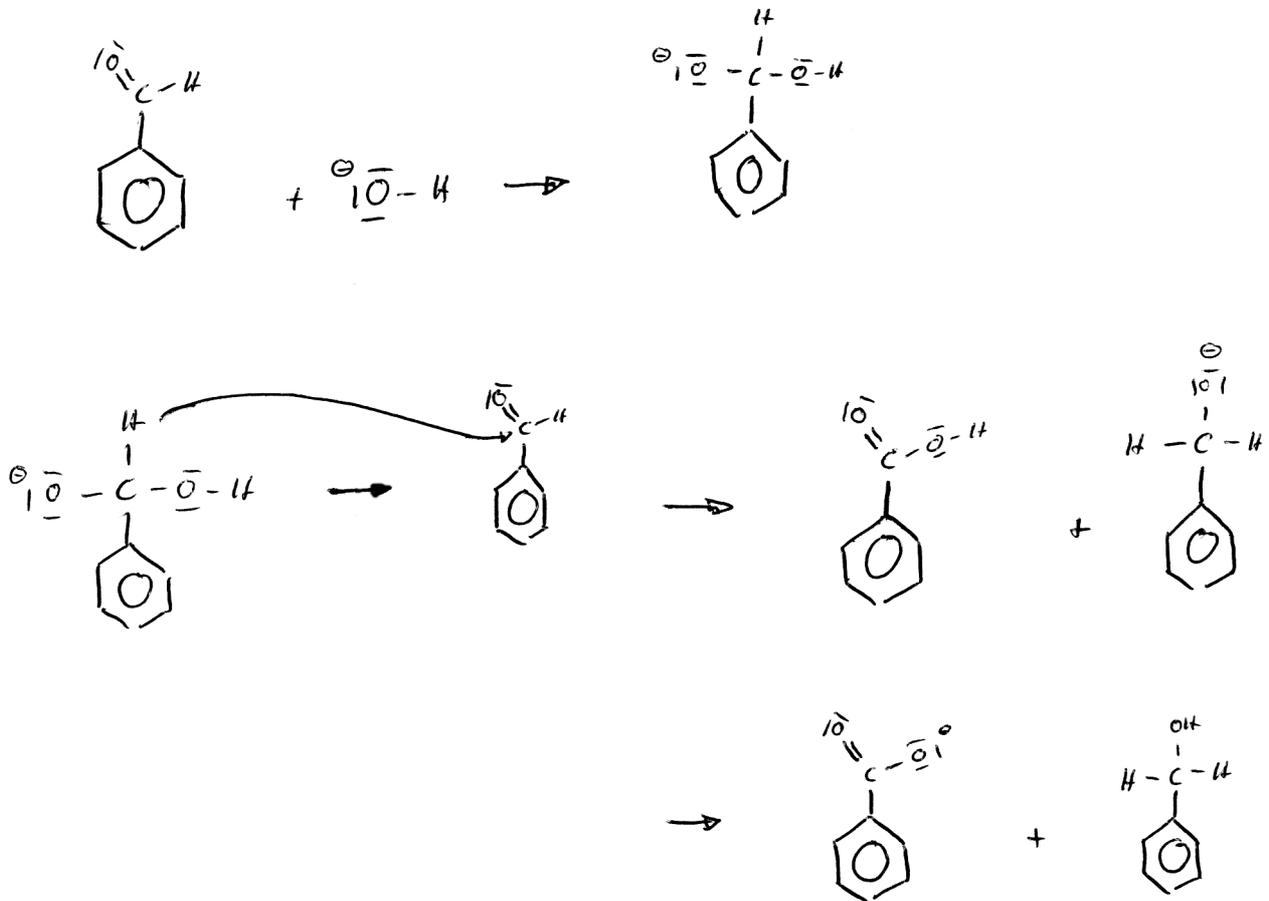
### Reaktionen von Carbonylverbindungen

Edukte und Produkte	
Benzaldehyd	20g R 22 Gesundheitsschädlich beim Verschlucken. R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut. R 42/43 Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich. R 40 Verdacht auf krebserzeugende Wirkung. S 26-36
Kaliumhydroxid	18g R 34 Verursacht Verätzungen. R 20/21/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut. S 26-37-36/37/39
Ether	50ml R: 12 (Hochentzündlich.) R: 19 (Kann explosionsfähige Peroxide bilden.) R: 22 (Gesundheitsschädlich beim Verschlucken.) R: 66 (Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.) R: 67 (Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.) S: 9-16-29-33
Natriumcarbonat	einige ml R 20/21/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut. S 26-36/37/39-22
Natriumsulfat	- R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut. S 26-36
Salzsäure konzentriert	30ml R: 34 (Verursacht Verätzungen. ) R: 37 (Reizt die Atmungsorgane. ) S: 26-36/37/39-45
Isopropanol	1ml R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut. R 41 Gefahr ernster Augenschäden. S 16-33-26-36
Kaliumchromatlösung	1ml

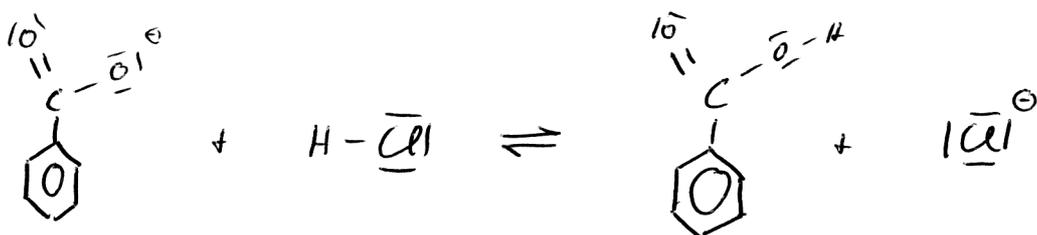
	<p>R 8 Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen.  R 45 Kann Krebs erzeugen.  R 46 Kann vererbare Schäden verursachen.  R 61 Kann das Kind im Mutterleib schädigen.  R 41 Gefahr ernster Augenschäden.  S 17-45-36/37/39-3/7</p>
Schwefelsäure konzentriert	<p>20 Tropfen</p> <p>R 49 Kann Krebs erzeugen beim Einatmen.  R 23 Giftig beim Einatmen.  R 34 Verursacht Verätzungen.  S 45-36/37/39-23</p>
2,4-Dinitrophenylhydrazin Lösung	<p>-</p> <p>R 5 Beim Erwärmen explosionsfähig.  R 20/21/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut.  R 43 Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich.  R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut.  S 16</p>
Formalin	<p>5ml</p> <p>R 45 Kann Krebs erzeugen.  R 46 Kann vererbare Schäden verursachen.  R 23/24/25 Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut.  R 34 Verursacht Verätzungen.  R 42/43 Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich.  S 45-26-36/37/39-51-1/2</p>
Aceton	<p>0,5ml</p> <p>R 37/38 Reizt die Atmungsorgane und die Haut.  R 41 Gefahr ernster Augenschäden.  S 16-33-3/7-26-36</p>
Ethanol	<p>3ml</p> <p>R 20/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen und Verschlucken.  R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut.  S 7-16-24-45</p>
Natronlauge 2N	<p>-</p> <p>R: 35 (Verursacht schwere Verätzungen.)  S: 26-36/37/39-45</p>

## Reaktionsgleichung und Diskussion der Reaktionsmechnismen

### 5.1 Darstellung von Benzoesäure und Benzylalkohol aus Benzaldehyd (Cannizzaro-Reaktion)

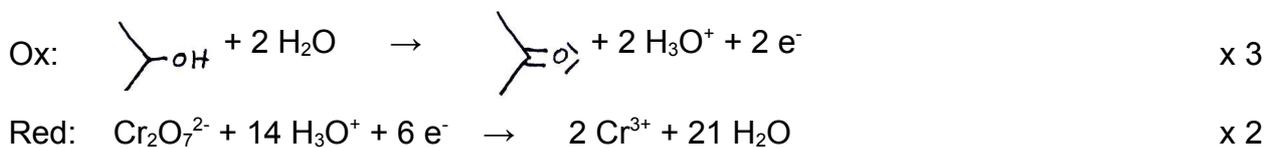


Durch HCl wird die Benzoesäure protoniert und ausgefällt:

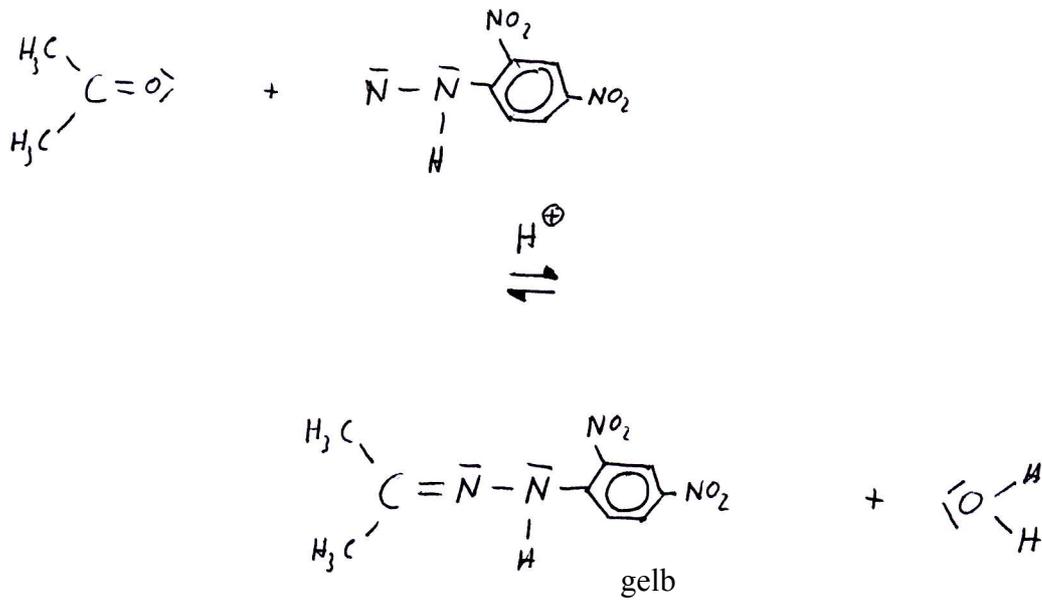


### 5.2

Das Isopropanol wird von Kaliumchromat zu Aceton oxidiert:

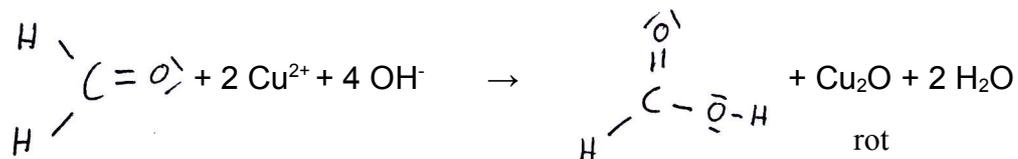
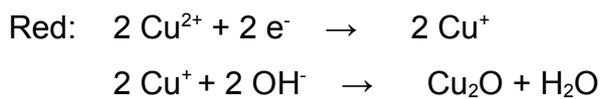
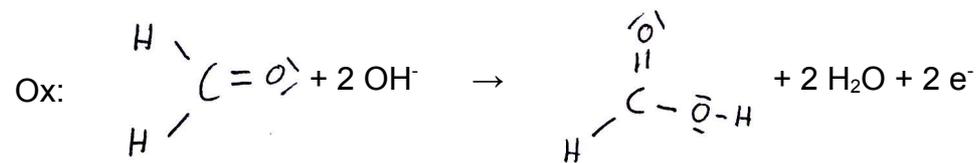


Anschließend reagiert das Aceton zu Dinitrophenylhydrazon weiter:



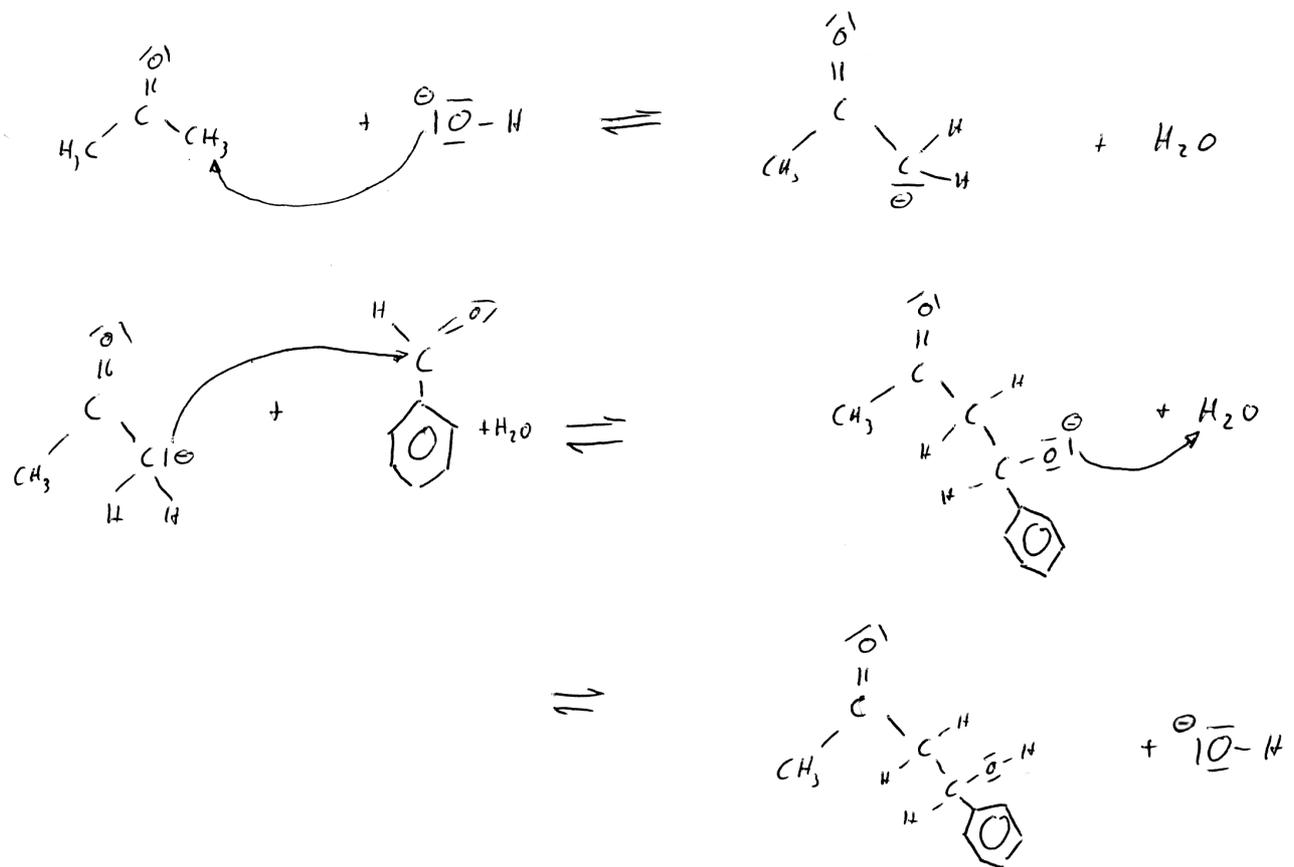
### 5.3

Es handelt sich um die Fehling'sche Probe, ein Nachweis für Aldehyde:

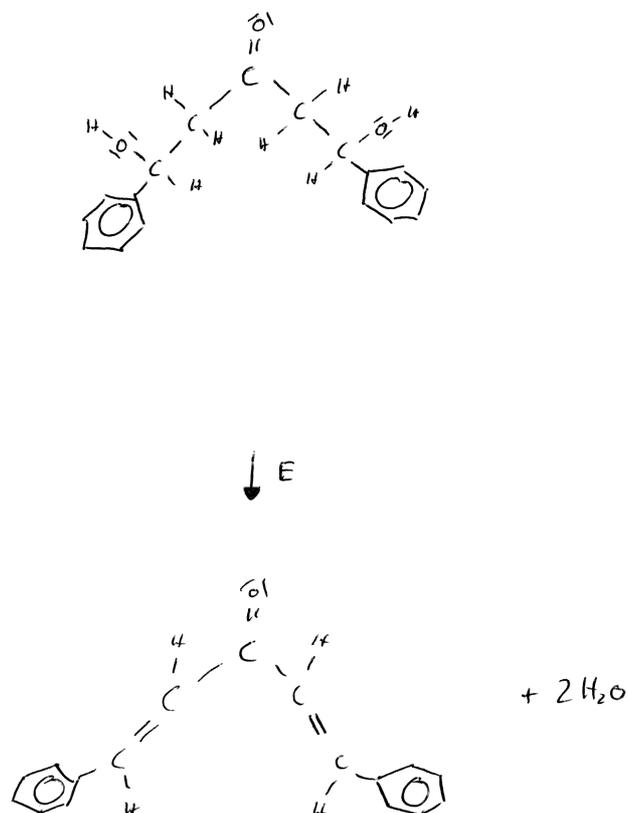


### 5.4

Es findet eine basenkatalysierte Aldoladdition statt:



Auf analoge Weise reagiert auch die zweite  $\text{CH}_3$ -Gruppe des Acetons. Das Produkt bildet unter Wasserabspaltung Doppelbindungen aus.



## 6. Kurstag

### Synthese und Reaktionen von Aminen

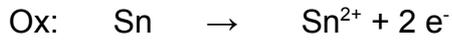
#### Edukte und Produkte

Nitrobenzol	5g  R 26/27/38 sehr giftig beim Einatmen verschlucken und Berühren mit der Haut R 33 Gefahr kumulativer Wirkungen. R36/37/38 Reizt Augen, Atmungsorgane, Haut S45-26-36/37/39-23
Zinn	15g  R36/37/38 Reizt Augen, Atmungsorgane, Haut S16-33-26-36/37/39
Ether	50ml  R: 12 (Hochentzündlich.) R: 19 (Kann explosionsfähige Peroxide bilden.) R: 22 (Gesundheitsschädlich beim Verschlucken.) R: 66 (Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.) R: 67 (Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.) S: 9-16-29-33
Salzsäure halbkonzentriert	70 ml  R: 34 (Verursacht Verätzungen. ) R: 37 (Reizt die Atmungsorgane. ) R 14 Reagiert heftig mit H <sub>2</sub> O S: 26-36/37/39-45
Natriumcarbonat	einige ml  R 20/21/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut. S 26-36/37/39-22
Diethylamin	0,5 ml  R34 Verursacht Verätzungen R23/24/25 Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berühren mit der Haut R42/43 Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich
Salzsäure konzentriert	2 mal 5ml  R: 34 (Verursacht Verätzungen. ) R: 37 (Reizt die Atmungsorgane. ) R 14 Reagiert heftig mit H <sub>2</sub> O

	S: 26-36/37/39-45
Anilin	0,5 ml  R23/24/25 Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berühren mit der Haut R36/37/38 Reizt Augen, Atmungsorgane, Haut R 41 Gefahr ernster Augenschäden. R 40 Verdacht auf krebserzeugende Wirkung. S45-26-36/37/39-23
Natronlauge	5 ml  R: 35 (Verursacht schwere Verätzungen.) S: 26-36/37/39-45
Sulfanilsäure	4g  R 34 Verursacht Verätzungen. R 14 Reagiert heftig mit Wasser. R20/21/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Hautkontakt R36/37/38 Reizt Augen, Atmungsorgane und Haut S26-36
Natriumnitrit	1,6g  R 8 Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen. R 25 Giftig beim Verschlucken. R 20 Gesundheitsschädlich beim Einatmen. R36/37/38 Reizt Augen, Atmungsorgane und Haut R40 Irreversibler Schaden möglich S17-45-26-36/37/38
NaOH 2N	10ml  R: 35 (Verursacht schwere Verätzungen.) S: 26-36/37/39-45
HCl 2N	10ml  R: 34 (Verursacht Verätzungen. ) R: 37 (Reizt die Atmungsorgane. ) R 14 Reagiert heftig mit H <sub>2</sub> O S: 26-36/37/39-45
HCl 1N	20 ml  R: 34 (Verursacht Verätzungen. ) R: 37 (Reizt die Atmungsorgane. ) R 14 Reagiert heftig mit H <sub>2</sub> O S: 26-36/37/39-45
N,N-Dimethylanilin	2,4g  R 45 Kann Krebs erzeugen. R 23/24/25 Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Hautkontakt

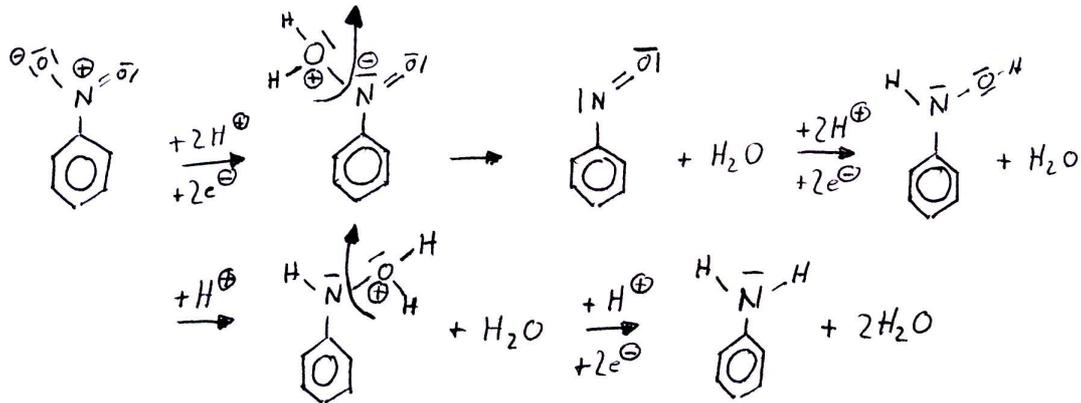
### Reaktionsgleichung und Diskussion der Reaktionsmechnismen

#### 6.1 Darstellung von Anilin aus Nitrobenzol

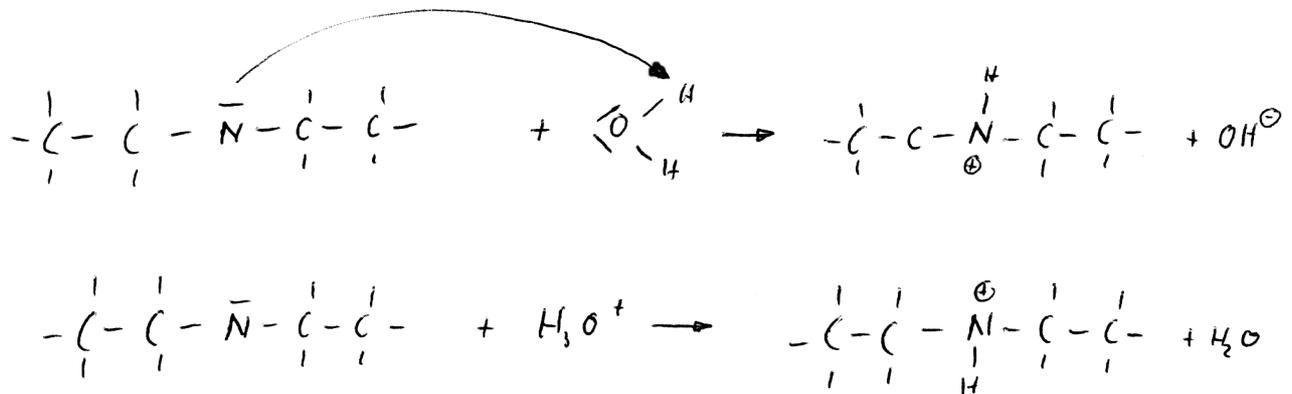


x 3

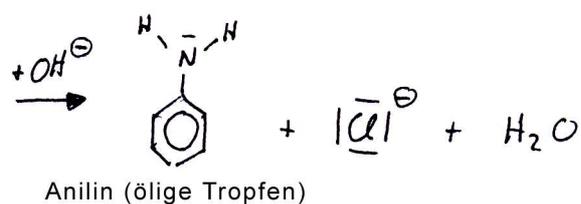
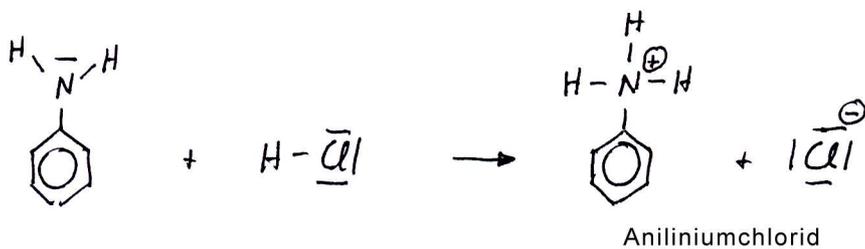
Red:



#### 6.2



#### 6.3

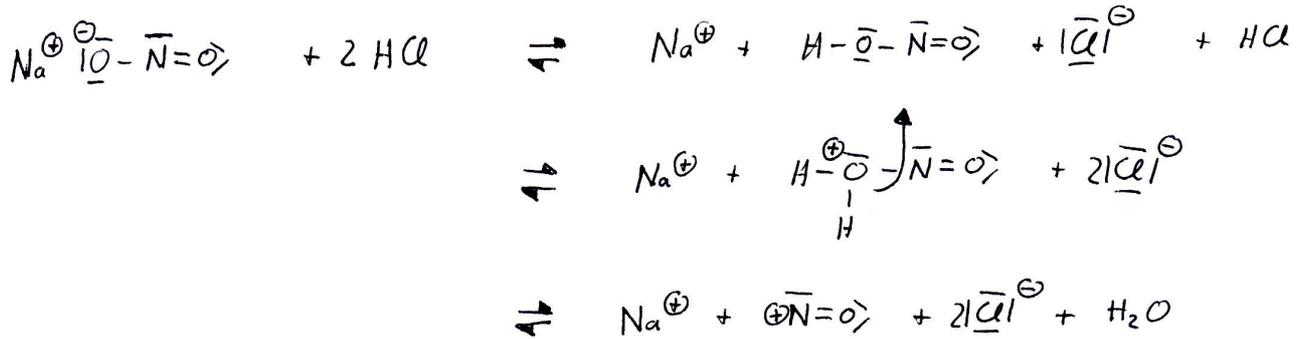


Anilin ist eine schwache Base. Daher ist eine reine Anilin-Lösung neutral.

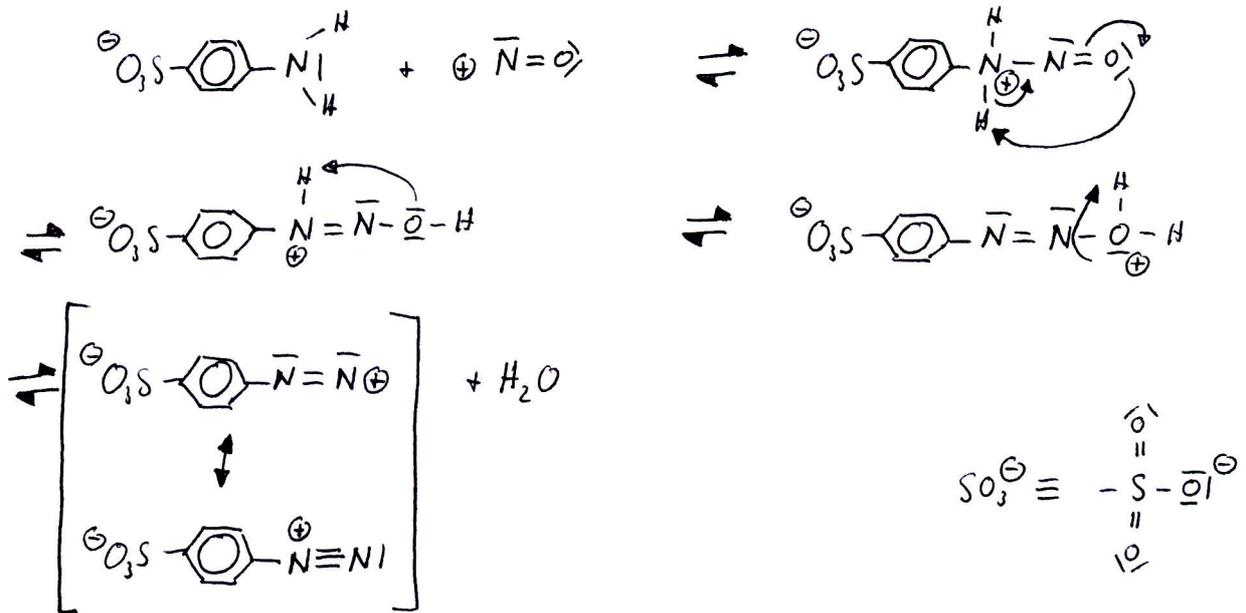
6.4

6.4.1

Darstellung der Edukte:

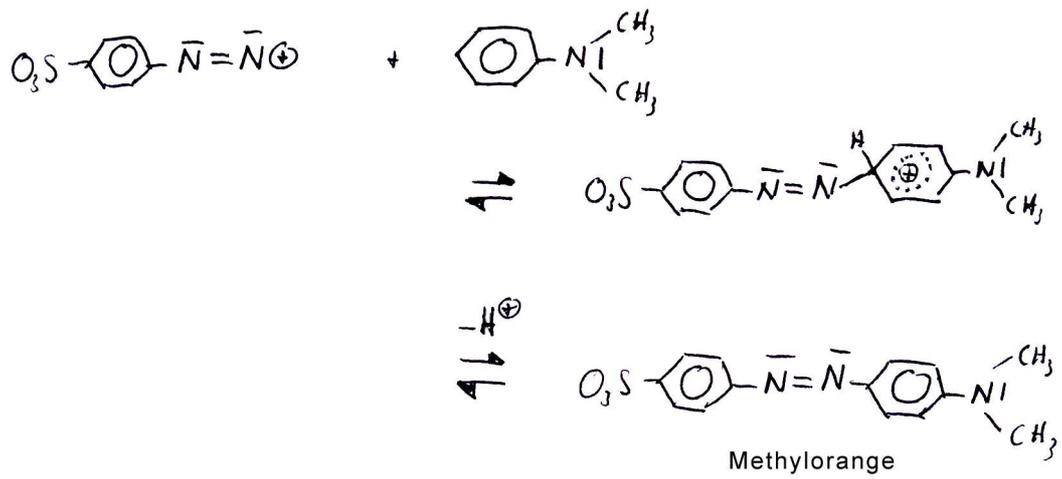


Reaktion:

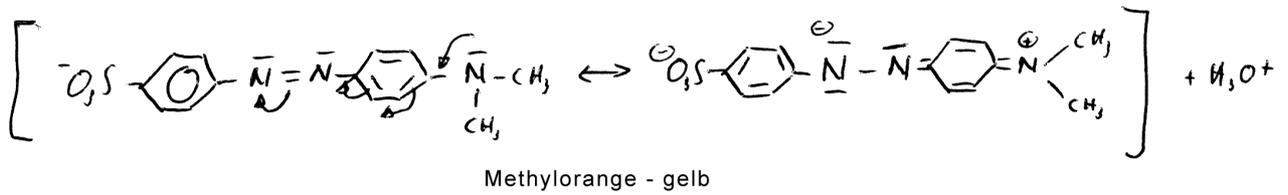


6.4.2 Azokupplung

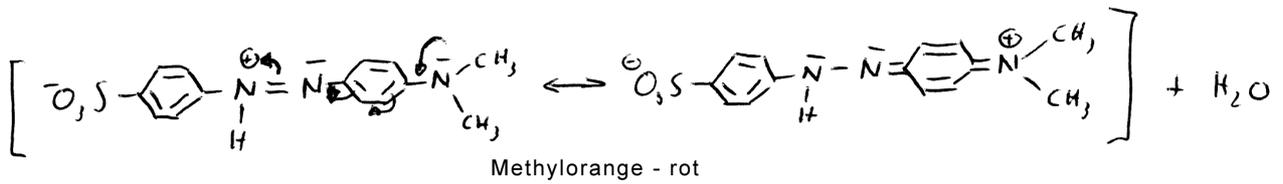
Die Azokupplung ist eine typische aromatische Substitution, bei der das Diazoniumion als elektrophiles Teilchen wirkt.



Farbbereiche von Methylorange	
gelb	pH > 4,4
rot	pH < 3,1



↓



## 7. Kurstag

### Reaktionen von Alkoholen, Carbonsäuren und deren Derivaten

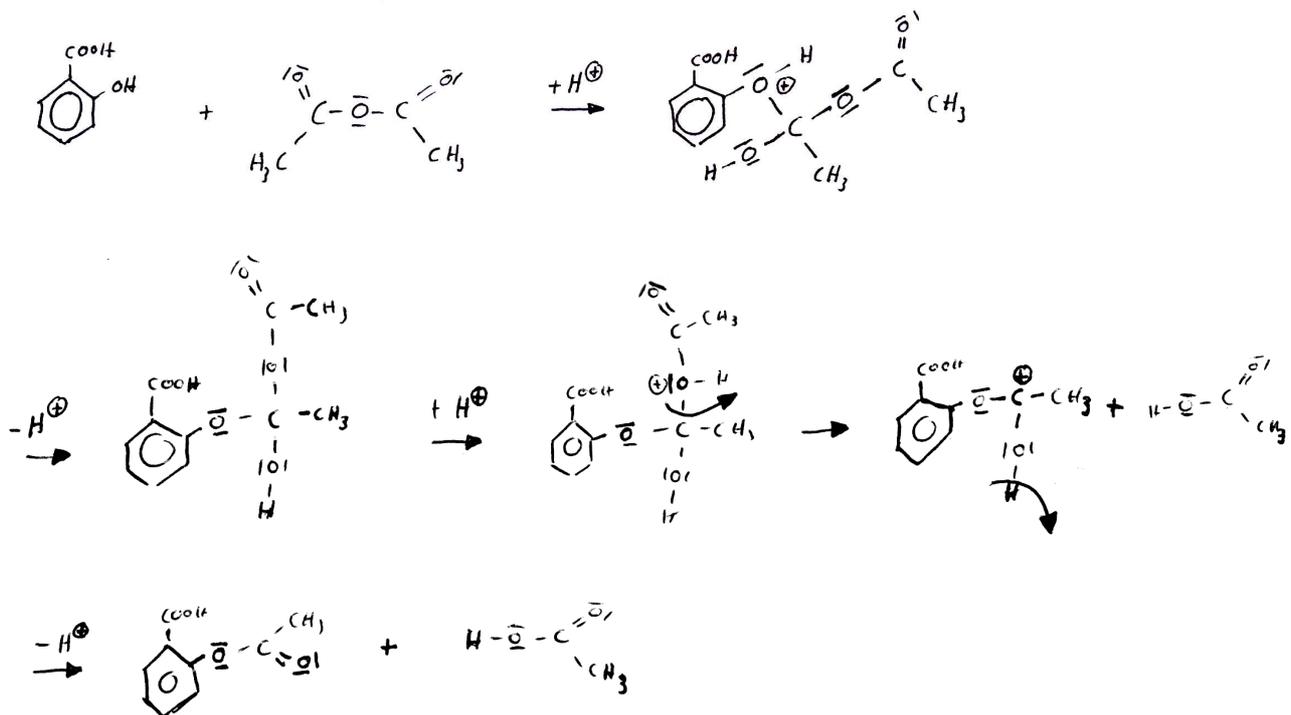
#### Edukte und Produkte

Essigsäureanhydrid	5ml  R 34 Verursacht Verätzungen. R20/21/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Hautkontakt S16-26-36/37/38-23
Salicylsäure	3,5g  R 61 Kann das Kind im Mutterleib schädigen R 22 Gesundheitsschädlich beim Verschlucken R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut S45-26-36/37/39-22
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> konzentriert	5 Tropfen  R 43 Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich R 49 Kann Krebs erzeugen beim Einatmen R 23 Giftig beim Einatmen S45-36/37/39-23
Olivenöl	5ml
Natronlauge	5 ml  R: 35 (Verursacht schwere Verätzungen.) S: 26-36/37/39-45
Ethanol	3ml  R 20/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen und Verschlucken. R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut. S 7-16-24-45
Methanol	5ml  R 23/25 Giftig beim Einatmen und Verschlucken. R 36/38 Reizt die Augen und die Haut. S 7-16-24-45-33
Phenol	Spatelspitze  R 23/24/25 Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut R 34 Verursacht Verätzungen S45-26-27-36/37/39
Phenolphthalinlösung	Einige Tropfen
Natronlauge verdünnt	2 Tropfen

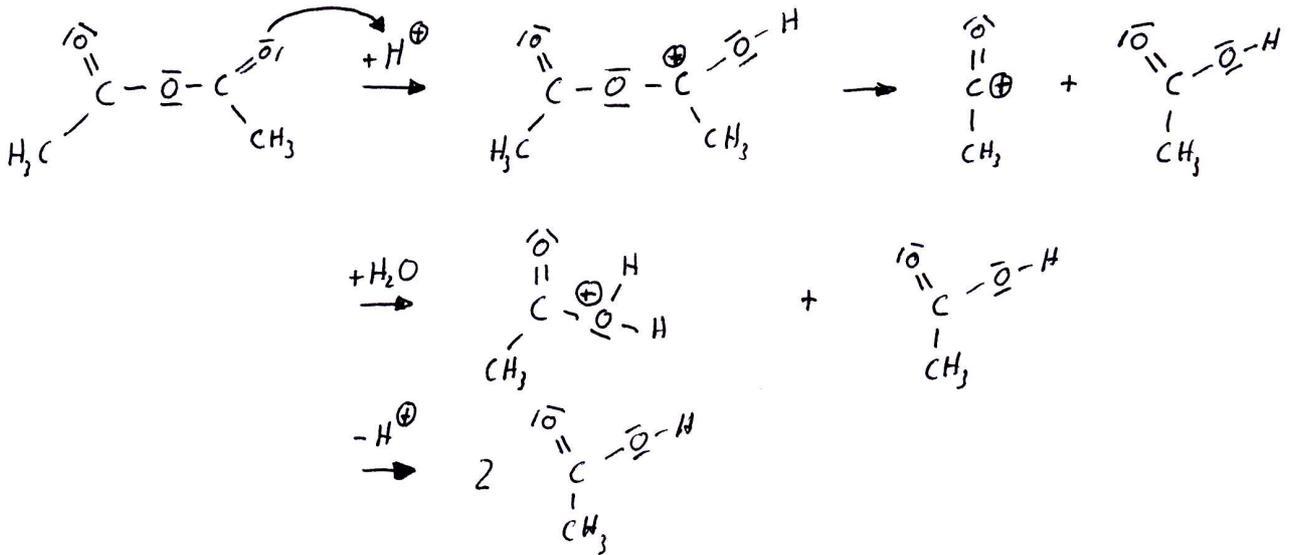
	R: 35 (Verursacht schwere Verätzungen.) S: 26-36/37/39-45
Acetessigester	2 Tropfen + 5 Tropfen  R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut. R 41 Gefahr ernster Augenschäden S 26-36
2,4-Dinitrophenylhydrazin Lösung	3 ml  R 5 Beim Erwärmen explosionsfähig. R 20/21/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut. R 43 Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich. R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut. S 16
2,4-Dinitrophenylhydrazon	2 Tropfen  R 34 Verursacht Verätzungen R 20/21/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und bei Berührung mit der Haut
Bromwasser	2ml
Brom	- R: 26 (Sehr giftig beim Einatmen.) R: 35 (Verursacht schwere Verätzungen.) S:7/9-26-36/37/39-45

### Reaktionsgleichung und Diskussion der Reaktionsmechnismen

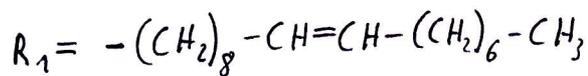
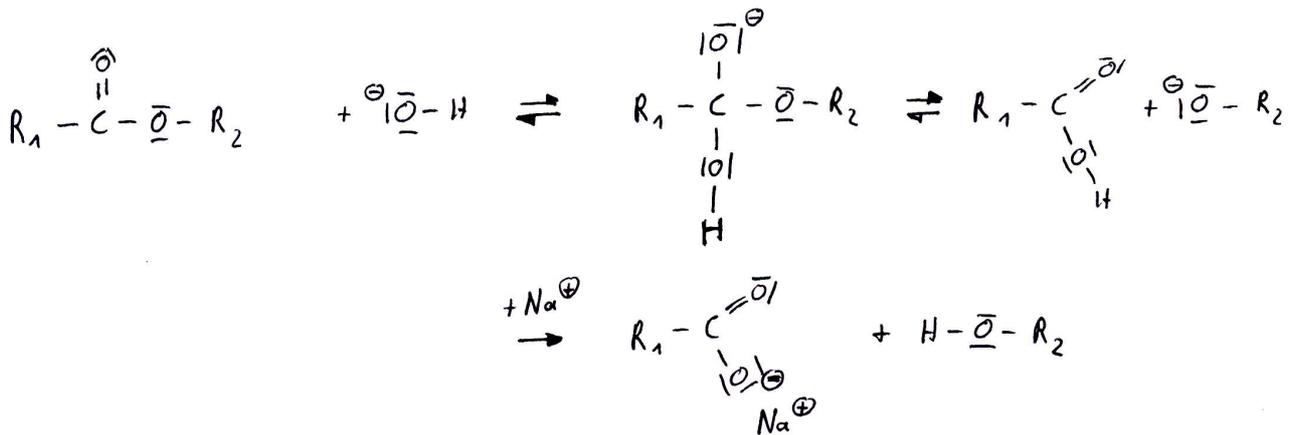
#### 7.1 Veresterung von Salicylsäure zu Acetylsalicylsäure



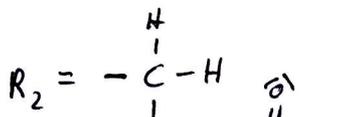
## Hydrolyse des Säureanhydrids



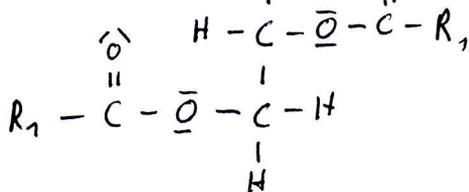
## 7.2 Verseifung von Olivenöl



Ölsäure

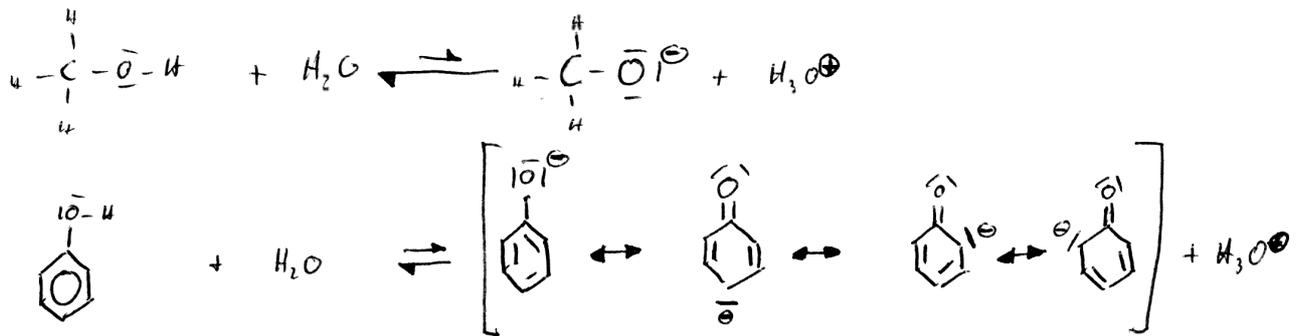


Glycerin



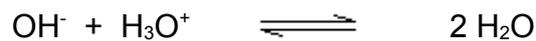
## 7.3

### 7.3.1 Acidität von Alkoholen und Phenolen

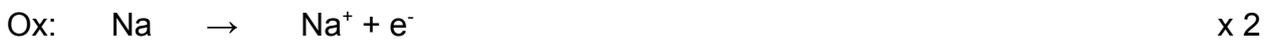


Im Gegensatz zu den meisten Alkoholat-Ionen ist das Phenolat-Ion mesomeriestabilisiert und liegt somit in größerer Menge vor.

### 7.3.2 Neutralisationsreaktion

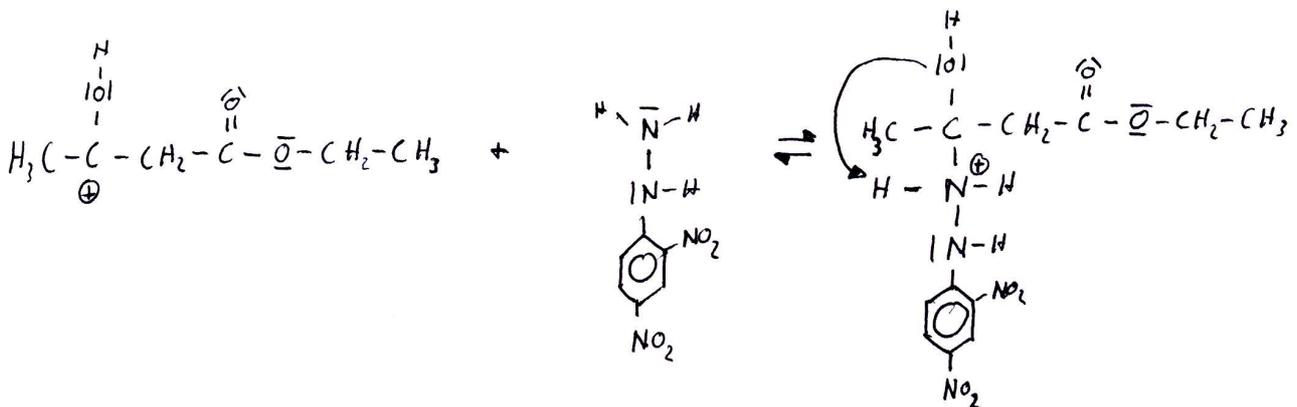


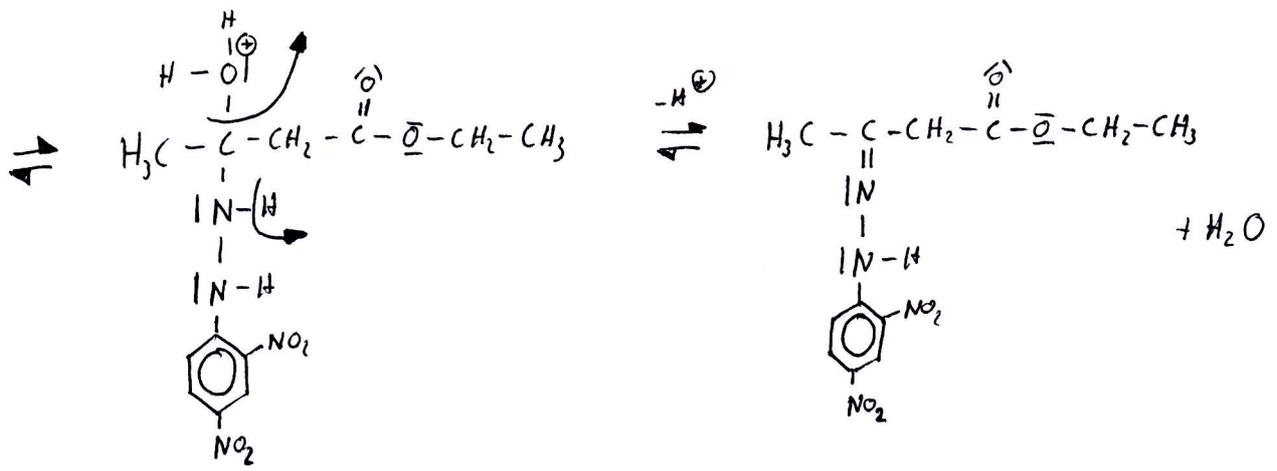
## 7.4 Redox-Reaktion



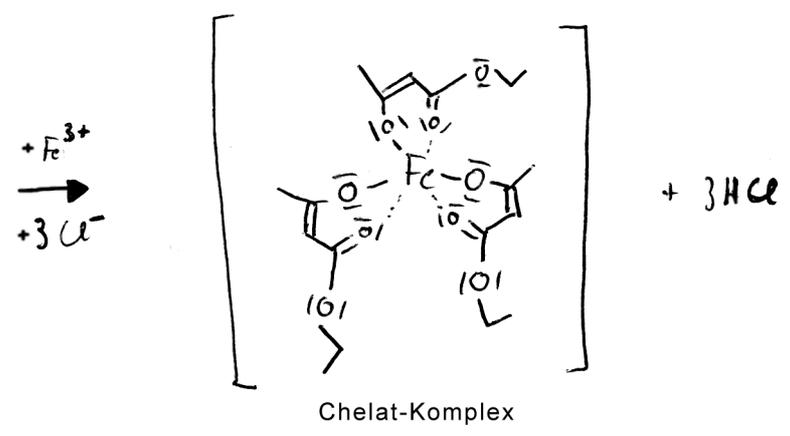
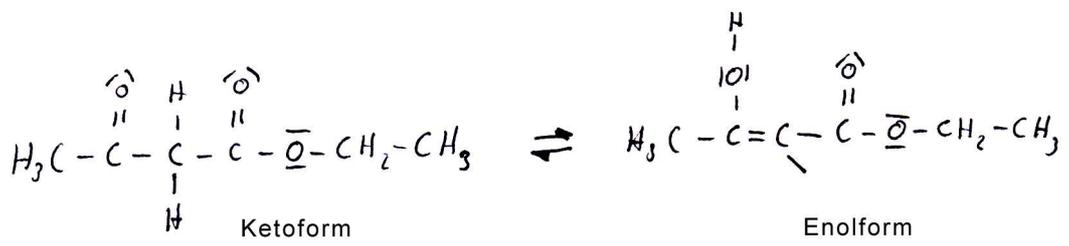
## 7.5

### 7.5.1

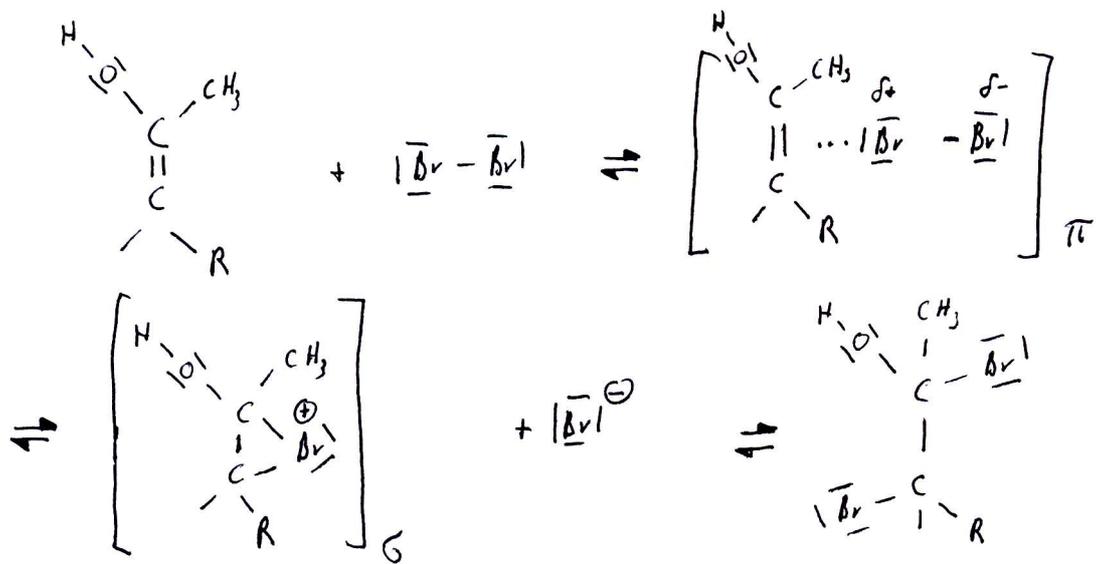




7.5.2



Bei der Zugabe von Br<sub>2</sub> findet eine A<sub>E</sub> an die Doppelbindung der Enolform statt. Dadurch kann die veränderte Enolform keinen Komplex mehr bilden:



# 8. Kurstag

## Synthetische Polymere

### Edukte und Produkte

Caprolactam	5g R 23 Giftig beim Einatmen R 21/22 Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut R 43 Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich
Natrium	0,1g R 34 Verursacht Verätzungen R 14/15 Reagiert heftig mit Wasser unter Bildung leicht entzündlicher Gase s26-27-36/37/39
Toluylendiisocyanat	0,5ml R 45 Kann Krebs erzeugen R 46 Kann vererbare Schäden verursachen R 26 Sehr giftig beim Einatmen R 42/43 Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich S23-26-28-38-45
Phenol	1g R 23/24/25 Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut R 34 Verursacht Verätzungen S45-26-27-36/37/39
Formalin	0,5ml + 2ml R 45 Kann Krebs erzeugen. R 46 Kann vererbare Schäden verursachen. R 23/24/25 Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut. R 34 Verursacht Verätzungen. R 42/43 Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich. S 45-26-36/37/39-51-1/2
HCl konzentriert	2ml + 3Tropfen R: 34 (Verursacht Verätzungen. ) R: 37 (Reizt die Atmungsorgane. ) R 14 Reagiert heftig mit H <sub>2</sub> O S: 26-36/37/39-45
Harnstofflösung	2ml

	R 40 Verdacht auf krebserzeugende Wirkung R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut S26-36-22
Sebacinsäuredichlorid	1ml  R: 34 (Verursacht Verätzungen. ) S: 26-27-36/37/39
Tetrachlorethylen	50ml  R 40 Verdacht auf krebserzeugende Wirkung R 51/53 Giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben S23-36/37-61
Azobenzol	
Hexamethyldiamin	1g
NaOH 2N	1g  R: 35 (Verursacht schwere Verätzungen.) S: 26-36/37/39-45
Desmophen	8g  R 23/24/25 Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut R 42/43 Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut
Desmodur	12g  R 23/24/25 Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut R 42/43 Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut

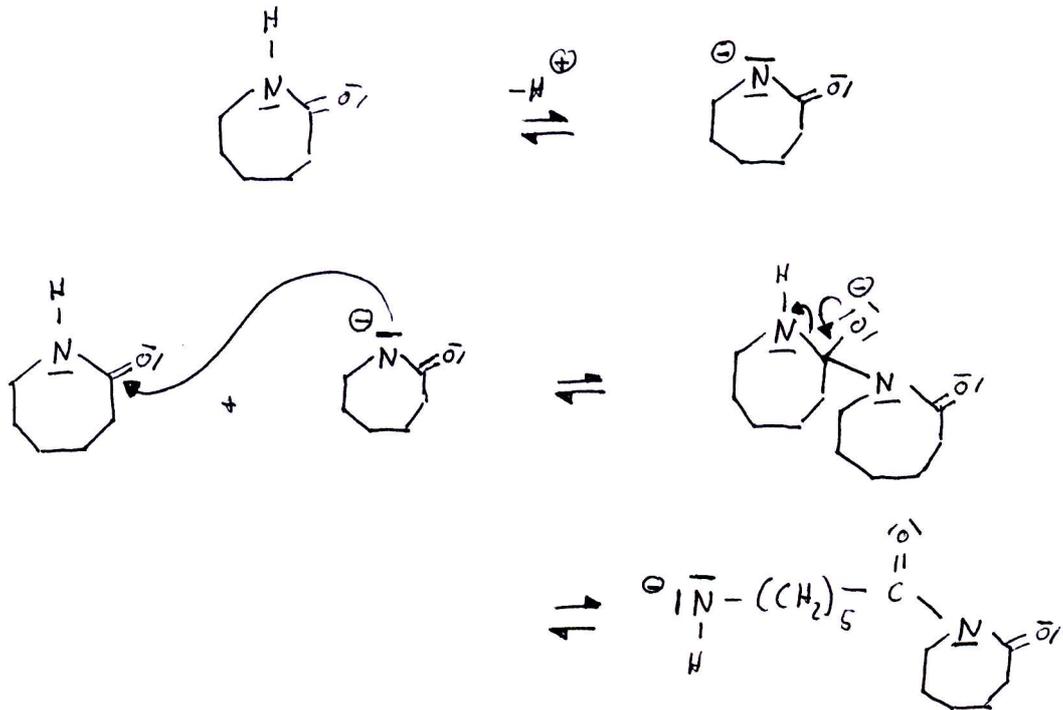
### Reaktionsgleichung und Diskussion der Reaktionsmechnismen

#### 8.1 Ionische Polymerisation von Caprolactam

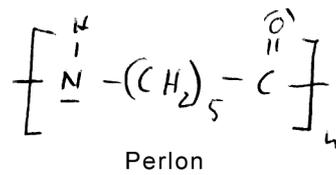
Mechanismus:



Startreaktion:



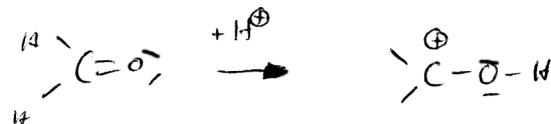
Produkt:



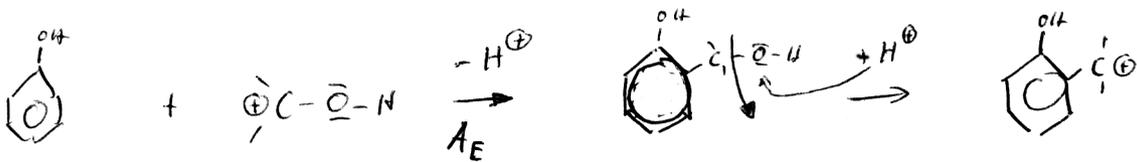
## 8.2 Polykondensation von Phenol und Formalin

8.2.1

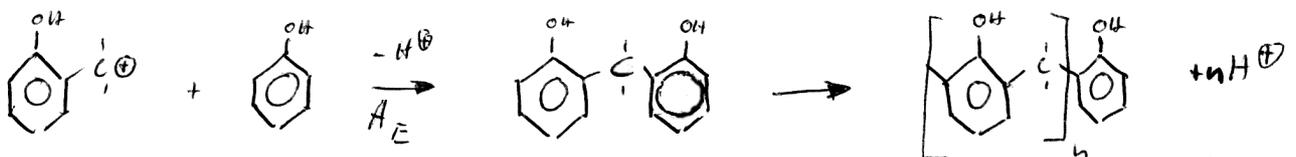
(I)



(II)



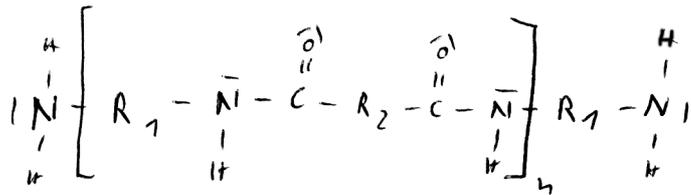
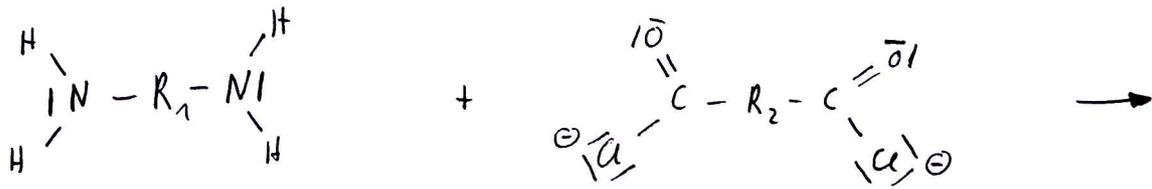
(III)



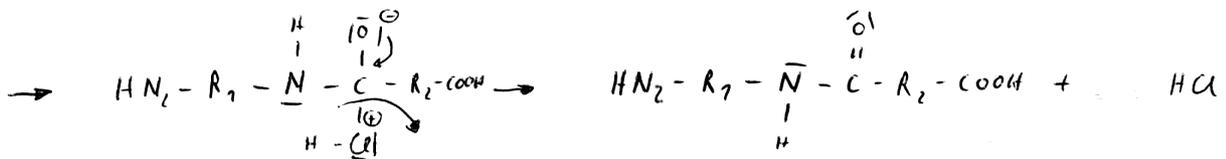
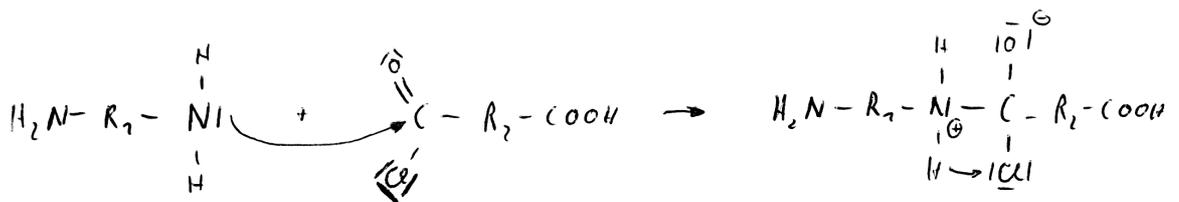


### 8.4 Darstellung eines Polyamids aus Diamin und Dicarbonsäuredichlorid

Reaktion allgemein:



Mechanismus:





## 9. Kurstag

### Chromatographische Trennmethode

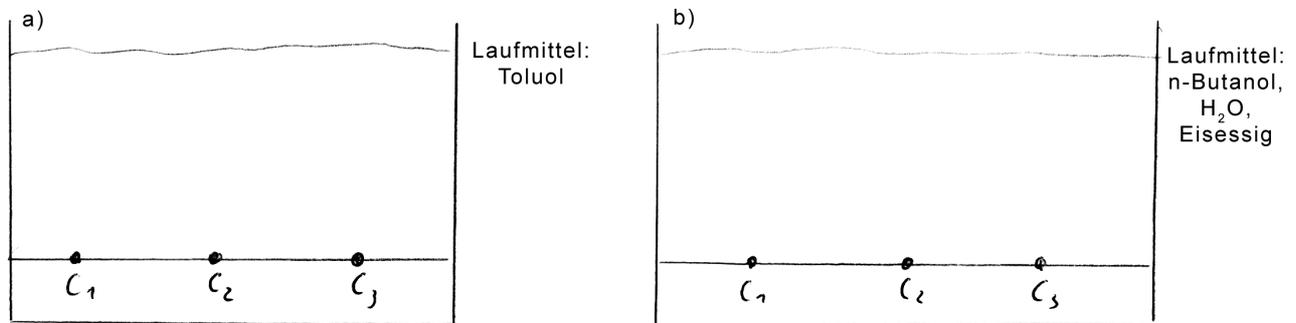
#### Edukte und Produkte

Chloroform	<p>5 Tropfen</p> <p>R: 22 (Gesundheitsschädlich beim Verschlucken.)  R: 38 (Reizt die Haut.)  R: 40 (Verdacht auf krebserzeugende Wirkung.)  R: 48/20/22 (Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Verschlucken.)  S: (2)-36/37</p>  <p>Xn</p>
Toluol	<p>2 mal 100ml + 200ml</p> <p>R 23/24/25 Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut.  S16-45-26-36/37/39</p>
n-Butanol	<p>R 20/21/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und bei Berührung mit der Haut  S16-26-36</p>
Kieselgel	40-50g
Petrolether	<p>150ml</p> <p>R 23/25 Giftig beim Einatmen und beim Verschlucken  R 36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut  S16-3/7-26-62-36</p>
Paprika-Lsg	2ml
Essigester	200ml + 100ml
Albuminhydrolysat	
Bariumhydroxidlösung	
Stickstoff	
Schwefelsäure 2N	<p>R 43 Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich  R 49 Kann Krebs erzeugen beim Einatmen  R 23 Giftig beim Einatmen  S45-36/37/39-23</p>

## Reaktionsgleichung und Diskussion der Reaktionsmechnismen

### 9.1 Trennung der Farbstoffe aus Kugelschreiberpasten

Kugelschreiberpaste + Chloroform in 3 verschiedenen Konzentrationen



### 9.2 Trennung der Paprikafarbstoffe

- mittels Trennsäule
- Kieselgel + Petrolether -> Blasenentwicklung
- Seesand
- Paprikalösung

Aufspaltung = Eluation erfolgt durch Zugabe von Laufmitteln steigender Polarität

## 10. Chromatographische Trennung (DC) von Aminosäuren aus einem Albumin-Hydrolysat

Aminosäuren werden auf Dünnschichtplatte aufgetragen

Trägermaterial: Gieselgel

Schichtdicke: 0,25mm

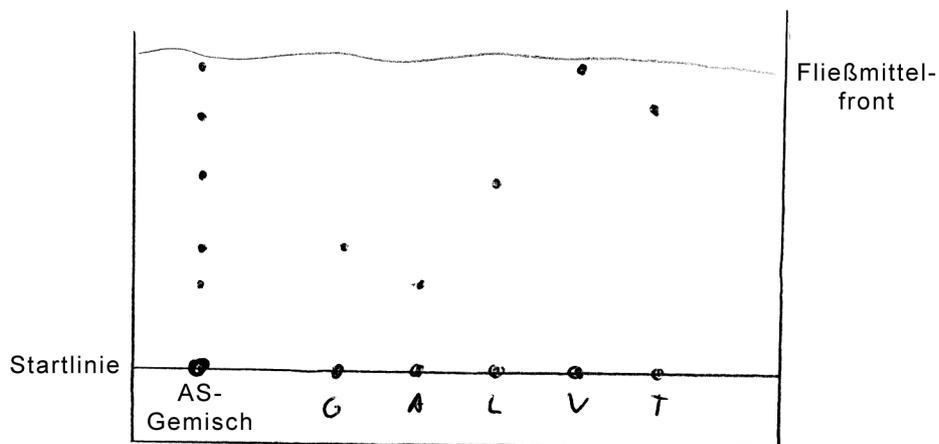
Laufmittel: Butanol : Eisessig : H<sub>2</sub>O - (4 : 1 : 1)

Vergleichssubstanzen:

- Glycin
- Alanin
- Leucin
- Valin
- Tyrosin

Dünnschichtchromatografie:

- Adsorptionschromatografie
  - höhere Trennschärfe, kürzere Trennzeiten
  - Trennschärfe abhängig von Fließmittel (je nach Polarität)
- Unterschied in Fähigkeit, die adsorbierten Substanzeilchen zu verdrängen, indem Fließmitteleilchen an deren Stelle treten => Substanz wird weiter transportiert
- Desorptions- und Adsorptionsvorgänge => Wanderungsgeschwindigkeiten einzelner Substanzen
  - Sichtbarmachung: Ninhydrin



Ninhydrin-Reaktion:

