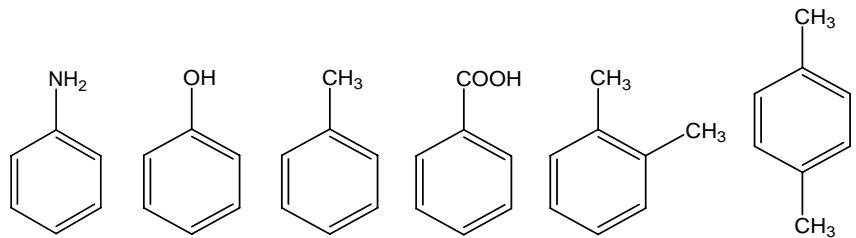


**1. Benzolderivate**

Benennen Sie die folgenden Derivate des Benzols:

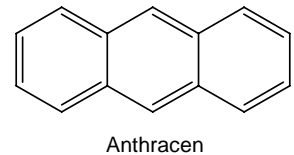
a) nach den Regeln der IUPAC ausgehend von Benzol.

b) mit den Trivialnamen.



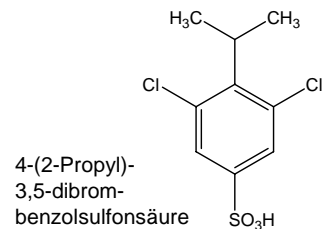
**2. Additionsneigung des Anthracens**

Im Gegensatz zu Benzol und Naphthalin neigt Anthracen zu Additionsreaktionen. So bilden sich mit Wasserstoff, Chlor oder Brom durch elektrophile Additionen Dihydro-, Dichlor- bzw. Dibromanthracen. Erklären Sie dieses Verhalten. Geben Sie an, an welchen Positionen die Additionen stattfinden und welche Struktur die Additionsprodukte haben.



**3. Mehrfachsubstitution von Benzol**

Entwerfen Sie einen möglichen Syntheseweg für die neben dargestellte Zielverbindung. Gehen Sie von Benzol aus, geben Sie die nötigen Chemikalien sowie die Reaktionsbedingungen an, und stellen Sie die Mechanismen der Reaktionen dar. Begründen Sie auch, warum Sie den Syntheseweg in dieser Weise vorschlagen.



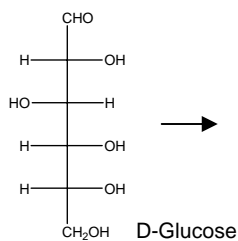
**4. Künstliche Fettherstellung und -bearbeitung**

a) Schlagen Sie einen chemischen Syntheseweg vor, mit dem es theoretisch möglich wäre, aus Glycerin und Stearinsäure (18:0) ein Fett künstlich herzustellen. Welche Reaktionsbedingungen wählen Sie? Welche Hilfsreagenzien benötigen Sie?

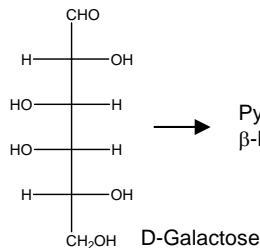
b) Durch „Fetthärtung“ können Öle in feste, streichfähige Fette überführt werden. Dabei wird das Öl mit Wasserstoff in Gegenwart von Metallkatalysatoren umgesetzt. Welche chemische Reaktion läuft dabei ab? Wieso tritt dadurch eine „Fetthärtung“ ein?

**5. Kohlenhydrate und ihre Strukturen**

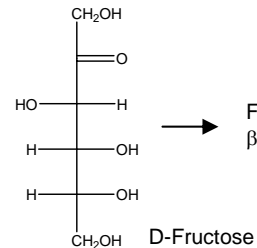
a) Zeichnen Sie die geforderten Ringstrukturen der folgenden, in ihrer Fischer-Projektion angegebenen Zucker. Geben Sie die Ringe als Haworth-Formeln und, im Falle der Sechsringer, auch in der Sesselkonformation an. Nummerieren Sie jeweils die C-Atome durch.



Pyranose,  
 $\alpha$ -Form



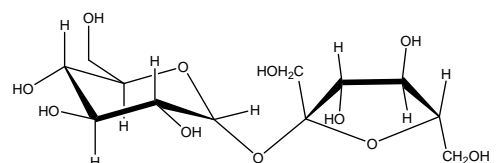
Pyranose,  
 $\beta$ -Form



Furanose,  
 $\beta$ -Form

b) Erläutern Sie, wieso es in den Ringstrukturen nötig wird, zwischen  $\alpha$ - und  $\beta$ -Form zu unterscheiden.

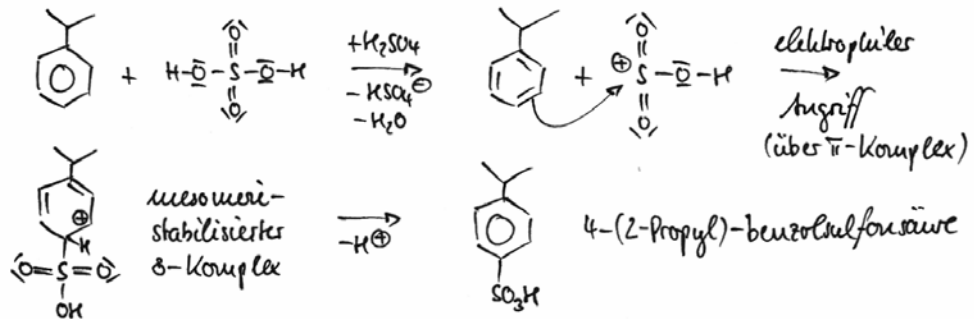
c) Saccharose (Rohrzucker) ist ein Disaccharid aus Glucose und Fructose. Übertragen Sie die neben dargestellte Struktur des Rohrzuckers auf Ihr Arbeitsblatt. Kennzeichnen Sie darin die Glucose- und Fructose-Einheit, nummerieren Sie die C-Atome, entscheiden Sie zwischen  $\alpha$ - und  $\beta$ -Form und markieren Sie die Halbacetalstrukturen.



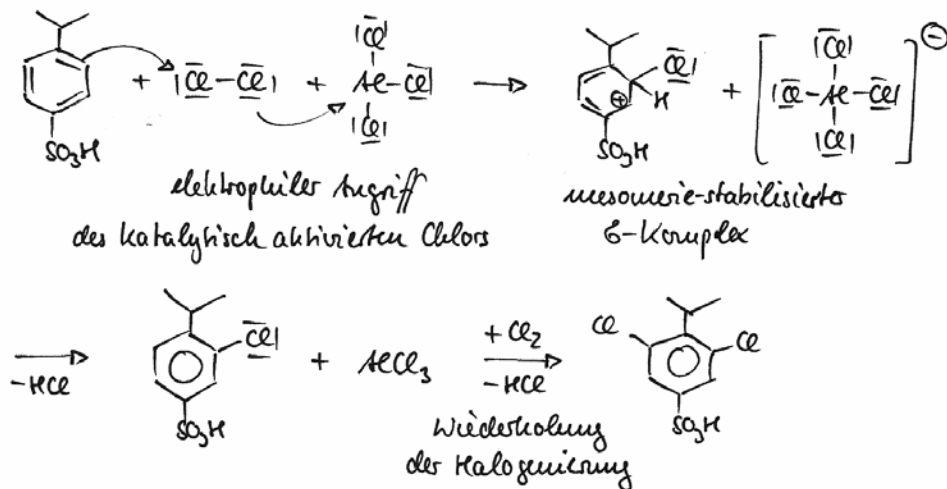


Fortsetzung  
Aufg. 3

Das allylierte Benzol ist für weitere SE reaktiver, und der Propylsubstituent dirigiert die Zweisubstitution durch seinen +I-Effekt nach ortho oder para, wobei ortho sterisch behindert ist. Es ist daher hauptsächlich para-Substitution zu erwarten.



Die Sulfonsäuregruppe deaktiviert den Aromaten und dirigiert weitere Substitutionen in die meta-Position aufgrund ihres -M-Effekts. Dies fällt zusammen mit dem Effekt der Propylgruppe, die nach ortho (von ihrer Position aus betrachtet) dirigiert.



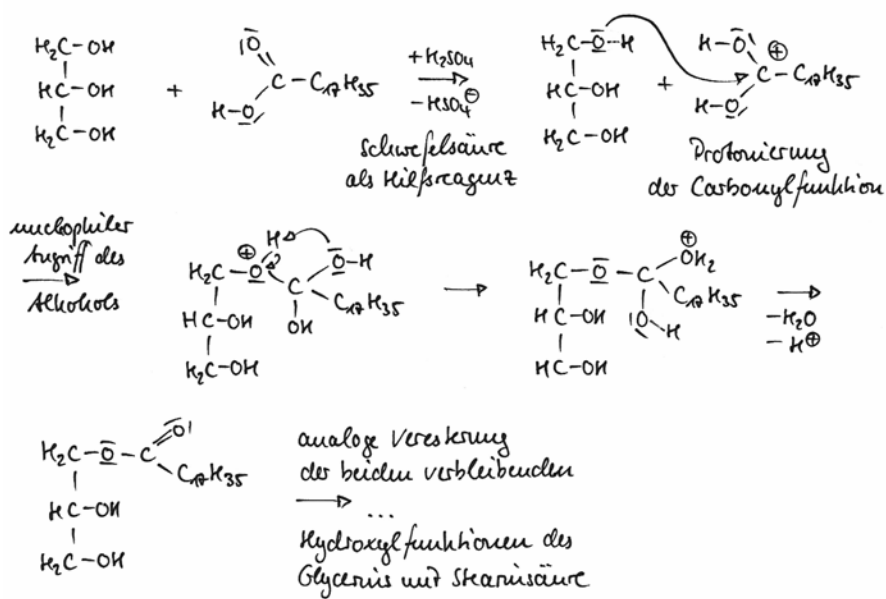
#### 4. Künstliche Fettherstellung und -bearbeitung

a) Schlagen Sie einen chemischen Syntheseweg vor, mit dem es theoretisch möglich wäre, aus Glycerin und Stearinsäure (18:0) ein Fett künstlich herzustellen. Welche Reaktionsbedingungen wählen Sie? Welche Hilfsreagenzien benötigen Sie?

Fette sind dreifache Ester des Glycerins mit Fettsäuren, also kann man sie mit Hilfe einer Veresterungsreaktion aus der Säure und dem Alkohol herstellen. Als Hilfsreagenz benötigt man Schwefelsäure, um die Carbonylfunktion der Säure zu protonieren und so das C-Atom der Carboxyl-Funktion für einen nucleophilen Angriff des Alkohols zu aktivieren. Die Veresterung läuft unter Säurekatalyse ab.

Insgesamt ist die Veresterung im sauren Milieu jedoch umkehrbar; es handelt sich um eine Gleichgewichtsreaktion zwischen Veresterung und Esterspaltung. Um das Gleichgewicht in Richtung auf die Veresterung zu verschieben, muss man die Veresterungsprodukte der Reaktion möglichst entziehen, z.B. also dafür sorgen, dass das bei der Veresterung entstehende Wasser entfernt (abdestilliert o. ä.) wird. Dadurch wird verhindert, dass das Wasser in der Umkehrreaktion für die Esterspaltung zur Verfügung steht. Dennoch wird die Veresterung im Säuren nie vollständig verlaufen, weil sich die Rückreaktion nicht völlig unterbinden lässt.

Fortsetzung  
Aufg. 4

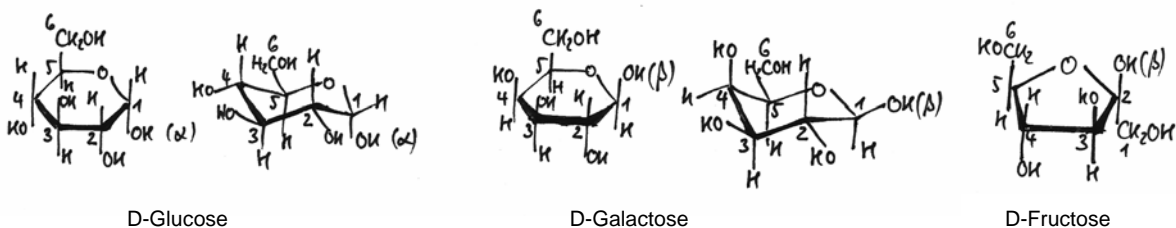


b) Durch „Fetthärtung“ können Öle in feste, streichfähige Fette überführt werden. Dabei wird das Öl mit Wasserstoff in Gegenwart von Metallkatalysatoren umgesetzt. Welche chemische Reaktion läuft dabei ab? Wieso tritt dadurch eine „Fetthärtung“ ein?

Öle sind Fette, deren Schmelztemperatur unterhalb der Raumtemperatur liegt. Im Falle der natürlichen Öle liegt dies daran, dass die Fette ungesättigte Fettsäureketten enthalten. Durch die cis-Doppelbindungen wird die Packung der Ketten behindert, so dass die Kristallisation, also der Übergang in den festen Zustand behindert wird. Folglich kann man die Verfestigung von Fetten erleichtern, indem man die störenden Doppelbindungen entfernt. Dies geschieht durch Hydrierung mit Wasserstoffgas in Gegenwart von Metalloberflächen als Katalysatoren. Die Doppelbindungen verschwinden, und es liegen gesättigte Alkylketten vor, die sich sehr viel leichter in eine langkettige Anordnung begeben und im festen Zustand „gepackt“ werden können. Die Schmelztemperaturen steigen folglich, und aus Ölen werden feste Fette. Daher bezeichnet man die Hydrierung der Doppelbindungen ungesättigter Fettsäureketten allgemein als „Fetthärtung“.

### 5. Kohlenhydrate und ihre Strukturen

a) Zeichnen Sie die geforderten Ringstrukturen der folgenden, in ihrer Fischer-Projektion angegebenen Zucker. Geben Sie die Ringe als Haworth-Formeln und, im Falle der Sechsringe, auch in der Sesselkonformation an. Nummerieren Sie jeweils die C-Atome durch.



b) Erläutern Sie, wieso es in den Ringstrukturen nötig wird, zwischen  $\alpha$ - und  $\beta$ -Form zu unterscheiden.

Der Ringschluss erfolgt durch einen nucleophilen Angriff der Hydroxylfunktion (am C-4) an der Carbonylfunktion. Die Doppelbindung öffnet sich und eine neue Hydroxylfunktion (am C-1 bzw. C-2) entsteht als Teil der Halbacetalstruktur. Im Zuge dieser Halbacetalbildung wird das C-1 bzw. C-2 mit vier unterschiedlichen Substituenten zu einem asymmetrischen C-Atom, das folglich in zwei chiralen Anordnungen entstehen kann. Diese beiden Formen bezeichnet man als  $\alpha$  und  $\beta$ , wobei  $\alpha$  für eine axiale Position in der Sesselkonformation eines Sechsrings steht.

