

## Inhaltsverzeichnis – Lösungen

Arbeitsblatt	Thema	Niveau	Kapitel
1	Nachwachsende Rohstoffe im Alltag	SEK I/II	1
2	Teller-Tank-Debatte – Kraftstoffe aus Biomasse	SEK I/II	3.1
3	Von der Fischer-Projektion zur Haworth-Formel	SEK II	4.1
4	Die Gewinnung von Zellstoff aus Holz	SEK I/II	4.1
5	Zur chemischen Struktur von Fetten und Ölen	SEK I/II	4.4
6	Gewinnung von Öl aus Raps	SEK I/II	4.4
7	Grundlagen der Chromatographie	SEK I/II	4.4
8	Trivialnamen	SEK I/II	5.3
9	Funktionelle Gruppen der organischen Chemie	SEK I/II	5.3
10	Mechanismus der alkoholischen Gärung	SEK II	5.3
11	Spiegelbild-Isomere der Milchsäure	SEK II	5.3
12	Darstellung von Sorbit und Mannit	SEK II	5.6
13	Rätsel	SEK I/II	1 und 5.3

## Nachwachsende Rohstoffe im Alltag

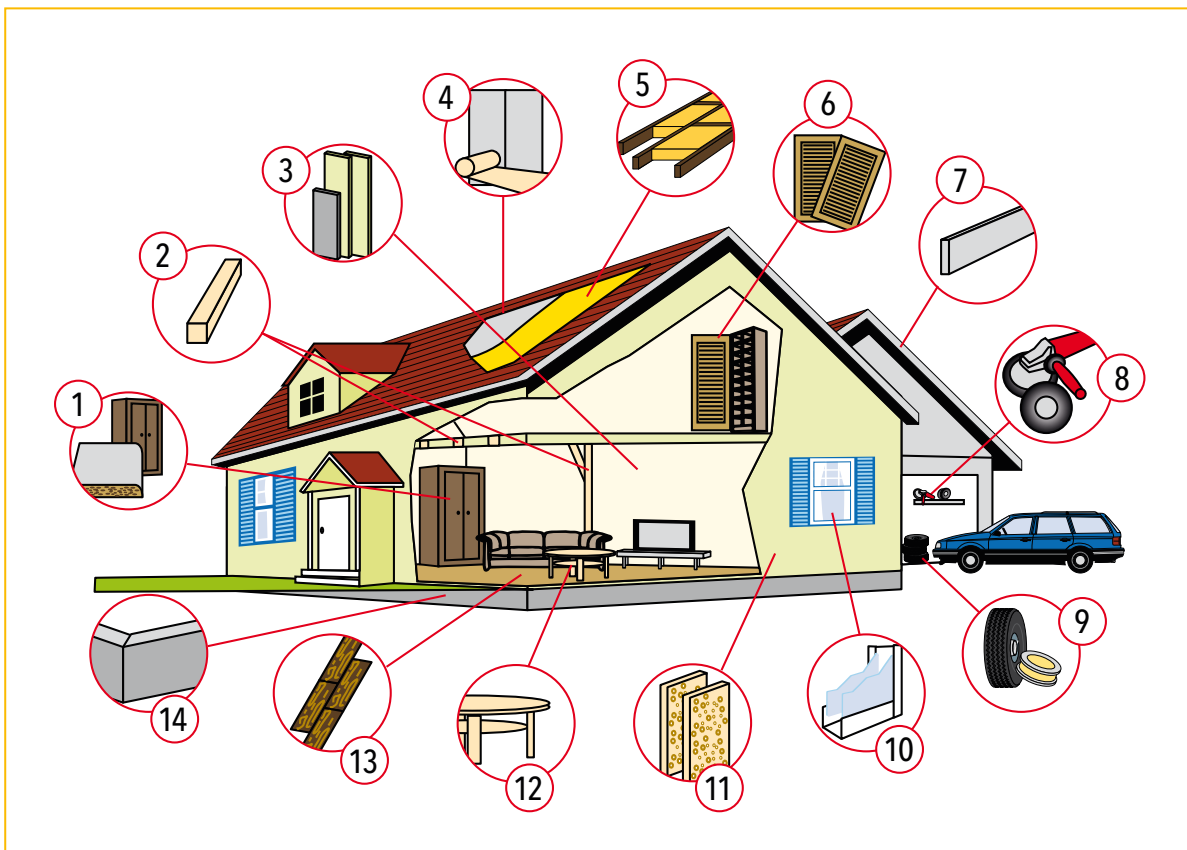
### Geeignet für Sekundarstufe I/II

Nachwachsende Rohstoffe finden sich in vielen Produkten, mit denen wir es im Alltag zu tun haben. In jedem Haushalt gibt es eine Vielzahl von Gegenständen, die ganz oder teilweise aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt wurden (Arbeitsblatt 1, Seite 1,2). Stärke ist ein nachwachsender Rohstoff, der auch im Lebensmittelbereich vielfältig eingesetzt wird, sei es in nativer oder in modifizierter Form (Arbeitsblatt 1, Seite 3).

#### a) Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen im Haushalt

Die Abbildung zeigt als Schnittzeichnung die vielfältige Palette von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen, die im Innen- und Außenbereich von Wohnungen und Häusern eingesetzt werden können.

1 Benennen Sie die Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen anhand der Zeichnung.



## Nachwachsende Rohstoffe im Alltag

---

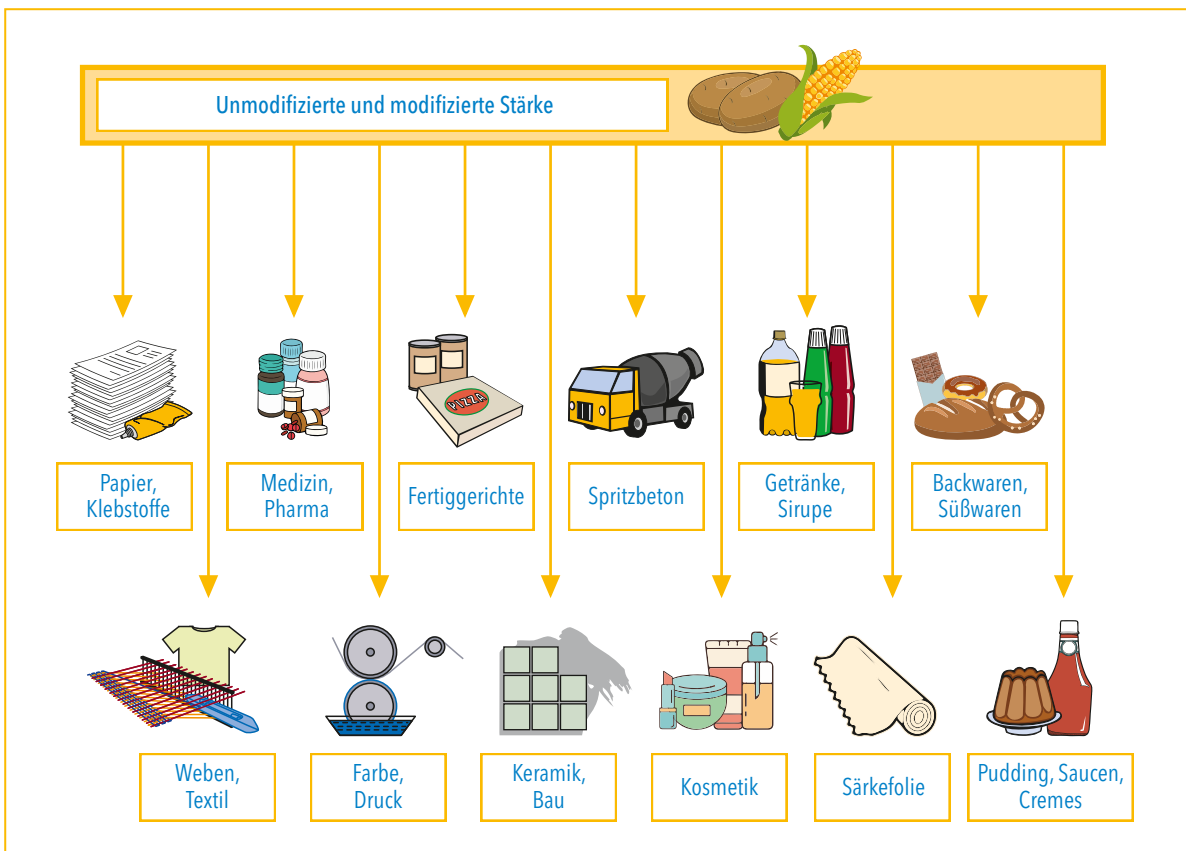
1	Schränke und Arbeitsflächen (Furnierholz)
2	Balken und Zinkenverbindungen
3	Fassadenverkleidungen und Innendecken
4	Deckenverkleidungen, Teppiche, Bitumenmatten, Bitumendachbahnen
5	Dämmung
6	Schranktüren
7	Gewölbedecken, Verkleidungen, Zierleisten
8	Schleifmittel (Abrasivstoffe)
9	Filter, Reifen, Isolierungen, Zusatzstoffe für Lackierungen
10	Türen und Fenster
11	Außenverkleidungen
12	Möbel (Sperrholz, Spanplatten, Folienlaminierung)
13	Parkett- und Laminatböden
14	Betonformen

Nachwachsende Rohstoffe im Alltag

b) Verwendung von Stärke

Stärke ist ein beliebter und vielseitiger nachwachsender Rohstoff, der vor allem aus Kartoffeln, Weizen und Mais gewonnen wird. Sie kann nativ (unverändert), chemisch modifiziert oder nach Verzuckerung (z. B. als Glucosesirup) in vielfältiger Weise eingesetzt werden.

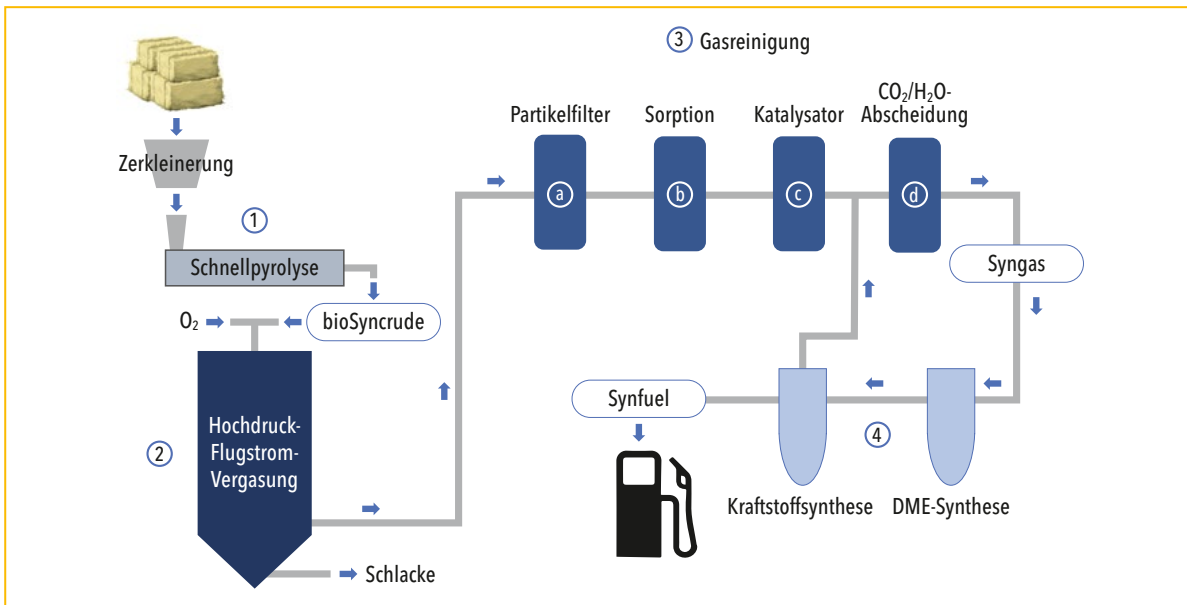
2 Beschriften Sie die Abbildung.



Teller-Tank-Debatte – Kraftstoffe aus Biomasse

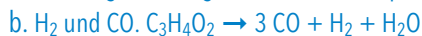
Geeignet für Sekundarstufe I/II

1 Die Abbildung zeigt schematisch das „bioliq®“-Verfahren. Erläutern Sie das Verfahren.



Das bioliq®-Verfahren

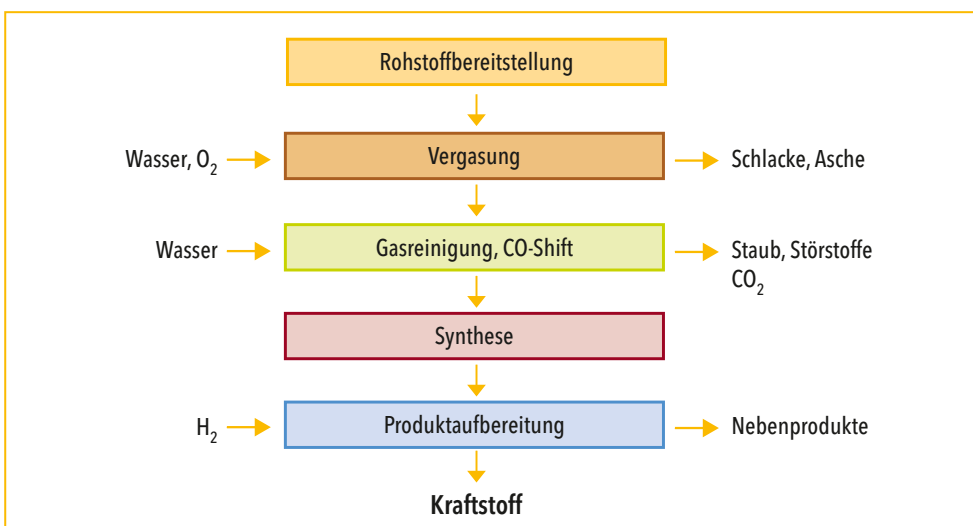
a. Verdichtung der Energie. Einfach zu transportieren. Wird dezentral durchgeführt, dadurch einfachere Logistik.



c. a: Asche, Koks, Ruß, b: Sauer gases, Alkalien, Schwermetalle, c: organische und stickstoffhaltige Stoffe, d: Wasser und Kohlenstoffdioxid.



Es entstehen Wasser und Kohlenstoffdioxid als Nebenprodukte, die erneut abgetrennt werden müssen.



## Teller-Tank-Debatte – Kraftstoffe aus Biomasse

2 Recherchieren Sie die aktuellen Anstrengungen zur Gewinnung von Bioethanol auf alternativen Wegen. Bioethanol ist global der am weitesten verbreitete Biokraftstoff. In Deutschland wird er aus Getreide, Zuckerrüben und zu einem geringen Anteil auch aus Mais im Zuge des Prozesses der alkoholischen Gärung gewonnen. Da dafür auf pflanzliche Nahrungsmittel zurückgegriffen wird, gibt es für diesen Prozess ebenfalls eine kritische Diskussion hinsichtlich der Konkurrenz zwischen Nahrung und Treibstoff (Teller-Tank-Diskussion). Davon abgesehen könnte der Bedarf an Treibstoffen allein durch die Vergärung von Stärke und Zucker nicht gedeckt werden. Daher wird seit geraumer Zeit versucht, das Spektrum der Ausgangsstoffe für den Prozess zu erweitern, ganz ähnlich wie dies beim bioliq-Verfahren der Fall ist (für die menschliche Ernährung ungeeignete Nutzpflanzen, Pflanzenabfälle). Diese Materialien bestehen hauptsächlich aus Cellulose, Hemicellulose und Lignin. Ihre Verwendung konkurriert nicht mit der Lebensmittelproduktion. Die (bio-)technischen Verfahren zur Herstellung von Bioethanol befinden sich jedoch noch in der Entwicklung. Geeignete chemisch-physikalische oder auch biologische Aufschlussverfahren für die Ausgangsstoffe müssen entwickelt werden. Insbesondere die Umwandlung von Cellulose, Hemicellulose und Lignin zu Zuckern, die dann mithilfe von Hefen vergoren werden können, ist zurzeit noch ein zeit- und kostenintensiver Prozess. Nicht alle aus diesem Prozess gewonnenen Zuckerarten können von den Hefen vergoren werden, sodass man auf der Suche nach anderen Mikroorganismen ist, die dazu in der Lage sind. Ähnliches gilt für die direkte Celluloseverzuckerung durch spezielle Enzyme, deren Bereitstellung hohe Kosten verursacht.

Weitergehende Quellen:

- [http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf\\_236-biokraftstoffvergleich\\_2009.pdf](http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_236-biokraftstoffvergleich_2009.pdf)
- <https://www.wiwo.de/technologie/green/durchbruch-fuer-bio-biosprit-weltgroesste-anlage-fuer-abfalltreibstoff-in-betrieb/13550458.html>

3 Worin unterscheiden sich Biokraftstoffe der 2. und 3. Generation hinsichtlich ihrer Herstellung? Biokraftstoffe der ersten Generation greifen auf Biomasse zurück, die auch zu Ernährungszwecken verwendet werden können (zum Beispiel Rapsöl®-Biodiesel). Kraftstoffe der zweiten Generation verwenden Pflanzen oder Pflanzenteile, die nicht unmittelbar für die Lebensmittelerzeugung verwendet werden (Blätter, Schalen, Halme etc.). Zu den Biokraftstoffen der dritten Generation werden insbesondere speziell gezüchtete Pflanzen (Anbaukulturen wie Miscanthus, Jatropha, schnellwachsende Hölzer etc.) herangezogen. Aber auch Biokraftstoffe aus Algen sowie die Entwicklung von Biokraftstoff produzierenden (Mikro-)Organismen gehören zu dem Prozess. Auf diese Weise erzeugte Biokraftstoffe stehen nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion, ihre Produktion erfordert einen deutlich geringeren Flächenbedarf, und da die Bereitstellung der Biomasse ökonomischer erfolgen kann, besitzen Biokraftstoffe der 3. Generation ein deutlich besseres Nachhaltigkeitsprofil. Stellen Sie stichwortartig die technischen und logistischen Herausforderungen zusammen, die für einen breiten Einsatz dieser Kraftstoffe bewältigt werden müssen.

- Logistisch: Die Bereitstellung und Verdichtung der Biomasse ist aufwendig.
- Technisch: Noch sind die Verfahren für die Erstellung von Biokraftstoffen der 3. Generation noch nicht ausgereift. Chemische, biologische und physikalische Forschungen sind weiter zu entwickeln, z.B. um die Aufschlussverfahren für unterschiedliche Typen von Biomasse zu optimieren, Mikroorganismen zu züchten und/oder Enzyme zu gewinnen, die Cellulose, Hemicellulose und Lignin zu vergärbaren Zuckern umwandeln.

## Von der Fischer-Projektion zur Haworth-Formel

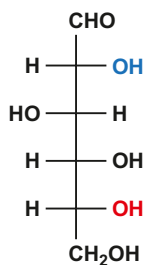
### Geeignet für Sekundarstufe II

Es gibt verschiedene Formeldarstellungen für Kohlenhydrate. Oft wird die Fischer-Projektion verwendet. Die Kette von Kohlenstoff-(C)-Atomen wird von oben nach unten gezeichnet. Das am höchsten oxidierte C-Atom steht oben. Horizontale (waagerechte) Linien zeigen aus der Papierebene nach vorne, vertikale (senkrechte) Linien zeigen nach hinten.

Für die Formel-Darstellung von beispielsweise Glucose oder Fructose in Ringform wird bevorzugt die Haworth-Schreibweise verwendet. Das Molekül wird als planares Sechs- bzw. Fünfeck gezeichnet, dessen unterer Teil aus der Papierebene nach vorne zeigt, der obere Teil nach hinten. Im Fall der Glucose sind das C<sub>1</sub>- und das C<sub>5</sub>-Atom über eine Sauerstoffbrücke miteinander verbunden.

Die Fischer-Projektion eines Moleküls lässt sich in die Haworth-Schreibweise überführen. Dabei gilt, dass die in der Fischer-Projektion nach rechts weisenden Hydroxygruppen in der Haworth-Schreibweise unten, die nach links weisenden oben stehen.

- Überführen Sie die Fischer-Projektion von Glucose in die Haworth-Schreibweise. Stellen Sie ferner das Produkt dar, das durch Reaktion der Aldehydgruppe mit der OH-Gruppe am C<sub>2</sub>-Atom entsteht. Zur besseren Orientierung ist die OH-Gruppe am C<sub>2</sub>-Atom rot und die am C<sub>5</sub>-Atom blau markiert.



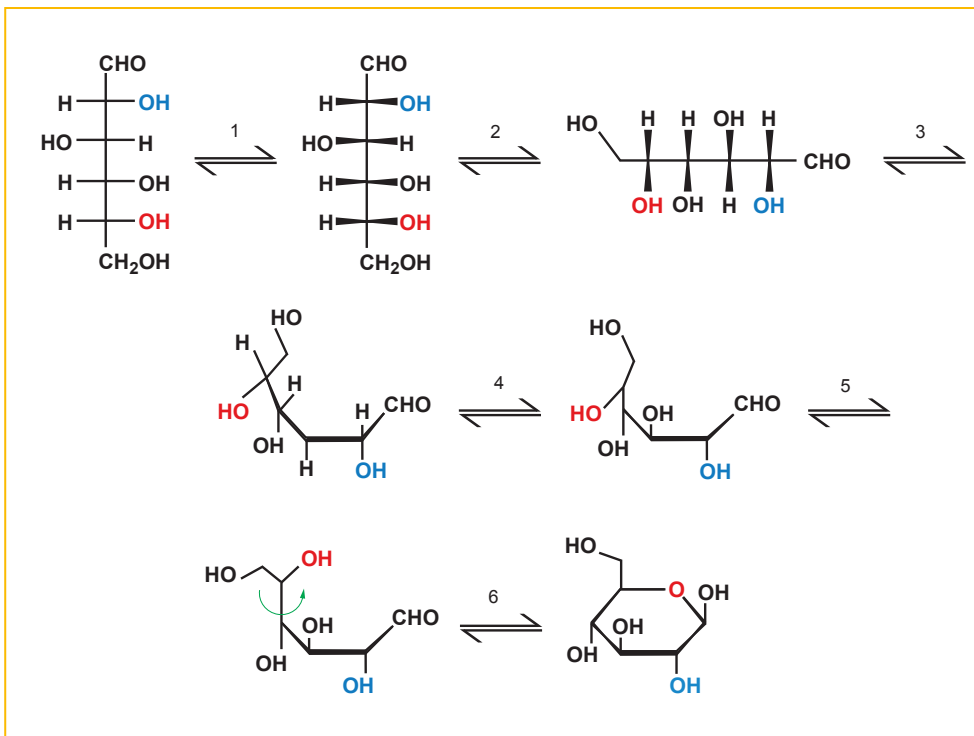
## Von der Fischer-Projektion zur Haworth-Formel

### Beschreibung und Darstellung der Schritte (Vorschlag):

- 1) Verbesserte optische Darstellung: Die Kette von C-Atomen wird von oben nach unten gezeichnet. Gruppen rechts und links der Kette zeigen nach vorne, vertikale Linien nach hinten.
- 2) Drehung um 90° nach rechts.
- 3) Biegen der Hauptkette: Aufgrund der freien Drehbarkeit um die C-C-Einfachbindung kann die Hauptkette auch ringförmig vorliegen und sich nach hinten biegen.
- 4) Vereinfachte Darstellung: Zur besseren Orientierung wird auf die Darstellung der Wasserstoffatome verzichtet.
- 5) Drehung um die Bindungsachse von C<sub>4</sub> und C<sub>5</sub>: Durch Drehen dieser Bindungsachse bringt man die OH-Gruppe (C<sub>5</sub>) in die Nähe der Aldehydgruppe (C<sub>1</sub>).
- 6) Ringschluss: Aufgrund einer intramolekularen Halbacetal-Bildung kommt es zum Ringschluss.

### Hinweis für Lehrerinnen und Lehrer:

Beim Ringschluss wird das C-Atom der Carbonylgruppe asymmetrisch und es entstehen zwei Stereo-Isomere ( $\alpha$ - und  $\beta$ -Glucose). In der Abbildung ist exemplarisch die Haworth-Schreibweise von  $\beta$ -D-Glucose gezeigt (die  $\alpha$ -Form entsteht analog).





## Die Gewinnung von Zellstoff aus Holz

### Geeignet für Sekundarstufe I/II

Die Gewinnung von Zellstoff aus Holz ist ein aufwendiger technischer Prozess.

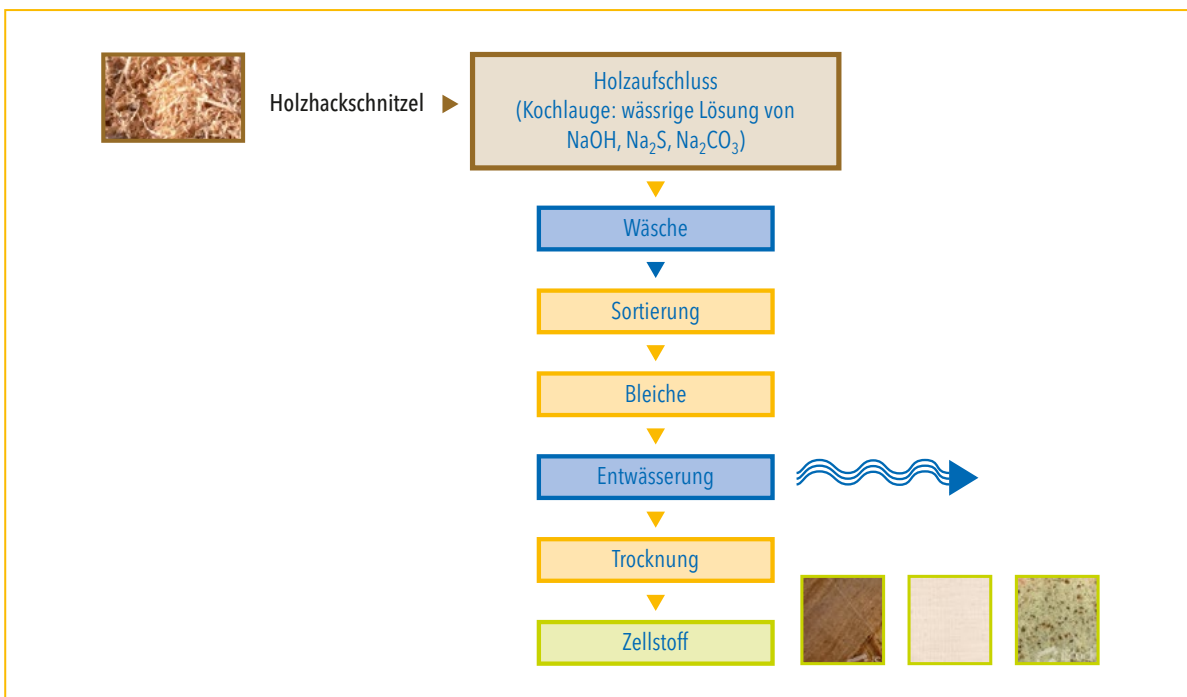
Die Abbildung zeigt vereinfacht die verschiedenen Schritte der Zellstoffherstellung. Jedes Kästchen steht für einen relevanten Schritt.

#### Vereinfachte Beschreibung der Gewinnung von Zellstoff aus Holz:

Es existieren verschiedene Verfahren, um aus Holz Zellstoff zu produzieren. Dominierend ist das Sulfatverfahren. Hierbei wird das entrindete und gehackte Holz (Holzhackschnitzel) mit einer alkalischen Natriumsulfidlösung durchtränkt und gekocht, wobei Lignin und andere nicht gewünschte Bestandteile in Lösung gehen. Nach dem Aufschluss wäscht man den in Fasern vorliegenden Zellstoff und entfernt eventuell vorhandene kleine Holzstückchen, die nicht aufgeschlossen wurden.

Durch die Behandlung mit Chlor, Sauerstoff oder Wasserstoffperoxid wird der Zellstoff gebleicht. Der gewünschte Weißgrad kann genau eingestellt werden. Der noch feuchte Zellstoff wird entwässert und getrocknet. Der fertige Zellstoff wird aufgerollt und in die gewünschte Breite geschnitten. Verpackt und mit Draht verschnürt kommt er in den Versand.

1 Schreiben Sie die Namen für jeden Schritt in das jeweilige Kästchen.



## Zur chemischen Struktur von Fetten und Ölen

## Geeignet für Sekundarstufe I/II

Fette und Öle sind chemisch gesehen Ester des Glycerins mit drei Molekülen Fettsäure (Triglyceride). Fettsäuren sind unverzweigte langkettige Monocarbonsäuren, die ungesättigt bzw. gesättigt sein können.

- Was sind die strukturellen Merkmale einer Fettsäure?  
 Fettsäuren besitzen eine polare Carboxylgruppe (-COOH) sowie eine unpolare Kohlenwasserstoffkette. Sie unterscheiden sich durch ihre Kettenlänge sowie – falls vorhanden – durch Anzahl und Position von Doppelbindungen.
- Definieren Sie die Begriffe „gesättigt“ und „ungesättigt“ im chemischen Sinne.  
 Gesättigte Kohlenwasserstoffe (Alkane) haben keine Mehrfachbindungen. Sie sind stabiler und weniger reaktiv als ungesättigte Verbindungen. Ungesättigte Kohlenwasserstoffe besitzen eine oder mehrere Doppel- oder Dreifachbindungen. Ungesättigte Fettsäuren besitzen mindestens eine Doppelbindung.
- Welches Fett/Öl besitzt einen hohen bzw. niedrigen Gehalt an ungesättigten Fettsäuren?

## Prozentuale Fettsäurezusammensetzung einiger Ölpflanzen

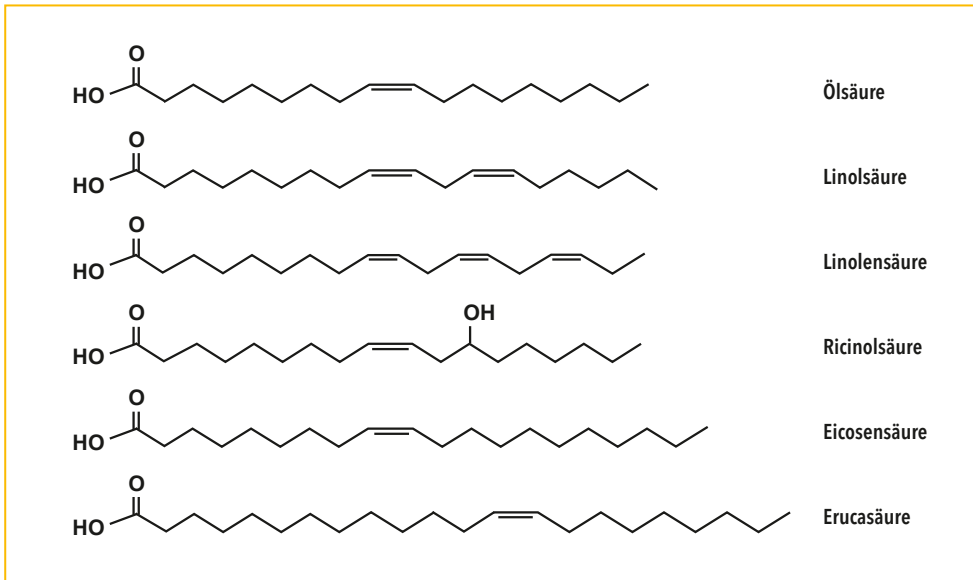
Fett/Öl	Gehalt [%]									
	10:0	12:0	14:0	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	20:1	22:1
Rapsöl (low erucic)	-	-	-	1-5	1-4	50-65	15-30	5-13	1-3	0-2
Rapsöl (high erucic)	-	-	-	2-3	1-4	12-24	12-16	7-10	4-6	45-53
Sonnenblumenöl (alte Sorte)	-	-	-	3-10	1-10	14-65	20-75	-	-	-
Sonnenblumenöl (high oleic)	-	-	-	3-4	1-2	90-91	3	-	-	-
Leinöl	-	-	-	5-8	2-4	15-25	12-16	50-60	-	-
Kokosfett	5-10	45-53	15-21	7-11	2-4	6-8	1-3	-	-	-
Palmkernöl	3-5	40-52	14-18	6-10	1-4	9-16	1-3	-	-	-
Palmöl	-	-	0-2	38-48	3-6	38-44	9-12	-	-	-
Sojaöl	-	-	-	7-14	1-5	19-30	44-62	4-11	0-1	-
Erdnussöl	-	-	0-1	6-16	1-7	36-72	13-45	0-1	0-2	-

Beispiele: Rapsöl (low erucic) und Sonnenblumenöl (high oleic) mit hohem Anteil an Ölsäure (18:1); Sonnenblumenöl (alte Sorte) mit hohem Gehalt an Linolsäure (18:2); Leinöl mit hohem Anteil an Linolensäure (18:3)

- Worin unterscheidet sich Rapsöl „low erucic“ von Rapsöl „high erucic“?  
 Der früher angebaute Raps (high erucic-Raps) besaß einen hohen Gehalt an Erucasäure und Glucosinolaten; mittels Züchtung konnte der Gehalt dieser gesundheitsschädlichen Stoffe weit abgesenkt werden. Der heutzutage angebaute Doppelnull-Raps (auch 00- oder low erucic-Raps) weist einen nur noch sehr geringen Gehalt an Erucasäure auf. Zudem ist auch der Glucosinolatgehalt sehr gering.

## Zur chemischen Struktur von Fetten und Ölen

- 5 Bestimmen Sie für die unten abgebildeten Fettsäuren das Verhältnis „Anzahl C-Atome zu Anzahl Doppelbindungen“. Geben Sie auch die Stellung der OH-Gruppe sowie die Summenformel an.



Trivialname	C-Atome: Doppelbindungen	Stellung Doppelbindung	Summenformel
Ölsäure	18:1	9	$C_{18}H_{34}O_2$
Linolsäure	18:2	9, 12	$C_{18}H_{32}O_2$
Linolensäure	18:3	9, 12, 15	$C_{18}H_{30}O_2$
Ricinolsäure	18:1	9	$C_{18}H_{34}O_3$
Eicosensäure	20:1	9	$C_{20}H_{38}O_2$
Erucasäure	22:1	13	$C_{22}H_{42}O_2$

- 6 Was ist der Unterschied zwischen cis- und trans-Fettsäuren?

Trans-Fettsäuren sind Fettsäuren mit trans-konfigurierten Kohlenstoff-Doppelbindungen, cis-Fettsäuren sind Fettsäuren mit cis-konfigurierten Kohlenstoff-Doppelbindungen.

Trans-Fettsäuren sind zum Beispiel in industriell hergestellter Nahrung zu finden. Sie stehen im Verdacht, gesundheitsschädigend zu sein. Ungesättigte natürliche Fettsäuren weisen in der Regel Doppelbindungen in der cis-Konfiguration auf.

## Gewinnung von Öl aus Raps

---

### Geeignet für Sekundarstufe I/II

Raps ist eine seit Jahrhunderten angebaute Nutzpflanze. Aus dem Samen kann man etwa 40 % Rapsöl und 60 % Rapsschrot gewinnen. Rapsöl wird im Nahrungsmittelbereich, z. B. als Speiseöl, eingesetzt. Für den Kraftstoffbereich kann entweder direkt Rapsöl bzw. das Derivat Rapsölmethylester (Biodiesel) verwendet werden. Ferner dient Rapsöl als Ausgangsstoff für Tenside und Schmierstoffe. Rapsschrot wird als Tierfutter verwertet.

#### Beschreibung des Ablaufs:

Zunächst wird die Rapssaat gereinigt und zerkleinert. Durch die Zerkleinerung wird die Oberfläche stark vergrößert. Das ist wichtig für den nächsten Schritt, die Konditionierung, bei der die zerkleinerte Saat in Wärmepfannen mit Wasserdampf behandelt wird. Das im Gewebe vorhandene Öl wird dadurch dünnflüssiger. Anschließend wird der größte Teil des Öls mittels mechanischen Pressens (Schneckenpresse) gewonnen. Ein Rest verbleibt jedoch noch im Presskuchen.

Im Extrakteur wird der Presskuchen mit heißem Lösemittel, z. B. Hexan, behandelt. Hierdurch wird restliches Öl nahezu vollständig aus dem pflanzlichen Gewebe gelöst. Zurück bleibt entöltes Rapsschrot. Das Hexan-Öl-Gemisch wird mittels Destillation getrennt. Zurückgewonnenes Lösemittel kann wieder zur Extraktion verwendet werden.

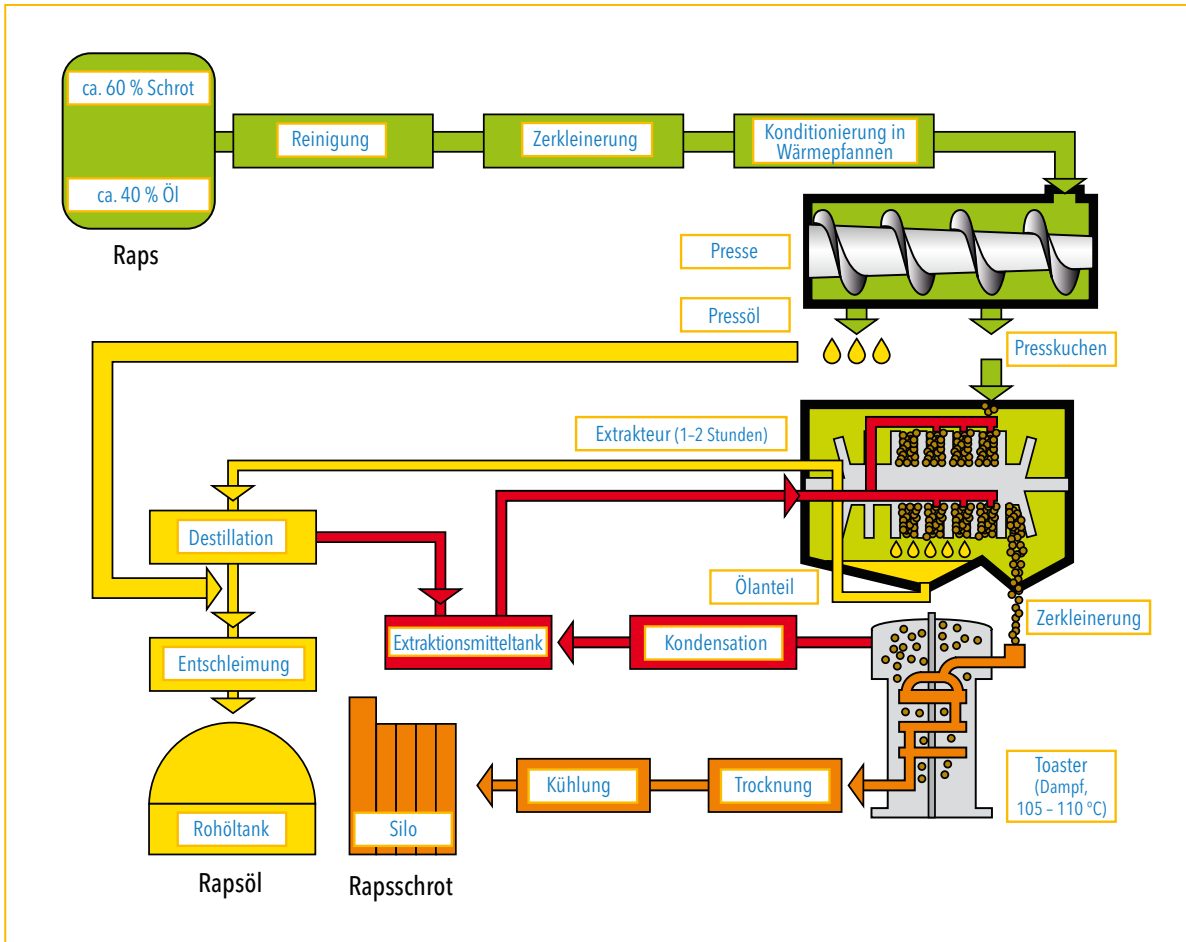
Das so erhaltene Rapsöl enthält noch eine ganze Reihe von Begleitstoffen, die durch verschiedene Reinigungsschritte entfernt werden müssen. Beispielsweise werden Proteine abgetrennt („Entschleimung“). In einem Rohöltank wird das Rapsöl bis zum Abtransport oder zur Weiterverarbeitung aufbewahrt.

Die im Schrot noch vorhandenen Reste an Lösemittel werden im „Toaster“ durch Zuführen von überhitztem Wasserdampf entfernt (das gasförmige Lösemittel wird später im Kondensator zurückgewonnen). Nach Trocknung und Kühlung wird der Rapsschrot in einem Silo eingelagert.

Gewinnung von Öl aus Raps

- 1 Die Abbildung zeigt die einzelnen Schritte der Verarbeitung von Weichsaaten am Beispiel von Raps. Das Schema gilt in ähnlicher Weise auch für Sonnenblumen und Lein. Benennen Sie die einzelnen Schritte sowie die Maschinen.

Verarbeitung von Raps



## Grundlagen der Chromatographie

---

### Geeignet für Sekundarstufe I/II

Die Chromatographie ist ein in der Chemie häufig eingesetztes Trennverfahren. Die zu trennenden Stoffe – d. h. die Komponenten eines Stoffgemisches – verteilen sich allgemein zwischen einer ruhenden (stationären) Phase und einer beweglichen (mobilen) Phase. Letztere führt das Substanzgemisch mit sich. Es gibt verschiedene Varianten, zum Beispiel die Papier-, Dünnschicht-, Säulen- und Gaschromatographie. Die ersten beiden chromatographischen Verfahren werden auch im Chemieunterricht eingesetzt.

Es werden vereinfacht zwei physikalisch-chemische Vorgänge für die chromatographische Trennung genutzt: Adsorption und Verteilung. Demgemäß spricht man auch von Adsorptionschromatographie und Verteilungschromatographie. Adsorption und Verteilung können aber auch zusammen eine Rolle spielen.

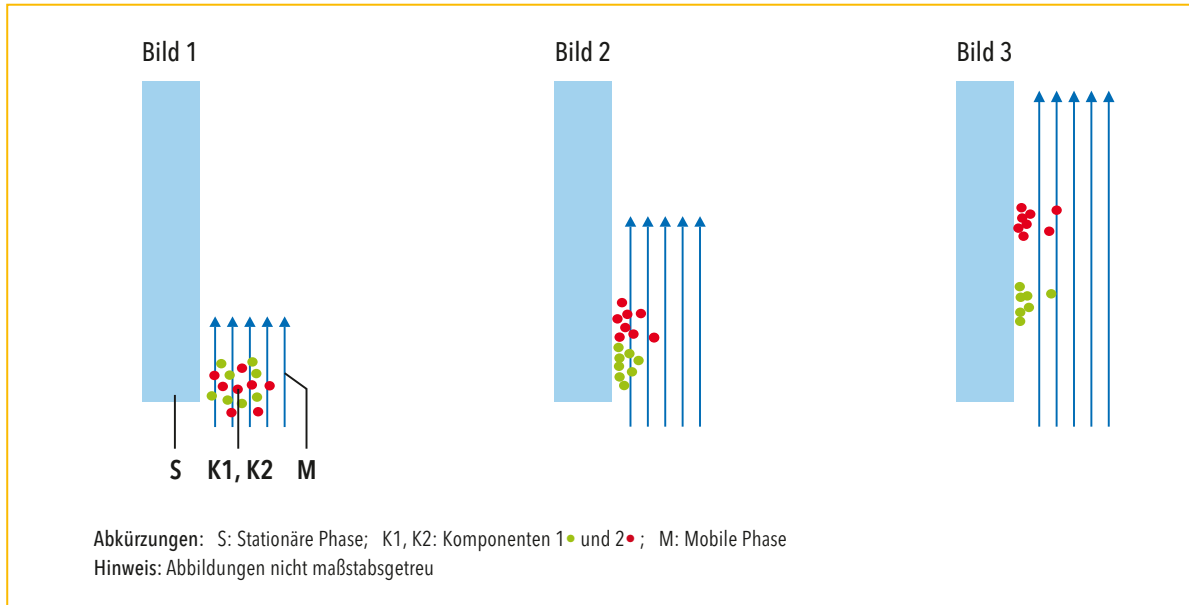
Die Adsorptionschromatographie beruht auf der Adsorption, d. h. der Anreicherung eines Stoffes (aus dem zu trennenden flüssigen oder gasförmigen Stoffgemisch) an der Oberfläche einer festen Substanz. Der Grad der Adsorption ist für jeden Stoff unterschiedlich. Zwischen der festen, stationären Phase und der mobilen Phase stellt sich ein Adsorptionsgleichgewicht ein. Als Adsorptionsmittel wird beispielsweise Aluminiumoxid oder Kieselgel verwendet. Ein typisches Beispiel für die Adsorptionschromatographie ist die Dünnschichtchromatographie.

Ein typischer Vertreter der Verteilungschromatographie ist die Papierchromatographie. Hier ist ein dünner Wasserfilm auf dem Papier die eigentliche stationäre Phase. Die Verteilung der zu trennenden Stoffe entsteht aufgrund ihrer unterschiedlichen Löslichkeit in der stationären und mobilen Phase. Dies setzt voraus, dass beide Phasen nicht miteinander mischbar sind und dass die Komponenten des Stoffgemisches in beiden Phasen unterschiedlich löslich sind. Zwischen der stationären Phase (dünner Wasserfilm auf Papier) und der mobilen Phase (Fließmittel) stellt sich ein Verteilungsgleichgewicht ein.

## Grundlagen der Chromatographie

- 1 Beschreiben Sie die in der Abbildung exemplarisch ausgewählten Schritte für die Gleichgewichtsvorgänge bei der Adsorptionschromatographie. Verwenden und erklären Sie die in der Abbildung benutzten Begriffe.

### Schema einer Adsorptionschromatographie



### Adsorptionschromatographie

Bild 1: Über eine feste stationäre Phase wandert eine flüssige mobile Phase. Diese enthält das zu trennende Stoffgemisch mit den Komponenten 1 ● und 2 ●.

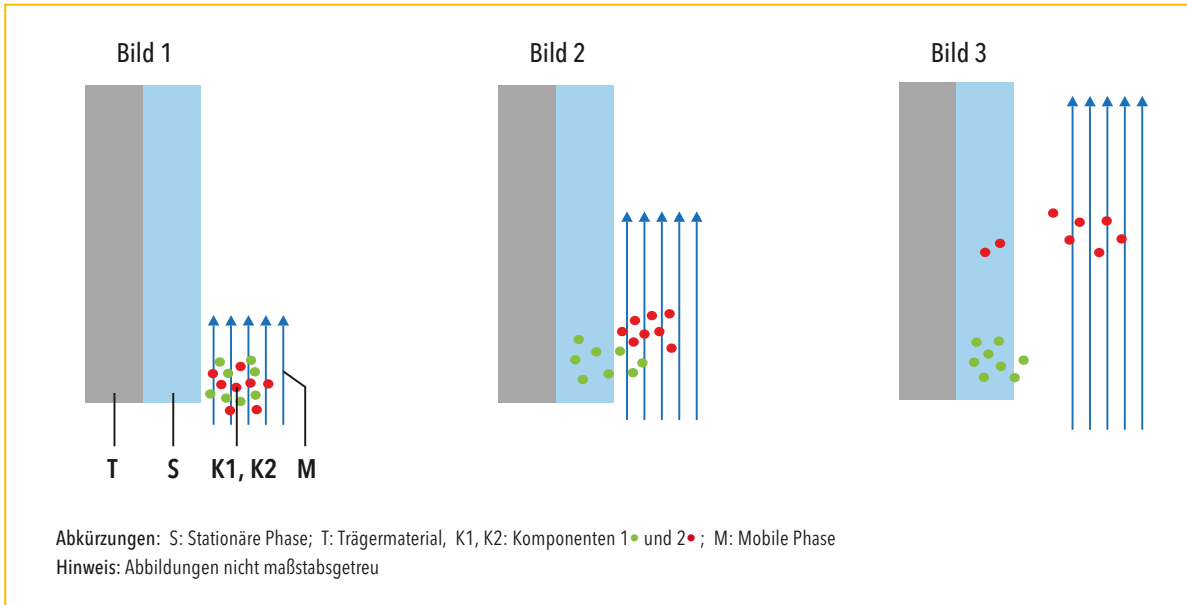
Bild 2: Während der Wanderung der mobilen Phase treffen die Komponenten 1 ● und 2 ● auf eine unbesetzte stationäre Phase. Die Komponente 1 ● wird stärker adsorbiert als die Komponente 2 ●. Die Komponente 2 ● befindet sich daher bevorzugt in der mobilen Phase. Es stellt sich ein Adsorptionsgleichgewicht zwischen der stationären und mobilen Phase ein. Das Adsorptionsgleichgewicht ist für die Komponenten 1 ● und 2 ● unterschiedlich.

Bild 3: Die mobile Phase wandert weiter. Die Vorgänge wiederholen sich. Die Komponente 2 ● wandert schneller als die Komponente 1 ●. Die Komponente 2 ● hat daher einen größeren R<sub>f</sub>-Wert als die Komponente 1 ●.

## Grundlagen der Chromatographie

- 2 Beschreiben Sie die in der Abbildung exemplarisch ausgewählten Schritte für die Gleichgewichtsvorgänge bei der Verteilungschromatographie. Verwenden und erklären Sie die in der Abbildung benutzten Begriffe.

### Schema der Verteilungschromatographie



### Verteilungschromatographie

Bild 1: Auf einem festen Trägermaterial befindet sich eine flüssige stationäre Phase. Die mobile Phase kann flüssig oder gasförmig sein und strömt in der Abbildung von unten nach oben. Das zu trennende Stoffgemisch enthält exemplarisch die Komponenten 1 • und 2 •.

Bild 2: Während der Wanderung der mobilen Phase treffen die Komponenten 1 • und 2 • auf eine unbesetzte stationäre Phase. Die Komponente 1 • ist besser in der stationären Phase löslich als die Komponente 2 •. Die Komponente 2 • ist bevorzugt in der mobilen Phase löslich und wandert deshalb weiter mit ihr. Es stellt sich ein Verteilungsgleichgewicht zwischen der stationären und der mobilen Phase ein. Das Gleichgewicht ist aber für die Komponenten 1 • und 2 • unterschiedlich.

Bild 3: Die mobile Phase wandert weiter und die Vorgänge wiederholen sich. Die Komponente 2 • wandert schneller als die Komponente 1 •. Die Komponente 2 • hat daher einen größeren Rf-Wert als die Komponente 1 •.



## Trivialnamen

### Geeignet für Sekundarstufe I/II

In der Chemie wurden schon immer einfache und griffige Trivialnamen genutzt. Diese werden trotz der Einführung systematischer IUPAC-Nomenklaturregeln bis heute verwendet – denn oft sind systematische Bezeichnungen für größere Moleküle recht kompliziert.

1 Ergänzen Sie zu dem angegebenen Trivialnamen den jeweiligen IUPAC-Namen.

Trivialname	IUPAC-Name
Acetaldehyd	Ethanal
Aceton	2-Propanon, Propan-2-on
Acetylen	Ethin
Ameisensäure	Methansäure
Buttersäure	Butansäure
Chloroform	Trichlormethan
Essigester	Ethansäureethylester, Ethylethanoat
Essigsäure	Ethansäure
Ether	Diethylether, Ethoxyethan
Ethylalkohol	Ethanol
Ethylen	Ethen
Ethylenglycol	1,2-Ethandiol, Ethan-1,2-diol
Formaldehyd	Methanal
Fructzucker	Fructose
Glycerin	1,2,3-Propantriol, Propan-1,2,3-triol
Haushaltszucker	Saccharose
Methylalkohol	Methanol
Milchsäure	2-Hydroxypropansäure
Propionsäure	Propansäure
Traubenzucker	Glucose

## Funktionelle Gruppen der organischen Chemie

## Geeignet für Sekundarstufe I/II

Als funktionelle Gruppe wird in der organischen Chemie eine Gruppe von Atomen bezeichnet, die dem Molekül, an dem sie sich befindet, charakteristische Stoff- und Reaktionseigenschaften verleiht.

1 Ergänzen Sie die jeweils fehlenden funktionellen Gruppen oder Strukturen.

funktionelle Gruppe	Struktur
Alkane	$R-CH_2-CH_2-R'$
Alkene	$R-CH=CH-R'$
Alkine	$R-C\equiv C-R'$
Alkohole, Phenole	$R-OH$
Halogenalkane	$R-X, X = F, Cl, Br, I$
Ether	$R-O-R'$
Peroxide	$R-O-O-R'$
Aldehyde	$R-CHO$
Ketone	$R-CO$
Carbonsäuren	$R-COOH$
Carbonsäureester	$R-COOR'$
Carbonsäureanhydride	$R-CO-O-CO-R'$
Peroxy-carbonsäuren	$R-COO-OH$

funktionelle Gruppe	Struktur
Amine	$R-NH_2$
Säureamide	$R-CO-NH_2$
Nitroverbindungen	$R-NO_2$
Nitrosoverbindungen	$R-N=O$
Azoverbindungen	$R-N=N-R'$
Cyanate	$R-OCN$
Isocyanate	$R-NCO$
Thiole	$R-SH$
Thioether	$R-S-R'$
Thioester	$R-CO-S-R'$
Alkylsulfate	$R-O-SO_3Na$
Sulfonsäuren	$R-SO_3H$

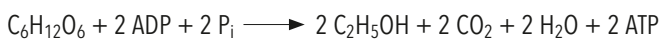
## Mechanismus der alkoholischen Gärung

### Geeignet für Sekundarstufe II

Ethanol ist ein einfach gebauter Alkohol mit der Summenformel  $C_2H_6O$ . Er entsteht auf natürlichem Weg bei der alkoholischen Gärung, wie sie aus der Herstellung von Bier und Wein bekannt ist. Die alkoholische Gärung lässt sich aber auch gezielt einsetzen, um Ethanol als  $C_2$ -Baustein für weitere chemische Synthesen herzustellen.

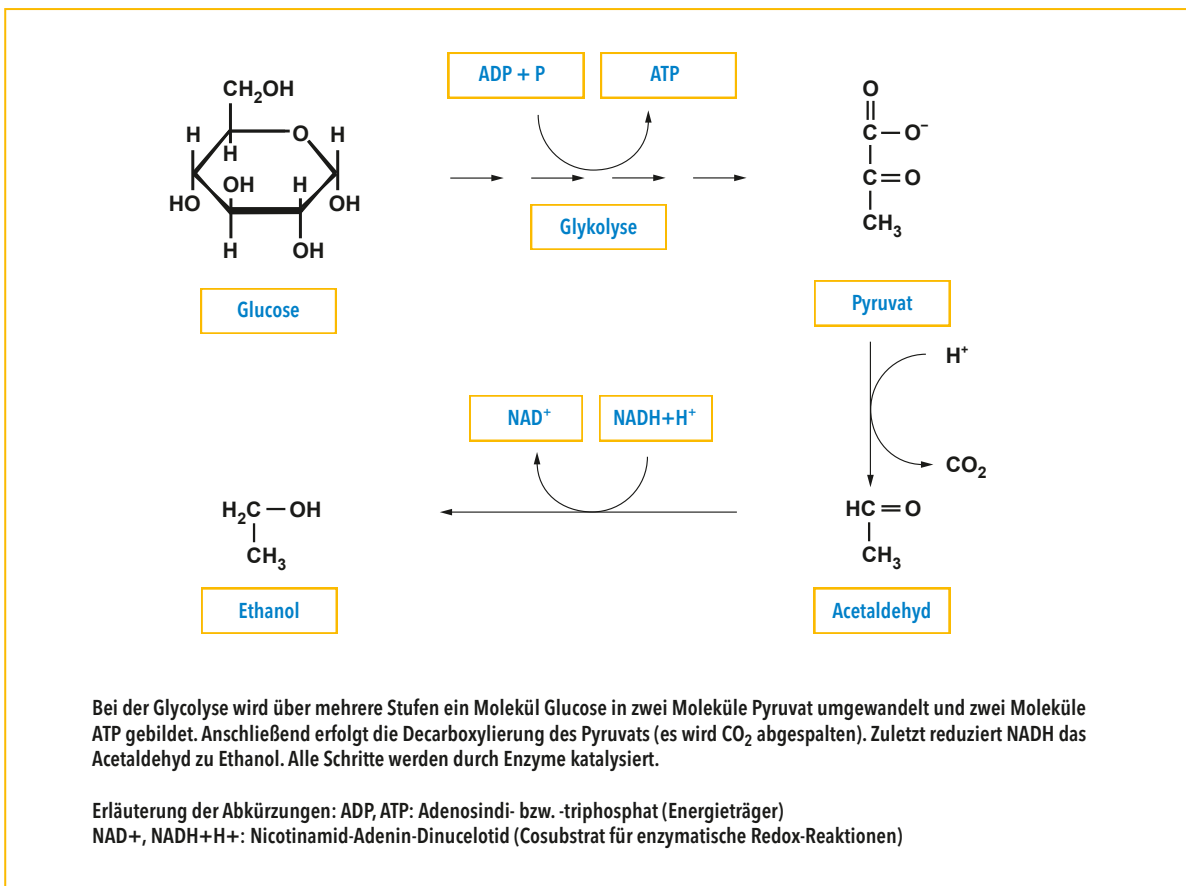
Für Mikroorganismen ist die alkoholische Gärung neben der Zellatmung eine weitere Möglichkeit, Energie in Form von Adenosintriphosphat (ATP) zu gewinnen. ATP ist ein universeller Energiespeicher und -überträger. Pro Molekül Glucose werden bei der Gärung lediglich zwei Moleküle ATP gebildet (dagegen 36 Moleküle ATP bei der Zellatmung).

Die vereinfachte Reaktionsgleichung der alkoholischen Gärung lautet:



In der folgenden Abbildung ist die Gärung schematisch dargestellt.

1 Ergänzen Sie die Namen der Verbindungen und die der beteiligten Enzyme.



## Spiegelbild-Isomere der Milchsäure

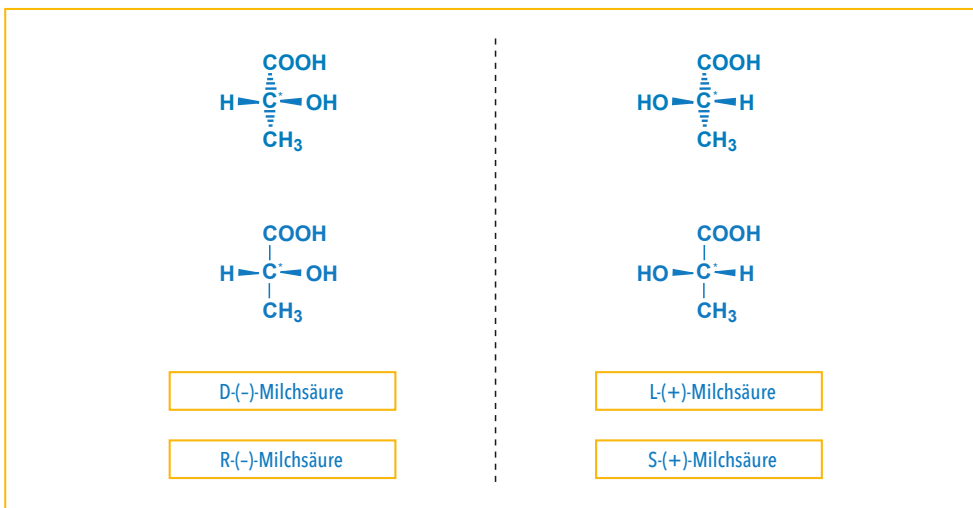
### Geeignet für Sekundarstufe II

Die Eigenschaft einer chemischen Verbindung hängt zum einen von ihrer Zusammensetzung ab, das heißt von Art und Anzahl der Atome, aus denen sie besteht (was sich in der Summenformel ausdrückt); zum anderen von der räumlichen Anordnung der Atome.

Verbindungen, die die gleiche Summenformel besitzen, aber eine unterschiedliche Raumstruktur, bezeichnet man als Isomere. Eine besondere Form der Isomerie tritt bei der Chiralität auf. Chiralität liegt immer dann vor, wenn ein Molekül so gebaut ist, dass es sich mit seinem Spiegelbild nicht durch Drehen zur Deckung bringen lässt. Chirale Moleküle, die sich zueinander wie Bild und Spiegelbild verhalten, werden Enantiomere genannt.

Chiralität tritt dann auf, wenn eine organische Verbindung mindestens ein asymmetrisches Kohlenstoffatom (d. h. mit vier unterschiedlichen Substituten) enthält. Ein Beispiel für eine chirale Verbindung ist Milchsäure.

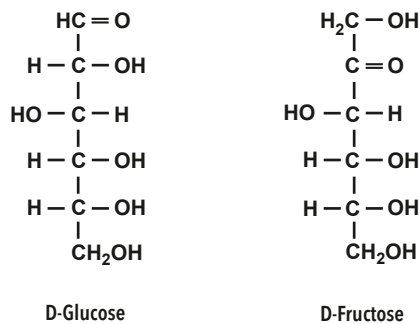
- 1 Zeichnen Sie die beiden Enantiomere der Milchsäure (2-Hydroxypropansäure) jeweils in der Darstellungsform der Keilstrichformel wie auch in der Fischer-Projektion. Benennen Sie die Strukturen nach der Fischer-Nomenklatur sowie nach der Cahn-Ingold-Prelog-Konvention (CIP-Regeln).



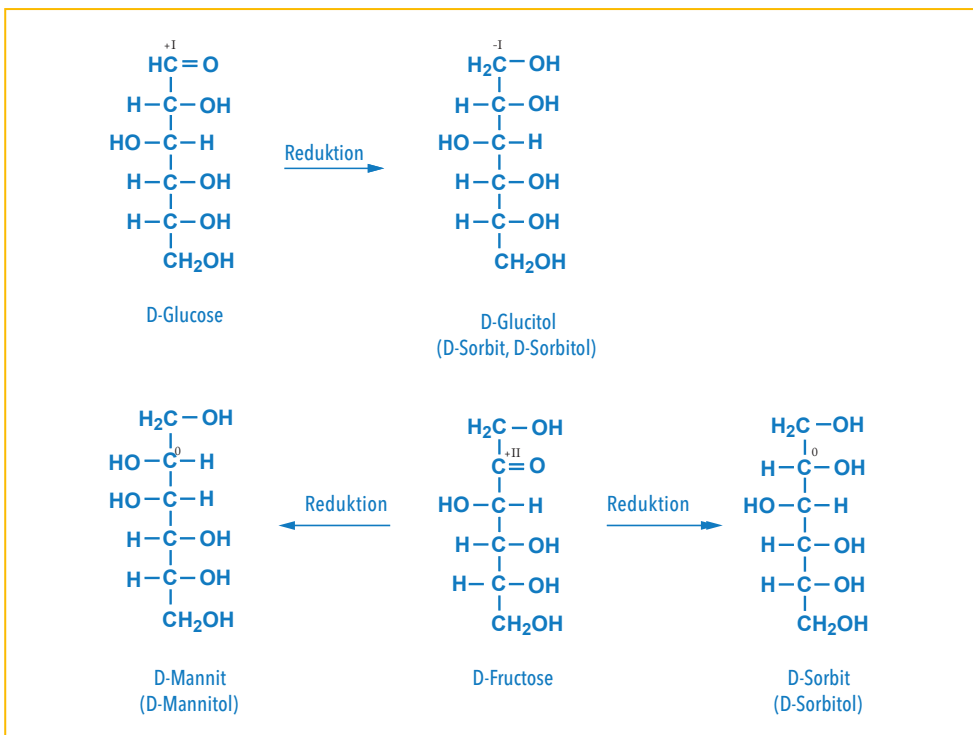
## Darstellung von Sorbit und Mannit

### Geeignet für Sekundarstufe II

Sorbit (Glucitol, Sorbitol) sowie Mannit (Mannitol) sind sechswertige Zuckeralkohole. Sie werden als Zuckeraustauschstoffe verwendet. Sorbit ist außerdem ein wichtiger Ausgangsstoff für die Produktion von L-Ascorbinsäure (Vitamin C). Mannit wird auch als Feuchthaltemittel eingesetzt.



- 1 Formulieren Sie jeweils eine Reaktionsgleichung zur Herstellung von Glucose bzw. Fructose aus Sorbit und Mannit. Ermitteln Sie unter Zuhilfenahme der Oxidationszahlen, ob eine Reduktion oder eine Oxidation vorliegt.



## Rätsel

### Geeignet für Sekundarstufe I/II

1. Kreuzworträtsel zur IUPAC-Nomenklatur
2. Kreuzworträtsel zu Trivialnamen
3. Suchsel (mit Lösungswort)

#### Hinweis für Lehrerinnen und Lehrer:

Es stehen jeweils Kreuzworträtsel zur neuen und zur alten IUPAC-Nomenklatur zur Verfügung, da an einigen Schulen auch noch die alte Nomenklatur unterrichtet wird.

### 1 Kreuzworträtsel zur IUPAC-Nomenklatur

Mit den nachfolgenden Kreuzworträtseln und dem Suchsel lässt sich die IUPAC-Nomenklatur anhand einfacher Beispiele aus der Organischen Chemie spielerisch wiederholen.

Suchen Sie für die unten aufgeführten Verbindungen ausgehend von Halbstrukturformeln bzw. Summenformeln den richtigen IUPAC-Namen. Dieser ist in die jeweilige Kästchenreihe einzutragen. Die vor der Formel stehende Zahl gibt die senkrechte oder waagerechte Kästchenreihe an. Der Name der Verbindung muss in eine Kästchenreihe passen, es dürfen weder leere Kästchen in einer Reihe übrig bleiben noch darf der Name abgekürzt werden. Am Ende müssen alle Kästchen ausgefüllt sein. Bindestrich, Komma oder Ziffer zählen als ein Zeichen. Umlaute sind aufzulösen (z. B. ae statt ä).

Beispiel:  $\text{CH}_2(\text{OH})-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2(\text{OH})$  ist die Summenformel von 1,2-Ethandiol.

1
,
2
-
E
T
H
A
N
D
I
O
L

Rätsel

Alternative 1 (alte IUPAC-Nomenklatur)

**Waagerecht**

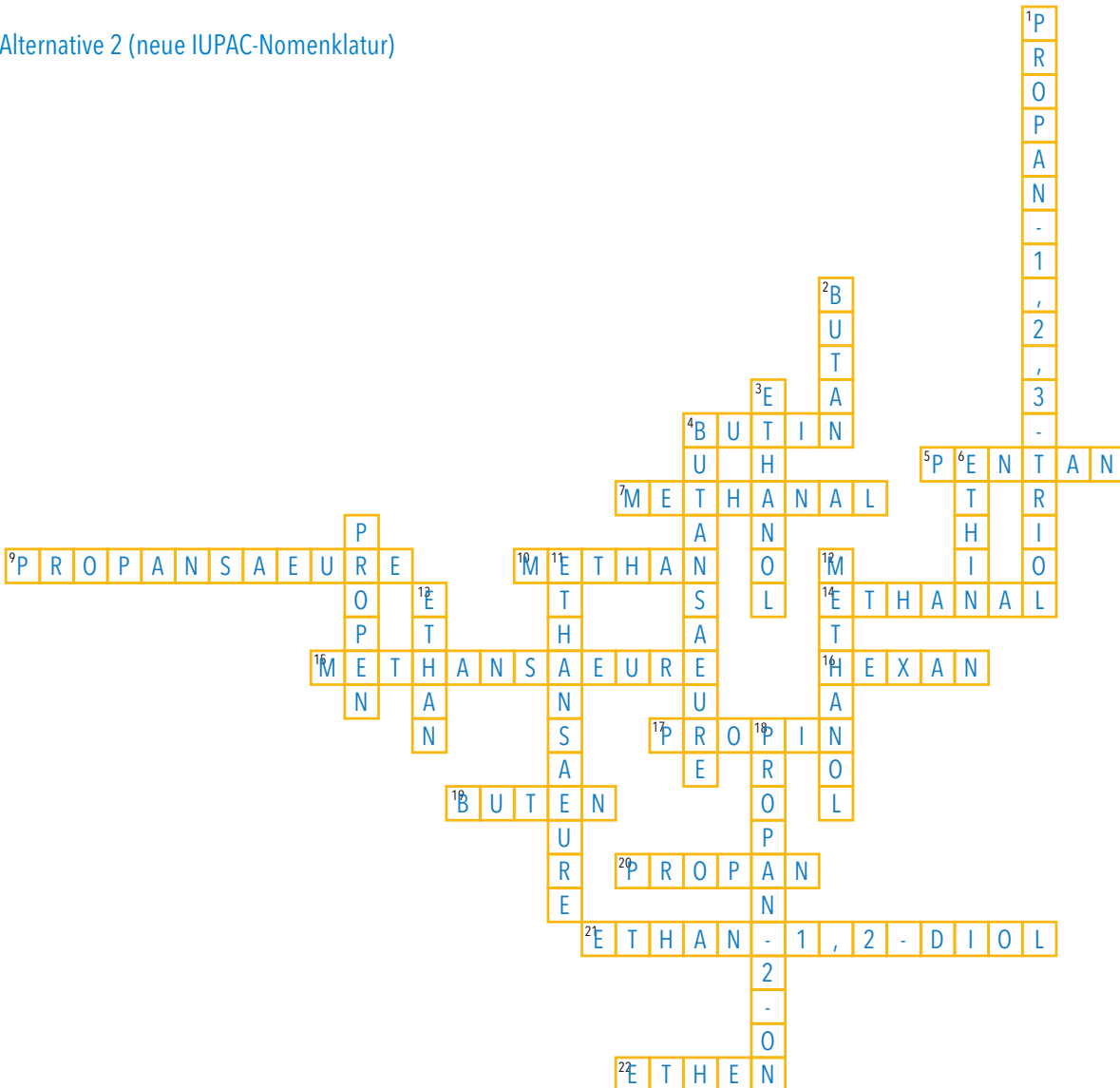
- 5.  $C_4H_{10}$
- 7.  $C_3H_8$
- 9.  $C_2H_5OH$
- 10.  $C_5H_{12}$
- 11.  $C_6H_{14}$
- 12.  $CH_3-CO-CH_3$
- 16.  $CH_3OH$
- 17.  $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$
- 19.  $HCOOH$

**Senkrecht**

- 1.  $C_2H_5COOH$
- 2.  $C_2H_2$
- 3.  $C_4H_8$
- 4.  $HCHO$
- 5.  $C_3H_7COOH$
- 6.  $CH_4$
- 8.  $C_4H_6$
- 9.  $CH_3COOH$
- 13.  $C_3H_4$
- 14.  $C_2H_6$
- 15.  $C_2H_4$
- 17.  $CH_2(OH)-CH_2(OH)$
- 18.  $C_3H_6$
- 20.  $CH_3CHO$

Rätsel

Alternative 2 (neue IUPAC-Nomenklatur)



**Waagrecht**

4.  $C_4H_6$
5.  $C_5H_{12}$
7. HCHO
9.  $C_2H_5COOH$
10.  $CH_4$
14.  $CH_3CHO$
15. HCOOH
16.  $C_6H_{14}$
17.  $C_3H_4$
19.  $C_4H_8$
20.  $C_3H_8$
21.  $CH_2(OH)-CH_2(OH)$
22.  $C_2H_4$

**Senkrecht**

1.  $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$
2.  $C_4H_{10}$
3.  $C_2H_5OH$
4.  $C_3H_7COOH$
6.  $C_2H_2$
8.  $C_3H_6$
11.  $CH_3COOH$
12.  $CH_3OH$
13.  $C_2H_6$
18.  $CH_3-CO-CH_3$



Rätsel

---

## 2 Kreuzworträtsel zu Trivialnamen

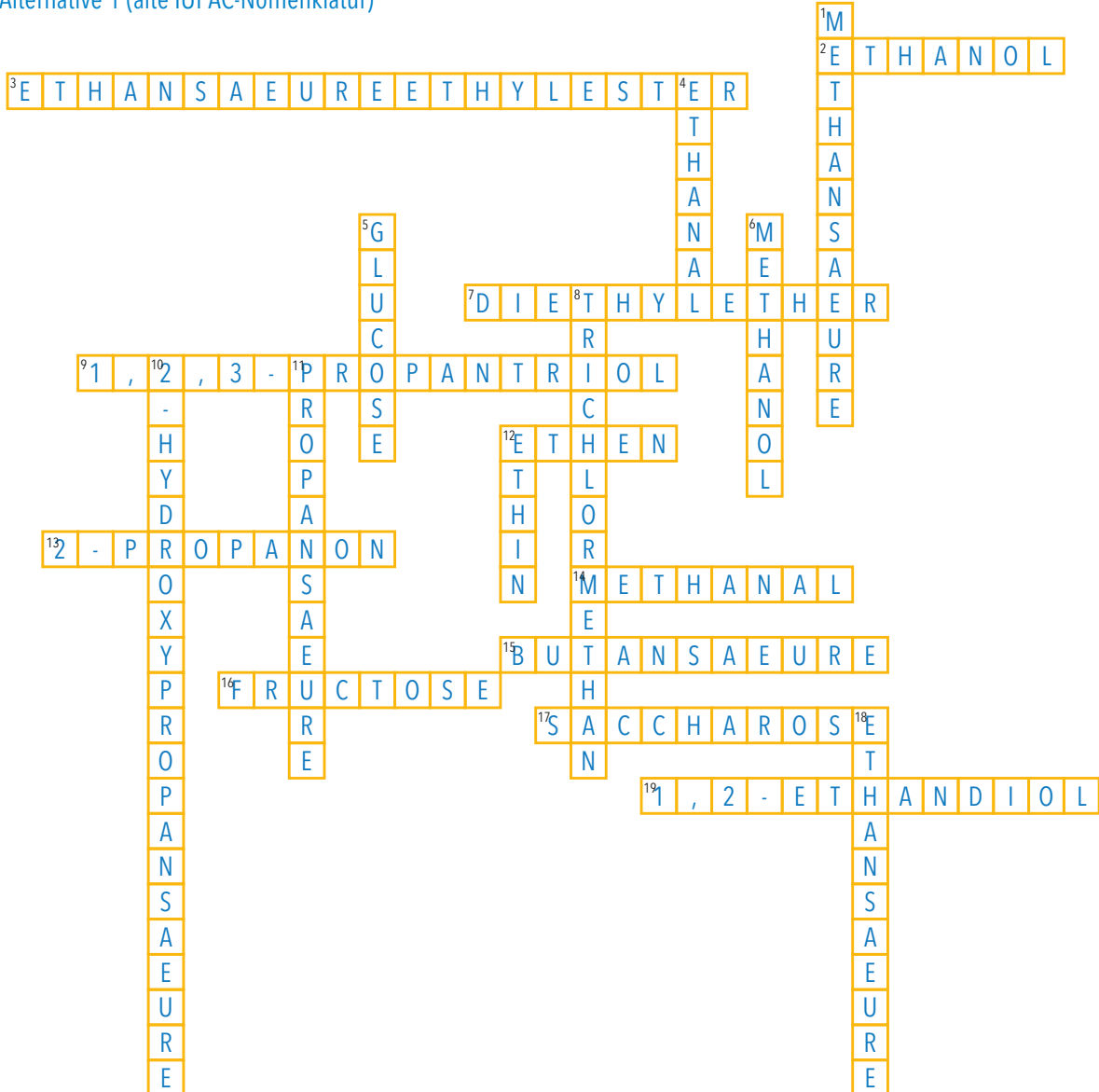
In diesem Kreuzworträtsel geht es darum, für bestimmte Trivialnamen von organischen Verbindungen den richtigen IUPAC-Namen zu finden. Dieser ist in die jeweilige Kästchenreihe einzutragen. Die vor der Formel stehende Zahl gibt die senkrechte oder waagerechte Kästchenreihe an. Der Name der Verbindung muss in eine Kästchenreihe passen, es dürfen weder leere Kästchen in einer Reihe übrig bleiben noch darf der Name abgekürzt werden. Am Ende müssen alle Kästchen ausgefüllt sein. Bindestrich, Komma oder Ziffer zählen jeweils als ein Zeichen. Umlaute sind aufzulösen (z. B. ae statt ä).

Beispiel: Methylalkohol ist der Trivialname für Methanol.

M
E
T
H
A
N
O
L

Rätsel

Alternative 1 (alte IUPAC-Nomenklatur)



**Waagrecht**

- 2. Ethylalkohol
- 3. Essigester
- 7. Ether
- 9. Glycerin
- 12. Ethylen
- 13. Aceton
- 14. Formaldehyd
- 15. Buttersäure
- 16. Fruchtzucker
- 17. Haushaltszucker
- 19. Ethylenglykol

**Senkrecht**

- 1. Ameisensäure
- 4. Acetaldehyd
- 5. Traubenzucker
- 6. Methylalkohol
- 8. Chloroform
- 10. Milchsäure
- 11. Propionsäure
- 12. Acetylen
- 18. Essigsäure

Rätsel

Alternative 2 (neue IUPAC-Nomenklatur)

<b>Waagrecht</b>		<b>Senkrecht</b>
9. Essigester		1. Milchsäure
12. Ethylalkohol		2. Ether
14. Ameisensäure		3. Buttersäure
16. Ethylen		4. Formaldehyd
17. Acetaldehyd		5. Fruchtzucker
18. Chloroform		6. Glycerin
		7. Propionsäure
		8. Traubenzucker
		10. Ethylenglykol
		11. Haushaltszucker
		12. Acetylen
		13. Methylalkohol
		15. Aceton
		16. Essigsäure

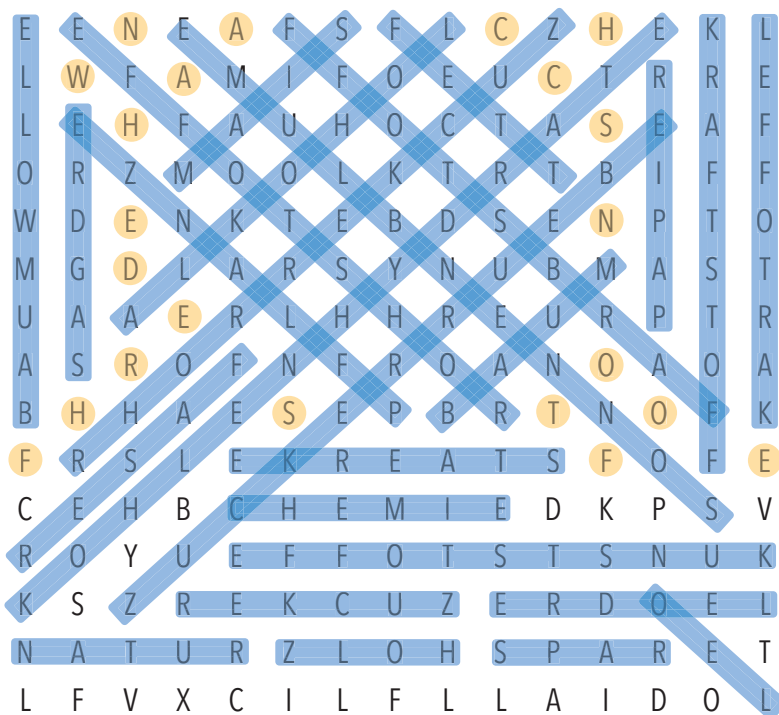
## Rätsel

### 3 Suchsel

Bei einem Suchsel haben Sie zunächst einen scheinbar wahllos aufgeschriebenen Haufen Buchstaben vor sich. In diesem Haufen sind jedoch Wörter versteckt, die gesucht werden müssen. Die zu suchenden Wörter können senkrecht, waagrecht oder diagonal, sowohl vorwärts als auch rückwärts angeordnet sein. Außerdem können Buchstaben auch von mehreren Wörtern gemeinsam genutzt werden. Wenn Sie ein Wort entdeckt haben, markieren Sie dieses, wie am Beispiel gezeigt.

Sind alle Wörter gefunden, ergeben die übrig gebliebenen nicht genutzten Buchstaben aus den Zeilen eins bis zehn von oben nach unten gelesen ein zweiteiliges Lösungswort.

Beispiel: H U G H A U S A C G W


**Zu suchende Wörter:**

- Alkohol
- Baum
- Baumwolle
- Chemie
- Erdgas
- Erdoel
- Farbstoff
- Faser
- Fett
- Holz
- Kartoffel
- Kohlenhydrate
- Kraftstoff
- Kunststoffe
- Mais
- Natur
- Oel
- Papier
- Pflanze
- Raps
- Rohstoffe
- Sonnenblume
- Stärke
- Zucker
- Zuckerrohr
- Zuckerruebe

Lösungswort: **Nachwachsende Rohstoffe**