

Inhaltsverzeichnis

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

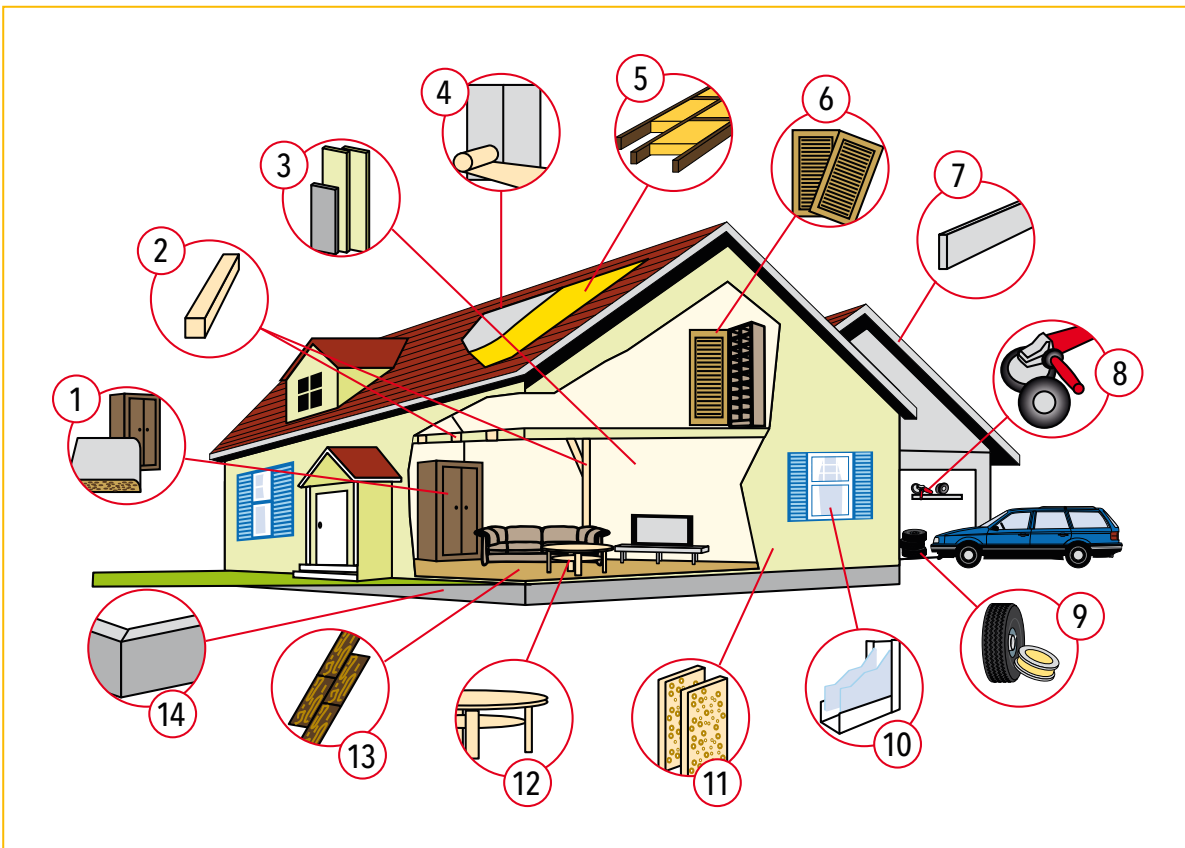
Nachwachsende Rohstoffe im Alltag

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 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

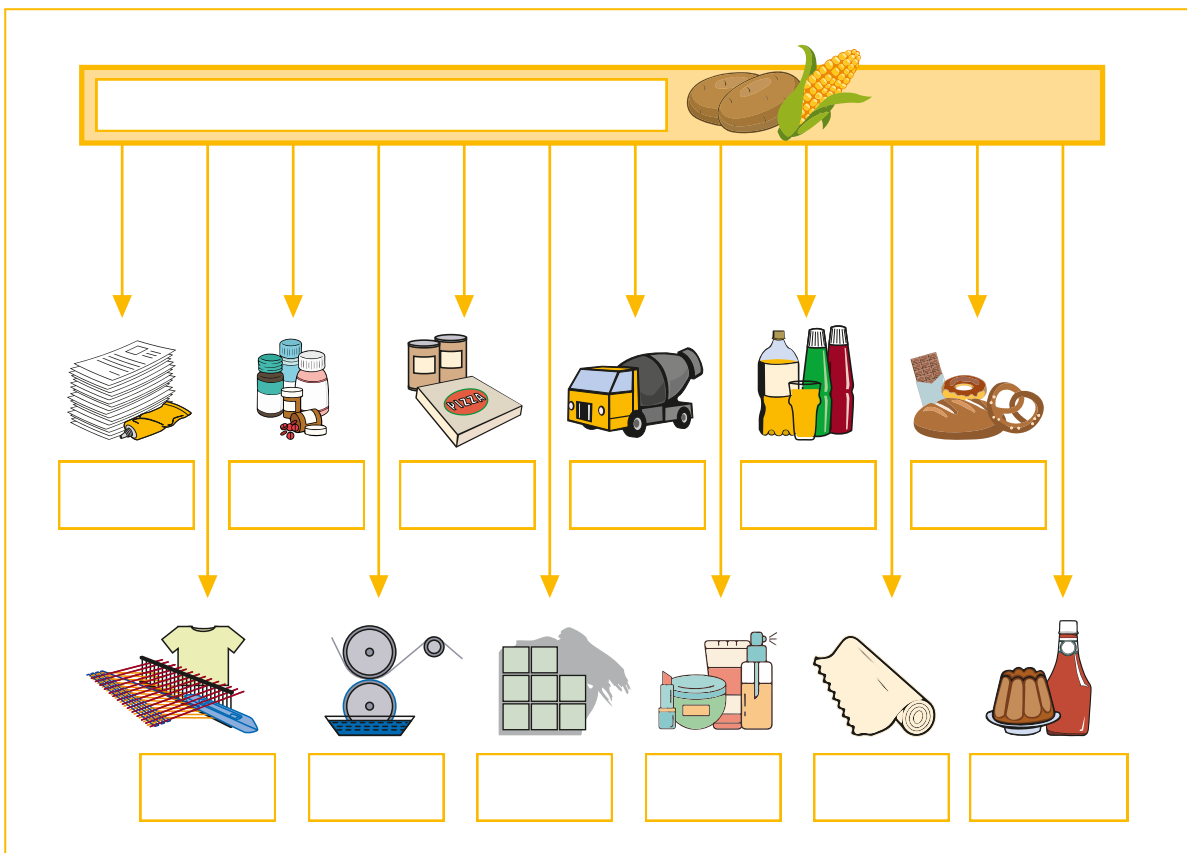
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	

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

Kraftstoffe aus Biomasse




Als Biokraftstoffe werden flüssige und gasförmige Kraftstoffe bezeichnet, deren Produktion aus nachwachsenden Rohstoffen wie Ölpflanzen, Zuckerrüben und Getreide erfolgt. Bekannte Vertreter von Biokraftstoffen sind z.B. Biodiesel und Bioethanol. Anfang der 2000er Jahre hatte insbesondere der Biodiesel als Autokraftstoff aus nachwachsenden Rohstoffen einen hohen Beitrag für die Versorgung des Verkehrssektors in Deutschland und anderen Teilen der Europäischen Union geleistet. Er galt lange Zeit als klimaschonende Alternative zum Mineralkraftstoff und wird zu den Biokraftstoffen der 1. Generation gezählt. Die wachsende Nachfrage führte zu einem steigenden Anbau von Ölpflanzen in der Landwirtschaft, und zwar nicht allein in Deutschland, sondern international. Die Folge war, dass im Laufe der Jahre in der Landwirtschaft Nutzflächen für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion zum Anbau von Ölpflanzen umgewandelt wurden. Zudem kam es vor allem in Entwicklungsländern zu einer Ausweitung der landwirtschaftlichen Nutzflächen etwa durch Brandrodung.



Die Folge dessen war eine große gesellschaftliche Diskussion, die sogenannte „Teller-Tank“-Debatte. Es zeigte sich, dass die Akzeptanz eines flächendeckenden Anbaus der zur Herstellung von Biomasse benötigten nachwachsenden Rohstoffe im Wesentlichen davon abhängt, wie nachhaltig die Gewinnung erfolgt, in welcher Konkurrenz diese zu der existentiell notwendigen Nahrungsmittelproduktion steht und welche ökologischen Folgen (z.B. Artensterben) der Anbau mit sich bringen könnte.

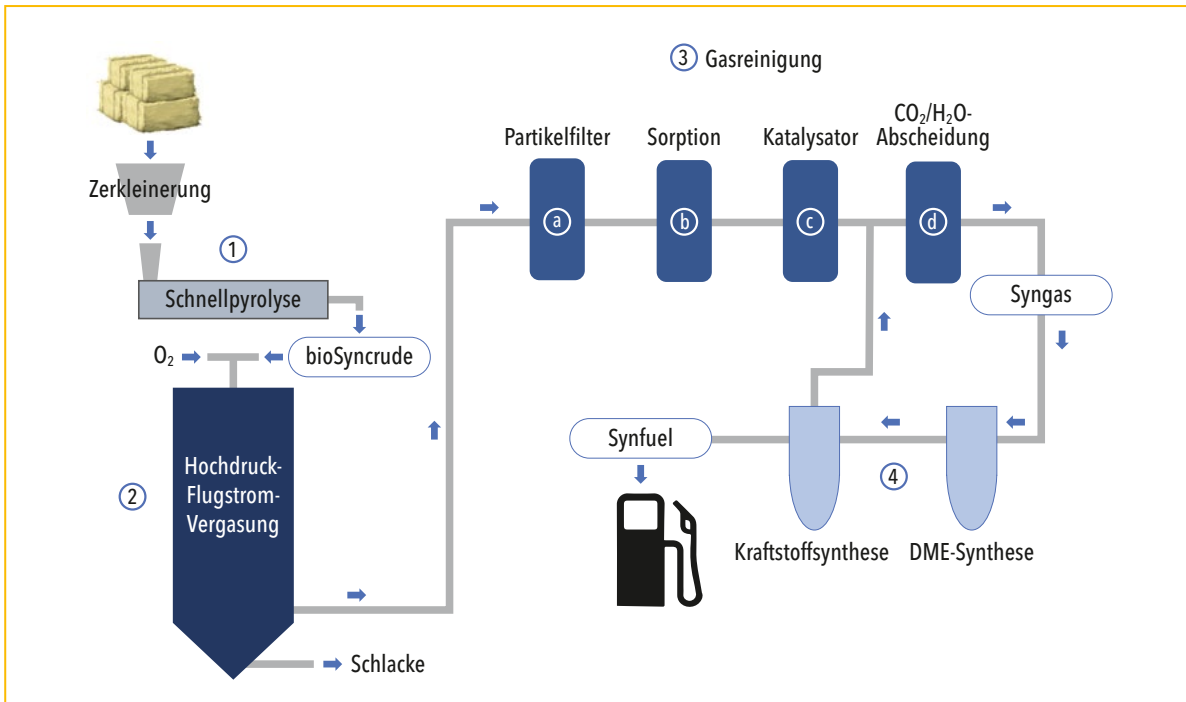
Während Anfang der 2000er Jahre Autofahrer noch reinen Biodiesel tanken konnten, findet sich dieser heutzutage nur als 7-10 %ige Beimischung zum Mineralöl-Kraftstoff an der Zapfsäule wieder. Zudem wurde 2013 die steuerliche Förderung für Kraftstoffe der 1. Generation beendet. Derzeit werden große Anstrengungen unternommen, Biokraftstoffe der 2. und 3. Generation zu erzeugen, für deren Herstellung ausschließlich auf Biomasse zurückgegriffen wird, die nicht für Nahrungsmittel oder Futtermittel Verwendung findet. Ein Prozess, der das Ziel verfolgt, die sogenannten Biomass to Liquid (BTL) Kraftstoffe herzustellen, ist das „bioliq®“-Verfahren.

Mögliche Informationsquellen:

-  <https://www.bioliq.de/24.php> (abgerufen am 22.11.2019)
-  <https://biokraftstoffe.fnr.de/kraftstoffe/btl-biomass-to-liquid/> (abgerufen am 13.10.2020)
-  <https://www.greengear.de/sunfuel-btl-biomass-to-liquids/> (abgerufen am 13.10.2020)

Teller-Tank-Debatte – Kraftstoffe aus Biomasse

Schema des bioliq[®]-Verfahrens



Aufgaben

- 1 Die Abbildung zeigt schematisch das „bioliq[®]“-Verfahren.
Erläutern Sie dieses, nutzen Sie dazu die vorgeschlagenen Informationsquellen und gehen Sie dabei wie folgt vor:
 - a. Erklären Sie die Funktion von Schritt ①. Wo wird dieser durchgeführt? Erläutern Sie mögliche Vorteile dadurch.
 - b. Nennen Sie die zwei (Haupt-)Bestandteile des Syngases. Formulieren Sie eine Reaktionsgleichung für die bei ② ablaufende, unvollständige Vergasung/Verbrennung. Nehmen Sie dabei für das bioSyncrude vereinfacht $C_3H_4O_2$ an.
 - c. Ordnen Sie zu, welche Nebenprodukte bei der Gasreinigung ③ in den einzelnen Schritten a, b, c & d gefiltert werden.
 - d. Stellen Sie für die zweistufige Synthese ④ von Synfuel (vereinfacht: $n \cdot CH_2$) Reaktionsgleichungen auf: Syngas \rightarrow DME \rightarrow Synfuel. Begründen Sie anhand dieser Reaktionsgleichungen, die Umleitung des nicht reagierten Syngases durch den Filter ③ d.
 - e. Erstellen Sie mithilfe der Abb. 1 und den Erkenntnissen aus a.- d. ein Fließdiagramm, welches das „bioliq[®]“-Verfahren zusammenfasst.
- 2 Recherchieren Sie Informationen über die Bemühungen Bioethanol auf alternativen Wegen herzustellen.
- 3 Worin unterscheiden sich Biokraftstoffe der 2. und 3. Generation hinsichtlich ihrer Herstellung? Stellen Sie zusätzlich stichwortartig die technischen und logistischen Herausforderungen zusammen, die für einen breiten Einsatz dieser Kraftstoffe bewältigt werden müssen.

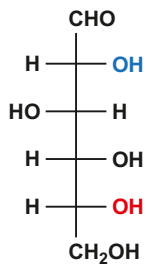
Von der Fischer-Projektion zur Haworth-Formel

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 C₁- und das C₅-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 C₂-Atom entsteht. Zur besseren Orientierung ist die OH-Gruppe am C₂-Atom rot und die am C₅-Atom blau markiert.



Die Gewinnung von Zellstoff aus Holz

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

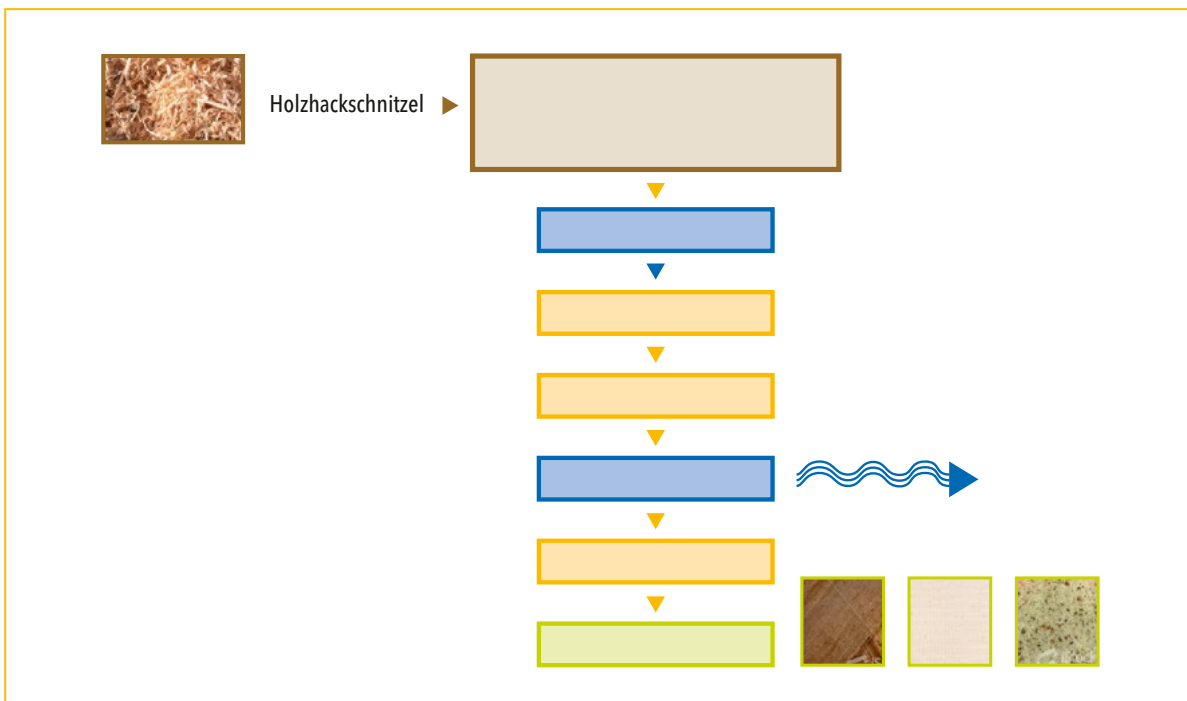
Die Abbildung zeigt vereinfacht die verschiedenen Schritte der Zellstoffherstellung. Jedes Kästchen steht für einen relevanten Schritt.

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

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.

1 Was sind die strukturellen Merkmale einer Fettsäure?

2 Definieren Sie die Begriffe „gesättigt“ und „ungesättigt“ im chemischen Sinne.

3 Welches Fett/Öl besitzt einen hohen bzw. niedrigen Gehalt an ungesättigten Fettsäuren?

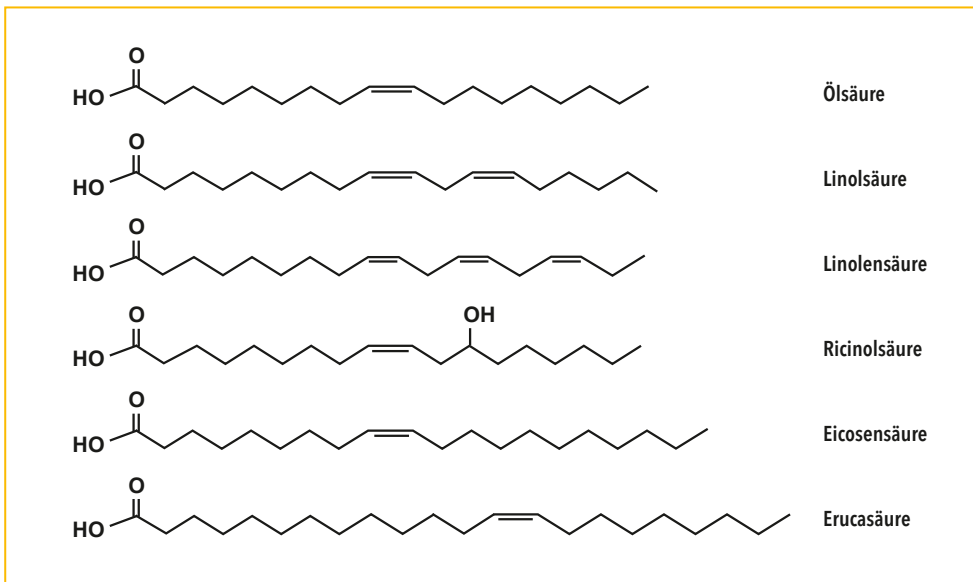
Prozentuale Fettsäurezusammensetzung einiger Ölpflanzen

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	-

4 Worin unterscheidet sich Rapsöl „low erucic“ von Rapsöl „high erucic“?

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.



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

Gewinnung von Öl aus Raps

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.

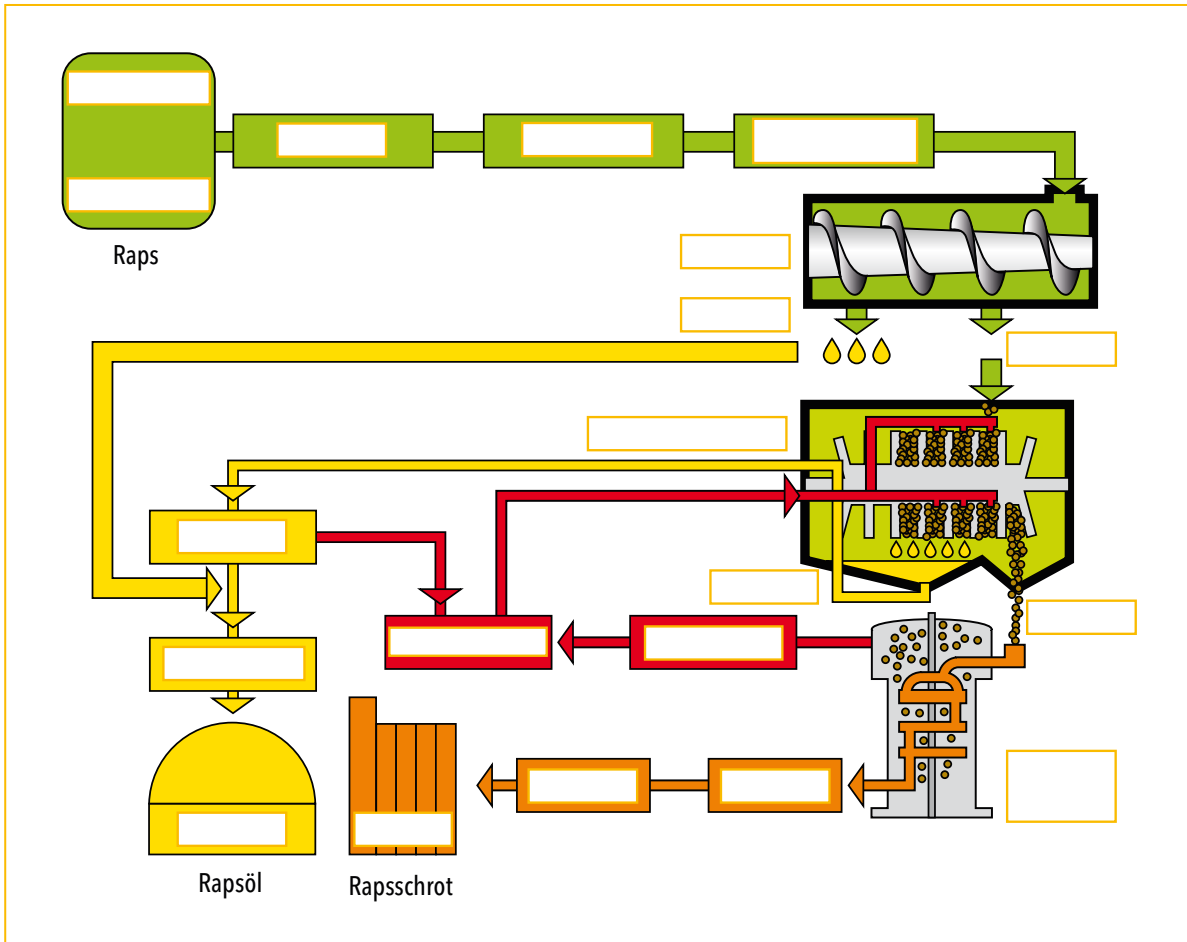
Das so erhaltene Rapsöl enthält noch eine ganze Reihe von Begleitstoffen, die durch verschiedene Reinigungsschritte entfernt werden müssen. Beispielsweise werden Proteine abgetrennt („Entschleimung“). In einem Rohöltank wird das Rapsöl bis zum Abtransport oder zur Weiterverarbeitung aufbewahrt.

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

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.

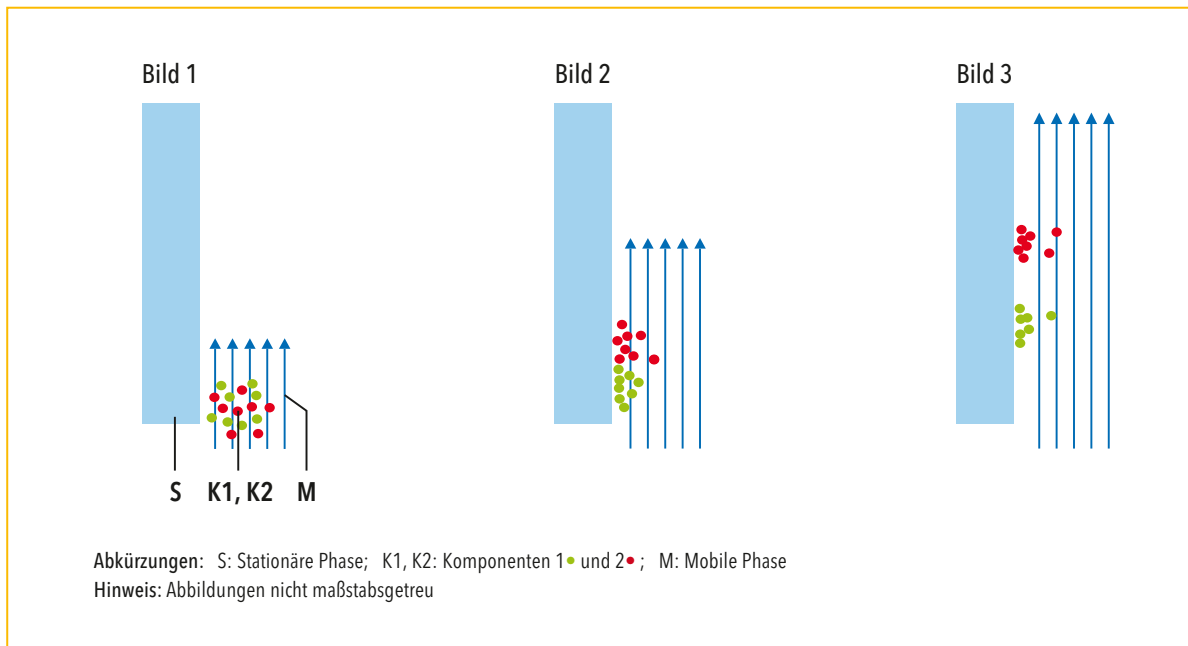
Die Adsorptionschromatographie beruht auf der Adsorption, d. h. der Anreicherung eines Stoffes (aus dem zu trennenden flüssigen oder gasförmigen Stoffgemisch) an der Oberfläche einer festen Substanz. Der Grad der Adsorption ist für jeden Stoff unterschiedlich. Zwischen der festen, stationären Phase und 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.

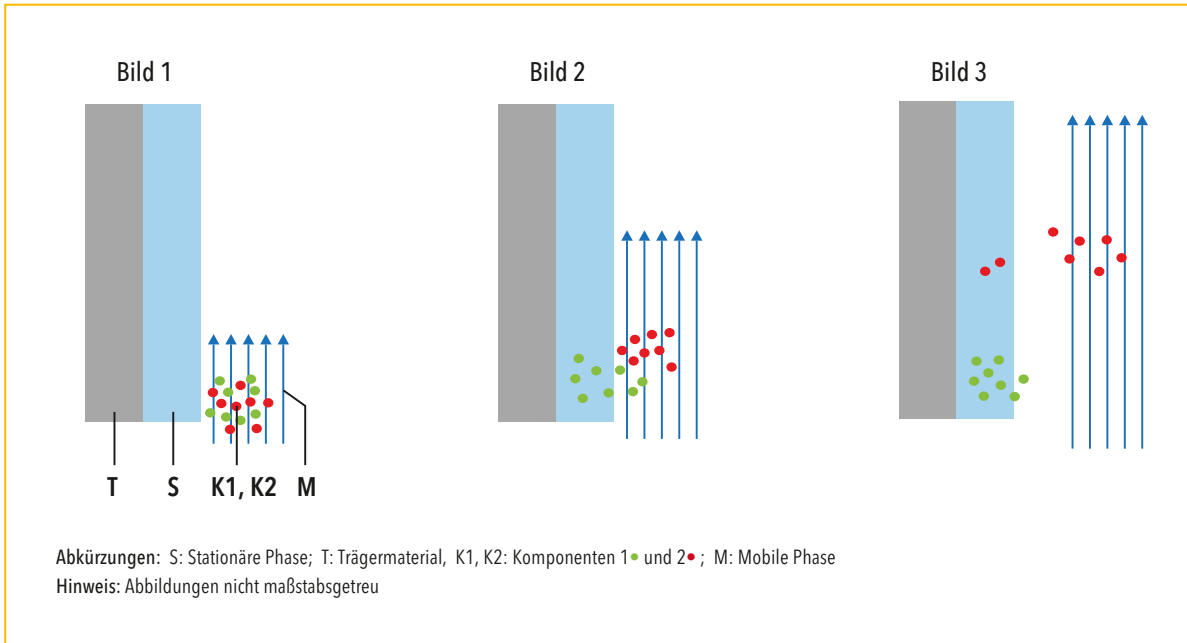
Schema einer Adsorptionschromatographie



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



Trivialnamen

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	
Aceton	
Acetylen	
Ameisensäure	
Buttersäure	
Chloroform	
Essigester	
Essigsäure	
Ether	
Ethylalkohol	
Ethylen	
Ethylenglycol	
Formaldehyd	
Fruchtzucker	
Glycerin	
Haushaltszucker	
Methylalkohol	
Milchsäure	
Propionsäure	
Traubenzucker	

Funktionelle Gruppen der organischen Chemie

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
	$R-CH_2-CH_2-R'$
Alkene	
Alkine	
	$R-OH$
	$R-X, X = F, Cl, Br, I$
Ether	
Peroxide	
Aldehyde	
	$R-CO$
	$R-COOH$
	$R-COOR'$
Carbonsäureanhydride	
Peroxy-carbonsäuren	

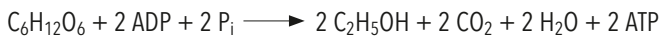
funktionelle Gruppe	Struktur
	$R-NH_2$
Säureamide	
	$R-NO_2$
	$R-N=O$
Azoverbindungen	
Cyanate	
	$R-NCO$
	$R-SH$
Thioether	
Thioester	
	$R-O-SO_3Na$
	$R-SO_3H$

Mechanismus der alkoholischen Gärung

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 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.

Bei der Glycolyse wird über mehrere Stufen ein Molekül Glucose in zwei Moleküle Pyruvat umgewandelt und zwei Moleküle ATP gebildet. Anschließend erfolgt die Decarboxylierung des Pyruvats (es wird CO_2 abgespalten). Zuletzt reduziert $NADH$ das Acetaldehyd zu Ethanol. Alle Schritte werden durch Enzyme katalysiert.

Erläuterung der Abkürzungen: ADP, ATP: Adenosindi- bzw. -triphosphat (Energieträger)
 NAD^+ , $NADH+H^+$: Nicotinamid-Adenin-Dinucleotid (Cosubstrat für enzymatische Redox-Reaktionen)

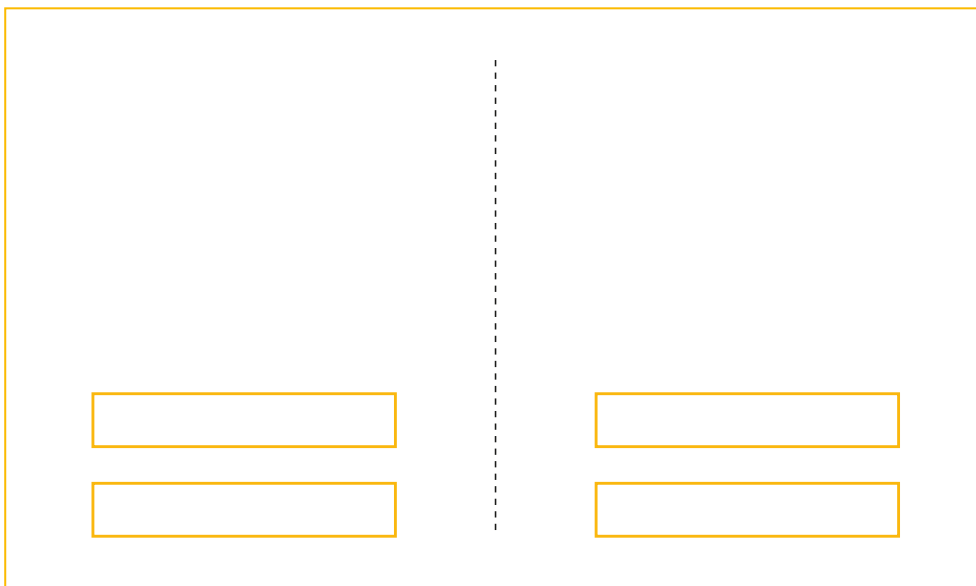
Spiegelbild-Isomere der Milchsäure

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.

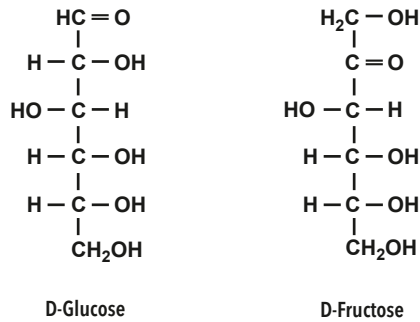
Chiralität tritt dann auf, wenn eine organische Verbindung mindestens ein asymmetrisches Kohlenstoffatom (d. h. mit vier unterschiedlichen Substituten) enthält. Ein Beispiel für eine chirale Verbindung ist Milchsäure.

- 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

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

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

Hinweis für Lehrerinnen und Lehrer:

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

1 Kreuzwörterrätsel zur IUPAC-Nomenklatur

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

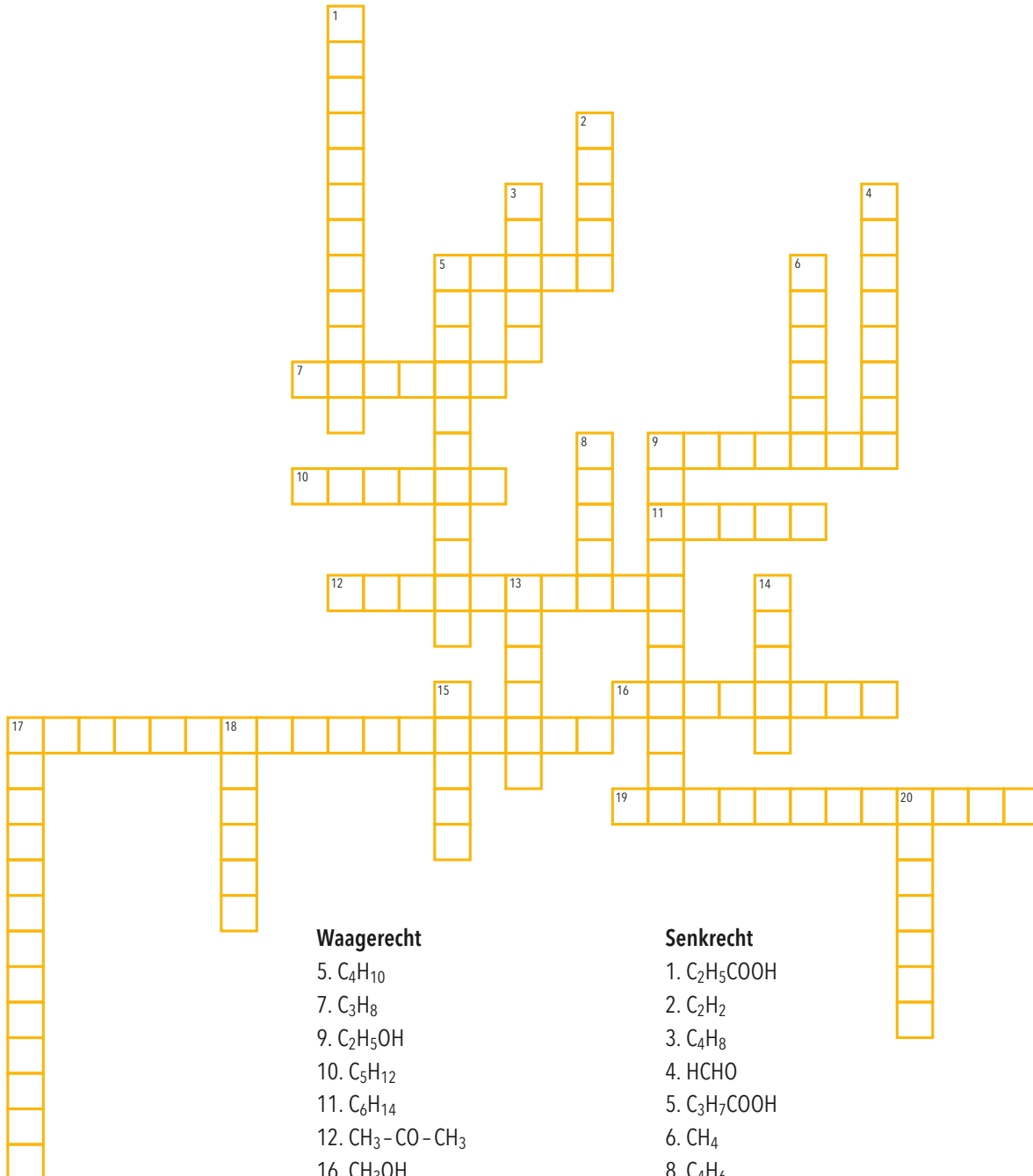
Suchen Sie für die unten aufgeführten Verbindungen ausgehend von Halbstrukturformeln bzw. Summenformeln den richtigen IUPAC-Namen. Dieser ist in die jeweilige Kästchenreihe einzutragen. Die vor der Formel stehende Zahl gibt die senkrechte oder waagerechte Kästchenreihe an. Der Name der Verbindung muss 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

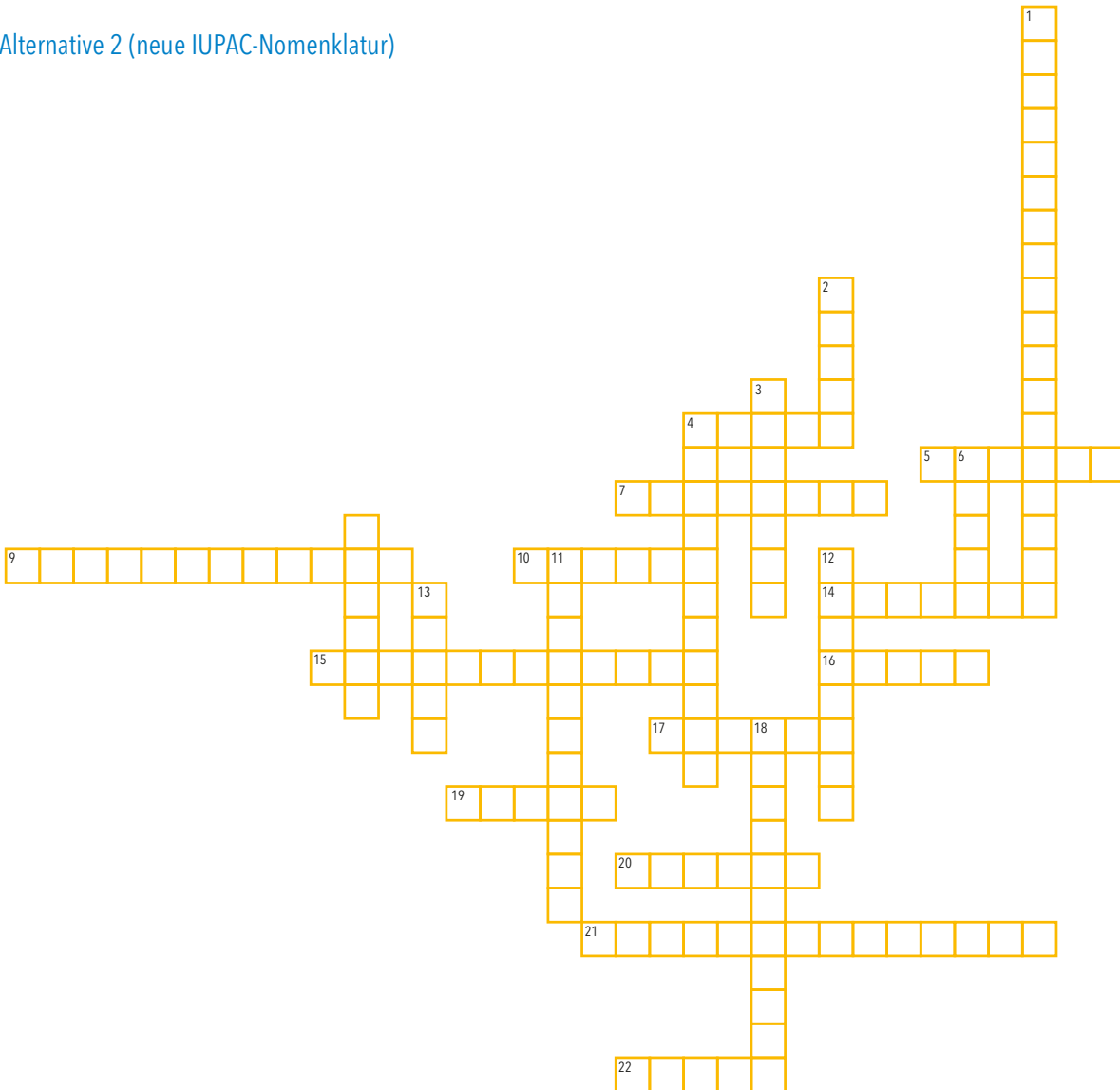
- 5. C_4H_{10}
- 7. C_3H_8
- 9. C_2H_5OH
- 10. C_5H_{12}
- 11. C_6H_{14}
- 12. $CH_3-CO-CH_3$
- 16. CH_3OH
- 17. $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$
- 19. $HCOOH$

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

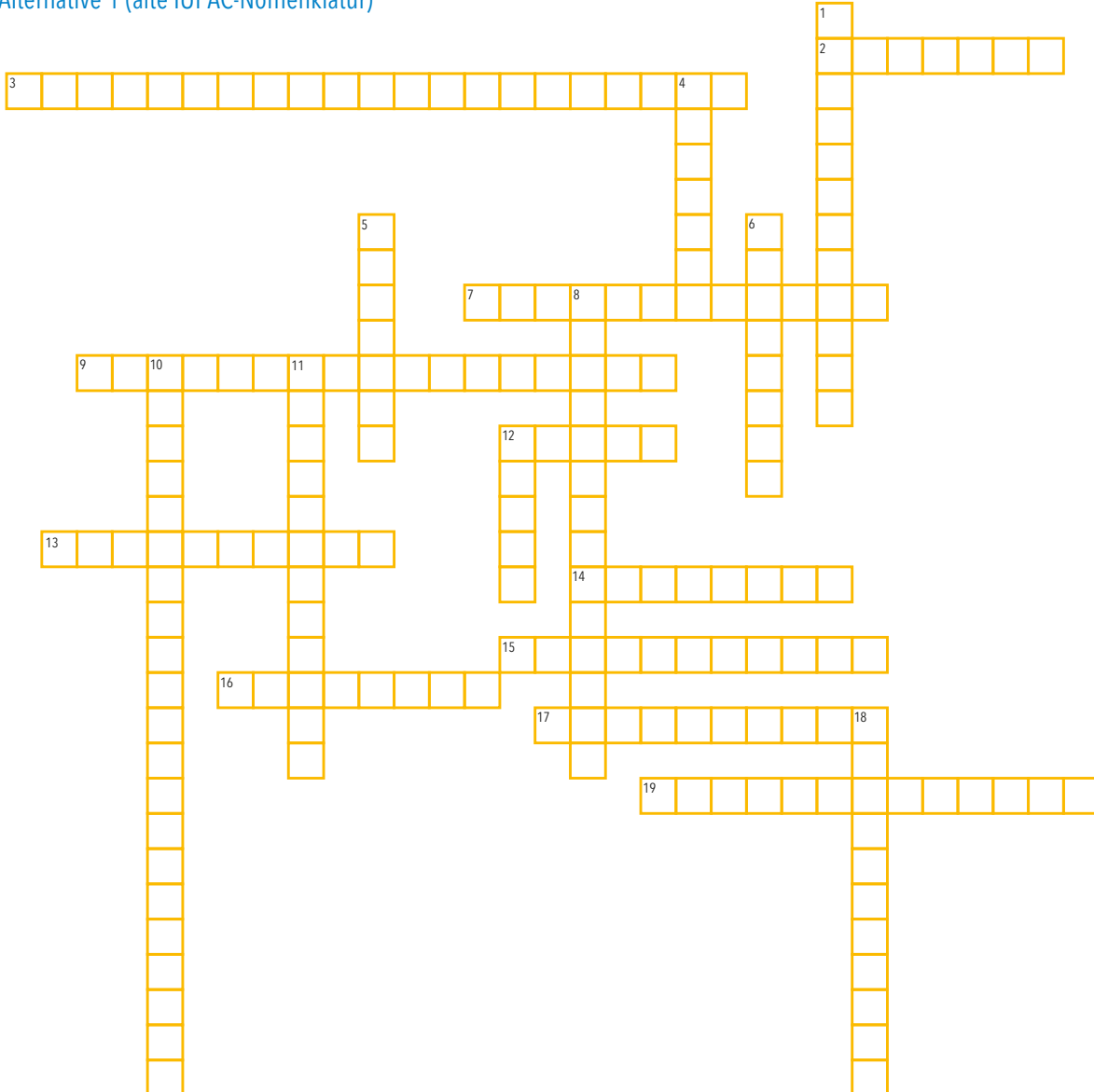
In diesem Kreuzworträtsel geht es darum, für bestimmte Trivialnamen von organischen Verbindungen den richtigen IUPAC-Namen zu finden. Dieser ist in die jeweilige Kästchenreihe einzutragen. Die vor der Formel stehende Zahl gibt die senkrechte oder waagerechte Kästchenreihe an. Der Name der Verbindung 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

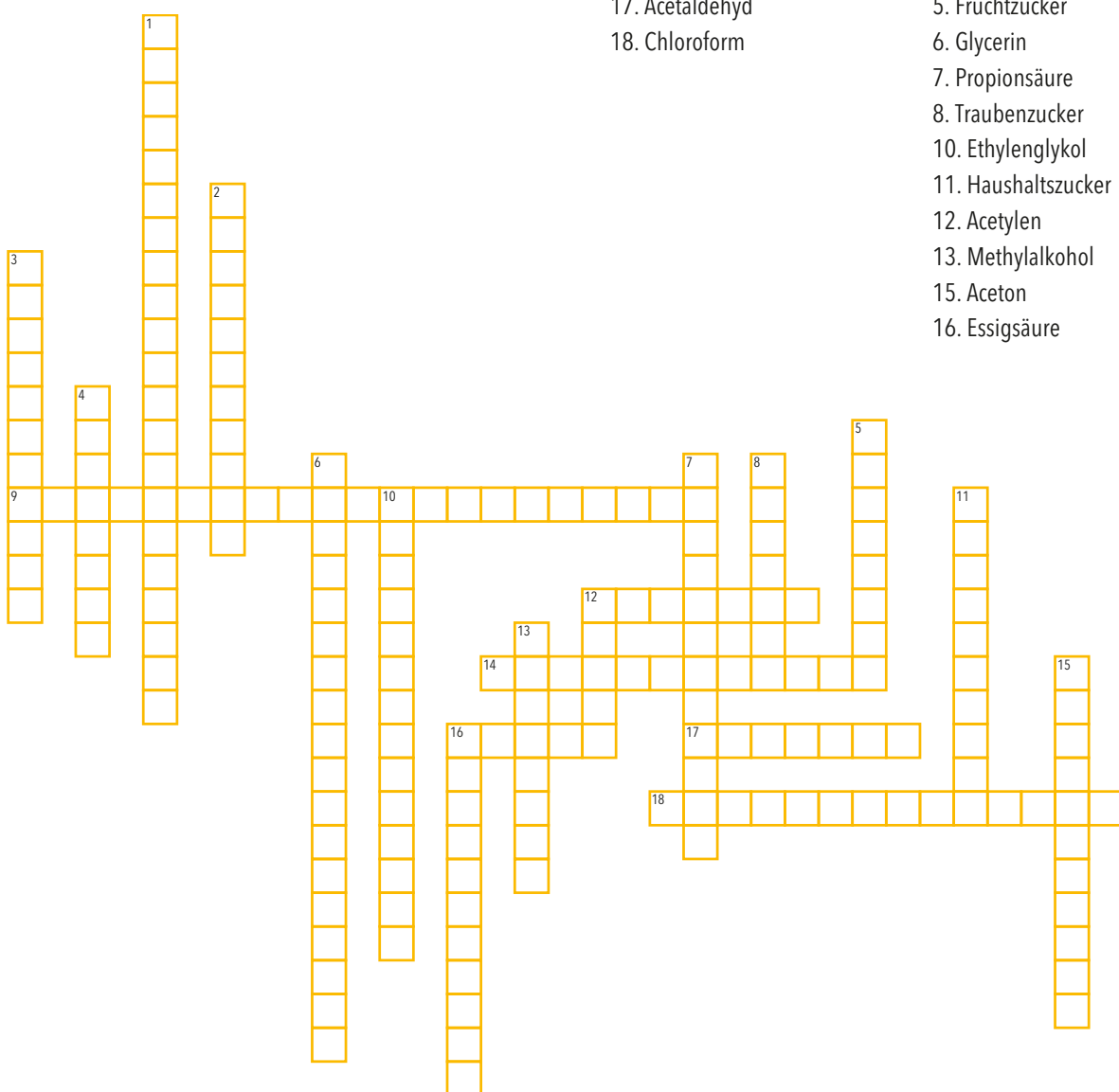
Senkrecht

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

Rätsel

Alternative 2 (neue IUPAC-Nomenklatur)

Waagrecht	Senkrecht
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



The crossword puzzle grid consists of yellow-outlined squares. The starting points for the clues are numbered 1 through 18. The grid is oriented horizontally and vertically. The clues are: 1. Milchsäure (vertical, 10 squares), 2. Ether (vertical, 6 squares), 3. Buttersäure (vertical, 6 squares), 4. Formaldehyd (vertical, 6 squares), 5. Fruchtzucker (vertical, 6 squares), 6. Glycerin (vertical, 10 squares), 7. Propionsäure (vertical, 6 squares), 8. Traubenzucker (vertical, 6 squares), 9. Essigester (horizontal, 10 squares), 10. Ethylenglykol (horizontal, 10 squares), 11. Haushaltszucker (vertical, 6 squares), 12. Acetylen (horizontal, 6 squares), 13. Methylalkohol (vertical, 6 squares), 14. Ameisensäure (horizontal, 6 squares), 15. Aceton (vertical, 6 squares), 16. Ethylen (horizontal, 6 squares), 17. Acetaldehyd (horizontal, 6 squares), 18. Chloroform (horizontal, 10 squares).

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

```

E E N E A F S F L C Z H E K L
L W F A M I F O E U C T R R E
L E H F A U H O C T A S E A F
O R Z M O O L K T R T B I F F
W D E N K T E B D S E N P T O
M G D L A R S Y N U B M A S T
U A A E R L H H R E U R P T R
A S R O F N F R O A N O A O A
B H H A E S E P B R T N O F K
F R S L E K R E A T S F O F E
C E H B C H E M I E D K P S V
R O Y U E F F O T S T S N U K
K S Z R E K C U Z E R D O E L
N A T U R Z L O H S P A R E T
L F V X C I L F L L A I D O L
  
```

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
Staerke
Zucker
Zuckerrohr
Zuckerruebe