

Die Welt der Kohlenstoffverbindungen – eine Einführung

Ein Beitrag von Peter Baumgartner, Freiburg

Mit Illustrationen von Peter Baumgartner, Freiburg, und Julia Lenzmann, Stuttgart

Vierzig Millionen verschiedener organischer Stoffe sind uns heute bekannt. Der gemeinsame Baustein von ihnen ist Kohlenstoff. Warum nimmt gerade dieses Atom eine so herausragende Rolle in der Welt der Stoffe ein?

In dieser Einheit erkunden Ihre Schüler spielerisch die faszinierende Fähigkeit der Kohlenstoffatome, sich mit anderen Kohlenstoffatomen sowie Wasserstoff- und Sauerstoffatomen zu immer neuen organischen Molekülen zu verbinden. Einfache Versuche zeigen, was bei der Verbrennung organischer Stoffe passiert. Nach einer abschließenden Recherche im Internet über Kunststoffe ist Ihre Klasse vertraut mit den Grundlagen der organischen Chemie und fit für die Unterrichtsthemen Alkane, Alkohole und organische Säuren.



Foto: Colourbox

Kunststoffe und andere Produkte der organischen Chemie sind aus unserer modernen Welt nicht mehr wegzudenken.

Mit einem Legespiel zu Kohlenwasserstoffen!

Das Wichtigste auf einen Blick

Klasse: 9/10

Dauer: 7 Stunden (Minimalplan 4 Stunden)

Kompetenzen: Die Schüler ...

- beschreiben, was man unter der organischen Chemie versteht.
- führen Nachweisreaktionen durch.
- suchen gezielt Informationen im Internet.
- experimentieren, recherchieren und überprüfen in Partnerarbeit.

Versuche:

- Welcher Stoff wird schwarz? – Verkohlung (SV)
- Wenn organische Stoffe brennen (SV)

Übungsmaterial:

- Organische Stoffe – eine kleine Auswahl
- Das Kohlenstoffatom und seine beiden besten Freunde
- Coole Moleküle – ein Legespiel
- Kunststoffe – wir recherchieren im Internet
- Jetzt weiß ich's! – Organische Chemie



Was Sie zum Thema wissen müssen

Die organische Chemie – ein geschichtlicher Rückblick

Noch bis vor zwei Jahrhunderten verstand man unter dem Begriff „organische Chemie“ die Lehre von den Stoffen des Tier- und Pflanzenreichs. So glaubte **Jöns Jakob Berzelius**, der als Vater der modernen Chemie gilt, Anfang des 19. Jahrhunderts an eine **geheimnisvolle Lebenskraft (vis vitalis)**. Nur mit ihr könnten die Stoffe des Tier- und Pflanzenreichs, also die organischen Stoffe, entstehen.

Nach dieser Theorie kann **Harnstoff**, ein in der Leber entstehendes Abbauprodukt, nicht künstlich hergestellt werden. Genau dies gelang aber dem Berzelius-Schüler **Friedrich Wöhler**: Er stellte Harnstoff im Labor her, was das Aus für die Theorie von der Lebenskraft bedeutete.

Die **moderne Definition** beschreibt die organische Chemie als die Chemie der **Verbindungen mit Kohlenstoff**. Allerdings gibt es einige **Ausnahmen**: Der Kohlenstoff selbst (auch in den Modifikationen Grafit und Diamant), Kohlenstoffmonooxid und Kohlenstoffdioxid, Kohlensäure, Carbonate und einige weitere Kohlenstoffverbindungen werden der anorganischen Chemie zugerechnet.

So sind Kohlenstoffverbindungen aufgebaut

Das **Kohlenstoffatom** enthält **sechs Elektronen**, vier davon auf der äußeren Schale. Gemäß der Oktettregel ist das Kohlenstoffatom bestrebt, **vier Elektronen** von einem oder mehreren anderen Atomen aufzunehmen bzw. diese mit ihnen zu teilen. Im Normalfall sind das weitere Kohlenstoffatome, Wasserstoffatome (stellen jeweils ein Elektron zur Verfügung) und Sauerstoffatome (zwei Elektronen). Diese drei Atomsorten können vielfach miteinander kombiniert werden. So sind heutzutage rund 40 Millionen verschiedener organischer Stoffe bekannt.

Die Verbrennung von Kohlenstoffverbindungen

Bei der **Verbrennung** organischer Stoffe finden Reaktionen mit dem Sauerstoff aus der Luft statt. Es entstehen **Wasser** und **Kohlenstoffdioxid**. Kohlenstoffdioxid kann mit der **Kalkwasserprobe** nachgewiesen werden. Da seit Beginn der industriellen Revolution gigantische Mengen von Erdöl und Kohle verbrannt wurden, stieg auch die Menge des freiwerdenden Kohlenstoffdioxids an. Es ist der Hauptverursacher der Klimaerwärmung.

Kunststoffe sind Makromoleküle

Erdöl und **Kohle** sind die Rohstoffe der meisten künstlich hergestellten organischen Stoffe. Der Freiburger Chemiker **Hermann Staudinger** erkannte, dass viele dieser „Kunststoffe“ als **Makromoleküle** vorliegen, d. h. als kettenförmige Riesenmoleküle aus 100.000 und mehr Atomen. Bei der Herstellung und Verbrennung dieser Kunststoffe können problematische Stoffe auftreten, so z. B. das giftige Chlor bei PVC-Kunststoffen.

Vorschläge für Ihre Unterrichtsgestaltung

Voraussetzungen der Lerngruppe

Die Schülerinnen und Schüler* sollten wissen, dass ...

- Atome aus einem Kern und Schalen mit Elektronen bestehen.
- die Ordnungszahl im Periodensystem der Elemente der Anzahl der Außenelektronen entspricht.
- die erste Schale zwei Elektronen und die zweite Schale acht Elektronen aufnehmen kann.
- Atome bestrebt sind, eine volle Außenschale mit acht Elektronen durch Elektronenaufnahme oder -abgabe zu erreichen (Oktettregel).
- Verbrennungsreaktionen sind, bei denen der verbrennende Stoff mit Sauerstoff reagiert.

* Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit nur „Schüler“ verwendet.

Aufbau der Unterrichtseinheit

Zu Beginn der Einheit machen die Schüler Vorschläge zur Sortierung sechs verschiedener Stoffe. Die Betrachtung des Sortiervorschlags von Berzelius nach der Entstehung der organischen Stoffe durch eine „Lebenskraft“ und deren Widerlegung durch Wöhlers Harnstoffsynthese führen zur modernen Definition der organischen Chemie (**Arbeitsblatt M 1**). **Farbfolie M 2** und **Arbeitsblatt M 3** thematisieren die Vielzahl der organischen Stoffe. Mit dem **Schülerversuch M 4** wird das Verkohlen organischer Stoffe beobachtet.

Mithilfe des **Arbeitsblatts M 5** erkennen die Schüler die Besonderheiten des Kohlenstoffatoms und seine Tendenz, sich mit anderen Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffatomen zu verbinden. Im **Schülerversuch M 6** weisen die Lernenden dann Kohlenstoffdioxid als Verbrennungsprodukt von Kerzenwachs nach und formulieren die Verbrennungsreaktion von Ethanol.

Den Abschluss der Einheit bildet die **Internetrecherche M 9** zu den Kunststoffen.

Üben

Mit dem **Legespiel M 7/M 8** vertiefen die Schüler spielerisch ihr Wissen vom Bindungsverhalten des Kohlenstoffatoms mit Wasserstoff- und Sauerstoffatomen.

Im **Selbst-Test M 10** werden dann die wichtigsten Lerninhalte der Einheit wiederholt.

Angebot zur Differenzierung

Als Zusatzmaterial auf CD () steht Ihnen eine **Variante von Arbeitsblatt M 5** mit vorgegebenen Lösungswörtern für **schwächere Schüler** zur Verfügung.

Diese Kompetenzen trainieren Ihre Schüler

Die Schüler ...

- beschreiben, was man unter der organischen Chemie versteht.
- ordnen organische Stoffe entsprechend ihrer Verwendung.
- führen einen Nachweisversuch für Kohlenstoffdioxid durch.
- kennen das Bindungsverhalten von Kohlenwasserstoff, Wasserstoff und Sauerstoff und üben dies im spielerischen Anordnen dieser Atome zu organischen Molekülen.
- nutzen das Internet zur gezielten Informationsbeschaffung.
- experimentieren, recherchieren und überprüfen in Partnerarbeit.

Medientipps

Internetadressen

www.plasticseurope.de/informationszentrum/kunststoff-schule/schulbuch-kunststoffe--werkstoffe-unserer-zeit.aspx

Hier kann man kostenlos ein digitales Schulbuch zum Thema „Kunststoffe“ herunterladen, das die Schüler für ihre Internetrecherche nutzen können.

www.greenpeace.org/austria/de/themen/konsum/Hintergrund-Info/bewusst-einkaufen/konsum/chemikalien-kunststoffe/kunststoffe/

Auf der Website von Greenpeace findet man umfangreiche Informationen zu Kunststoffen.

www.youtube.com/watch?v=QnQe0xW_JY4

Das Video stellt auf amüsante und lockere Weise die spezielle Rolle des Kohlenstoffs dar. Es wurde schon weit über zwei Millionen Mal angeklickt. Auf Englisch mit deutschen Untertiteln.

Filme

Kohlenstoffchemie. Grundlagen und Einführung, DVD, ca. 20 Minuten, 2014, FWU-Nr. 4673781

Der Film stellt verschiedene Alltagsprodukte vor, die alle aus Kohlenstoffverbindungen bestehen. Daraus werden dann die Gemeinsamkeiten aller organischen Verbindungen abgeleitet und vorgestellt. Bei wenig Zeit können Sie diesen Film als Einstieg in die Einheit nutzen.

Die Einheit im Überblick

🕒 V = Vorbereitung

FO = Folie

AB = Arbeitsblatt

🕒 D = Durchführung

SV = Schülerversuch

LEK = Lernerfolgskontrolle

📁 = Zusatzmaterial auf CD LP = Lehrerpräsentation

Stunden 1–2: Definition der organischen Chemie	
M 1 (AB)	Organische Chemie – die Welt der Kohlenstoffverbindungen <input type="checkbox"/> 6 verschlossene Schraubdeckelgläser mit Schwefel, Sand, Eisen, Brennspritus, Zucker, Harnstoff <input type="checkbox"/> 9 Magnete <input type="checkbox"/> 12 DIN-A4-Blätter (Ausdruck von „Anorganische und organische Stoffe.pdf“; 📁)
📁 (LP)	Anorganische und organische Stoffe (für M 1)
📁 (AB)	Organische Chemie kreuz und quer (für M 1)
M 2 (FO)	Organische Chemie in unserem Alltag
M 3 (AB)	Organische Stoffe – eine kleine Auswahl
M 4 (SV) 🕒 V: 10 min 🕒 D: 20 min Exemplar(e) pro Gruppe	Welcher Stoff wird schwarz? – Verkohlung <input type="checkbox"/> 3 Schutzbrillen <input type="checkbox"/> 1 Adsorptionsstopfen <input type="checkbox"/> 1 Reagenzglaslammer <input type="checkbox"/> 1 Gasbrenner <input type="checkbox"/> 1 Reagenzglasständer mit 5 nummerierten Reagenzgläsern <input type="checkbox"/> Zucker, Kochsalz, Gummibärchen, Kupfersulfat ⚠️🔥, Apfelstücke

Stunden 3–4: 40 Millionen Stoffe	
 (FO)	Das Kohlenstoffatom (zu M 5) <input type="checkbox"/> Folienstifte
 (FO)	Verbindungen mit Kohlenstoff (zu M 5)
LV ⌚ V: 1 min ⌚ D: 2 min	Verbrennungsprodukte organischer Stoffe <input type="checkbox"/> 1 Kerze <input type="checkbox"/> 1 Petrischale <input type="checkbox"/> Ethanol 
M 5 (AB)	Das Kohlenstoffatom und seine beiden besten Freunde
M 5★ 	Das Kohlenstoffatom und seine beiden besten Freunde (leichtere Variante)
 (FO)	Die Verbrennungsreaktion von Ethanol (zu M 6)
M 6 (AB/SV) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 10 min Exemplar(e) pro Gruppe	Wenn organische Stoffe brennen <input type="checkbox"/> 3 Schutzbrillen pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Reagenzglasklammer <input type="checkbox"/> Kalkwasser   <input type="checkbox"/> 1 Stopfen <input type="checkbox"/> 1 Reagenzglasständer <input type="checkbox"/> 1 Teelicht <input type="checkbox"/> 2 Reagenzgläser
 (Vorlage)	Versuchsskizze (zu M 6)

Stunden 5: Legespiel „Coole Moleküle“	
M 7 (AB) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 10 min Exemplar(e) pro Gruppe	Coole Moleküle – ein Legespiel <input type="checkbox"/> 72 Spielkarten (M 8)
M 8 (Karten)	Coole Moleküle – Spielkarten

Stunden 6–7: Recherche	
M 9 (AB)	Kunststoffe – wir recherchieren im Internet
 (Vorlage)	QR-Codes (zu M 9)
 (Vorlage)	Links (zu M 9)
M 10 (LEK)	Jetzt weiß ich's! – Organische Chemie

Die Gefährdungsbeurteilungen zu den Versuchen finden Sie auf CD 14 .

Minimalplan

Die Einheit kann bei Zeitmangel auf **vier Stunden** gekürzt werden. Geben Sie in diesem Fall die **Internetrecherche M 9** als **Hausaufgabe** auf. Die Schüler erhalten dann neben dem Arbeitsblatt M 9 die QR-Codes zum komfortablen Anwählen der Internetadressen auf dem Smartphone (.

Das **Legespiel M 7/M 8** sowie der **Selbst-Test M 10** entfallen oder werden ebenfalls als **Hausaufgabe** eingesetzt.

M 1

Organische Chemie – die Welt der Kohlenstoffverbindungen

Die Chemiker Jöns Jakob Berzelius (1779–1848) und Friedrich Wöhler waren beim Thema „Organische Chemie“ nicht ganz einer Meinung ...

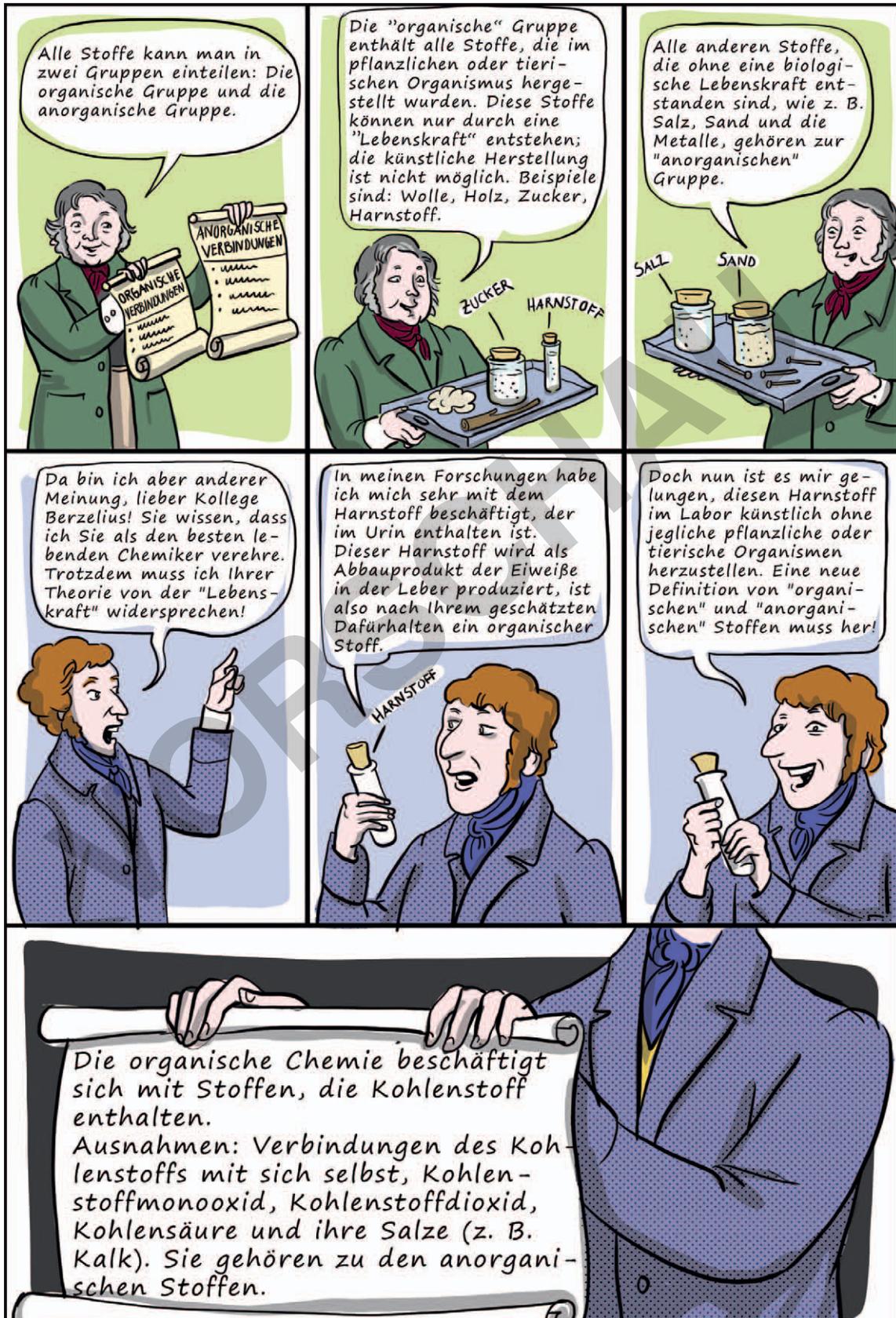


Illustration: Julia Lenzmann

Organische Chemie in unserem Alltag

M 2

①



②



③



④



⑤



⑥



⑦



⑧



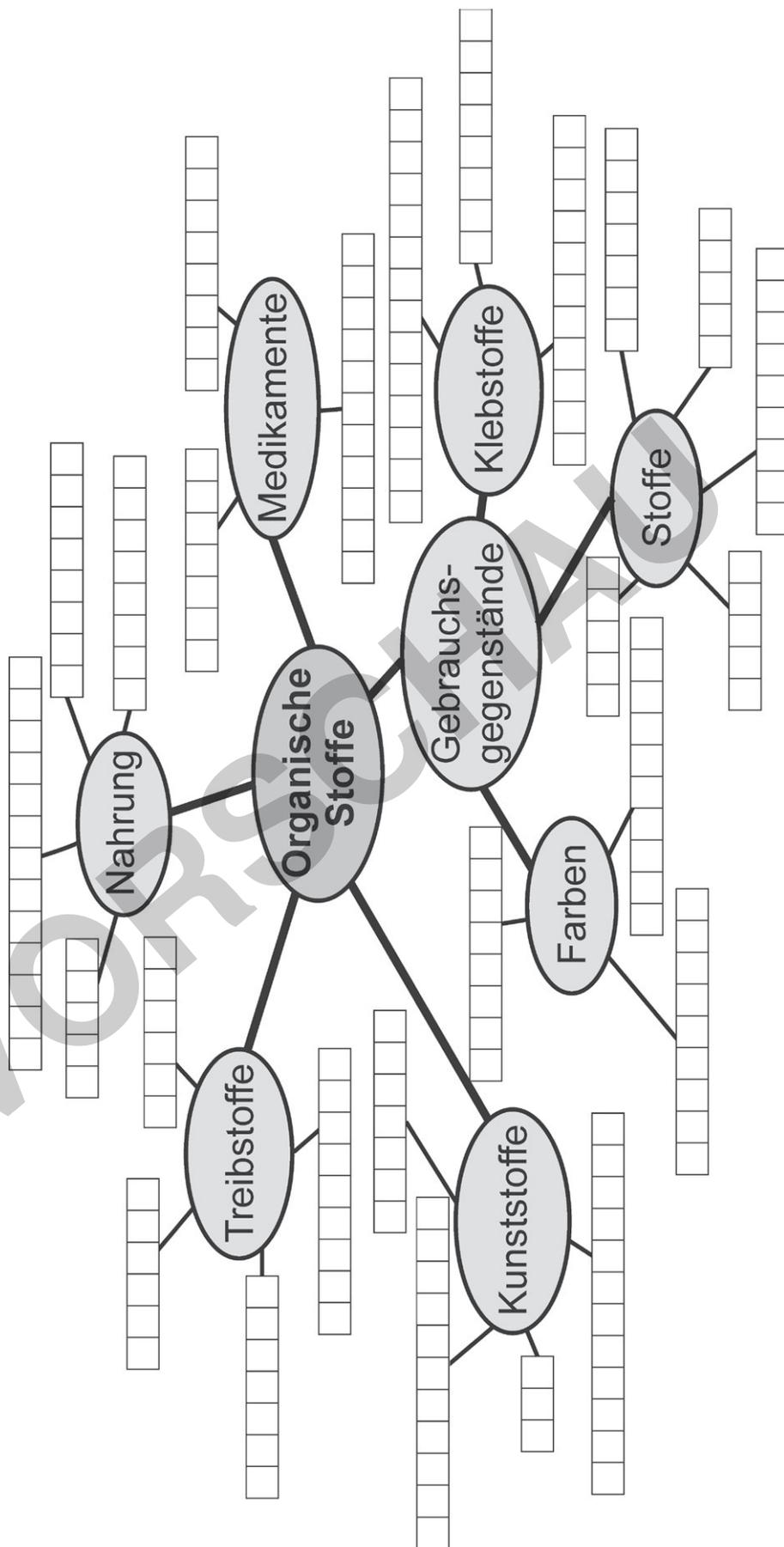
Fotos: ①, ③, ⑥-⑧: Colourbox; restliche Fotos: Thinkstock/Stock

M 3

Organische Stoffe – eine kleine Auswahl

Über 40 Millionen organische Stoffe sind bekannt. Viele organische Stoffe werden künstlich im Chemielabor hergestellt und jedes Jahr kommen tausende neue Verbindungen dazu.

Aufgabe: In der Wortliste findest du Beispiele für organische Stoffe. Trage sie an der richtigen Stelle in der Mindmap ein.



Autolack / Alleskleber / Aspirin / Bakelit / Baumwolle / Benzin / Biodiesel / Diesel / Druckfarbe / Eiweisse / Fette / Holzleim / Kerosin / Kohlenhydrate / Leder / Nylon / Paracetamol / Polyethylen / Polypropylen / PVC / Sekundenkleber / Viskose / Vitamine / Voltaren / Wandfarbe / Wolle

M 7

Coole Moleküle – ein Legespiel

In diesem Kartenspiel wiederholt ihr euer Wissen zum Aufbau von Kohlenwasserstoffen. Wer von euch schafft es wohl am schnellsten, ein cooles organisches Molekül zu bauen?

🕒 Vorbereitung: 2 min

🕒 Durchführung: 20 min

Das benötigt ihr

- 2 oder mehr Spieler 72 Spielkarten



So geht's

- 1) Jeder Spieler erhält fünf Karten. Die Starterkarte wird gelegt.
- 2) Der jüngste Spieler beginnt. Er legt eine passende Atomkarte an.
- 3) Ein Spieler nach dem anderen legt jeweils eine Karte an.
- 4) Kann ein Spieler nicht legen, so muss er eine Karte vom Stapel ziehen. Passt die aufgenommene Karte, darf er die Karte anlegen.
- 5) Hat ein Spieler keine Karten mehr, muss er eine Karte vom Stapel aufnehmen. Diese Karte darf er erst in der nächsten Runde ablegen.
- 6) Wenn ein Molekül fertig gebaut ist, wird ein neues Molekül begonnen (neue Starterkarte).
- 7) Das Spiel ist beendet, wenn ...
 - ein Spieler mit seiner letzten Karte ein Molekül fertigstellt. Dieser Spieler ist der Sieger.
 - oder
 - keine Karten mehr auf dem Stapel sind. Der Sieger ist der Spieler mit den wenigsten Karten.

Und nun viel Spaß beim Legen eurer coolen Moleküle!

So sieht das Spielfeld zu Beginn des Spiels aus

