

FWU - Schule und Unterricht

DVD
VIDEO

46 02313



Mission X: Der Kampf um die schwarze Formel



Lernziele

Kautschuk als einen wichtigen Rohstoff kennen lernen.

Einen Überblick über die Gewinnung der Latexmilch und die weiteren Verarbeitungsschritte erhalten.

Vorkenntnisse

Für das Verständnis des Filmes sind keine Vorkenntnisse notwendig. Für den Umgang mit den interaktiven Versuchen sollte der Film bekannt sein. Für den weiter gehenden Einstieg in die Versuche mithilfe des "Molekül-Mikroskopes" sollten die Grundlagen der Organischen Chemie bekannt sein, wie z. B. der Aufbau der Kohlenwasserstoffe aus C und H und ihre Verknüpfung durch Einfach- bzw. Mehrfachbindungen. Die Schüler sollten zudem die verschiedenen Aggregatzustände kennen. Um die tieferen chemischen Zusammenhänge zu verstehen, ist das Vertrautsein mit Reaktionsmechanismen und dem Umgang mit der Stereochemie hilfreich.

Zum Inhalt

Konzeption der DVD

Auf der DVD finden Sie den Film "Mission X: Der Kampf um die schwarze Formel" (ZDF) sowie umfangreiches Begleitmaterial hierzu. Vier interaktive Versuche sind über ein übergeordnetes Menü zu erreichen. Zudem finden Sie auf der DVD ein Glossar, drei Biografien, verschiedene Texte zu Hintergrundthemen sowie zahlreiche Arbeitsblätter.

Der Film

Entlang des Lebens von Charles Goodyear beleuchtet der Film die Gewinnung und Verwendung des Rohstoffes Kautschuk. Bereits die Mahina-Indianer nutzten den Kautschuk, um Bälle oder wasserdichte Kleidung herzustellen. Im 16. Jahrhundert

gelangte der erste Kautschuk nach Europa. Eine der ersten Anwendungen waren kleine Würfel, die als Radiergummi genutzt wurden. Einer anderweitigen Verwendung standen bis zum 19. Jahrhundert die Eigenschaften des Rohkautschuks entgegen: Er riecht unangenehm, klebt bei zu hoher und bricht bei zu niedriger Temperatur.

Charles Goodyear versucht unter großem persönlichem Einsatz - auch seiner Familie - den Rohkautschuk nutzbar zu machen. In Terpentin ist Kautschuk löslich, aber Terpentin ist teuer. Goodyear verkauft die Schulbücher seiner Kinder.

Dabei schläft die Konkurrenz nicht: In England interessiert sich Thomas Hancock, ein Unternehmer, für das Material. Der schottische Erfinder Macintosh experimentiert mit gelöstem Kautschuk und erfindet den Regenmantel. Goodyear wird verhaftet, da er zu viele Schulden hat.

Heute wird Kautschuk in Plantagen angepflanzt. Zu Goodyears Zeiten gab es ihn nur in Amazonien. Unter Todesgefahr versuchte man verschiedentlich, Samen aus dieser Region heraus zu schmuggeln. Schließlich gelang es Henry Wickham. Alle in Asien wachsenden Kautschukpflanzen stammen von diesen Samen ab. Bis heute gibt es keinen vollständigen Ersatz für den natürlichen Kautschuk, da kein anderes Material eine ähnlich gute Elastizität hat. Der Tierarzt Boyd Dunlop macht eine folgenschwere Erfindung: Er zieht Gummischläuche über die Räder des Dreirades seines Sohnes und pumpt diese mit Luft auf; der erste Reifen wurde erfunden. Heute werden 75 % der Gummiproduktion für Reifen verwendet. Ihre Farbe erhalten diese vom Ruß, ihre Eigenschaften durch rund 300 weitere mögliche Zu-

sätze, zum Beispiel Harze, Öle und ein Drahtgeflecht.

Ein Laborversuch vollzieht die historischen chemischen Experimente nach: In Terpentin gelöster Rohkautschuk wird mit Schwefel und Bleioxid - heute verwendet man Zinkoxid - versetzt und erhitzt. Man erhält eine homogene Masse: Gummi. Goodyear macht die wichtigste Entdeckung seines Lebens durch Zufall: Er lässt ein Gemisch aus Rohkautschuk und Schwefel versehentlich auf eine heiße Ofenplatte tropfen. Goodyear hat zum ersten Mal Gummi durch Vulkanisation hergestellt.

Der Film zeigt die Belastbarkeit von Gummi: Flugzeugreifen werden bei der Landung nicht nur stark verformt, sie müssen auch Drücke von über 55 bar und schnelle Temperaturänderungen von unter -50 °C auf über 120 °C ertragen.

1842 veröffentlicht Goodyear sein Verfahren. Horace Day stiehlt ihm das Geheimnis und während Goodyear wieder einmal im Gefängnis sitzt, setzt er die neuen Erkenntnisse Gewinn bringend in seiner Fabrik ein.

Der Rohstoff Kautschuk hat die Geschichte bewegt: Im ersten Weltkrieg stellte man Zeppeline, Reifen und Gasmasken daraus her. Während der Seeblockade bauten Bremer Kaufleute ein Handels-U-Boot, mit dem sie 348 t Kautschuk nach Deutschland schmuggelten - und gut daran verdienten.

Goodyear erkämpft sich schließlich das Recht an seinem Patent im jahrelangen Streit gegen Horace Day. Körperlich ge-

schwächt durch sein hartes Leben stirbt er früh.

Im Quiz, das Sie auch auf der DVD finden, werden Fragen zum Inhalt des Films und zu Texten des Arbeitsmaterials gestellt.

Anwahlpunkte

- Eine schicksalhafte Begegnung: Rohkautschuk
- Henry Wickhams Tat
- Dr. Dunlops Idee
- Das Postsack-Dilemma
- Kautschuk heute
- Zufallssegen: Die Vulkanisation
- Der skrupellose Horace Day
- Kriegswichtiger Rohstoff
- Sieg und Tod - ein erfolgreiches Leben?

Arbeitsmaterial

Um die Arbeitsmaterialien zu sichten, legen Sie die DVD in das DVD-Laufwerk Ihres Computers ein und öffnen Sie im Windows-Explorer den Ordner "Arbeitsmaterial". Hier finden Sie die Datei "index.html", die die Startseite öffnet. Über diese können Sie bequem alle Arbeitsmaterialien aufrufen. Um PDF-Dokumente lesen zu können, benötigen Sie den Acrobat Reader. Sie können den Acrobat Reader installieren, indem Sie im Ordner "Acrobatreader" die Datei "rp500deu.exe" doppelklicken.

Im Ordner "Arbeitsmaterial" finden sich ergänzende und weiterführende Informationen zum Kautschuk. Schnelle Assistenz in allen Fragen bietet ein ausführliches Glossar. Texte liefern Hintergrundinformationen, z. B. zu den sozialen Umständen

der Zeit oder der wirtschaftlichen Bedeutung des Kautschuks. Es können drei Biografien abgerufen werden.

Einen ganz besonderen Einstieg in das Thema bieten mehrere interaktive Versuche. Über die Einführungsseite kann man eine interaktive Karte, ein Gummi-Labor, ein virtuelles Testlabor mit "Molekül-Mikroskop" sowie eine interaktive Infoseite zum Gummieinsatz im Automobil öffnen. Die interaktive Karte zeigt in verschiedenen Zeitebenen, welche Wege der Kautschuk nahm.

Im Gummi-Labor können drei verschiedene Gummiprodukte mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften hergestellt werden (Wärmflasche, Reifen, Gummihammer). Man erfährt so interaktiv die wesentlichen Aspekte der Kautschukverarbeitung. In einem Materialtest (Dehnung, Temperaturverhalten) kann man experimentell die Unterschiede zwischen Naturkautschuk und Gummi herausfinden. Mithilfe des "Molekül-Mikroskops" können Ketten- und

Vernetzungsstrukturen von Kautschuk bzw. Gummi verglichen werden. Man erfährt auch, welchen Einfluss diese Strukturen auf die Eigenschaften des Materials haben (Elastizität, Temperatursensitivität). Schließlich erhält man die Möglichkeit, eine Autokarosserie zu erkunden. Im Quizmodus stellt sich dann heraus, ob man sich auch alles gut gemerkt hat.

Der FWU-Context-Manager

Der FWU-Context-Manager verbindet den Film mit den Arbeitsmaterialien. Erscheint während des Films im rechten unteren Eck der Button "Context", so können Sie mit einem Klick das Context-Menü aufrufen. Dort sind Arbeitsmaterialien aufgelistet, die sich thematisch auf den gerade gezeigten Abschnitt des Films beziehen. Die Materialien können durch Anklicken geöffnet werden, der Film wird angehalten. Ein Zurückkehren zum Film ist jederzeit möglich.

Überblick: Menüs des Context-Managers

Zeitpunkt im Film	Context-Menü
ab 02:08	Biografie Goodyear Wirtschaftlicher Hintergrund Sozialer Hintergrund Interaktive Versuche Unterrichtsentwurf Formelsammlung Glossar <u>Arbeitsblatt</u> - Charles Goodyear
ab 03:12	Interaktive Versuche Bildergalerie Glossar

	<u>Arbeitsblätter</u> - Der weinende Baum - Die Weltgeschichte des Kautschuks - Die Geschichte des Kautschuks
ab 09:07	Biografie Wickham Interaktive Versuche Bildergalerie Glossar <u>Arbeitsblatt</u> - Der weinende Baum
ab 16:24	Patent-Geschichte Interaktive Versuche Glossar <u>Arbeitsblätter</u> - Die Chemie des Gummis - Gummi - ein Elastomer - Gummi am und im Auto
ab 26:37	Interaktive Versuche Glossar <u>Arbeitsblätter</u> - Die Vulkanisation - Die Chemie des Gummis
ab 31:11	Biografie Day Patent-Geschichte

Unterrichtsentwurf

Kautschuk ist im Unterricht ein eher nebenbei besprochenes Thema. Bei genauem Hinsehen eignet sich der Kautschuk aber hervorragend, um wichtige Prinzipien der Organischen Chemie zu erläutern:

Latexmilch hat den Vorteil, ungiftig zu sein. Man kann sie in Bastelgeschäften er-

werben oder auch im Internet bestellen. Der Lehrer hat hiermit die einmalige Gelegenheit, eine Unterrichtssequenz mit dem unmittelbaren Erlebnis beginnen zu können.

Die Schüler werden in Gruppen aufgeteilt und erhalten ein Gefäß mit Latexmilch. Sie werden dazu angehalten, mit einem Glasstab die Konsistenz derselben zu prüfen. Mit einem Pinsel dürfen sie Latexmilch auf

ein Stoffstück streichen. Am Unterrichtsende wird die Latexmilch noch immer etwas klebrig sein. Hausaufgabe: Überlege dir, wie man den Kautschuk schneller zum Trocknen kriegen kann. Weitere grundlegende Informationen zum Kautschuk können mithilfe der Arbeitsblätter auf der DVD erarbeitet werden.

Im nächsten Schritt wird der Film "Der Kampf um die schwarze Formel" bis zu dem Punkt gezeigt, an dem Macintosh den Regenmantel erfindet. Das Experiment der vorhergehenden Stunde wird ausgewertet. Die Vorschläge der Schüler (Hausaufgabe) werden gesammelt.

Der Film wird weiter betrachtet. Die Schüler werden dazu angehalten, sich zu merken, welche Chemikalien und Verfahren Goodyear schließlich zum Erfolg verhalfen.

Im Gespräch mit den Schülern wird herausgearbeitet, was eine Vulkanisation ist. Im Demonstrationsexperiment wird die Vulkanisation nachvollzogen.

In der nachfolgenden Stunde werden die Schüler an den Gebrauch der interaktiven Versuche herangeführt und vertiefen ihr Wissen mithilfe des interaktiven Labors im Computerraum. Auch hierzu können Sie Arbeitsblätter abrufen und zum Beispiel zur Sicherung des Erarbeiteten heranziehen.

Darauf folgend soll herausgefunden werden, was eigentlich "chemisch" passiert. An dieser Stelle wird deutlich, dass sich Kautschuk auch zur Einführung in die Organische Chemie eignet: Das schrittweise Ermitteln einer Formel kann - wenigstens teilweise - nachvollzogen werden: Durch

Verkohlen des Kautschuks kann im Unterricht festgestellt werden, dass es sich um einen Stoff handelt, der vor allem aus Kohlenstoff besteht. Der Aufbau der Kohlenwasserstoffe kann eingeführt werden. Die Behandlung der Einfach- und Doppelbindung kann am Beispiel des Isopren erfolgen. Auch jüngere Schüler sind durch ein Molekül dieser Größe nicht überfordert, wenn sie die unendlichen Möglichkeiten des Aufbaus von Kohlenwasserstoffen verstanden haben. Hierzu eignen sich Molekülbaukästen besonders gut.

In höheren Jahrgangsstufen kann thematisiert werden, wie durch thermische Zersetzung und anschließende chemische Analyse der Aufbau des Kautschuks aus Isopren-Einheiten bewiesen wurde. Hierzu lässt sich gut der Film über Hermann Staudinger (s. u.) einsetzen. Das Vorhandensein der Doppelbindungen lässt sich mit Latexmilch und Bromwasser nachweisen. Zur Bedeutung des Isoprens als Naturbaustein finden Sie ein Arbeitsblatt bei den Arbeitsmaterialien.

Das Prinzip des Aufbaus von Polymeren aus Monomeren kann in vereinfachter Form schon Schülern mit einem geringen chemischen Grundwissen deutlich gemacht werden. Auch die Vernetzung der Ketten durch Schwefelbrücken bei der Vulkanisation lässt sich ebenso schematisch in Anfängerklassen wie im Detail in höheren Klassen oder Leistungskursen besprechen. Der Film "Vom Monomer zum Polymer" (s. u.) ist in diesem Rahmen hilfreich.

Auf die Erarbeitung und Sicherung der zugrunde liegenden Chemie folgt dann wieder der Einsatz der DVD: Mit dem im

Gummi-Labor neu gewonnenen Wissen können nun die chemischen Hintergründe der Vulkanisation durch den interaktiven Versuch besser verstanden und vertieft werden. Beim anschließenden Werkstofftest wird die mechanische Folge der Vernetzung über Schwefelbrücken spielerisch verdeutlicht. Die Animation kann zeigen, was sich die Schüler nicht immer vorstellen können: Wie Elastizität entsteht. Das dazugehörige Arbeitsblatt sichert das Wissen.

Ergänzende Informationen

Kautschuk

Der Begriff Kautschuk kommt aus dem indianischen Sprachgebrauch. Die Indianer in Mexiko und Peru gaben der *Hevea brasiliensis* den Namen *cahuchu* oder *caochu*, was so viel wie "weinender Baum" oder "fließendes Holz" bedeutet. Kautschuk bezeichnet natürliche oder synthetische Substanzen, die bei Raumtemperatur gummielastische Eigenschaften besitzen. Den Naturkautschuk gewinnt man aus Latex, einer milchigen Flüssigkeit, die überwiegend in Kautschukbäumen enthalten ist. Bestimmte synthetisch erzeugte Kautschuke (Synthesekautschuk) stellt man technisch unter anderem aus ungesättigten Kohlenwasserstoffen her. Chemisch betrachtet versteht man unter Kautschuk ein unvernetztes, aber vulkanisierbares Polymer. Kautschuk wird beispielsweise als Rohstoff für die Herstellung von Gummi verwendet.

Isopren

Isopren ist der Trivialname für die chemische Verbindung 2-Methyl-1,3-butadien und besitzt die Summenformel C_5H_8 .

Vulkanisation

Die Vulkanisation wurde 1839 von Charles Goodyear (1800-1860) entdeckt und bezeichnet den chemischen Prozess, bei welchem aus Rohkautschuk und Schwefel Gummi hergestellt wird. Durch die Bindung von Schwefel an die Kautschuk-Ketten wechselt der Naturkautschuk vom plastischen in den elastischen Zustand. Die Elastizität des Gummis ist abhängig von der Anzahl der Schwefelbrücken. Heute werden außerdem circa 400 verschiedene Zusätze wie Ruß, Zinkoxid, Harze, etc. eingesetzt, die die Eigenschaften des Gummis dem Bedarf anpassen.

Literatur

Jürgen Falbe (Hrsg.)
Römp-lexikon
Thieme-Verlag, Stuttgart, New York, 1992
(Hier findet man unter Stichworten wie Kautschuk, Naturkautschuk, Isopren, Vulkanisation, etc. ausführliche und wissenschaftlich exakte Informationen.)

Lubert Stryer
Biochemie
Spektrum-der-Wissenschaft-Verlagsgesellschaft, Heidelberg, 1990
(Das Buch, um biochemische Zusammenhänge gut erklärt zu bekommen.)

Praxis der Naturwissenschaften Chemie
Kunststoffe
Aulis-Verlag, Heft 4/2000, S. 12
(Informationen, Unterrichtsvorschläge, Arbeitsmaterialien)

Ulrich Giersch (Hrsg.), Ulrich Kubisch (Hrsg.)
Gummi - Die elastische Faszination
ISBN: 398035931X

Dr. Heinz Gupta Verlag
(Ein Katalog des Deutschen Hygiene-Mu-
seums, Dresden)

Linksammlung

www.moeller-reifenservice.de/vulkansn_d.html

(Von der Gewinnung des Rohkautschuks bis
zur Reifenherstellung - auch Verfahren und
Chemie werden hier erklärt.)

[www.biologie.uni-hamburg.de/b-
online/d20/20b.htm](http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/d20/20b.htm)

(Hier findet sich viel Informatives zum Thema
Isoprenoide und deren Stoffwechselwege.)

[www.swissballon.ch/bm_deutsch/haupt/kau-
tschuk/kautschuk1.htm](http://www.swissballon.ch/bm_deutsch/haupt/kau-
tschuk/kautschuk1.htm)

(Kurze, informative Texte zu allem Wichtigem
rund um Kautschuk und Gummi)

[www.chemie-macht-spass.de/Beitraege/Gummi-
baerchen_selbst_gemacht/index.html](http://www.chemie-macht-spass.de/Beitraege/Gummi-
baerchen_selbst_gemacht/index.html)

(Anleitung zum leckeren Gummi ...)

Weitere Medien

42 01477 Kunststoffe - Aufbau und Eigen-
schaften, VHS 15 min

42 01476 Kunststoffe - Vom Monomer zum
Polymer, VHS 16 min

42 02054 Hermann Staudinger, VHS 16 min

Systemvoraussetzungen bei Nutzung am PC:

Windows 98/ME/2000/XP

DirectX 6 oder höher

Pentium III, 500 MHz oder höher,

mind. 64 MB RAM

Bildschirmeinstellung mind. 1024x768 Bildpunk-
te bei 16 Bit Farbtiefe

Soundkarte 16/32-bit

DVD-ROM Laufwerk

DVD-Player-Software:

- WinDVD ab Vers. 3

- PowerDVD ab Vers. 4

- nDVD 1.71

- Cineplayer 1.5

- VaroVision DVD Decoder

Beim Einlegen der DVD in den PC darf keine
DVD-Player-Software geöffnet sein.

Bitte beenden Sie vor dem Einlegen der DVD
ggf. die Player-Software.

Herausgabe

ZDF Zweites Deutsches Fernsehen, 2004

FWU Institut für Film und Bild, 2004/2005

Didaktische FWU-DVD

Produktion

hyperraum | webvisionen, Karlsruhe:

Interaktive Versuche:

Programmentwicklung und Flashanimationen

Konzeption und Realisation

Ralf Dick, Ulrich Wolf, hyperraum | webvisionen

3D-Modelling

Ulrich Wolf, Markus Walthert, hyperraum | webvisionen

HTML Realisation:

Ralf Dick, Eva-Maria Lopez, hyperraum | webvisionen

Logo und grafische Entwürfe:

Ralf Dick, hyperraum | webvisionen

Art-Direction und Grafik:

Ralf Dick, Eva-Maria Lopez, Ulrich Wolf,

hyperraum | webvisionen

triplex GmbH, München

mastering studios münchen GmbH

Autoren

Katja Berwind (ZDF)

Barbara Fischer

Martin Kania (ZDF)

Eva Kuhn (ZDF)

Michael Süß (FWU)

Sebastian Theby (ZDF)

Sebastian Wanninger

Katja Weirauch (FWU)

Fachberatung

Deutsches Institut für Kautschuktechnologie,

Hannover Prof. Dr. Martin Häberlein, FH Frankfurt

am Main - University of Applied Sciences Dr. Zen-
gerle, Stahlgruber Otto Gruber GmbH & CoKG

Begleitkarte

Katja Weirauch (FWU)

Bildnachweis

dpa

Engstfeld Film GmbH

Goodyear GmbH & Co. KG

Imagestate

mev (Mev Verlag)

Photodisc

pr

ZDF

Titelbild: Goodyear GmbH & Co. KG

Redaktion

Dr. Kirsten Bode (ZDF)

Katja Berwind (ZDF)

Dr. Heidrun Baumann (FWU)

Dr. Susanne Friz (FWU)

Michael Süß (FWU)

Katja Weirauch (FWU)

Pädagogische Referentin im FWU

Katja Weirauch

Film „Der Kampf um die schwarze Formel“

Ein Film von

Axel Engstfeld

Co-Autor

Achim Scheunert

Inszenierungen

Christian Twente

Kamera

Hans Jakobi, Wolfgang Thaler

Kameraassistentz

Boris Hölter

Thorge Horstmann

Nicole Erksmeier

Schnitt

Josef van Ooyen

Tondesign

Niko Remus

Erzähler

Wolfgang Hess

Produktionsleitung

Marcus Boehnke

Produktionsassistentz

Valérie Lang

Mitarbeit

Juliane Kessler

Produktionsleitung ZDF

Donald Jenicken

Redaktion

Günter Myrell

Daniel Manthey

Eine Produktion der Engstfeld Film GmbH

Im Auftrag des ZDF

Lizenz durch

ZDF Enterprises GmbH

© ZDFE 2004

- Alle Rechte vorbehalten -

Verleih durch Landes-, Kreis- und Stadtbildstellen/Medienzentren

Verkauf durch FWU Institut für Film und Bild, Grünwald

Nur Bildstellen/Medienzentren: öV zulässig

© 2004

ZDF

HR Neue Medien

55100 Mainz

E-Mail zdfexpedition@zdf.de

Internet www.zdf.de

© 2004 / 2005

FWU Institut für Film und Bild
in Wissenschaft und Unterricht
gemeinnützige GmbH

Geiseltalsteig

Bavariafilmplatz 3

D-82031 Grünwald

Telefon (0 89) 64 97-1

Telefax (0 89) 64 97-300

E-Mail info@fwu.de

Internet <http://www.fwu.de>



FWU - Schule und Unterricht

DVD 46 02313
VIDEO

FWU Institut für Film und Bild
in Wissenschaft und Unterricht
gemeinnützige GmbH
Geiseltalsteig
Bavariafilmplatz 3
D-82031 Grünwald
Telefon (0 89) 64 97-1
Telefax (0 89) 64 97-300
E-Mail info@fwu.de
Internet <http://www.fwu.de>

zentrale Sammelnummern für unseren Vertrieb:

Telefon (0 89) 64 97-4 44
Telefax (0 89) 64 97-2 40
E-Mail vertrieb@fwu.de

Laufzeit: 50 min
Kapitelanwahl auf DVD-Video
Sprache: deutsch

Systemvoraussetzungen bei Nutzung am PC

Windows 98/ME/2000/XP
DirectX 6 oder höher
(weitere Informationen
siehe Seite 8)

GEMA

Alle Urheber- und
Leistungsschutzrechte
vorbehalten.
Nicht erlaubte/geneh-
migte Nutzungen
werden zivil- und/oder
strafrechtlich verfolgt.

**LEHR-
Programm
gemäß
§ 14 JuSchG**

ISBN 3 9220 9894 - 0



9 783922 098942

Mission X: Der Kampf um die schwarze Formel

Keine Luftballons, keine Hygiene und vor allem keine Autos! Auf all dies müssten wir heute verzichten, wenn nicht Charles Goodyear sein Leben dem Kautschuk und seiner Verarbeitung gewidmet hätte. Auf dieser DVD finden Sie den gleichnamigen Film zur Geschichte und Bedeutung des Kautschuks. Animierte Laboratorien, Biografien, ein Glossar und vielfache andere Arbeitsmaterialien liefern Ihnen Zusatzinformationen aus der Chemie, Geografie, Geschichte und Biologie.

Ausstrahlung des Films „Der Kampf um die schwarze Formel“
im ZDF und auf ARTE

Begleitmaterial

Die Begleitmaterialien zum Film sind auch im Internet
erhältlich: <http://www.zdf.de>

Schlagwörter

Organische Chemie, Industriegeschichte, Biografie, Kautschuk,
Polymer, Elastomer, Isopren, Vulkanisation, Gummi

Chemie

Organische Chemie • Kohlenwasserstoffe • Polymere Stoffe,
Naturstoffe
Angewandte Chemie • Chemie in Alltag und Umwelt

Biologie

Botanik • Angewandte Botanik

Geografie

Industriegeografie • Rohstoffe und Verarbeitung

Geschichte

Neuere Geschichte • Zeitalter der Entdeckungen, Eroberungen
und Erfindungen, Industrialisierung und Soziale Frage, Imperia-
lismus und Erster Weltkrieg
Biografien

Allgemeinbildende Schulen (8-13)
Erwachsenenbildung