



Verleihnummer der Bildstelle

Unterrichtsblatt zu dem didaktischen Film

Vom Rohöl zum Heizöl und Rohbenzin

Destillieren: Sieden - Trennen

**WBf-Unterrichtsfilm, ca. 17 Minuten, Farbe
16mm (Lichtton) oder Video (VHS)**

Adressatengruppen

Alle Schulen ab 6./7. Schuljahr,
Jugend- und Erwachsenenbildung

Unterrichtsfächer

Geographie, Chemie, Physik, Wirtschaft, Welt- und Umweltkunde

Kurzbeschreibung des Films

Tägliche Gebrauchsgegenstände, für die Erdöl ein unerläßlicher Grundstoff ist, führen in den Film ein. Voraussetzung für die Produkte der Petrochemie ist die Bearbeitung der Kohlenwasserstoffe, die im Erdöl in unterschiedlicher Zusammensetzung enthalten sind. In Trick- und Realaufnahmen zeigt der Film den Transport des Rohöls vom Tanker über Rohrleitungen in die Raffinerie. Die eigentliche Verarbeitung erfolgt im Innern der Trenntürme, ähnlich dem Sieden von Wasser in einem geschlossenen Topf. Trickzeichnungen veranschaulichen den von außen nicht sichtbaren Vorgang bei der atmosphärischen und bei der Vakuum-Destillation. Die durch das Trennen gewonnenen Fraktionen des Erdöls können nun weiter verarbeitet werden.

Didaktische Absicht

Der überwiegenden Zahl der Schülerinnen und Schüler sind industrielle Abläufe und Prozesse unbekannt. Sie sollen daher an einem konkreten Beispiel Einsicht in technische Verfahren gewinnen, die zur Aufbereitung eines Rohstoffes notwendig sind. Sie erfahren, daß Erdöl nicht direkt verwendet wird, sondern erst einen industriellen Veredelungsprozeß durchlaufen muß. Die bereits bekannten Vorgänge beim Sieden von Wasser können auf den Vorgang der Rohöldestillation übertragen werden.

Verleih in Deutschland: WBf-Unterrichtsfilme können bei der Mehrzahl der Landes-, Stadt- und Kreisbildstellen sowie den Medienzentralen entliehen werden.

Österreich: Bundesministerium für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten-Medienservice, Wien, durch die Landesbildstellen bzw. Bezirksbildstellen sowie Medienzentralen.

Schweiz: Schweizerische Schulfilm-Verleihstellen in Rorschach, Basel, Zürich und Medienzentralen.

I. Einsatzmöglichkeiten zu folgenden Themenbereichen der Lehrpläne und Schulbücher

- **Im Erdkundeunterricht**
 - „Arbeiten und Versorgen in Industrieräumen“
 - „Strukturwandel unter dem Einfluß moderner Techniken und industrieller Produktionsweisen“
 - „Natürliche Grenzen des Wirtschaftens“
- **Im Chemieunterricht**
 - „Erdöl als Gemisch aus Kohlenwasserstoffen“
 - „Technische Verfahren zur Aufbereitung“
 - „Wichtige Produkte und ihre Verwendung“
 - „Bedeutung des Erdöls als Energieträger und Rohstoff“
- **Im Wirtschaftsunterricht**
 - „Die verschiedenen Bereiche der gesamtwirtschaftlichen Produktion“
 - „Das Zusammenwirken von Menschen, Maschinen und Material“
 - „Grundlagen des Produktionsablaufes und der Ansprüche und Zielsetzungen der Produktion“

II. Inhalt und Aufbau des Films

Zwischentitel gliedern den Film.

Einstieg: Luftballons und Lippenstift, Segelflugzeug und Surfbrett, Kunststoffspielzeug und Kunststoffauto leiten zu der Frage über, was wir aus Erdöl machen.

Der Füllstutzen im Autotank problematisiert unser Thema. Wer macht Benzin? Und wie wird Benzin hergestellt?

Erdölverarbeitungsanlagen, Raffinerien, wandeln das Rohöl in gebrauchsfähige Produkte um. Karten zeigen die wichtigsten Standorte und Pipelines in Europa.

1. Ein Tanker bringt Rohöl

Wilhelmshaven ist einer der wichtigsten deutschen Öleinfuhrhäfen und Raffineriestandorte. Der Weg des Rohöls geht durch eine mächtige Rohrleitung zunächst bis zum Rohöltanklager. Wir sehen zu, wie eine Probe entnommen wird.

2. Exkurs: Destillieren von Wasser

Um die erste Stufe bei der Verarbeitung des Rohöls besser verständlich zu machen, greift der Film einen bekannten physikalischen Versuch auf. Erhitzt man Wasser auf 100° C, dann kocht (siedet) es und verdampft. Kochendes Wasser und Wasserdampf haben die gleiche Temperatur. Kommt der heiße Wasserdampf mit einer kalten Fläche in Berührung (z.B. mit den Kacheln oder dem Fenster in der Küche), kühlt er ab. Er wird zu Wassertropfen, er kondensiert. Destillieren heißt also verdampfen und wieder verflüssigen.

3. Das Destillieren von Rohöl

a) **Sieden:** Rohöl ist, anders als Wasser, ein Flüssigkeitsgemisch von vielen Stoffen mit verschiedenen Siedetemperaturen. Wir blicken in einen Röhrenofen. In seinem Röhrensystem wird das Rohöl auf etwa 370° C erhitzt. Nicht das gesamte Rohöl verdampft. Ein Gemisch aus Öldampf und noch flüssigem Öl fließt jetzt vom Ofen in den Destillier- oder Trennturm.

b) Trennen - Erste Stufe: Bei normalem Luftdruck (Atmosphärische Destillation)

Wie sieht es innen im Turm aus?

Er ist in ca. 40 Stockwerke (= Bodenbleche) unterteilt. Eine vereinfachte Zeichnung zeigt uns den Aufbau der Stockwerke. Auf den Bodenblechen sitzen Stahlglocken, etwa so groß wie Pampelmusen. Real- und Modellaufnahmen verdeutlichen noch einmal die Anordnung und Funktion dieser **Glockenböden**.

Was geschieht zuerst mit dem Gemisch aus Öldampf und noch verbliebenem flüssigen Öl in dem Turm?

Der Öldampf steigt auf. Wir wissen bereits, daß er aus verschiedenen Anteilen besteht. In einer sich entwickelnden Zeichnung erleben wir, wie die verschiedenen Bestandteile durch die Glocke hindurch aufsteigen, sich zum Teil verflüssigen, zum Teil weiter aufsteigen.

Auf dem ersten Bodenblech herrscht eine Temperatur von ca. 300° C. Der schwer siedende Anteil des Dampfes kühlt hier ab, er wird flüssig. Das Produkt ist Heizöl bzw. Dieselöl; es wird an der Seite des Turms abgezogen.

Für die anderen Dämpfe ist es noch zu heiß. Die zeichnende Hand läßt die Dämpfe weiter aufsteigen (zur Veranschaulichung sind die verschiedenen Dampfanteile farbig dargestellt), bis sie zu ihrer Abkühlungstemperatur kommen und sich verflüssigen: Petroleum bei ca. 200° C, Benzin bei ca. 100° C. Bis zum Turmkopf steigen Leichtbenzin und Gas. Wir sehen, daß das Gas in kugelförmigen (dem Gasdruck besser widerstehenden) Tanks gelagert wird.

Für die unten im Turm verbliebene dicke Flüssigkeit war die Hitze zum Verdampfen nicht groß genug; bei größerer Hitze würden sich unerwünschte Molekülveränderungen ergeben. Das ist der Rückstand mit Anteilen von schwerem Heizöl.

Im Trennturm herrscht normaler Luftdruck. Das Destillieren läuft also unter atmosphärischen Bedingungen ab. Man spricht daher von „Atmosphärischer Destillation“.

Zum Abschluß betrachtet eine Schülergruppe die durch Trennen gewonnenen Produkte, die Fraktionen, wie man in der Raffinerie sagt. Sie erkennt: die Benzinausbeute ist gering. Deshalb muß der Rückstand jetzt noch einmal destilliert werden.

c) Trennen - Zweite Stufe (Vakuum-Destillation)

Von dem ersten Trennturm, der „Atmosphärischen Destillation“, schwenkt die Kamera auf einen nahen anderen Turm. Er sieht aus wie eine überdimensionale dickbauchige Flasche mit einem schmalen Hals.

Was geht hier vor?

Der auf 350° C erhitzte Rückstand aus der ersten Destillation kommt jetzt in diesen zweiten Trennturm. In ihm herrscht Unterdruck. Bei Unterdruck, im Vakuum, siedet das gleiche Flüssigkeitsgemisch schon bei niedrigeren Temperaturen als bei normalem Luftdruck. (Unter atmosphärischen Bedingungen müßte man sonst den Rückstand auf 500° C erhitzen. Das würde aber das Zerschneiden der Moleküle begünstigen.)

In einer weiterführenden Zeichnung verfolgen die Schülerinnen und Schüler den Ablauf wie bei der ersten Trennstufe. Sie sehen, wie als wichtigstes Produkt Heizöl (Vakuum-Gasöl) entsteht. Dieses Vakuum-Gasöl aus der Vakuum-Destillation ist das Ausgangsprodukt für die weitere Benzinherstellung.

4. Rückblick und Ausblick

Wenn der Pfeil erscheint, Vorführung bitte hier unterbrechen, falls die Zusammenfassung zunächst selbständig von der Klasse erarbeitet werden soll.

Rückblick: Die wichtigsten Merkmale der Rohöldestillation werden in Schlüssel-szenen stichwortartig zusammengefaßt. Aber das eine technische Ziel, möglichst viel Benzin zu erhalten, ist noch nicht erreicht. Auf dem Weg durch die Raffinerie müssen noch weitere Verarbeitungsstufen folgen.

Ausblick: Drei Leitfragen beleuchten den weiteren Weg, das Zerbrechen (das Cracken) von Molekülen:

Was ist ein Katalysator? Welche Rolle spielt dabei das Platin? Wie entsteht Superbenzin?

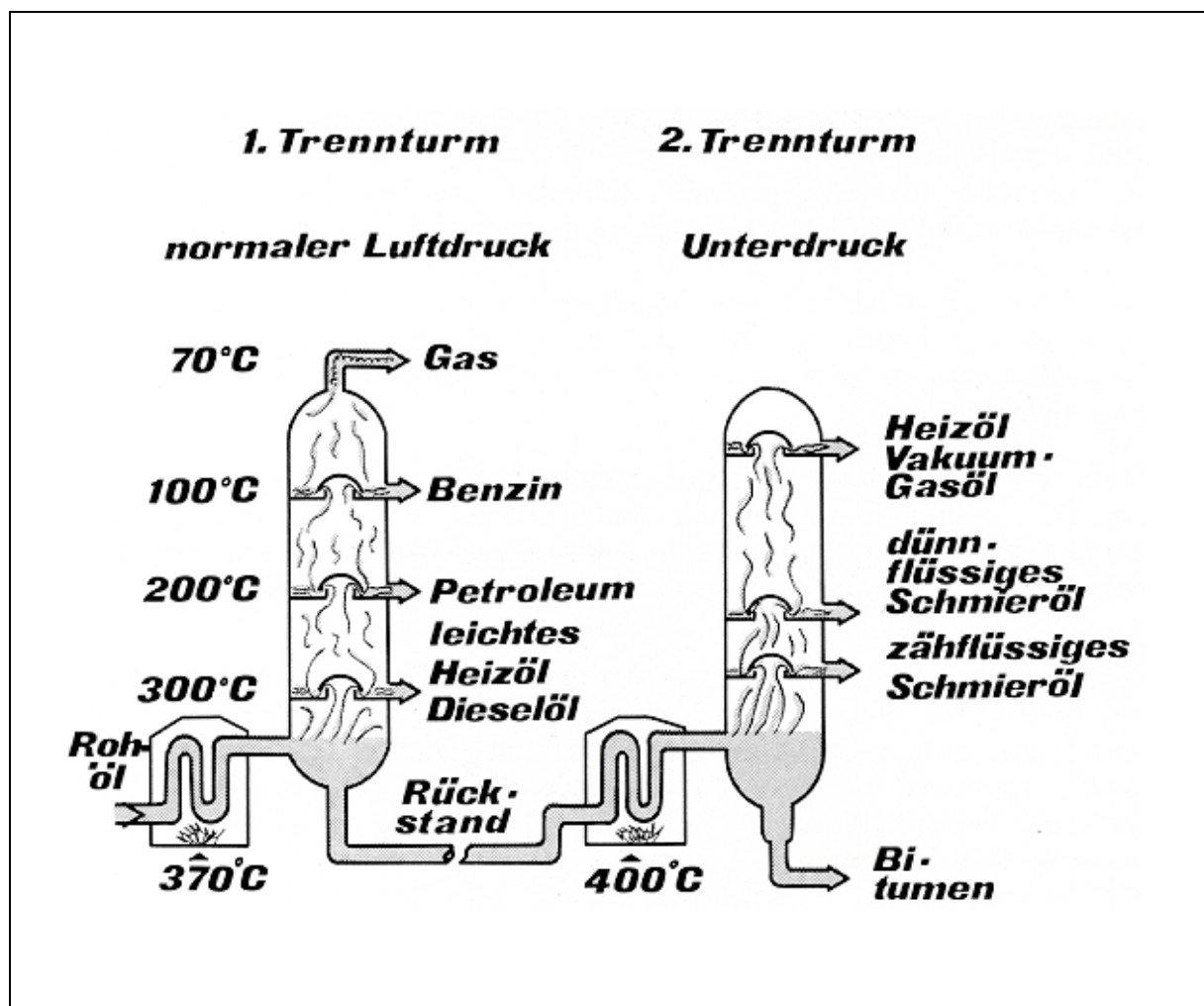
Die Antworten gibt der zweite Film zu diesem Thema:

Vom Heizöl zum Superbenzin

Reinigen - Umwandeln durch Cracken und Veredeln

Rohöldestillation

Beispiel in vereinfachter Darstellung



III. Vorschlag für einen Stundenverlauf

(A) Vor Beginn der Filmbetrachtung teilt die Lehrerin/der Lehrer die Schülerinnen und Schüler in drei (oder mehr) Gruppen ein. Jede Gruppe erhält eigene Beobachtungsaufträge für die Filmbetrachtung (Kopiervorlage siehe Seite 8).

Erste Schülergruppe	Thema: Importhäfen und Raffinerien; Wasser, Wasserdampf und Rohöl
	Lernziel: Standorte der Ölverarbeitung topographisch einordnen; den Vorgang beim Destillieren einer Flüssigkeit beschreiben

Arbeitsaufträge und mögliche Schülerantworten

1. Nenne die wichtigsten Raffineriestandorte und Öleinfuhrhäfen in Deutschland. Benutze dazu den Atlas.

→ Raum	Schwerpunkt
Süddeutschland	Ingolstadt
Südwestdeutschland	Karlsruhe
Westdeutschland	Gelsenkirchen
Norddeutschland	Hamburg, Wilhelmshaven
Europäische Häfen:	Triest - Genua - Marseille - Rotterdam
Deutsche Häfen:	Wilhelmshaven - Hamburg - Brunsbüttel - Emden - Rostock

2. Beschreibe den Vorgang beim Erhitzen von Wasser.

→ Bei 100° C kocht Wasser, es siedet. Dampf entsteht. Er hat die gleiche Temperatur wie das kochende Wasser. Kühlt der Dampf ab, verwandelt er sich in Wasser zurück. Er kondensiert. Man nennt diesen Vorgang Destillieren.

3. Was ist Rohöl? Wodurch unterscheidet es sich von Wasser?

→ Wasser ist eine reine Flüssigkeit. Es läßt sich bei normalem Luftdruck nicht über 100° C erhitzen. Rohöl ist ein Flüssigkeitsgemisch. Es besteht aus leicht siedenden und schwer siedenden Anteilen. Die verschiedenen Bestandteile siedend (und verflüssigen sich wieder) bei verschiedenen Temperaturen.

Zweite Schülergruppe	Thema: Trennen - Erste Stufe: Bei normalem Luftdruck = Atmosphärische Destillation
	Lernziel: Beschreiben, wie die verschiedenen Bestandteile des Rohöls getrennt werden

Arbeitsaufträge und mögliche Schülerantworten

1. Beschreibe, wie der erste Turm von innen aussieht.

→ Er ist in ca. 40 Stockwerke unterteilt. Sie bestehen aus Bodenblechen, auf denen Stahlglocken sitzen. Der Öldampf muß durch diese Glocken und auch durch die auf den Böden befindliche Flüssigkeitsschicht hindurch.

2. Was geschieht in dem ersten Turm? Wie nennt man den Vorgang?

→ Nach dem Erhitzen im Röhrensystem des Ofens gelangt ein Gemisch aus flüssigem Öl und Öldampf in den Trennturm. Der flüssige Anteil fließt nach unten.

Der Öldampf steigt auf und muß durch die Glocken hindurch. Die schwer siedenden Bestandteile kühlen zuerst ab und werden flüssig. Die Flüssigkeit wird an der Seite abgezogen.

Die übrigen, leichteren Bestandteile steigen weiter auf, bis sie ihre Siede- bzw. Verflüssigungstemperaturen erreichen. In der ersten Stufe wird das Rohöl in seine Bestandteile aufgeteilt, in Fraktionen. Dieser Vorgang heißt „Atmosphärische Destillation“, weil er bei normalem Luftdruck erfolgt.

3. Nenne die entstehenden Produkte. Wodurch unterscheiden sie sich? Erläutere, warum das Endziel des Raffinierens noch nicht erreicht ist.

→ Rückstand mit schwerem Heizöl, leichtes Heizöl (Dieselöl), Petroleum, Benzin, Gas. Die Gruppen unterscheiden sich durch ihr Gewicht. Man unterteilt sie in schwer-, mittel- und leichtsiedende Bestandteile. Sie siedend (bzw. ihre Dämpfe verflüssigen sich) bei unterschiedlichen Temperaturen.

Die Ausbeute an Benzin ist gering. Sie hängt auch von der Zusammensetzung der eingesetzten Rohölsorte ab.

Dritte Schülergruppe	Thema: Trennen - Zweite Stufe: Bei Unterdruck = Vakuum-Destillation Lernziel: Erkennen, wie das Vorprodukt für die weitere Benzinherstellung gewonnen wird; den Weg durch die Raffinerie zusammenfassen
-----------------------------	--

Arbeitsaufträge und mögliche Schülerantworten

1. Wodurch unterscheidet sich der zweite Turm vom ersten Turm?

→ Er hat eine andere Form (größere Durchmesser). Im Turm herrscht Unterdruck, ein Vakuum. Die Flüssigkeiten siedend so bei niedrigeren Temperaturen.

2. Was geschieht in dem zweiten Turm? Auf welches Produkt kommt es besonders an?

→ Einsatzprodukt ist hier der Rückstand aus der „Atmosphärischen Destillation“. Im Prinzip läuft der gleiche Vorgang ab wie in dem Trennturm bei normalem Luftdruck. Öldämpfe steigen auf, kühlen ab, verflüssigen sich. An Produkten gewinnt die Raffinerie hier Bitumen, Schmieröl und Heizöl, wobei die beiden letzten in der Raffineriesprache Vakuum-Gasöl genannt werden. Es ist Ausgangsprodukt für die weitere Benzinherstellung.

Das Trennen in der zweiten Stufe geht bei Unterdruck vor sich. Deshalb nennt man den Vorgang Vakuum-Destillation.

3. Beschreibe den Weg des Rohöls bis zum vorläufigen Endprodukt.

→ Öltanker → Pipeline → Rohöltanklager → Ölerhitzer (Röhrenofen) →

Rückstand mit schwerem Heizöl, leichtes Heizöl, Petroleum, Benzin, Gas

↗

→ 1. Destillierturm

↘

2. Destillierturm: aus dem eingegebenen Rückstand entsteht das Ausgangsmaterial = Vakuum-Gasöl für die weitere Benzinherstellung

(B) Filmbetrachtung

(C) **Gruppenarbeit:** Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten Antworten zu den Arbeitsaufträgen

(D) Auswertung der Gruppenarbeit

(E) **Weiterführendes Unterrichtsgespräch:** Bei der ersten Trennstufe entstehen verschiedene Produkte. Sie müssen aber noch gereinigt und zum Teil weiterverarbeitet und veredelt werden. Auftrag an alle drei Schülergruppen:

Wofür verwenden wir die in der Raffinerie erzeugten Produkte?

Produkt	Verwendung
Gas	Flüssiggas (Propan, Butan; zum Beispiel für Feuerzeuge und Campingbrenner), Rohstoff für die Erdölchemie für Kunststoffe
Benzin	Kraftstoff für Motoren (z.B. Autos, Motorräder) und Rohstoff für die Erdölchemie
Petroleum	z.B. Treibstoff für Flugzeuge (Kerosin)
leichtes Heizöl	für die Ölheizung
Dieselöl	Kraftstoff für Dieselmotoren (z.B. für Lkw und Pkw)
Rückstand (mit schwerem Heizöl)	Ausgangsstoff für die zweite Trennstufe Bitumen als Straßenbelag

IV. Ergänzende Informationen

Produktausbeute einiger Rohölsorten:

	Libyen Zueitina	Großbritannien Forties	Mittelost Agha Jari	Mittelost Arabian Heavy	Mittelost Safaniya
Gase	1%	3%	2%	2%	2%
Benzin	22%	19%	20%	15%	13%
Mitteldestillate (z.B. Heizöl EL)	39%	37%	30%	26%	25%
Rückstand (z.B. Heizöl S)	38%	41%	48%	57%	60%

(aus: „Mineralöl und Raffinerien“, S.17)

Einige wichtige Begriffe

Atmosphärische Destillation: Einsatzprodukt Rohöl. Trennen bei normalem Luftdruck, Zerlegen in Gruppen (Fraktionen).

Destillieren: Verdampfen und wieder Verflüssigen (Kondensieren).

Fraktion: Bei der Destillation gewonnener Anteil (Gruppe), z.B. Benzin, Petroleum, Heizöl.

Kondensieren: Verflüssigen von Dämpfen durch Abkühlen.

Raffinerie: Erdölverarbeitungsanlage; ursprünglich Anlage zum Reinigen (= Raffinieren) von Erdölprodukten.

Sieden: Kochen. Wasser siedet bei 100°C.

Vakuum-Destillation: Einsatzprodukt: die Rückstände der „Atmosphärischen Destillation“ mit Anteilen von schwerem Heizöl. Trennen bei Unterdruck. Gewinnen von „Vakuum-Gasöl“ als Ausgangsmaterial für die weitere Benzinherstellung.

Kopiervorlage: Beobachtungs- und Arbeitsaufträge

Erste Schülergruppe:

1. Nenne die wichtigsten Raffineriestandorte und Öleinfuhrhäfen in Deutschland. Benutze dazu den Atlas.
2. Beschreibe den Vorgang beim Erhitzen von Wasser.
3. Was ist Rohöl? Wodurch unterscheidet es sich von Wasser?

Zweite Schülergruppe:

1. Beschreibe, wie der erste Turm von innen aussieht.
2. Was geschieht in dem ersten Turm? Wie nennt man den Vorgang?
3. Nenne die entstehenden Produkte. Wodurch unterscheiden sie sich? Erläutere, warum das Endziel noch nicht erreicht ist.

Dritte Schülergruppe:

1. Wodurch unterscheidet sich der zweite Turm vom ersten Turm?
2. Was geschieht in dem zweiten Turm?
Auf welches Produkt kommt es besonders an?
3. Beschreibe den Weg des Rohöls bis zum vorläufigen Endprodukt.

Auftrag an alle drei Schülergruppen:

Wofür verwenden wir die in der Raffinerie erzeugten Produkte?

Literatur

Deutsche BP AG (Hrsg.): Das Buch vom Erdöl, Hamburg 1978
Deutsche Texaco AG (Hrsg.): Lernprogramm Raffinerie, Hamburg 1982
Esso-Magazin: Raffiniert. Heft 1/1982
Mineralölwirtschaftsverband (Hrsg.): Mineralöl und Raffinerien, Hamburg 1983
Mineralölwirtschaftsverband (Hrsg.): Aus der Sprache des Öls, Hamburg 1981
Ferner: Poster, Rollbilder und Informationsbroschüren von BP, Esso, Mobil Oil, Shell und Texaco (alle Hamburg)

Wissenschaftliche und didaktische Beratung und Gestaltung

StD P. Fischer, Studienleiter für Erdkunde, Elmshorn (auch Beiblatt)
Ing.grad. E. Steffen, Leiter der Kreisbildstelle Göttingen
Prof. Dr. J. Newig, Geographisches Institut der Päd. Hochschule Kiel
StR. G. Kochendörfer, Fachseminarleiter für Chemie, Berlin
Gerhard Benecke, Raffinerie-Techniker, Hamburg
Prof. Dr. H. Meier zu Köcker, Techn. Universität Berlin
Dr. O. Schulz-Kampfenkel †, Institut für Weltkunde, Hamburg

Auf Anforderung erhalten Sie kostenlos die Gesamtübersicht

WBF-Medien für den Unterricht als Katalog und CD-ROM

Alle Rechte vorbehalten: W B F Institut für Weltkunde in Bildung und Forschung Gemeinn. GmbH