



Didaktische FWU-DVD

# Kunststoffe – Monomer und Polymer

Das Medieninstitut  
der Länder

The logo for the Federal Media Institute (FWU) of the States, featuring the letters 'F', 'W', and 'U' stacked vertically inside a circular orange border.

## Zur Bedienung

Die didaktische DVD startet automatisch. Der Vorspann kann mit der *Enter*- oder der *Skip*-Taste der Fernbedienung oder durch einen Mausklick am PC übersprungen werden.

Mit den *Pfeiltasten* der Fernbedienung können Sie die Menüpunkte (z. B. Film, Animation, Bild, Grafik etc.) ansteuern und mit *Enter* starten. Auch die Buttons am unteren Bildschirmrand steuern Sie mit den *Pfeiltasten* an und rufen diese mit *Enter* auf:

- Der Button „Hauptmenü“ führt zurück zum Hauptmenü.
- Der Button „zurück“ führt zum jeweils übergeordneten Menü.
- Einige Bildschirmtafeln bieten den Button „Info ein“ bzw. „Info aus“, über den Sie Zusatzinformationen ein-/ausblenden können.
- Stehen innerhalb eines Menüpunktes mehrere Bilder oder Grafiken zur Verfügung, können Sie mit den Buttons „>“ und „<“ zwischen diesen Bildern oder Grafiken vor- und zurückblättern.

Aus dem laufenden Film oder einer laufenden Filmsequenz gelangen Sie mit der Taste *Menu* oder *Title* der Fernbedienung wieder in das Ausgangsmenü zurück.

## Bezug zu Lehrplänen und Bildungsstandards

Die Inhalte der DVD können dazu beitragen, folgende Kompetenzen zu erwerben:

Die Schülerinnen und Schüler

- begreifen, was Makromoleküle sind;
- kennen drei verschiedene Möglichkeiten, Polymere herzustellen;
- beschreiben die typischen Verknüpfungen bei Kettenmolekülen;
- verwenden Formelschemata zur Beschreibung von Makromolekülen;
- kennen Versuche zu den Polyreaktionen;
- lernen den Unterschied zwischen Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren;
- wissen drei wichtige Verwertungsmöglichkeiten für Kunststoffe;
- erfassen den Zusammenhang zwischen makromolekularer Struktur und Eigenschaften;
- unterscheiden zwischen Kunststoffen aus nachwachsenden und petrochemischen Rohstoffen;
- können Strukturprinzipien erfassen und Vorhersagen über das Verhalten von Kunststoffen machen;
- bewerten die unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten von Kunststoffen;
- wägen Vor- und Nachteile des Kunststoffrecyclings ab.



## Zum Inhalt

### Hauptmenü

Vom Hauptmenü aus kann direkt der Film „Kunststoffe – Vom Monomer zum Polymer“ aufgerufen werden. Weiterhin führt das Hauptmenü zu drei weiteren Menüs.

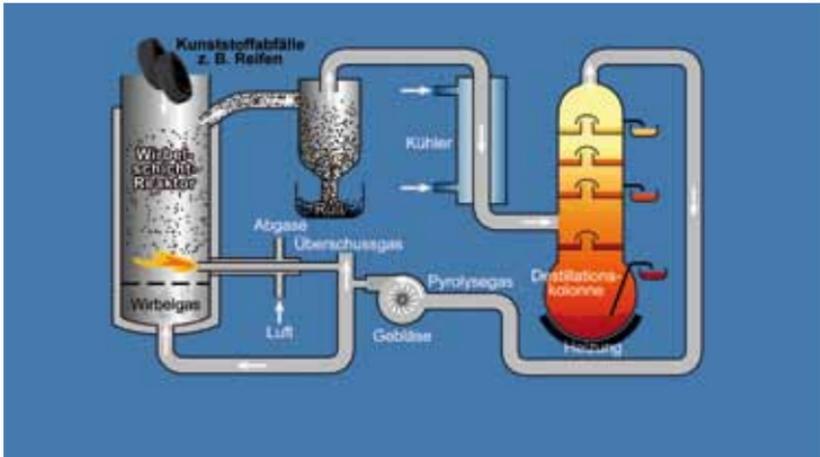
### Kunststoffe – Vom Monomer zum Polymer (Film 17 min)

Der Film stellt neben der Vielfalt der Kunststoffe die verschiedenen Polyreaktionen vor, durch die sie entstehen. Polymerisationen, Polykondensationen und Polyadditionen verschiedener

Kunststoffe werden im Labor durchgeführt und anschließend in Animationen näher betrachtet. Abschließend geht der Film auf das Recycling von Kunststoffen ein und stellt die Pyrolyse näher vor.

### Menü „Herstellung von Kunststoffen – Reaktionstypen“

In diesem Menü können die Filmsequenzen zu den einzelnen Polyreaktionen aufgerufen werden. Texttafeln stellen die Reaktionstypen noch einmal gesondert vor.



### Menü „Vielfalt der Kunststoffe“

Verschiedene Grafiken und Bilder erläutern in diesem Menü die im Film vorgestellten Kunststoffe und die Reaktionstypen ihrer Synthesen.

Ergänzend zeigen zwei Übersichten die Einteilung der Kunststoffe nach ihren Eigenschaften (Struktur und Verhalten).

### Menü „Wiederverwertung“

Eine Übersichtsgrafik macht deutlich, dass Kunststoffe Wertstoffe sind und es deshalb durchaus sinnvoll sein kann, diese einer erneuten Verwendung zuzuführen.

Die Filmsequenz „Wiederverwertung“ greift diese Thematik auf, zwei Grafiken und ein Bild zu den verschiedenen Recyclingwegen (rohstofflich, werkstofflich, energetisch) runden dieses Menü ab.

## Verwendung im Unterricht

Der Film „Kunststoffe – Vom Monomer zum Polymer“ (17 min), der direkt vom Hauptmenü aus aufgerufen werden kann, eignet sich, um die Kunststoffe zum Beispiel in Zusammenhang mit dem Thema Werkstoffe in Sport und Freizeit einzuführen. Gleichzeitig werden die verschiedenen Synthesereaktionen wichtiger Kunststoffe in Laborversuchen gezeigt und anschaulich in Animationen erklärt. Um die verschiedenen *Polyreaktionen* einzeln herauszuarbeiten, bietet sich das Menü „Herstellung von Kunststoffen: Reaktionstypen“ mit den Filmsequenzen und Texten an. Im DVD-ROM-Teil finden sich Versuchsanleitungen zu den entsprechenden Reaktionstypen, die sowohl historische (z. B. Bakelit) und besonders anwendungsbezogene (übrige Arbeitsblätter), aber auch animistische Aspekte („Flummi“) ansprechen. Im Anschluss daran kann ein kommunikativer Prozess über die Einteilung der Kunststoffe nach dem Reaktionstyp ihrer Synthesen mit den Schülerinnen und Schülern (oder der Schüler untereinander) in Gang gesetzt werden, da verschiedene Übersichten und Grafiken sowie Bilder im Menü „Vielfalt der Kunststoffe“ die im Film vorgestellten

Reaktionen erläutern.

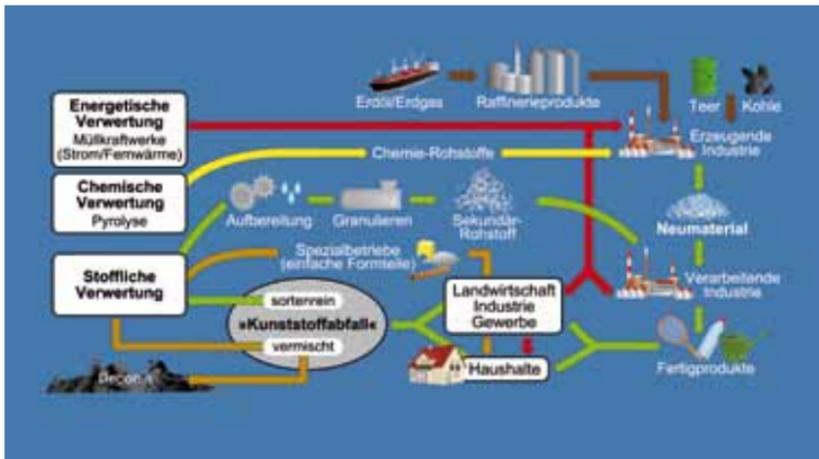
Auch hierzu befinden sich im DVD-ROM-Teil Versuchsanleitungen und diverse Arbeitsblätter. Ausgewählte Kunststoffe werden darüber hinaus in einem interaktiven Lexikon vorgestellt, das als zusätzliche Informationsquelle dienen kann (Lernzielkontrolle „Magische Wand“).

Die Einteilung der Kunststoffe nach ihrer Struktur und ihrem Verhalten wird im Film der DVD angesprochen und durch das Tableau über *Thermoplaste, Elastomere und Duroplaste* (im Menü „Vielfalt der Kunststoffe“) vertieft. Grafiken mit Texten ermöglichen den schülerorientierten Einsatz im PC-Raum oder an Einzelstationen.

Im ROM-Teil ergänzen Arbeitsblätter und Versuchsanleitungen die Eigenschaften der Kunststoffe.

Ganz wichtig für das Verständnis der Vorgänge auf der *Ebene der Teilchen* sind die Animationen und Grafiken, welche die Polyreaktionen veranschaulichen und das Verständnis für die Entwicklung von Formeleinheiten (Repetiereinheiten) fördern.

Der Text „Ökobilanz“ (im DVD-ROM-Teil Text → Ökobilanz) lässt die Schülerinnen und Schüler in Zusammenhang mit einer Recherche (der Link zur Seite des Bundesumweltamtes in der Link-



liste führt zu konkreten Statistiken) erahnen, dass ein Wettstreit um die Verpackungen von Flüssigkeiten besteht. Dabei ist zur Zeit noch kein „Sieger“ zu ermitteln und die jeweiligen Ansprüche müssen im Einzelnen geklärt werden. Aus diesem Grund wurde bewusst verzichtet, Zahlen aufzugreifen, da die Ergebnisse der „Ökobilanzen“ sehr unterschiedlich ausfallen und interpretiert werden. Die DVD dient daher an dieser Stelle vor allem der Schärfung des Bewusstseins und will dazu anregen, die Schülerinnen und Schüler selbst aktiv werden zu lassen. Zwei Aufgabenblätter im ROM-Teil sollen die Schüler dabei unterstützen.

Dass Kunststoffe Wertstoffe darstellen, deren Recycling „lohnenswert“ erscheint, wird durch Bilder und Grafiken im Menü „Wiederverwertung“ animiert: Die werkstoffliche, die rohstoffliche und die energetische Wiederverwertung werden vorgestellt, wobei das Verfahren zum Recycling von Polyethentherphthalat (PET) und die Pyrolyse besonders hervorgehoben werden. Im ROM-Teil finden sich Aufgaben und Argumente zum Recycling und ein Versuch, welcher das Umschmelzen von Thermoplasten (werkstoffliches Recycling) vor Augen führt.

## Arbeitsmaterial

Im ROM-Teil der DVD stehen Ihnen Hinweise zur Verwendung im Unterricht sowie Arbeitsblätter (ggf. mit Lösungen) zur Verfügung (siehe Tabelle). Um die Arbeitsmaterialien zu sichten und auszudrucken, legen Sie die DVD in das DVD-Laufwerk Ihres Computers ein und öffnen Sie im Windows-Explorer den Ordner „Arbeitsmaterial“. Die Datei „Inhaltsverzeichnis“ öffnet die Startseite. Über diese können sie bequem alle Arbeitsmaterialien aufrufen (PDF-Dokumente). Am unteren Rand

der aufgerufenen Seiten finden Sie Buttons („Inhaltsverzeichnis“, „Startseite“, „Erste Seite“), die Ihnen das Navigieren erleichtern. Diese erscheinen nicht im Ausdruck.

Um die PDF-Dateien lesen zu können, benötigen Sie den Adobe Reader (im Ordner „Adobe“).

Im Ordner „Arbeitsmaterial/Word\_Dateien“ finden Sie die Arbeitsblätter und den Filmkommentar auch als Word-Dokumente.

Ordner	Materialien
Verwendung im Unterricht	Hinweise zum Einsatz der DVD im Unterricht
Arbeitsblätter	28 Arbeitsblätter (Arbeitsaufträge, Versuche, Texte; z. T. mit Lösungsvorschlag)
Grafiken	Pyrolyse (mit und ohne Beschriftung sowie mit Info-Text), Wiederverwertung, Bottle-to-Bottle-Recycling, (mit und ohne Beschriftung)
Filmkommentar	Filmkommentar als PDF- und Word-Dokument
Lexika	Interaktive Übersicht zu den Grundlagen („Lernzielkontrolle: Magische Wand“) PowerPoint-Präsentation: Stoffauswahl
Text	Ökobilanz
Begleitheft	Begleitheft zur DVD
Programmstruktur	Übersicht über den Aufbau der DVD
Weitere Medien	Info zu ergänzenden FWU-Medien
Links	kommentierte Linksammlung zum Thema

## Beispiel für ein Arbeitsblatt

46 02632 Kunststoffe – Monomer und Polymer

Arbeitsblatt 2.1

Name: \_\_\_\_\_

Klasse: \_\_\_\_\_

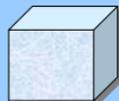
### Makromoleküle – ein Gedankenspiel

Sind riesig groß und doch so winzig klein. Die Länge eines Kettenmoleküls beträgt etwa 1 Millionstel bis 1 Tausendstel eines Millimeters. Die Dicke eines der Kettenmoleküle beträgt etwa 2 bis 3 Zehnmillionstel eines Millimeters.

Ein Polyethen-Würfel mit einer Kantenlänge von **1 mm**, der uns klar und durchsichtig erscheint, wird 100 x vergrößert:



Die Kantenlänge des Würfels beträgt jetzt **10 cm**:



Die Oberfläche erscheint jetzt milchig und strukturlos. Man kann nicht mehr durchschauen.

Vergrößert man den Würfel mit der Kantenlänge von 10 cm nochmals um den Faktor 100, so erreicht die Länge der Kante die Höhe eines Hauses mit **10 m**:



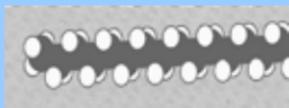
Er erscheint wie ein gepresster Wattebausch. Wie bei diesem sind einzelne Fasern nur schwach erkennbar. Ihre Anzahl geht in die Milliarden.

Vergrößert man den Würfel nochmals um den Faktor 100, so ergeben sich **1000 m = 1 km**. Das entspricht beispielsweise der Entfernung vom Boden zur Flugbahn eines Flugzeuges.

Jetzt erscheinen die Fasern so deutlich wie die abgewickelten Fäden eines Bindfadennäuels.



Nähme man einen dieser Bindfaden-Fäden heraus und würde ihn unter einer Lupe mit 10-facher Vergrößerung anschauen,



so würden wir die Molekülketten sehen, die aus Wasserstoffatomen und Kohlenstoffatomen bestehen.

Vergrößern wir im Gedankenversuch ein Molekül auf die Dicke von 1 m,



dann könnte es bis zu 5 km lang sein.

## Beispiel für ein Arbeitsblatt

46 02632 Kunststoffe – Monomer und Polymer

Arbeitsblatt 3.9

Name: \_\_\_\_\_

Klasse: \_\_\_\_\_

### Alles BIO oder WAS?

Zur Herstellung von Kunststoffen werden fossile Rohstoffe verbraucht. Das macht bis zu 4 % der geförderten Erdölmenge aus.

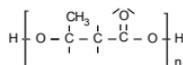
Kunststoffe verursachen ein Müllproblem. „Die Lösung“ sollen kompostierbare Kunststoffe sein, die aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden können.

**Polyhydroxialkanoate (PHA) sind Naturprodukte.** Einige wenige Bakterien des Bodens produzieren aus organischen Stoffen Polyhydroxifettsäuren als Speicherstoffe, die sie in ihren Zellen ablagern. Sie sind in der Lage aus drei Kilogramm Zucker ein Kilogramm PHA zu produzieren.

Großtechnisch lassen sich diese „Biokunststoffe“ durch eine Fermentation der Glucose z. B. aus Maisstärke erzeugen. Dabei ist die einfachste und am häufigsten vorkommende Form der PHA die Polyhydroxibuttersäure PHB oder Poly(3HB). Diese besteht aus 1000 bis 30.000 Hydroxifettsäureeinheiten. Nach Abschluss der Biosynthese bestehen die Bakterien zu 80 % aus PHB und 150 weiteren Hydroxifettsäurebestandteilen.

PHA lassen sich zu biologisch abbaubaren Kunststoffen verarbeiten.

Die Eigenschaften von PHA ähneln denen von Polypropylen und Polystyrol.



Eine Ökobilanzierung des gesamten Herstellungsprozesses von PHA ergab: Berücksichtigt man alle einzelnen Schritte von Anbau, Ernte und Transport des Mais, Herstellung / Aufbringung der verwendeten Dünger, Pflanzenschutzmittel, die Fermentation der Glucose und die Isolation des PHA aus Bakterienzellen werden neunzehnmal mehr Elektrizität, zweiundzwanzig Prozent mehr Dampf und siebenmal mehr Wasser verbraucht als bei der Herstellung von Polystyrol.

Nach Gebrauch werden die Biokunststoffe kompostiert, also zu Kohlenstoffdioxid und Wasser abgebaut, so geht ihr Energiegehalt ohne weiteren Energietransfer in die Umgebung. Konventionelle Kunststoffe können zum großen Teil wiederverwendet werden oder der energetischen Nutzung zugeführt werden.

Beispiele für den sinnvollen Einsatz von Biokunststoffen sind:

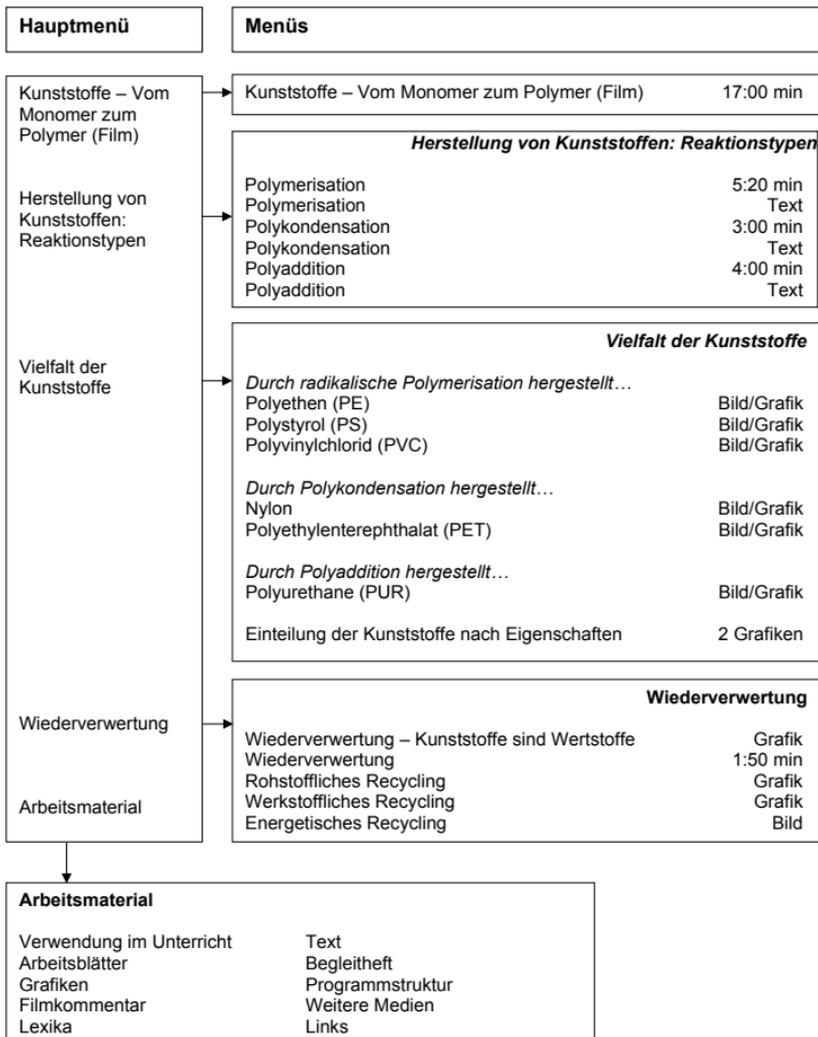
- 1) Großveranstaltungen, bei denen Mehrwegsysteme nicht effizient einsetzbar sind. Geschirr aus bioabbaubarem Kunststoff, das zusammen mit den Essensresten kompostiert werden, ist eine praktische Alternative.
- 2) Mulchfolien in der Landwirtschaft, die später einfach untergepflügt werden.
- 3) Kompostierbare Müllbeutel könnten die getrennte Sammlung von Biomüll in Privathaushalten und in der Gastronomie erleichtern.
- 4) Lebensmittelverpackungen aus abbaubaren Kunststoffen könnten mit Essensresten auf dem Komposthaufen wandern.



**Aufgabe:** Informiere Dich im Internet darüber, welche Tests Kunststoffe mit dem Logo „kompostierbar“ absolviert haben müssen, damit sie sich zu Recht als vollständig biologisch abbaubar nennen dürfen.

## Programmstruktur

### Kunststoffe – Monomer und Polymer 46 02632



## **Produktionsangaben**

*Kunststoffe – Monomer und Polymer*  
(DVD)

### **Produktion**

FWU Institut für Film und Bild, 2009

### **DVD-Herstellung**

mastering studio münchen GmbH  
im Auftrag des FWU Institut für Film und Bild,  
2009

### **DVD-Konzept**

Anne Müller

### **Bildnachweis**

fotolia (Birgit Reitz-Hofmann, asaflo, Kalle  
Kolodziej, Volker Wierzba, Reinalde Roick, Yong  
Hian Lim, antonio guariglia, design56, Luxian)  
iStock (double\_p)

### **Grafiken**

Heike Gewehr, e-synergy

### **Arbeitsmaterial**

Dr. Christa Plaß  
Eva Markert

### **Begleitheft**

Anne Müller  
Dr. Christa Plaß  
Eva Markert

### **Pädagogischer Referent im FWU**

Martin Bilfinger

## **Produktionsangaben zum Film**

*Kunststoffe – Monomer und Polymer*

### **Produktion**

Lopane Film  
im Auftrag des FWU Institut für Film und Bild,  
2009

### **Animationen**

Heike Gewehr, e-synergy

### **Redaktion**

Anne Müller

Nur Bildstellen/Medienzentren:  
öV zulässig

© 2009  
FWU Institut für Film und Bild  
in Wissenschaft und Unterricht  
gemeinnützige GmbH  
Geiseltalsteig  
Bavariafilmplatz 3  
D-82031 Grünwald  
Telefon (089) 6497-1  
Telefax (089) 6497-240  
E-Mail info@fwu.de  
vertrieb@fwu.de  
Internet www.fwu.de

46 02632

**Kunststoffe – Monomer und Polymer**

Mit ihren speziellen Eigenschaften haben Kunststoffe unser Leben stark verändert. Als Werkstoffe nach Maß ersetzen sie vielfach herkömmliche Materialien wie Glas oder Stahl. Diese Didaktische FWU-DVD zeigt anschaulich, wie aus Einzelbausteinen langkettige Moleküle werden. Die Vielfalt der Kunststoffe ebenso wie der wichtige Aspekt der Wiederverwertung werden eingehend behandelt. Zusätzlich steht im DVD-ROM-Teil umfangreiches Arbeitsmaterial – darunter Arbeitsblätter, zwei interaktive Lexika und didaktische Hinweise – zur Verfügung.

**Erscheinungsjahr:** 2009**Laufzeit:** 17 min**Filmsequenzen:** 4**Bilder:** 7**Grafiken:** 11**Sprache:** Deutsch**DVD-ROM-Teil:** Unterrichtsmaterialien**Arbeitsblätter:** 28**Interaktive Lexika:** 2 (Power Point)**Adressaten:** Allgemeinbildende Schule (9-13)**Schlagwörter:**

Duroplast, Elastomer, Kunststoff, Monomer, Nylon, PET, Polyaddition, Polyamid, Polyester, Polykondensation, Polymer, Polymerisation, Polyurethan, Polyvinylchlorid, Pyrolyse, Recycling, Thermoplast

**Systematik:****Chemie**

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

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

Geiseltalsteig  
Bavariafilmplatz 3  
82031 Grünwald  
Telefon +49 (0)89-6497-1  
Telefax +49 (0)89-6497-240  
info@fwu.de  
[www.fwu.de](http://www.fwu.de)

Lehrprogramm  
gemäß  
§ 14 JuSchG

GEMA  
Alle Urheber- und Leistungs-  
schutzrechte vorbehalten.  
Nicht erlaubte / genehmigte  
Nutzungen werden zivil- und  
/ oder  
strafrechtlich verfolgt.

Systemvoraussetzungen  
bei Nutzung am PC:  
DVD-Laufwerk und DVD-  
Player-Software, empfohlen  
für Windows ME/2000/  
XP/Vista



4 602632010

[www.fwu.de](http://www.fwu.de)

Bestell-Hotline: +49 (0)89-6497-444

vertrieb@fwu.de

Das Medieninstitut  
der Länder