



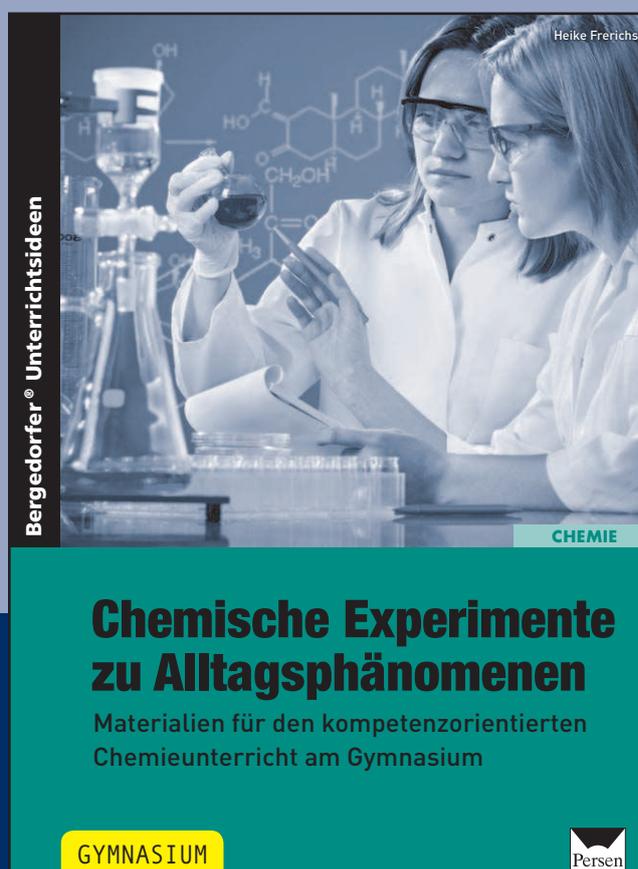
# DOWNLOAD

Heike Frerichs

## Experimente zum Thema Klärwerk

Materialien für den kompetenzorientierten  
Chemieunterricht am Gymnasium

VORSCHAU



Downloadauszug  
aus dem Originaltitel:

Das Werk als Ganzes sowie in seinen Teilen unterliegt dem deutschen Urheberrecht. Der Erwerber des Werkes ist berechtigt, das Werk als Ganzes oder in seinen Teilen für den eigenen Gebrauch und den **Einsatz im eigenen Unterricht** zu nutzen. Die Nutzung ist nur für den genannten Zweck gestattet, **nicht jedoch für** einen schulweiten Einsatz und Gebrauch, für die Weiterleitung an Dritte (einschließlich aber nicht beschränkt auf Kollegen), für die Veröffentlichung im Internet oder in (Schul-)Intranets oder einen weiteren kommerziellen Gebrauch.

**Eine über den genannten Zweck hinausgehende Nutzung bedarf in jedem Fall der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlages.**

**Verstöße gegen diese Lizenzbedingungen werden strafrechtlich verfolgt.**

Download  
VORSCHAU  
zur Ansicht

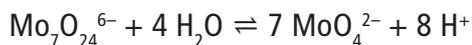
# Lehrerhinweise zu den Versuchen

## Versuch 1: Phosphatnachweis in Blumendünger

An dieser Stelle wird zunächst das Prinzip der positiven Blindprobe (auch Vergleichsprobe) eingeführt. Damit wird anhand bekannter Chemikalien ein Nachweisverfahren eingeübt. Ggf. können Blindprobe und Düngeruntersuchung auch in verschiedenen Gruppen durchgeführt werden.

### Zum Versuch:

In wässriger Lösung besteht ein Gleichgewicht aus Heptamolybdat-Ionen und Molybdat-Ionen:



Es bildet sich ein gelber Ammoniummolybdatophosphatkomplex (auch Molybdängelb genannt):



Die zugegebene Ascorbinsäure wirkt als Reduktionsmittel und reduziert das Ammoniummolybdatophosphat zum Molybdänblau ( $\text{Mo}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ).

Häufig findet sich in der Literatur der Hinweis auf den Phosphatnachweis in Waschmitteln. Diese enthalten jedoch größtenteils kein Phosphat mehr und sind daher für den Versuch ungeeignet. Möglich jedoch ist für diesen Versuch die Verwendung von Reinigungsmitteln (Inhaltsstoffe beachten). Falls Polyphosphate nachgewiesen werden sollen, muss die Lösung vor Zugabe des Molybdats fünf Minuten gekocht werden.

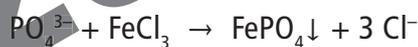
Bei dem Nachweis von Phosphaten in handelsüblichen Düngestäbchen: Die Liste der Inhaltsstoffe sollte „wasserlösliches Phosphat“ aufführen.

## Versuch 2: Phosphatfällung

Zunächst löst sich  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  in Wasser komplett auf, es entsteht eine klare Lösung:



Nach Zugabe von Eisen(III)-chlorid erfolgt die Fällung zu Eisen(III)-phosphat (gelblich-weiße Flocken):



## Versuch 3: Grundwasserverseuchung durch Dieselkraftstoff

Auf der Website der Stadtentwässerung Dresden ([www.stadtentwaesserung-dd.de](http://www.stadtentwaesserung-dd.de)) findet sich unter dem Stichwort „interaktive Kläranlage“ eine „virtuelle“ Kläranlage, in der die Prozesse sehr anschaulich dargestellt werden.

## Versuch 4: Ölreinigung durch Bindemittel

Dieseldieselkraftstoff ist giftig und wird in diesem Versuch durch Olivenöl (eignet sich besonders gut, da häufig intensiver gefärbt als andere Öle) ersetzt.

Aktivkohlen sind durch Erhitzen organischer Stoffe dargestellte Holzkohlen. Die zur Verwendung als Adsorptionsmittel notwendige große Oberfläche wird durch Zugabe von Fremdstoffen (z. B. Zinkchlorid) erreicht, die ein Zusammensintern der Kohle verhindern und nachträglich leicht herausgelöst bzw. verflüchtigt werden können.

Werden Flüssigkeiten oder Gase mit unlöslichen feinsten Verunreinigungen durch Aktivkohle geleitet, bleiben diese an der Oberfläche der Aktivkohle hängen (sie werden adsorbiert) – je größer die Oberfläche, desto mehr Verunreinigungen können von der Aktivkohle aufgenommen werden. Gute Aktivkohlen haben Oberflächen von mehr als 1000 m<sup>2</sup> pro Gramm (mehr als ein Handballfeld, 20 m × 40 m) und können bis zu 50 % ihres Gewichts an organischer Substanz aufnehmen.

Download  
VORSCHAU  
zur Ansicht

## Versuch 1: Phosphatnachweis in Blumendünger

### Geräte und Materialien

Reagenzgläser  
Reagenzglasständer  
Spatel  
Tropfpipetten

### Chemikalien

destilliertes Wasser  
Natriumhydrogenphosphat  
Flüssigdünger  
konzentrierte Salpetersäure  
Ammoniummolybdat  
Ascorbinsäure



**Sicherheitshinweis**  
Schutzbrille

**Entsorgung:** Die Lösungen im Behälter für giftige anorganische Stoffe sammeln!

### Versuchsanleitung

#### A. Blindprobe

1. Löse in einem Reagenzglas eine Spatelspitze Natriumhydrogenphosphat in ca. 3 ml destilliertem Wasser.
2. Füge 1 ml konzentrierte Salpetersäure hinzu.
3. Gib eine Spatelspitze Ammoniummolybdat hinzu.  
Was passiert? Notiere deine Beobachtung.
4. Gib anschließend eine Spatelspitze Ascorbinsäure hinzu und beobachte die Lösung.

#### B. Nachweis von Phosphat in Flüssigdünger

5. Tropfe ca. 1 ml Flüssigdünger in das zweite Reagenzglas und verdünne mit ca. 2 ml destilliertem Wasser.
6. Füge 1 ml konzentrierte Salpetersäure hinzu.
7. Gib eine Spatelspitze Ammoniummolybdat hinzu. Was passiert? Notiere deine Beobachtung.
8. Gib anschließend eine Spatelspitze Ascorbinsäure hinzu und beobachte die Lösung.

### Aufgaben

1. Recherchiere: Was ist eine Blindprobe?
2. Lies die folgende Pressemitteilung, die die Europäische Kommission am 14.12.2011 veröffentlichte.  
Recherchiere anschließend: Warum ist ein übermäßiger Phosphateintrag in Gewässer schädlich?



Europäische Kommission – Pressemitteilung

#### Europäisches Parlament unterstützt Verbot von Phosphaten in Haushaltswaschmitteln

Brüssel, 14. Dezember 2011. Die Europäische Kommission begrüßt, dass das Europäische Parlament einen Vorschlag angenommen hat, der ein Verbot der Verwendung von Phosphaten und eine Beschränkung von anderen phosphorhaltigen Verbindungen in Haushaltswaschmitteln ab dem 30. Juni 2013 vorsieht. Bei Maschinengeschirrspülmitteln gelten ab dem 1. Januar 2017 ähnliche Begrenzungen.

3. Suche weitere Eintragsquellen für Phosphate.

## Versuch 2: Phosphatfällung

### Geräte und Materialien

Becherglas  
Spatel

### Chemikalien

destilliertes Wasser  
Natriumhydrogenphosphat  
Eisen(III)-chlorid



**Sicherheitshinweis**  
Schutzbrille

**Entsorgung:** Ausguss

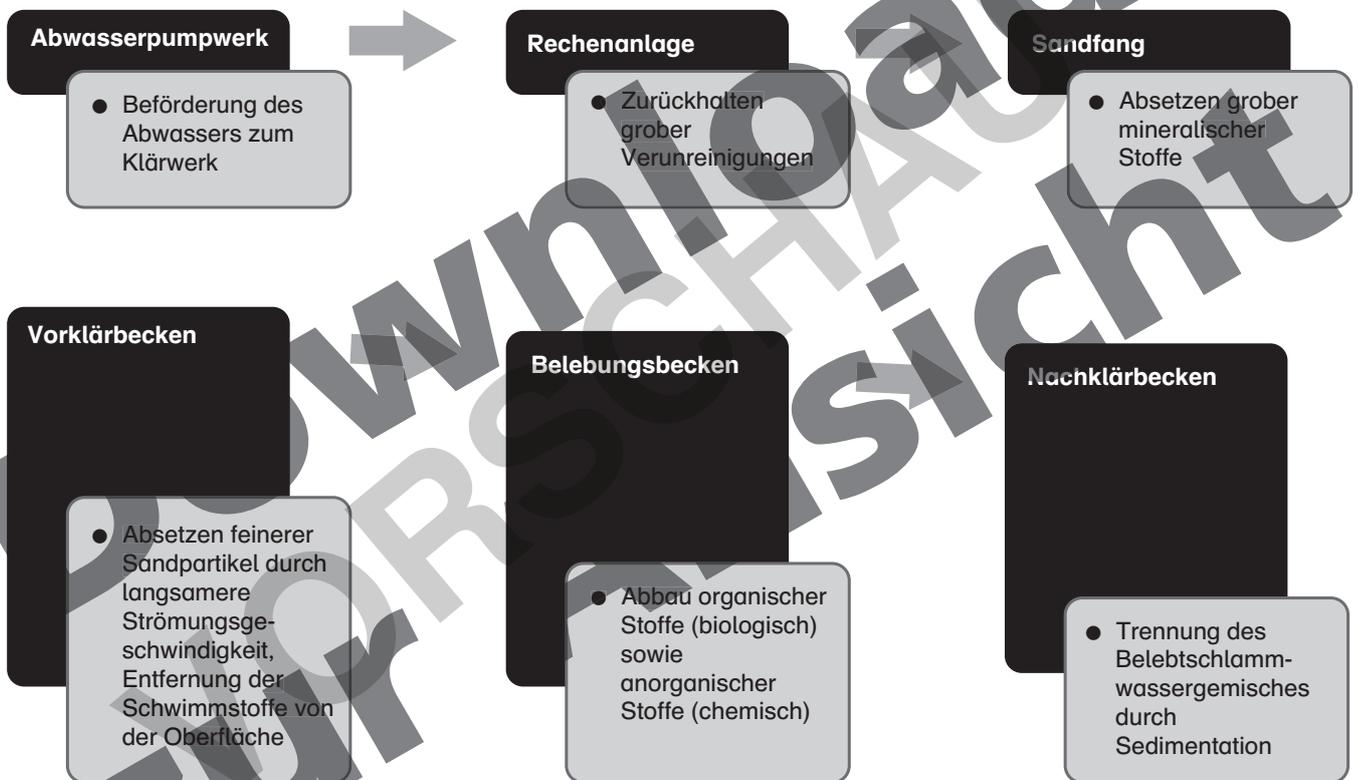
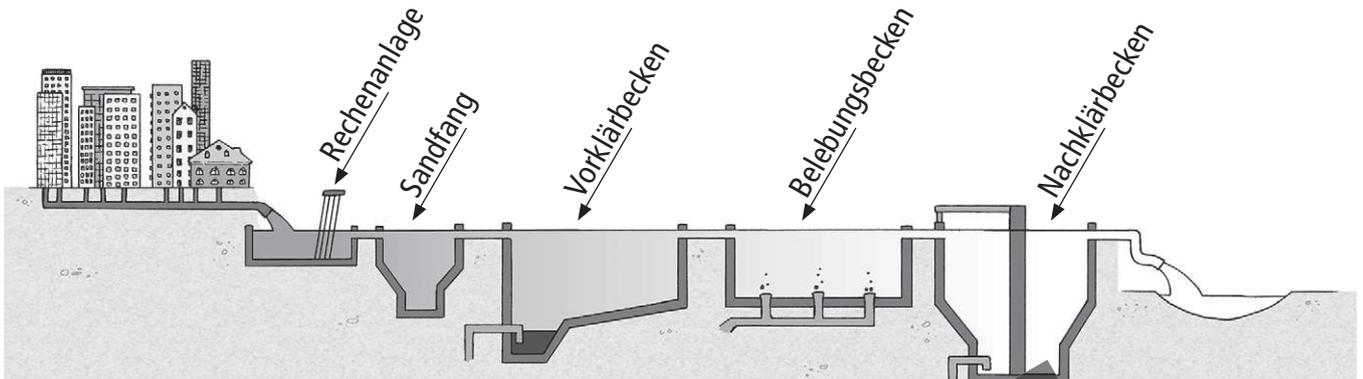
### Versuchsanleitung

1. Gib ca. 100 ml destilliertes Wasser in das Becherglas.
2. Füge zwei Spatelspitzen Natriumhydrogenphosphat hinzu. Rühre um.
3. Notiere deine Beobachtungen.
4. Füge nun eine Spatelspitze Eisen(III)-chlorid hinzu.
5. Notiere deine Beobachtungen.

### Aufgaben

1. Formuliere die Reaktionsgleichung für die Reaktion von Natriumhydrogenphosphat mit Wasser.
2. Formuliere die Reaktionsgleichung für die Reaktion mit Eisen(III)-chlorid.
3. Warum spielt die Reaktion von Phosphaten mit Eisen(III)-chlorid eine wichtige Rolle in Klärwerken? Recherchiere die Hauptphosphatquellen im Abwasser.
4. An welcher Stelle im Ablaufschema (S. 5) findet die oben genannte Reaktion statt?

## Versuch 2: Phosphatfällung



## Versuch 3: Grundwasserverseuchung durch Dieselkraftstoff

### Geräte und Materialien

Säule (Durchmesser ca. 3 cm, mind. 25 cm hoch)  
Stativ und Stativmaterial  
Bechergläser (250 ml, hohe Form)  
Glaswolle  
feiner Sand

### Chemikalien

ca. 100 ml Schmutzwasser (z. B. mit Erde verunreinigt)  
ca. 50 ml Olivenöl



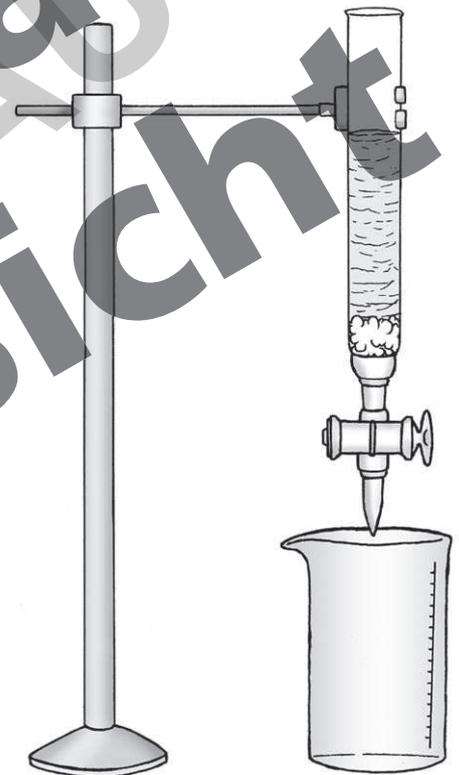
### Sicherheitshinweis

Dieselmotorkraftstoff ist giftig und wird daher durch Olivenöl ersetzt.

**Entsorgung:** Die Versuchsreste können in den Ausguss bzw. in den Müll entsorgt werden.

### Versuchsanleitung

1. Stopfe die Säule mit einer ca. 2 cm dicken Schicht Glaswolle und schichte darauf mindestens 10 cm feinen Sand (siehe Abbildung).
2. Spüle die Säule mit mindestens 250 ml Leitungswasser, das du anschließend verwirfst.
3. Gib nun die Hälfte (ca. 50 ml) deines vorbereiteten Schmutzwassers auf die Säule und fange das Wasser im Becherglas auf.
4. Notiere: Wie sieht das Filtrat aus?
5. Gib nun das Olivenöl auf die Säule und spüle mit dem Rest des Schmutzwassers (ungefähr 50 ml) nach.
6. Notiere: Wo befindet sich das Öl?



### Aufgaben

1. Wie wird im Klärwerk Sand entfernt? An welcher Stelle im Schema (S. 5) findet dieser Schritt statt?
2. Wie wird im Klärwerk Öl/Diesel entfernt? Welche physikalische Eigenschaft dieser Verunreinigungen wird dabei ausgenutzt?

## Versuch 4: Ölreinigung durch Bindemittel

### Geräte und Materialien

Bechergläser  
Spatel  
Glasstab  
Filter und -papier

### Chemikalien

ca. 10 ml Olivenöl (statt Dieselkraftstoff)  
Leitungswasser  
Polyurethanschaum  
Aktivkohle



### Sicherheitshinweis

Dieselmotorkraftstoff ist giftig und wird daher durch Olivenöl ersetzt.

**Entsorgung:** Hausmüll bzw. Abfluss

### Versuchsanleitung

#### A. Entfernung größerer Ölmengen

1. Fülle das Becherglas ungefähr zur Hälfte mit Wasser.
2. Gib knapp 10 ml Öl hinzu und warte, bis sich eine deutliche Schicht gebildet hat.
3. Schneide aus dem Polyurethanblock einen Block aus, der ungefähr ins Glas passt und drücke den Block vorsichtig ins Glas.
4. Warte ungefähr zwei Minuten und ziehe den Block vorsichtig aus dem Glas.
5. Nimm eine sensorische Prüfung vor: Ist noch Öl enthalten? Notiere deine Beobachtungen.

#### B. Entfernung kleinerer Ölmengen

6. Gieße ungefähr die Hälfte deiner Mischung vom ersten Versuchsteil ab (Ausguss).
7. Versetze den Rest mit ca. 2 Spatelspitzen Aktivkohle und rühre die Mischung ungefähr eine Minute mit einem Glasstab.
8. Filtriere in ein weiteres Becherglas.
9. Prüfe den Geruch des Filtrats. Falls du das Öl noch riechen kannst, wiederhole die Zugabe von Aktivkohle und prüfe das zweite Filtrat erneut.

### Aufgaben

1. Woraus besteht Aktivkohle? Erkläre ihre Anwendung, verwende dabei die Begriffe *Adsorption* und *Oberfläche*.
2. Warum wird Aktivkohle auch „medizinische Kohle“ genannt?
3. Diesel besteht aus einem Alkangemisch (Kohlenstoffkettenlängen  $C_{10}$ – $C_{20}$ ), Benzin aus einem Alkangemisch der Kohlenstoffkettenlängen  $C_5$ – $C_{12}$ . Vergleiche die beiden Gemische bezüglich ihrer Verwendung als Kraftstoff.

### Versuch 1: Phosphatnachweis in Blumendünger

1. Blindprobe (auch Vergleichsprobe): Anhand bekannter Chemikalien wird ein Nachweisverfahren durchgeführt, z. B. um die Verwendbarkeit der Chemikalien zu testen.
2. Übermäßiger Phosphateintrag in Gewässer führt zu einem hohen Nährstoffangebot. Dieses löst auf Kosten anderer Wasserorganismen ein starkes Algenwachstum aus. Dieses Phänomen wird „Eutrophierung“ oder bisweilen auch einfach „grüne“ oder „rote Flut“ genannt. Phosphate gelangen in erster Linie durch Landwirtschaft und Abwässer in Oberflächengewässer, an dritter Stelle folgen Waschmittel. (Quelle: Pressemitteilung der Europäischen Kommission vom 14.12.2011)
3. Haupteintragsquelle ist die Landwirtschaft (Düngemittel), dann andere Reinigungsmittel.

### Versuch 2: Phosphatfällung

1.  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2 \text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{PO}_4^{3-}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}$
2.  $\text{PO}_4^{3-} + \text{FeCl}_3 \rightleftharpoons \text{FePO}_4 \downarrow + 3 \text{Cl}^-$
3. Die Reaktion wird in Klärwerken zur Ausfällung der Phosphateinträge genutzt.
4. Die Reaktion findet im Belebungsbecken statt.

### Versuch 3: Grundwasserverseuchung durch Dieseldieselkraftstoff

1. Sand setzt sich im Sandfang und im Vorklärbecken ab.
2. Diesel setzt sich im Vorklärbecken ab. Ausgenutzt wird das geringere spezifische Gewicht im Vergleich zum Wasser (Diesel steigt an die Oberfläche).

### Versuch 4: Ölreinigung durch Bindemittel

1. Aktivkohlen sind durch Erhitzen organischer Stoffe dargestellte Holzkohlen, die aufgrund ihrer großen Oberfläche feinste Verunreinigungen durch Adsorption aus Flüssigkeiten oder Gasen herausfiltern können. Je größer die Oberfläche, desto mehr Verunreinigungen können von der Aktivkohle adsorbiert werden.
2. Aktivkohle wird in der Medizin z. B. dazu verwendet, Giftstoffe aus dem Magen-Darm-Bereich zu filtern.
3. Siede- und Schmelztemperatur homologer Alkane steigen mit ihrer Kohlenstoffkettenlänge, d. h. Dieseldieselkraftstoff hat eine höhere Schmelztemperatur als Benzin. Diesel wird daher mit Zusatzstoffen versetzt, um zu verhindern, dass es bei niedrigen Außentemperaturen im Autotank ausflockt.



Weitere Downloads, E-Books und Print-Titel des umfangreichen Persen-Verlagsprogramms finden Sie unter [www.persen.de](http://www.persen.de)

Hat Ihnen dieser Download gefallen? Dann geben Sie jetzt auf [www.persen.de](http://www.persen.de) direkt bei dem Produkt Ihre Bewertung ab und teilen Sie anderen Kunden Ihre Erfahrungen mit.



## Bildquellen

S. 3 Europäische Kommission (Auszug aus Pressemitteilung)

© 2014 Persen Verlag, Hamburg  
AAP Lehrerfachverlage GmbH  
Alle Rechte vorbehalten.

Das Werk als Ganzes sowie in seinen Teilen unterliegt dem deutschen Urheberrecht. Der Erwerber des Werkes ist berechtigt, das Werk als Ganzes oder in seinen Teilen für den eigenen Gebrauch und den Einsatz im Unterricht zu nutzen. Die Nutzung ist nur für den genannten Zweck gestattet, nicht jedoch für einen weiteren kommerziellen Gebrauch, für die Weiterleitung an Dritte oder für die Veröffentlichung im Internet oder in Intranets. Eine über den genannten Zweck hinausgehende Nutzung bedarf in jedem Fall der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlages.

Sind Internetadressen in diesem Werk angegeben, wurden diese vom Verlag sorgfältig geprüft. Da wir auf die externen Seiten weder inhaltliche noch gestalterische Einflussmöglichkeiten haben, können wir nicht garantieren, dass die Inhalte zu einem späteren Zeitpunkt noch dieselben sind wie zum Zeitpunkt der Drucklegung. Der Persen Verlag übernimmt deshalb keine Gewähr für die Aktualität und den Inhalt dieser Internetseiten oder solcher, die mit ihnen verlinkt sind, und schließt jegliche Haftung aus.

Illustrationen: Roman Lechner; Cover-Foto © Alexander Raths – Fotolia.com  
Satz: Satzpunkt Ursula Ewert GmbH, Bayreuth

Bestellnr.: 23340DA2

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