

# Die zukünftige Rolle der Abfalldeponie in der zeitgemäßen Abfallwirtschaft

*Johann Fellner*

## Kurzfassung

Deponien stellen die historische älteste Art der Abfallbeseitigung dar. Auch derzeit wird global gesehen noch immer der überwiegende Teil der Siedlungsabfälle deponiert. Im Rahmen des gegenständlichen Beitrags wurde die Rolle der Deponie in einer modernen Abfallwirtschaft diskutiert, insbesondere vor dem Hintergrund der europäischen Abfallhierarchie, die besagt, dass die Deponierung die am wenigsten wünschenswerteste Form der Abfallbehandlung/beseitigung darstellt. Eine Betrachtung der volkswirtschaftlichen Stoffflüsse zeigt allerdings, dass Deponien auch in hoch entwickelten Regionen zukünftig eine zentrale Rolle spielen werden. Die Funktionen, die Deponie trotz verstärkter Recyclingbemühungen dabei zufallen sind 1. die Funktion als letzte Senke für Schadstoffe und 2. die Funktion als Zwischenlager für Wertstoffe.

## 1. Einleitung

Gemäß der EU Abfallrahmenrichtlinie (European Parliament, 2008) müssen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union Maßnahmen für die Behandlung ihrer Abfälle im Einklang mit der folgenden Abfallhierarchie ergreifen, die den Maßnahmen als Prioritätenfolge zugrunde liegt:

1. Vermeidung ;
2. Vorbereitung zur Wiederverwendung;
3. Recycling (stoffliche Verwertung);
4. sonstige Verwertung, z.B. energetische Verwertung;
5. Beseitigung.

Die Abfallhierarchie besagt somit, dass Abfallvermeidung der Vorbereitung zur Wiederverwendung vorzuziehen ist, die Vorbereitung zur Wiederverwendung ist wiederum gegenüber dem Recycling von Abfällen zu bevorzugen, das Recycling ist über die sonstige Verwertung von Abfällen zu stellen, und so fort. Am untersten Ende der Hierarchie steht die Beseitigung von Abfällen. Dazu zählt neben der Verbrennung von Abfällen (ohne entsprechende Energiegewinnung bzw. bei geringem Wirkungsgrad)

auch ihre Deponierung. Das heißt, die Deponierung stellt die „schlechteste“, weil an letzter Stelle gereichte, Option dar. Demzufolge besteht das Bestreben zukünftig möglichst viele Abfälle einer „besseren“ Verwertung zuzuführen, und dadurch unter anderem Primärressourcen zu schonen.

Die Frage, die dabei zwangsläufig aufgeworfen wird, ist: welche Bedeutung haben Deponien in Zukunft noch bzw. kann eine moderne Abfallwirtschaft allenfalls gänzlich auf Deponien verzichten?

Das Ziel des gegenständlichen Manuskripts ist es diese Fragen zu diskutieren und zu beantworten, insbesondere auch auf vor dem Hintergrund unterschiedlicher ökonomischer Randbedingungen innerhalb der Europäischen Union. Dazu wird einerseits die historische Rolle der Deponie betrachtet, und andererseits ihre Funktion in der Abfallwirtschaft und der Volkswirtschaft beleuchtet.

## 2. Historische Rolle und Entwicklung der Deponie

Deponien, als Orte der „konzentrierten“ Ablagerung von Abfällen, existierten schon der Antike. So wurden beispielsweise bereits 3000 v.Chr. auf Kreta (Knossos), Gruben angelegt in denen Abfälle abgelagert wurden und die anschließend mit Erdmartial zugeschüttet wurden (Pichtel, 2005).

Eine antike Deponie, die auch heute noch deutlich sichtbar ist, befindet sich in Rom und zwar handelt es sich dabei um den sogenannten Monte Testaccio, wörtlich übersetzt „ein Berg aus Scherben“. Auf einer Fläche von 20.000 m<sup>2</sup> wurden dort vor 2000 Jahren an die 50 Million Amphoren (Tongefäße, die für den Transport von Olivenöl verwendet wurden) zerschlagen und „deponiert“ (Ward-Perkins, 2005). Die Ablagerung hat ein Volumen von rund 600.000 m<sup>3</sup> und eine Mächtigkeit von bis zu 45 m. Die Tatsache, dass die Olivenölgefäße nicht wiederverwendet oder als Baumaterial recycelt wurden, legt für Achräologen den Schluss nahe, dass eine solche Praxis, wie sie für andere Tongefäße im antiken Rom die Regel war, nicht ökonomisch durchführbar war.



Abb. 1. Monte Testaccio (links: Abbildung aus dem 19. Jahrhundert, rechts: Aufnahme archäologischer Grabungen) – Quelle: Wikipdeia

Ökonomische Gründe, wenn auch sehr kurzfristige, waren ebenfalls ausschlaggebend für die überbordende Deponierung von Abfällen in der 2. Hälfte des vorigen Jahrhunderts. Der rasante Anstieg an konsumierten Gütern, niedrige Rohstoffpreise gepaart mit der Prämisse einer nahezu kostenfreien „Entsorgung“ von Abfällen führte zu einer Vielzahl an wilden Müllkippen, die in weiterer Folge in einer massiven Beeinträchtigung des Grundwassers resultierten (Andersen and Dornbusch, 1967, Nöring et al. , 1968, Zanoni, 1972). Erst mit dem Übergang von der Müllkippe zum Ingenieurbauwerk Deponie in den 1980er wurden die mit Deponien verbundenen negativen Umweltauswirkungen deutlich reduziert. Einerseits wurde versucht mittels technischer Einrichtungen die Abfallablagerung von der Umwelt zu isolieren und andererseits die trotzdem entstehenden schädlichen Stoffflüsse (z.B. Deponiegas und Sickerwasser) soweit wie möglich zu fassen und zu behandeln.

Erst die wachsende Erkenntnis über die teilweise lang andauernden (insbesondere bei der Ablagerung von unbehandelten Siedlungsabfällen) Emissionen von Deponien (Belevi and Baccini, 1989, Ossig and Tybus, 1986), führte gegen Ende des vorigen Jahrhunderts zu einem weiteren „Entwicklungsschritt“ der Deponierung. Es entstand (in der Schweiz – Leitbild für die Schweizerische Abfallwirtschaft) die Forderung nach einer nachsorgefreien Deponie, einem sogenannten Endlager (Baccini, 1989). Als Endlager werden Deponien bezeichnet, die über kurz-, mittel-, und langfristige Zeiträume nur umweltverträgliche Stoffflüsse in die Umwelt abgeben, d.h. natürliche Stoffflüsse und –lager nicht verändern (siehe Abb. 2). Dies kann durch das Zusammenspiel von drei Barrieren erreicht werden: Konditionierung der Abfälle – Ablagerung möglichst inerter Materialien (Barriere 1 - Abfall), durch technische Einkapselungsmaßnahmen (Barriere 2 – technische Deponieausrüstung) oder durch Nutzung der Barrierewirkung des natürlichen Untergrundes (Barriere 3 - geologische Barriere). Da technische Barrieren eine begrenzte Lebensdauer haben und geologischen Barrieren an vielen Standorten nicht verfügbar sind, stellt die Konditionierung der Abfälle zumeist die einzige Möglichkeit zur Realisierung einer Endlagerdeponie dar. Viele europäische Länder (z.B. Österreich, Dänemark, Deutschland, Schweiz) in denen eine strenge Behandlungs- bzw. Konditionierungsvorschrift für abzulagernde Abfälle besteht, befinden sich aktuell bereits auf dem Weg zu Etablierung einer nachsorgefreien Deponierung.

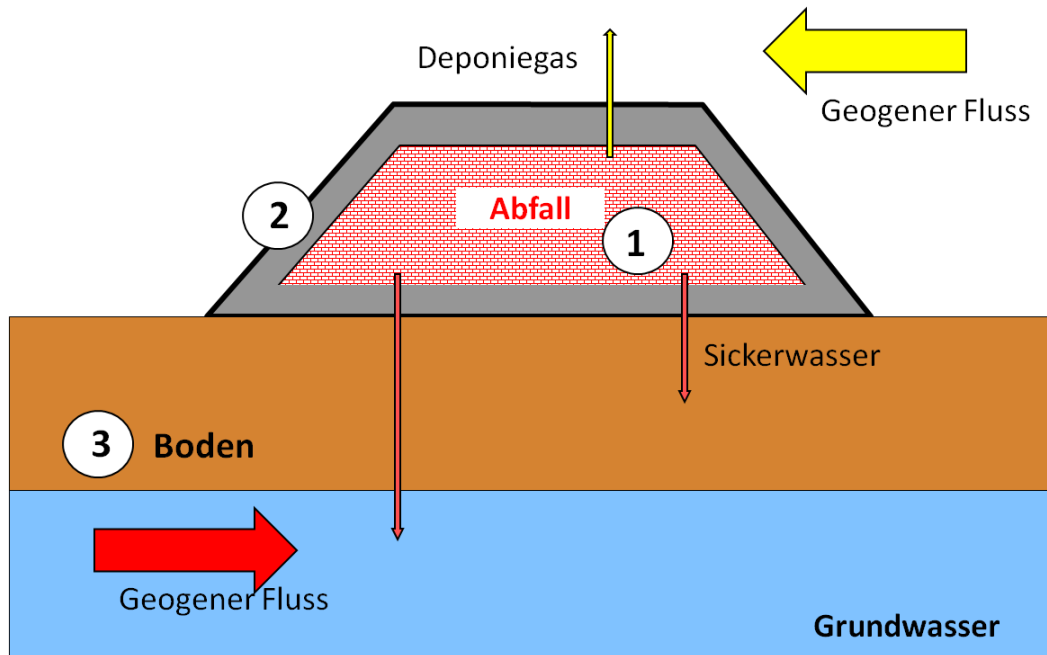


Abbildung. 2: Endlagerkonzept. Stoffflüsse der Deponie dürfen die geogenen Flüsse in Atmosphäre und Hydrosphäre sowie das geogene Lager im Boden nicht signifikant erhöhen (nach Brunner, 1992)

### 3. Funktion der Deponie in der Abfallwirtschaft und Volkswirtschaft

Trotz des enormen technischen und betrieblichen Wandels der Deponie in der Vergangenheit, blieb ihre zentrale Funktion in der Abfallwirtschaft unverändert. Die Aufgabe von Deponien ist es nach wie vor, Abfälle bzw. Güter, für die keine weitere Verwendung vorgesehen ist bzw. ökonomisch nicht sinnvoll ist, dauerhaft zu lagern und damit der Volkswirtschaft zu entziehen. Wichtig dabei ist allerdings, dass sich die zentrale Randbedingung für die Deponierung: „das zu deponierende Material besitzt keine ökonomische Verwertungsmöglichkeit mehr“ in der Vergangenheit sehr stark verschoben hat.

So führten beispielsweise steigende Rohstoffpreise in der jüngeren Vergangenheit dazu, dass die Rückgewinnung von Wertstoffen aus „Deponien“ (Landfill Mining) zunehmend ein Thema wurde. Aktuell wird dabei sehr stark über den Rückbau von Siedlungsabfalldeponien diskutiert (Bockreis and Knapp, 2011, Krook, 2010, van der Zee et al. , 2004, Zanetti and Godio, 2006), wobei das Wertstoffpotential der abgelagerten Abfälle im Vergleich zum ökonomischen Wert des gewonnenen Deponieraums bzw. der gewonnenen Fläche oder der Reduktion von Nachsorgekosten von untergeordneter Bedeutung ist (Hölzle, 2010).

Nichtsdestotrotz gibt es vor allem bei Deponie mit industriellen Abfällen vielfältige Beispiele für einen plötzlichen Anstieg des ökonomischen Wertes der deponierten Materialien, der dazu führte, dass die Deponie rückgebaut und das abgelagerte Material wiederverwertet wurde. Im Folgenden werden zwei dieser Beispiele näher erläutert:

### **Beispiel A): Rückbau von Kohleabraumhalden:**

Das Zementwerk Wopfing (befindet sich etwa 40 km südlich von Wien) baut Kohleabraumhalden (Halde Richardschacht) des in den 1960er Jahren geschlossenen Steinkohlebergwerks Grünbach (in Österreich) ab (Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, 2006). Das Material (siehe Abb. 3), das zwar nur etwa 18% Kohle beinhaltet, eignet sich aufgrund seines hohen Mergel- und Tongehalts sehr gut als Inputmaterial für den Zementherstellungsprozess. Für den Zementofen ist das Abraummaterial als eine Mischung aus Brenn- und Rohstoff anzusehen.



Abbildung 3. Deponie „Halde Richardschacht – Grünbach (Österreich)“ – Rückbau und Verwertung des Materials

### **Beispiel B): Wiederverwertung von deponierten Elektrolyseschlämmen aus der Zinkproduktion**

Der im Zuge der Zinkproduktion am Standort Bleiberg (in Österreich) angefallene und zwischenzeitlich deponierte Eisenhydroxidschlamm wurde in den 1970er und 80er Jahren aufgrund seines zu diesem Zeitpunkt wirtschaftlich rentablen Germaniumgehaltes aufbereitet und wiederverwendet. Pro Jahr konnten dadurch an die 5 Tonnen Germanium gewonnen werden, was zu diesem Zeitpunkt rund 5% der Weltproduktion an Ge (250 Tonnen) entsprach (Cerny and Schroll, 1995). Österreich befand sich dadurch zeitweise an der 6. Stelle der Welt-Germanium-Produktion. Insgesamt wurden am Standort an die 174 Tonnen an Germanium aus deponierten Produktionsabfällen rückgewonnen. Dies würde gemäß dem aktuellen Weltmarktpreis von 1100 €/kg einem Wert von rund 200 Millionen Euro entsprechen.

Betrachtet man den gesamten volkswirtschaftlichen Stoffumsatz, so wird trotz der genannten Beispiele klar, dass Deponien als zukünftige Rohstoffquelle nur eine untergeordnete Rolle spielen werden.

Viel bedeutender wird hingegen die Rolle von Deponien in einem anderen Zusammenhang:

Der Mensch entnimmt eine stetig steigende Menge an Rohstoffen der Erdkruste und verarbeitet diese zu Konsumgütern, die am Ende ihres Lebenszyklus entweder recycelt werden und als sekundärer Rohstoff Verwendung finden oder aus der Volkswirtschaft in dissipativer (Emissionen) oder konzentrierter (Deponiematerial) Form ausgeschieden werden. Da aus thermodynamischen Gründen ein 100%-iges Recycling nicht durchführbar ist bzw. ökologisch auch nicht sinnvoll wäre, verursacht ein stetig anwachsender Materialinput in die Volkswirtschaft zwangsläufig auch eine zunehmende Menge an Stoffen, die wiederum an die Umwelt abgegeben werden muss (Brunner, 1999). Diese Abgabe an die Umwelt kann entweder in dissipativer (Emissionen in Atmosphäre, Hydrosphäre oder Pedosphäre) oder in konzentrierter Form (Ablagerung auf Deponien erfolgen) erfolgen. Aufgrund der Tatsache, dass die Aufnahmekapazität der Umwelt für viele Stoffe (CO<sub>2</sub>, Phosphor, FCKWs) bereits an ihre Grenzen stößt, kommt der konzentrierten Ablagerung von „Rückständen“ des anthropogenen Metabolismus eine immer größere Bedeutung zu. Deponien sollen, und damit ist ihre wesentliche Funktion in der Volkswirtschaft definiert, letzte Senken für Stoffe sein (siehe Abbildung 4).



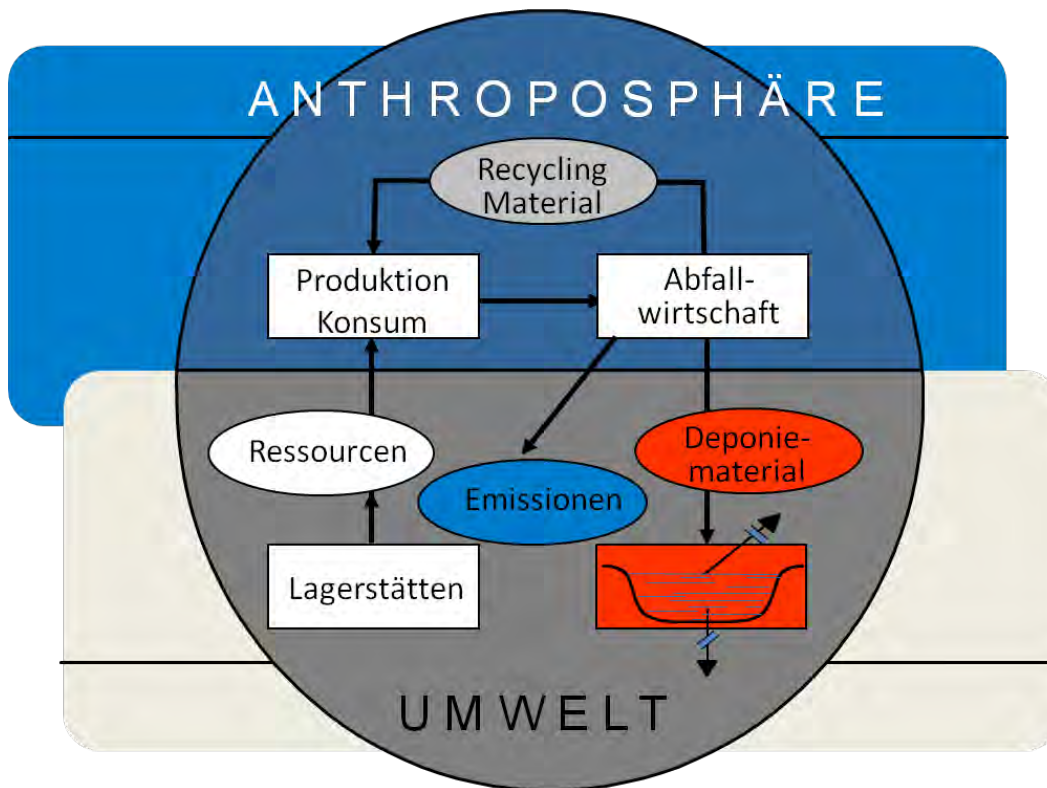


Abbildung 4: Die Deponie als letztes Glied der Volkswirtschaft (nach Brunner, 1992)

Wissenschaftliche Untersuchungen haben in den letzten Jahrzehnten ergeben, dass Deponien vor allem für Schwermetalle letzte Senken sein können, insbesondere trifft dies für Schwermetalle in den Rückständen der thermischen Abfallbehandlung zu. Für viele andere Stoffe (z.B. Chlor, Stickstoff) stellen derzeitige Deponien jedoch keine sichere letzte Senke dar. Hier gilt es zu prüfen, inwiefern diese Stoffe in Umweltmedien schadlos dissipiert werden können. Sofern dies nicht möglich ist, sollte verstärktes Augenmerk auf die Konditionierung der Abfälle gelegt werden, sodass die Stoffe in der Deponie verbleiben. Alternativ dazu könnte auch die spezifische Vermeidung von Abfällen bzw. bestimmten Inhaltsstoffen Abhilfe schaffen, da Stoffe, für die keine geeignete letzte Senke gefunden werden kann, soweit möglich, bereits in der Produktion vermieden werden sollten.

#### 4. Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Trotz Abfallhierarchie und damit im Zusammenhang stehenden verstärkten Recyclingbemühungen zur Etablierung einer Kreislaufwirtschaft, werden zukünftige Generationen auch in einer nachhaltigen Gesellschaft nicht auf die Deponierung von Abfällen verzichten können. Dies begründet sind in den beiden zentralen Funktionen von Deponien:

- A) Die Funktion der Deponie als Senke für bestimmte Schadstoffe, die (unter gegebenen Rahmenbedingungen) nicht mehr genutzt bzw. verwertet werden können, und
- B) Die Funktion als Zwischenlager für Wertstoffe, die aufgrund der derzeitigen ökonomischen und technologischen Bedingungen keiner Verwertung zugeführt werden können.

Schad- und Wertstoffe können in diesem Zusammenhang identisch sein.

Ob eine Verwertung einer Deponierung von bestimmten Abfällen vorzuziehen ist, muss durch Analyse der gesamten kurz- bis langfristigen Auswirkung beider Varianten von Fall zu Fall entschieden werden. Eine stoffliche Verwertung von Abfällen im Sinne einer Wiedergewinnung von Wertstoffen, ist, soweit technisch und wirtschaftlich möglich, anstrebenswert, sofern dadurch der gesamten Volkswirtschaft ökologische und ökonomische Vorteile erwachsen. Sollte die Verwertung unter diesen Umständen zwar technisch möglich aber nicht wirtschaftlich sein, bieten sich Deponien als Zwischenlager an. Sollte die stoffliche Verwertung im Sinne der Nutzung materieller Eigenschaften aber auf weiten Strecken die Dissipation aller in den Restgütern der Abfallbehandlung vorhandenen Schad- und Wertstoffe zur Folge haben ohne Primärressourcen signifikant zu substituieren, so ist allgemein eine Deponierung vorzuziehen.

Generell kann festgehalten werden, dass die Bedeutung von Deponien nicht nur im direkten Zusammenhang mit der vorgelagerten Abfallwirtschaft zu sehen ist, sondern die gesamte Volkswirtschaft betrachtet werden muss.

## **5. Literatur**

Andersen JR, Dornbusch JN. Influence of Sanitary landfill on Ground Water Quality. Journal of American Water Works Association. 1967;59:457-70.

Baccini P. The landfill : reactor and final storage. Berlin ; New York: Springer-Verlag; 1989.

Belevi H, Baccini P. Long-Term Behaviour of Municipal Solid Waste Landfills. Waste Management & Research. 1989;7:43-56.

Bockreis A, Knapp J. Landfill Mining – Deponien als Rohstoffquelle. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft. 2011;63:70-5.

Brunner P. In search of the final sink. Environmental Science and Pollution Research. 1999;6:1-.

Brunner PH. Wo stehen wir auf dem Weg zur "Endlagerqualität"? Österreichische Wasserwirtschaft. 1992;44:269-73

Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Österreichisches Montanhandbuch 2006: Bergbau - Rohstoffe - Grundstoffe - Energie. Wien: Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit; 2006. p. 304.



Cerny I, Schroll E. Heimische Vorräte an Spezialmetallen (Ga, In, Tl, Ge, Se, Te und Cd) in Blei-Zink- und anderen Erzen. Archiv für Lagerstättenforschung der Geologischen Bundesanstalt. 1995;18:5-33.

European Parliament. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and the Council of 19 November 2008 on Waste and Repealing Certain Directives. Official Journal of the European Union. 2008;L312:3-30.

Hölzle I. Vom Deponierückbau bis zum landfill mining – eine Synthese internationaler Untersuchungen. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft. 2010;62:155-61.

Krook J. Urban and landfill mining: emerging global perspectives and approaches. Journal of Cleaner Production. 2010;18:1772-3.

Nöring F, Farkasdi G, Golwer A, Knoll K-H, Matteß G, Schneider W. Über Abbauvorgänge von Grundwasserverunreinigungen im Unterstrom von Mülldeponien. GWF. 1968;109:137.

Ossig G, Tybus M. Untersuchung des Langzeitverhaltens von Deponien. Deutschland: Bundesministerium für Forschung und Technologie; 1986.

Pichtel J. A Brief History of Waste Management. In: Pichtel J, editor. Waste Management Practices: CRC Press; 2005. p. 21-46.

van der Zee DJ, Achterkamp MC, de Visser BJ. Assessing the market opportunities of landfill mining. Waste Management. 2004;24:795-804.

Ward-Perkins B. The Fall of Rome: And the End of Civilization: Oxford University Press; 2005.

Zanetti M, Godio A. Recovery of foundry sands and iron fractions from an industrial waste landfill. Resources, Conservation and Recycling. 2006;48:396-411.

Zanoni AE. Ground water pollution and sanitary landfills - critical review. Ground Water. 1972;10:3-13.

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**WASTE MANAGEMENT**, Volume 2

Waste Management, Recycling, Composting, Fermentation,  
Mechanical-Biological Treatment, Energy Recovery from Waste,  
Sewage Sludge Treatment

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Luciano Pelloni.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011

ISBN 978-3-935317-69-6

ISBN 978-3-935317-69-6 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky  
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2011

Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,

Dr.-Ing. Stephanie Thiel, M. Sc. Elisabeth Thomé-Kozmiensky, Janin Burbott

Erfassung und Layout: Janin Burbott, Petra Dittmann, Sandra Peters,

Martina Ringgenberg, Ginette Teske

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.