

Landfill Mining, a Task for the Future?

Alexander Feil and Thomas Pretz

Landfill mining has been under discussion for more than two decades due to a large number of landfills that are under plan for technical intervention because of necessary restoration and the prevention of negative environmental impacts. Scientifically, the topic is mainly treated as a storage of anthropogenic raw material. Although a general economic viability of ELFM (Enhanced Landfill Mining) has not been demonstrated in the medium term, in some cases even *new* technologies are being researched. However, the applicability of these new technologies on complex mixtures such as landfill material is still largely questionable. This is probably due to the fact that research funding supports not so much the adaptation of known technology to complex tasks and rather supports future technologies as an option for such tasks.

Landfill Mining, eine Zukunftsaufgabe?

Alexander Feil und Thomas Pretz

1.	Grundlagen	595
2.	Landfill Mining in der Forschung.....	597
3.	Zusammenfassung	599
4.	Quellen	599

Die Beseitigung von Abfällen durch Deponierung war in der Bundesrepublik bis in die 1970er Jahre Standard, in vielen europäischen Nachbarländern ist sie bis heute die vorherrschende Methode zur Organisation von Abfallwirtschaft. Abfallwirtschaftliche Ziele auf Europäischer Ebene formulieren zwar seit Langem den Vorrang von Verwertung vor der Beseitigung, bis zur Zielerfüllung ist es jedoch für zahlreiche Mitgliedstaaten der EU noch ein langer Weg. [17] Da die Rohstoffversorgung in großem Umfang auf Importe aus Drittstaaten aufbaut, sind heimische Ressourcen zunehmend in den Blick geraten. Die Infrastruktur moderner westlicher Gesellschaften basiert auf der Verwendung von Rohstoffen in großem Umfang, die nach endlicher Nutzungsdauer wieder für eine erneute Nutzung zur Verfügung stehen könnten. Neben dem klassischen Bergbau für primäre Rohstoffe ist so das *urban mining* formuliert worden, die Rohstoffgewinnung aus bereits genutzten und zu Abfall gewordenen Ressourcen. Die Europäische Gemeinschaft hat sich für die Nutzung dieser Ressourcen anspruchsvolle Ziele gesetzt, die von den Mitgliedstaaten umzusetzen sind. [18] Da die Entwicklung von Verwertungsmärkten in den Ländern der EU zu verschiedenen Zeiten gestartet ist und sich heute national auf sehr verschiedenen Entwicklungsstufen befindet, sind große Ressourcen in den Beseitigungsanlagen *Deponien* gelagert worden. Mit dem strategischen Ansatz *Enhanced Landfill Mining* wird daher das Ziel verfolgt, auch diese ursprünglich endgültig beseitigten Ressourcen durch erneute Aufarbeitung für eine Verwertung zu erschließen. [13]

1. Grundlagen

Um das Thema *Enhanced Landfill Mining* (ELFM) diskutieren zu können, lohnt ein Blick auf die Erfahrungen, die bislang mit dem Abbau konzentrierter Abfall-Lagerstätten gemacht worden sind. Unter dem Begriff *Deponierückbau* sind in der Vergangenheit zahlreiche Projekte durchgeführt worden, bei denen in einem Fall etwa 7,5 Mio. m³ abgebaut und aufgearbeitet worden sind. [12] Die Gründe für den Rückbau von Deponien können vielfältig sein, wobei die Gefahrenabwehr und die Gewinnung von

Siedlungsflächen bislang im Vordergrund gestanden haben. [2] Als bekanntestes Beispiel für einen Rückbau unter dem Gesichtspunkt der Gefahrenabwehr gilt das Projekt der Deponie Kölliken. [8] Über den Aspekt einer Rohstoffgewinnung sind umfangreiche Erkenntnisse zusammengetragen worden, aus denen ein Rohstoffpotential durch Deponierückbau abgeleitet werden kann. [4, 20] Da Siedlungsabfalldeponien sehr verschiedene Nutzungsarten aufzeigen, ist die Übertragung von Kenntnissen aus einer Deponie auf andere mit Risiken behaftet. Neben den Siedlungsabfällen sind gewerbliche und auch produktionsspezifische Abfälle enthalten. Letztere sind jeweils spezifisch für einzelne Standorte und repräsentieren die lokale Wirtschaft und deren abfallwirtschaftlichen Entwicklungsstand im Zeitraum des Deponieaufbaus. Auch die Nutzung von Siedlungsabfall-Deponien für Bauabfälle unterscheidet sich abhängig von den lokalen Alternativen für die Ablagerung oder Verwertung von Bauabfällen und Bodenaushub erheblich. [3, 19] In Bild 1 ist ein Beispiel aufgeführt, mit welchen Abfallarten eine zentrale Siedlungsabfalldeponie in einem Landkreis in den 1980er Jahren beschickt wurde.

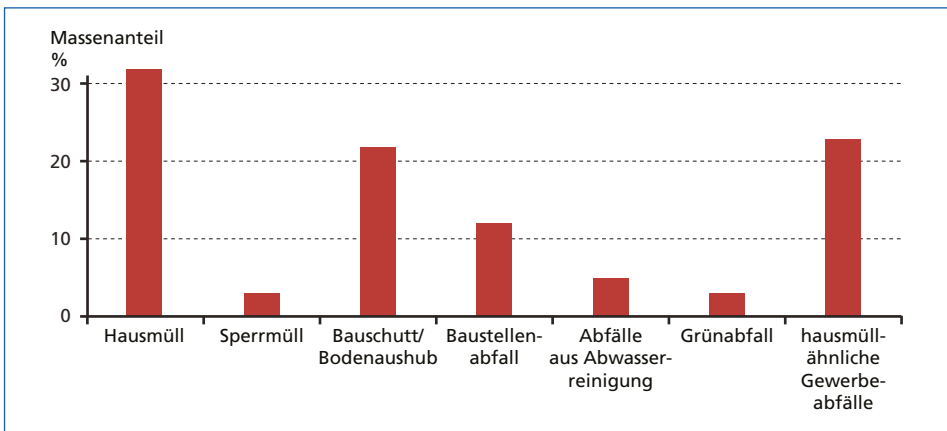


Bild 1: Beispiel für Deponieinventar 1980er Jahre nach Abfallarten

Zum Inventar wurden verschiedene Untersuchungen durchgeführt, die je nach Beprobungsmethode (Bohrungen, Schürfe, Aufnahme größerer Mengen im 100-Tonnen-Maßstab) zu unterschiedlichen Ergebnissen gekommen sind. [5, 9, 14] Rettenberger errechnete beispielsweise für eine Ablagerungsmenge von 500.000 Tonnen Siedlungsabfall Ressourcenpotentiale entsprechend Tabelle 1.

Tabelle 1: Ressourcenpotential einer 500.000-Tonnen-Deponie

nutzbare Energie (MHKW)	740 GWh
EBS	260 GWh
Fe-Schrott	17.000 t
Kupferschrott	570 t
Aluminiumschrott	330 t

Quelle: Rettenberger, G.; Urban-Kiss, S.: Urban Mining – alternative Ressourcenquelle. Vortrag auf dem Fachkongress für urbanen Umweltschutz, März 2010, Iserlohn

Dieses Beispiel zeigt, über welche Art von gewinnbaren Ressourcen diskutiert worden ist und bis heute diskutiert wird. Im Zentrum steht die in Kunststoffen, Textilien und Papieren gebundene Energie, die werkstofflich verwertbaren Stoffgruppen sind dagegen auf die Metalle beschränkt und beschreiben lediglich etwa 3 bis 4 Massenprozent des Deponiegutes.

Aus der großen Zahl an Untersuchungen zur Zusammensetzung von Deponiegut wurde hier eine Auswahl getroffen, um die Bandbreite von Analyseergebnissen darzustellen. Die Angaben in Bild 2 beziehen sich auf Veröffentlichungen von Garcia Lopez, Gäth und Wolfsberger [10, 11, 22]. Die Darstellung erfolgt jeweils als Minimalwert, Maximalwert und Median. Die größte Stoffgruppe setzt sich aus Feingut (zumeist < 40 mm) und Sortierrest zusammen, die hier zur besseren Lesbarkeit mit separater Maßstabs-Achse gezeigt wird.

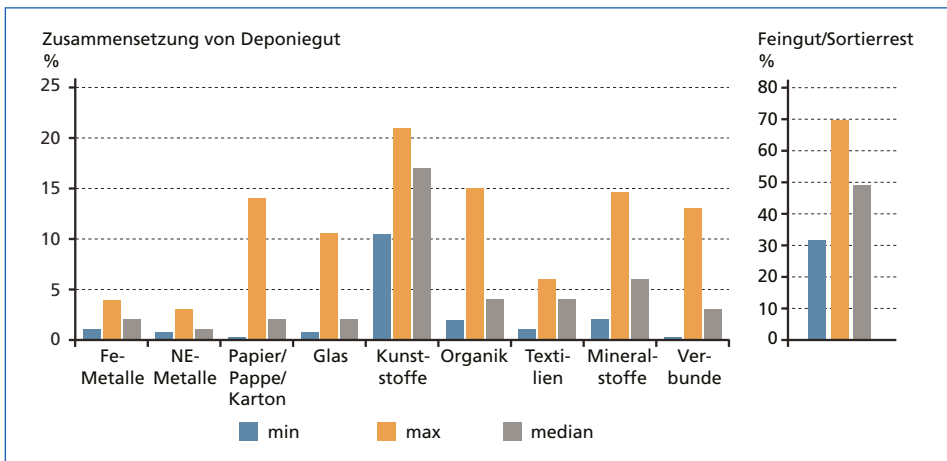


Bild 2: Bandbreite von Analyseergebnissen zur Qualität von Deponiegut

2. Landfill Mining in der Forschung

Eine Grundlage für Forschungsprojekte zum Thema Landfill Mining bilden Hochrechnungen über das Wertstoffpotential, das in den bekannten Siedlungsabfalldeponien vermutet wird. Eine Aussage wie *Der Milliardenchatz unter alten Mülldeponien* ist ein Beispiel für die öffentliche Wirkung von Hochrechnungen zum Inventar ohne Gegenrechnung des Gewinnungsaufwands. [1] Die vorne vorgestellten Kenntnisse zum Inventar von Deponien zeigen jedoch, dass derartige Potentialrechnungen aufgrund der Heterogenität und Vielfalt von Deponieinhalten mit hohen Risiken hinsichtlich der Datenzuverlässigkeit verbunden sind.

Die Rohstoffgewinnung aus Deponien ist bereits seit mehr als 20 Jahren Gegenstand von Forschungsvorhaben [3, 14]. In jüngster Zeit wurde mit dem r³ Vorhaben ToensLM ein inter- und transdisziplinäres Forschungsvorhaben durchgeführt. Hierbei wurde sowohl die bautechnische Gewinnung als auch die mechanische Behandlung des Aushubmaterials im großtechnischen Maßstab durchgeführt. Erkenntnisse aus diesem Vorhaben sind u.a. in einen Leitfaden zum Landfill Mining eingeflossen. [16]

Während sich das Projekt ToensLM beim Einsatz von Technologie und möglichen technischen Szenarien weitgehend auf heute verfügbare und bewährte Verfahren bezogen hat, geht das aktuelle Vorhaben *New Mine* dagegen einen anderen Weg.

New Mine ist ein unter Leitung der KU Leuven durchgeführtes *European Training Network for Resource Recovery through Enhanced Landfill Mining*. In Kooperation zwischen mehreren europäischen Universitäten und Unternehmen der Entsorgungsbranche werden insgesamt 15 Doktoranden trainiert. Die Förderung des Vorhabens erfolgt unter dem Horizon 2020 Programm als Marie-Sklodowska Curie Innovative Network (Förderkennzeichen 721185). Die Erfolgsquote für Projekte in diesem Netzwerk liegt bei lediglich 4 %, entsprechend ambitioniert müssen erfolgreiche Anträge wie der zum Projekt *New Mine* formuliert werden. Der Anspruch des Projektes besteht frei übersetzt darin, für die 500.000 europäischen Deponien die neue technische Lösung zu entwickeln, um hochwertige Wirtschaftsgüter wie etwa Wasserstoff und *grünen* Zementbinder aus dem Altabfall gewinnen zu können. [15] Das Bild 3 verdeutlicht diesen Anspruch, der einen *neuen* Weg thermochemischer Konversion für einen der schwierigsten Abfallstoffe verspricht.

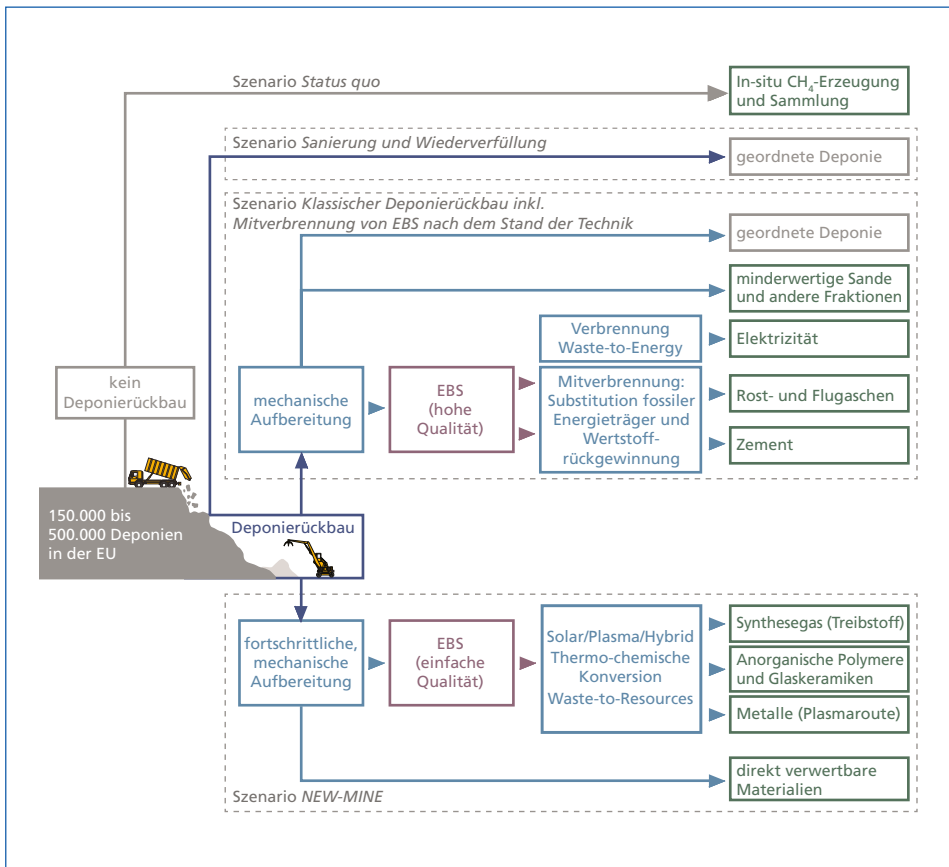


Bild 3: Technische Lösungswege im *New Mine*-Projekt

Quelle: Garcia Lopez, C. et al.: Landfill Mining: A case study on sampling, processing and characterization of excavated waste from an Austrian landfill. In: Sixteenth International Waste Management and Landfill Symposium, Sardinia, 2017

Bisherige Arbeiten zum Landfill Mining haben belegt, dass die technische Machbarkeit von bautechnischer Gewinnung ohne Umweltbeeinträchtigung, mechanischer Trennung und teilweise Nutzung von angereicherten Produkten gegeben ist. A. Breitenstein hat 2016 eine ökonomische Bewertung des BMBF Projekts ToensLM vorgestellt. [6] Sie fasst zusammen, dass neben technischer Machbarkeit auch ein ökologischer Vorteil für ELFM-Projekte nachweisbar ist. Unter ökonomischen Gesichtspunkten ist es aber notwendig, dass für einen Deponiestandort ein hoher Bodenwert gegeben sein muss, sei es als Bauland oder für eine weitere Bewirtschaftung als Deponie. Ohne diese Voraussetzung fehlt eine wesentliche ökonomische Grundlage für Landfill Mining.

Warren überschrieb 2014 ihre Untersuchungsergebnisse zum Landfill Mining mit *Landfill Mining: Goldmine or Minefield?* Neben der Einschätzung mittelfristig fehlender wirtschaftlicher Voraussetzungen für ELFM Projekte wird das Thema abschließend wie folgt bewertet: *It is clearly feasible, but will remain a fantasy for the foreseeable future.* [21]

Das Öko-Institut e.V. überschrieb 2013 eine Arbeit zum Thema mit *Landfill Mining – Option oder Fiktion?* und kam zum Ergebnis, dass ...*die Wertstoffrückgewinnung (derzeit noch) kein maßgebliches Argument für einen Deponie-Rückbau ist...* da Umweltaspekte im Vordergrund stehen. Ein Nachweis, dass Landfill Mining wirtschaftlich selbsttragend werden könnte sei zudem noch nicht erbracht. [7]

3. Zusammenfassung

Landfill Mining wird aufgrund einer größeren Zahl von Deponien, die Gegenstand von Planungen zu technischen Eingriffen beispielsweise zwecks Sanierung und Abwendung von negativen Umweltfolgen sind, seit mehr als zwei Jahrzehnten diskutiert. Wissenschaftlich wird das Thema vor allem als anthropogenes Rohstofflager bearbeitet. Obwohl mittelfristig eine generelle ökonomische Tragfähigkeit von ELFM nicht nachgewiesen worden ist, wird vereinzelt sogar an *neuen* Technologien geforscht, deren Anwendbarkeit auf komplexe Stoffgemische wie Deponieaushub noch weitgehend fraglich ist. Dies ist sicher dem Umstand geschuldet, dass Forschungsförderung weniger die Anpassung von bekannter Technologie an komplexe Aufgabenstellungen als vielmehr die Optionen auf Zukunftstechnologien unterstützt.

4. Quellen

- [1] Abraham, O.: Der Milliardenchatz unter alten Mülldeponien. In: Welt vom 20.09.2013. Online: www.welt.de/wissenschaft/article120224687/Der_Milliardenschatz_unter_alten_Muelldeponien.html
- [2] Bernhard, A. et al.: Deponierückbau. Wirtschaftlichkeit, Ressourcenpotenzial und Klimarelevanz. In: Perspektiven für Umwelt & Gesellschaft, Umweltbundesamt, Wien, 2011
- [3] Bilitewski, B.; Conrad, H.: Lohnt sich der Deponierückbau? Untersuchungen in den neuen Bundesländern. In: Abfallwirtschaftsjournal 7, Nr. 1-2, 1995, S. 71-75
- [4] Bockreis, A.; Knapp, J.: Deponien als Rohstoffquelle. In: Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, Vol. 63, Ausgabe 3-4, 2011, S. 70-75

- [5] Brammer, F.: Rückbau von Deponien – Möglichkeiten und Perspektiven. In: Mechanisch-biologische Behandlung von Abfällen – Erfahrungen, Erfolge Perspektiven. TU Braunschweig, Zentrum für Abfallforschung, Heft 10, 1994, S. 297-310
- [6] Breitenstein, A. et al.: Stoffstrombasierte ökonomische Bewertung von Landfill-Mining-Projekten. In: Thomé-Kozmiensky, K.J. (Hrsg.): Mineralische Nebenprodukte und Abfälle, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2016, S. 607-621
- [7] Buchert, M. et al.: Landfill Mining. Option oder Fiktion?. Öko-Institut e.V., Darmstadt, 2013. Online: www.oeko.de/oekodoc/1802/2013-479-de.pdf
- [8] Deponie Kölliken. Online: www.smdk.ch
- [9] Freidmann, H.; Zollner, F.: Behandlung und Verwertung von Altmüll aus dem Deponierückbau. In: Abfallwirtschaftsjournal 7, Nr.1-2, 1995, S. 76-81
- [10] Garcia Lopez, C. et al.: Landfill Mining: A case study on sampling, processing and characterization of excavated waste from an Austrian landfill. In: Sixteenth International Waste Management and Landfill Symposium, Sardinia, 2017
- [11] Gäth, S.; Nispel, J.: Rohstoffpotentiale in anthropogenen Lagerstätten. In: Thomé-Kozmiensky, K.J.; Goldmann, D. (Hrsg.): Recycling und Rohstoffe, Band 6. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013, S. 109-115
- [12] Göschl, R.: Deponierückbau in der Praxis. In: Thomé-Kozmiensky, K.J. (Hrsg.): Mineralische Nebenprodukte und Abfälle, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2016, S. 623-645
- [13] Gosten, A.: Untersuchung über den Nutzen des Deponierückbaus – Gedanken zum Deponierückbau unter heutigen Rahmenbedingungen am Beispiel einer BSR-Deponie. In: Thomé-Kozmiensky, K.J.; Goldmann, D. (Hrsg.): Recycling und Rohstoffe, Band 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 447-468
- [14] Heckenkamp, G.; Saure, T.: BMFT-Vorhaben *Abfallwirtschaftliche Rekonstruktion von Altdeponien* – Ergebnisse der Untersuchung an Altmüll im Hinblick auf Deponieumlagerung und Altmüllbehandlung. In: Müll und Abfall 26, 1994, Ausgaben 3 (S. 155-161) und 4 (S. 227-234)
- [15] Jones, P.: Pressemitteilung vom 05.07.2016, www.new-mine.eu
- [16] Krüger, M. et al.: Leitfaden zum Enhanced Landfill Mining, Porta Westfalica, 2016
- [17] N. N.: Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle (2008/98/EG)
- [18] N. N.: EU-Abfallpaket: Das steht im Parlamentsbeschluss. In: 320 Grad - Deutschlands Online-Magazin für die Recyclingwirtschaft vom 15.03.2017. Online: www.320grad.de/eu-abfallpaket-das-steht-im-parlamentsbeschluss/
- [19] Rettenberger, G.; Urban-Kiss, S.: Urban Mining - alternative Ressourcenquelle. Vortrag auf dem Fachkongress für urbanen Umweltschutz, März 2010, Iserlohn
- [20] Rettenberger, G.: Rohstoffpotentiale in Deponien – Deponierückbau. In: 8. Leipziger Deponiefachtagung, 2012, S. 105-117
- [21] Warren, K.; Read, A.: Landfill Mining: Goldmine or Minefield?. In: Waste Management World vom 11.02.2014. Online: www.waste-management-world.com/a/landfill-mining-goldmine-or-minefield
- [22] Wolfsberger, T. et al.: Landfill Mining – Case Study: Rohstoffpotential einer steirischen Massenabfalldeponie. In: Tagungsband DepoTech 2014, Montanuniversität Leoben, 2014, S. 579-584

Ansprechpartner



Dr.-Ing. Alexander Feil

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

Institut für Aufbereitung und Recycling (I.A.R.)

Oberingenieur

Wüllnerstraße 2

52062 Aachen (D)

Telefon: 0049-(0)241-809-5712

E-Mail: feil@ifa.rwth-aachen.de

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar

Stephanie Thiel, Elisabeth Thomé-Kozmiensky,
Bernd Friedrich, Thomas Pretz, Peter Quicker, Dieter Georg Senk, Hermann Wotruba (Hrsg.):

Mineralische Nebenprodukte und Abfälle 5
– Aschen, Schlacken, Stäube und Baurestmassen –

ISBN 978-3-944310-41-1 Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH

Copyright: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc., Dr.-Ing. Stephanie Thiel
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH • Neuruppin 2018

Redaktion und Lektorat: Dr.-Ing. Stephanie Thiel, Dr.-Ing. Olaf Holm,
Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc.

Erfassung und Layout: Claudia Naumann-Deppe, Janin Burbott-Seidel, Sandra Peters,
Ginette Teske, Roland Richter, Cordula Müller, Gabi Spiegel

Druck: Universal Medien 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.