

Gas Collection without Pumping in the Aftercare Phase in the Light of the New VDI Guideline

Gerhard Rettenberger

At the time when the gasproduction is low so that a utilization is no longer economical and the emissions are below a certain limit the active gas collection can stopped and turned in to a passive system. The gas flow is directed by the arising pressure in the landfill. Therefore the landfill gas has to be discharge in a controlled manner. The still existing methane should be oxidized to a maximum. To reach these goals corresponding measures and treatment technologies has to be taken. The new VDI guideline gives the necessary technical details.

Passive Entgasung in der Nachsorgephase vor dem Hintergrund der neuen VDI Richtlinie

Gerhard Rettenberger

1.	Ableitung von Deponiegas.....	593
2.	Behandlung des Deponiegases.....	594
3.	Literatur.....	598

Zum Zeitpunkt, ab dem eine aktive Entgasung technisch nicht mehr möglich oder wirtschaftlich nicht mehr zumutbar ist, kann diese – nach Zustimmung der zuständigen Behörde – eingestellt und durch eine passive Entgasung ersetzt werden. Eine Umstellung auf die passive Entgasung kommt frühestens in Frage, wenn die durchschnittliche Methanbildungsrate bezogen auf die Deponieoberfläche zu einer rechnerischen Emission von unter einen Wert von $0,5 \text{ l}/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ abgesunken ist (Nachweisverfahren siehe VDI 3790 Blatt 2). Dadurch, dass sich jetzt mehr und mehr Deponien diesem Wert nähern, dürften passive Entgasungsanlagen verstärkt erforderlich werden. Auch nach Abschluss von Belüftungsprojekten dürften passive Systeme notwendig werden. In der Praxis gibt es Beispiele für beide Varianten. Im Nachfolgenden werden hierzu Optionen dargestellt, die im wesentlichen auf der VDI basieren und diese teilweise zitieren. Die VDI 3899 Blatt 2 *Systeme zur Deponiegaserfassung und Belüftung*, die den Abschnitt *passive Entgasung* enthält, wird in Kürze im Entwurf erscheinen.

1. Ableitung von Deponiegas

Die Ableitung des Gases aus der Deponie geschieht nach Einstellung eines Unterdruckes zur Gasabsaugung durch konvektiven – infolge von Druckgradienten – oder diffusiven – infolge von Konzentrationsgradienten – Transport. Dieser Transport stellt sich nach Abschaltung der aktiven Entgasung in wenigen Tagen ein – bei jungen Deponien sind das wenige Stunden. Druckgradienten können durch einen sich im Deponiekörper infolge der Gasentwicklung einstellenden Überdruck, durch Luftdruckänderungen oder durch Wind verursachte Druckänderungen hervorgerufen werden. Wesentliche Konzentrationsunterschiede (Gradienten) treten praktisch nur am Übergang vom Deponiekörper zur Umgebung auf.

Die Abführung des Gases richtet sich nach dem Weg des geringsten Widerstandes und ist damit in höchstem Maße inhomogen. Daher muss auch bei passiver Entgasung das Gas kontrolliert abgeleitet werden. Dazu sind die Emissionswege über die Oberfläche der Deponie und über die Basis wegen möglicher Gasmigrationen zu prüfen. Alle Erfahrungen mit nicht abgedeckten Deponien in der Vergangenheit haben gezeigt, dass es

trotz großflächiger Filterwirkungen an der Oberfläche zu punktuellen unkontrollierten Gasaustritten gekommen ist. Zur Vermeidung möglicher unkontrollierter Emissionen über die Deponieoberfläche ist deshalb eine Oberflächenabdichtung unerlässlich.

An der Deponiebasis können ohne Basisabdichtungen Gasmigrationen nie vollständig über die Basis ausgeschlossen werden. Bei Vorhandensein einer Kombinationsabdichtung dagegen kann davon ausgegangen werden, dass diese auch gasdicht ist und daher Gasmigrationen ausgeschlossen werden können.

Im Falle einer fehlenden Basisabdichtung muss aber in jedem Einzelfall geprüft werden, ob überhaupt infolge zu befürchtender Migrationen ohne weitere Maßnahmen auf eine passive Entgasung umgestellt werden kann. Möglicherweise ist dann eine passive Entgasung über einen längeren Zeitraum nicht möglich. Alternativen dazu wären dann eine Deponiebelüftung zur Unterdrückung der Gasbildung bzw. eine Fortsetzung der aktiven Entgasung bis zu einem Zeitpunkt, ab dem von einer Methanoxidation im Deponiekörper selbst und nicht mehr in einem Filter bzw. in der Abdeckschicht ausgegangen werden kann.

Wie bereits ausgeführt, wird der Überdruck, der sich in der Deponie einstellt, zur Gasableitung genutzt. In der Regel dürfte bei älteren Deponien dieser Überdruck im Bereich weniger Pascal liegen. Drücke im hPa-Bereich sind eher selten, da die Gesamtdeponie trotz Abdichtung nur eine limitierte Gasdichtheit aufweist. Zahlreiche Durchdringungen, Anschlüsse und Anbindungen tragen dazu bei. So wird beispielsweise nach wie vor bemängelt, dass in den meisten Fällen die Durchdringungen von Gasbrunnen durch die Abdichtungsschicht hindurch nicht genügend gasdicht seien.

Falls also eine Oberflächenabdichtung vorhanden ist, stellt sich ein Überdruck im Deponiekörper ein, der zur Gasableitung genutzt werden kann. Durch gezielt eingebrachte Öffnungen in der Abdichtungsschicht kommt es dort zu ausströmendem Deponiegas. Dies Art der Ableitung kann entweder über noch vornhandene Gasbrunnen oder aber über neu angelegte Gasableitungen sein. In jedem Fall wäre es zweckmäßig und ausreichend, die bestehenden Ableitungssysteme zu nutzen. In aller Regel dürften diese sogar überdimensioniert sein.

Es muss aber klar sein, dass die Verteilung der Gasvolumenströme auf die einzelnen Gasbrunnen im passiven Zustand völlig von der im aktiven Zustand abweichen kann. Es ist daher zur Planung und Auslegung des passiven Entgasungssystems notwendig, die frei ausströmenden Gasvolumenströme im passiven Zustand zu messen. Damit kann dann die passive Entgasung, insbesondere die Gasbehandlung, dimensioniert werden.

2. Behandlung des Deponiegases

Dieses so abgeführte Gas muss behandelt werden und kann nicht direkt in die Atmosphäre abgeführt werden. Ansonsten würden einerseits Geruchsemissionen zu erwarten sein sowie andererseits das relevante Treibhausgas Methan unzerstört in die Atmosphäre gelangen. Nur in Einzelfällen kann auf eine oxidative Behandlung verzichtet werden. Dies wird beispielsweise dann der Fall sein, wenn der mikrobielle Abbau der Abfälle in der Deponie bereits so weit fortgeschritten ist, dass soviel Luft

in die Deponie gelangen kann, dass schon dort eine ausreichende Methanoxidation erfolgt. Ein entsprechender Nachweis ist durch Messungen an Gaskontrollpegeln auf Deponiegas und Luft im Deponiekörper zu führen. Die Luftversorgung kann durch passiven Lufteintrag in die Deponie (Windrad) unterstützt werden [4]. In dieser Situation wird zwar in der Deponie noch Methan gemessen, da es aber dort oxidiert wird, findet nahezu keine Emission in die Atmosphäre statt.

Das ausströmende Gas könnte mit Hilfe technischer Einrichtungen (u.a. Ventilator) einer thermischen Gasbehandlung (Fackel, Brenner) oder einem Filter mit biologischer Methanoxidation zugeführt werden. Thermische Anlagen sind für die passive Gasbehandlung bislang jedoch nicht Stand der Technik obwohl international davon immer wieder berichtet wird. Die Systeme zeigen keinen konstanten Betriebszustand, so dass die Gase unkontrolliert und unbehandelt in die Umgebung abgegeben werden.

Filter wurden in der Praxis vereinzelt eingesetzt. Solche Biofilter sind in sich abgeschlossene Festbettreaktoren, in denen Methan von den das Filtermaterial besiedelnden methanotrophen Bakterien oxidiert wird. Damit eine gute Filterwirkung entsteht, muss dazu das Gas möglichst homogen die Filterschicht durchströmen. Dabei muss zunächst das Methan im Wasserfilm, der die Filtermaterialien überzieht, in Lösung gehen. Nur in dieser gelösten Form sind die Bakterien in der Lage, Methan zu inkorporieren und letztendlich abzubauen. Dieser Schritt ist der für den Abbau geschwindigkeitslimitierende. Daher ist es erforderlich, dass das Gas im Filter eine ausreichende Verweildauer besitzt. Diese geht in die Auslegungswerte ein, die entweder als Raum- oder Flächenbelastung angegeben werden. Sie liegen bei Filter in der Größenordnung um $2 \text{ l CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{h}$. Bei einer Restemission von $0,5 \text{ l/m}^2\cdot\text{h}$ würde sich damit pro Hektar ein Filterbedarf von 2.500 m^2 ergeben. Wie leicht zu ersehen ist, bedeutet dies eine extrem große Fläche, so dass ein solcher Filter nur bei jenen Deponien zu Anwendung kommen dürfte, die bereits eine bedeutend kleinere Gasentwicklung haben.

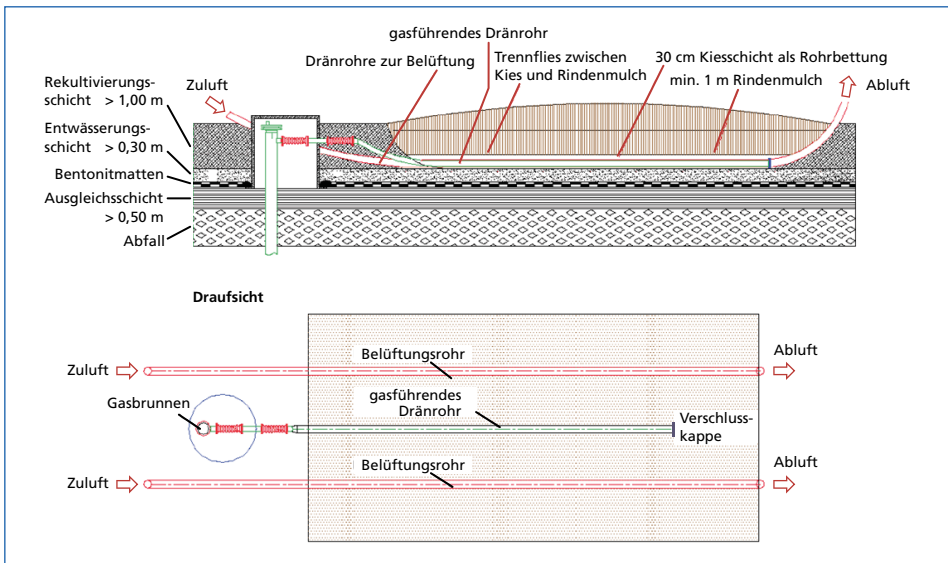


Bild 1: Biofilter zur Behandlung von Deponiegasen (VDI 3477)

Biofilter wurden großtechnisch mehrfach realisiert [2]. Bild 1 zeigt ein ausgeführtes Beispiel. Wie hierbei zu ersehen ist, werden dabei die Filterschichten über der Dichtungs- und Dränschicht mit einem gewissen Abstand angeordnet. Daraus ergibt sich eine gewisse Aufbauhöhe.

Anzumerken dazu ist, dass in der Regel auf das Trennvlies verzichtet werden kann unter der Voraussetzung, dass die Schichten gegeneinander filterstabil sind. Außerdem muss darauf geachtet werden, dass dort keine Kapillarsperrschicht entsteht. Auch dürfte in der Praxis eine eher gleichhohe Filterschicht gewählt werden. Auf die Zuluftleitung dürfte verzichtet werden können, da eine natürliche Sauerstoffversorgung in ausreichendem Maße über die Filteroberfläche gegeben sein dürfte. Unter der Filterschicht wird wohl überwiegend auf eine Gasverteilerschicht zurückgegriffen werden. Diese mit einem porösen Material homogen zu verfüllen, ist aus sicherheitstechnischen Gründen unbedenklich, da solche Hohlräume nicht explodieren können. Andererseits ist die Bildung von explosionsfähigen Atmosphären unter der Filterschicht durchaus denkbar. Nur wenn die Sauerstoffkonzentration unter etwa 12 % liegt, also mit einem Sicherheitszuschlag unter 6 %, ist das sauerstoffhaltige Gemisch sicher nicht mehr explosionsfähig.

Biofilter können sowohl in die Abdeckschicht integriert als auch als eigenständige Anlagen neben oder auf einer Deponie realisiert werden. Sie werden von verschiedenen Herstellern angeboten.

Methanoxidationsfenster (*Deponiegasfenster*) sind ebenfalls Filter. Sie werden aber im Gegensatz zu technischen Filtern in die Deponieabdeckung integriert. Beim Methanoxidationsfenster wird über der Oberflächenabdichtung eine Gasverteilerschicht, in die gegebenenfalls auch gelochte/geschlitzte Rohrleitungen zur Gasverteilung eingebaut werden, angeordnet, auf der eine wenigstens einen Meter dicke Filterschicht zur Methanoxidation aufgebracht wird. Damit lassen sich aber die Gasvolumenströme im Gegensatz zu der in Bild 1 dargestellten Ausführungsart nicht mehr kontrollieren. In die Abdeckschicht integrierte Filter oder Methanoxidationsfenster dürfen die Funktion der Rekultivierungsschicht nicht beeinträchtigt. Natürlich können sie die Kubatur einer Deponie verändern, da ihr Gesamtaufbau höher als die Rekultivierungsschicht sein kann. Anpassungen sind dann erforderlich.

Methanoxidationsschichten sind im Hinblick auf die Methanoxidation optimierte Rekultivierungsschichten. Hinsichtlich der Anforderungen an Methanoxidationsschichten ist BQS 7-3 zu beachten. In diesen *Bundeseinheitlichen Qualitätsstandard 7-3: Methanoxidationsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen* sind umfangreiche Erfahrungen aus dem Projekt *Mimethox* eingeflossen. Der BQS 7.3 stammt vom 13.4.2016 und wurde zum 30.9.2016 veröffentlicht und behandelt ausschließlich Methanoxidationsschichten [3]. Dabei wird u.a. eine nutzbare Feldkapazität über die Gesamtdicke von wenigstens 140 mm sowie eine langfristige Luftkapazität von > 10 % bei mittlerer Lagerungsdichte gefordert. Nach Angaben der BQS kann bis zu Mindestmethanflüssen in der Größenordnung von bis zu $0,5 \text{ l CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{d}$ bei Einhaltung bestimmter Mindestanforderungen eine ausreichende Methanoxidation erwartet werden.

Damit eine möglichst hohe Methanoxidaionsleistung erreicht wird, sind weiter folgende Punkte relevant:

- Die Wirksamkeit muss regelmäßig nachgewiesen werden.
- Das Gas muss unter der Oxidationsschicht möglichst gleichmäßig verteilt werden. Dies wird durch eine flächige Gasverteilerschicht bewirkt. Die Gasdurchlässigkeit der Gasverteilerschicht sollte wenigstens zwei Zehnerpotenzen größer als die der Filterschicht sein. Einem Dichteffekt durch Kapillarwirkung wie oben bereits beschrieben, muss durch eine entsprechende Kornverteilung entgegengewirkt werden.
- Die Methanoxidationsschicht muss möglichst gleichmäßig durchströmt werden. Dabei wird das Deponiegas in Teile oder in die gesamte Rekultivierungsschicht möglichst gleichmäßig verteilt eingeleitet. Hierzu können ergänzend gelochte/geschlitzte Rohrleitungen verwandt werden. Daher sind Inhomogenitäten möglichst gering zu halten was beispielsweise durch ungeeignete Bepflanzung, ungeeignete Nutzung, ungeeigneter Einbau oder fehlenden Schutz verursacht werden könnte.

Auch Methanoxidationsschichten wurden bereits großtechnisch mehrfach gebaut [5]. Nachfolgend werden zwei Beispiele für eine passive Gasentsorgung mittels Methanoxidationsschicht dargestellt. Bild 2 zeigt die Ableitung von Deponiegas aus einem bestehenden Gasbrunnensystem. Bild 3 zeigt eine lokale Entnahme aus der Gasverteilerschicht.

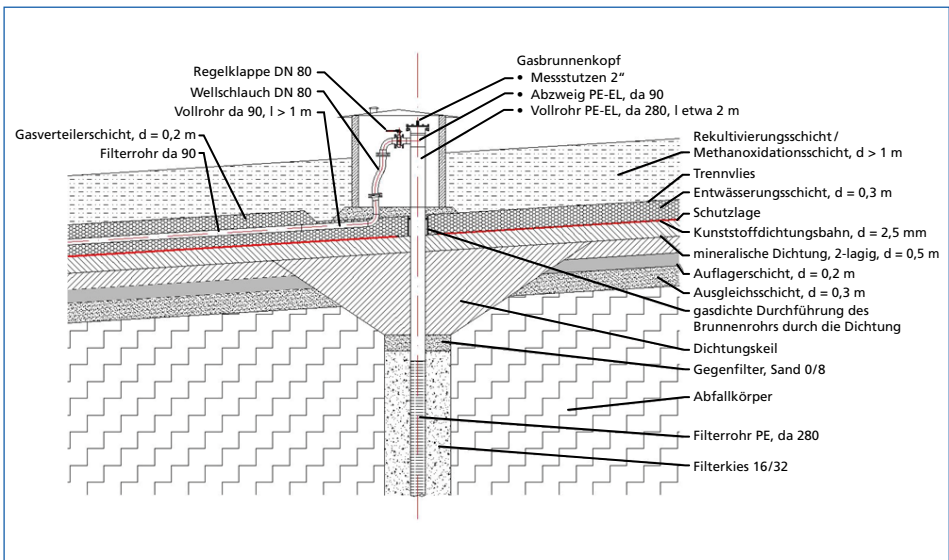


Bild 2: Beispiel für die Ableitung von Deponiegas aus einem bestehenden Gasbrunnensystem

Wie aus den Abbildungen zu erkennen ist wird in beiden Beispielen das Gas über eine Rohrleitung abgeführt und dann wieder unter die Rekultivierungsschicht geleitet. Damit kann der Gasvolumenstrom überwacht und gemessen werden. Sollte die Leistung der Filter nicht ausreichend sein, könnte zudem die aktive Entgasung wieder in Betrieb gesetzt werden.

Vom Verfasser wurden diese Beispiele bereits vor vielen Jahren realisiert. Es liegen also bereits genügend großtechnische Erfahrungen vor. Hiervon lässt sich ableiten, dass die passive Entgasung ein bewährtes System darstellt. Jedoch muss erwähnt werden, dass sich bereits kleinere Störungen durch Mäuse oder Hasen oder geringe Setzungen durch punktuelle Emissionen mit deutlich erhöhten FID Werten bemerkbar machen können. Mit erniedrigten Auslegungswerten liegt man vergleichsweise solide auf der sicheren Seite.

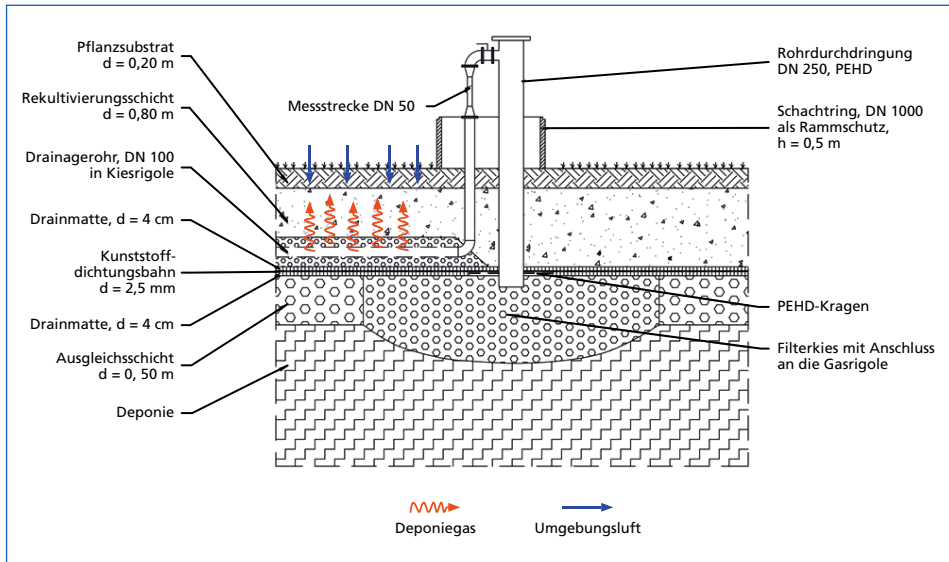


Bild 3: Beispiel zur Ableitung von Deponiegas über eine lokale Entnahme aus der Gasverteilerschicht

3. Literatur

- [1] Gebert, J.: Mikrobielle Methanoxidation in Deponieabdeckschichten: Wesentliche Erkenntnisse aus dem Projekt Mimethox. In: In: Stilllegung und Nachsorge von Deponien 2013, Schwerpunkt Deponiegas, Stuttgart, Verlag Abfall aktuell, 2013, S. 57-70
- [2] Gerigk, C.: Anforderungen an die Realisierung einer technischen Methanoxidation. In: Rettenberger, G., Stegmann, R., Stilllegung und Nachsorge von Deponien 2015, Schwerpunkt Deponiegas, Stuttgart, Verlag Abfall aktuell, 2015, S. 191-200
- [3] LAGA Ad-hoc-AG *Deponietechnik*: Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 7-3 „Methanoxidationsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“, vom 13.4.2016, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall(LAGA)
- [4] Rettenberger, G.: Belüftung einer Altdeponie zur Sicherung der Nachnutzung in Haltern am See. In: Rettenberger, G., Stegmann, R., Stilllegung und Nachsorge von Deponien 2017, Schwerpunkt Deponiegas, Stuttgart, Verlag Abfall aktuell, 2017, S. 275-284]
- [5] Rettenberger, G., Urban-Kiss, S.: Erfahrungen mit der Umsetzung der Methanoxidation an ausgeführten Beispielen. In: Stilllegung und Nachsorge von Deponien 2011, Schwerpunkt Deponiegas, Stuttgart, Verlag Abfall aktuell, 2011, S. 89-98

Ansprechpartner



Professor Dr.-Ing. Gerhard Rettenberger
HS Trier, Ingenieurgruppe RUK GmbH
Senior Consultant, Mitgesellschafter
Reichenspergerstr. 55
54296 Trier, Deutschland
+49 1782675930
rettenberger@ruk-online.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,
Thomas Pretz, Dieter Georg Senk, Hermann Wotruba (Hrsg.):

Mineralische Nebenprodukte und Abfälle 6
– Aschen, Schlacken, Stäube und Baurestmassen –

ISBN 978-3-944310-47-3 Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH

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

Verlag: Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH • Neuruppin 2019
Redaktion und Lektorat: Dr.-Ing. Stephanie Thiel, Dr.-Ing. Olaf Holm,
Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc.
Erfassung und Layout: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, Claudia Naumann-Deppe, Sarah Pietsch,
Janin Burbott-Seidel, 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.