

IRS – Partner der Energie- und Abfallwirtschaft

Kesselreinigung · Hochdruckreinigung · Onlinereinigung



Vorteile, die für jeden Anlagenbetreiber unentbehrlich sind.

Wir bieten Ihnen durch unsere effektiven Reinigungsmethoden, während des Betriebs oder bei Anlagenstillstand, eine Verbesserung des Wirkungsgrades und längere Reisezeiten Ihrer Kessel bei gleichzeitiger Brennstoffersparnis. Außerdem profitieren Sie von umweltfreundlicheren Emissionswerten und kurzen Stillstandzeiten.

Wir reinigen chemisch und mechanisch:

- Kessel jeder Größe und Bauart
- Elektro/Schlauchfilter
- Luvo's und Luko's
- Kondensatoren
- Wärmetauscher
- Rauchgasreinigungsanlagen

Bang & Clean:

Online Reinigung von Dampferzeugern mit dosierten, kontrollierten Gasexplosionen.

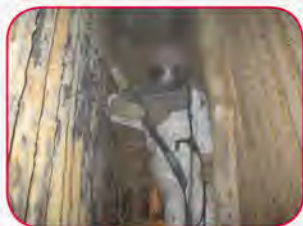
Bang & Clean das sicherste Explosionsreinigungsverfahren für Kraftwerke, Müllverbrennungsanlagen und Biomasseanlagen.



Lieferung, Montage und Wartung von Explosionsgeneratoren EG10 zur kontinuierlichen Kesselreinigung.



Steigerung der Verfügbarkeit und Anlageneffizienz, ein Beitrag zur CO2 Verminderung, sowie Verkürzung und Vermeidung von Anlagenstillständen.



Waste Management



Waste Management, Volume 1

Publisher: Karl J. Thomé-Kozmiensky, Luciano Pelloni
 ISBN: 978-3-935317-48-1
 Company: TK Verlag
 Karl Thomé-Kozmiensky
 Released: 2010
 Hardcover: 623 pages
 Language: English, Polish and German
 Price: 35.00 EUR

Waste Management, Volume 2

Publisher: Karl J. Thomé-Kozmiensky, Luciano Pelloni
 ISBN: 978-3-935317-69-6
 Company: TK Verlag
 Karl Thomé-Kozmiensky
 Release: 2011
 Hardcover: 866 pages, numerous coloured images
 Language: English
 Price: 50.00 EUR

Waste Management, Volume 3

Publisher: Karl J. Thomé-Kozmiensky, Stephanie Thiel
 ISBN: 978-3-935317-83-2
 Company: TK Verlag
 Karl Thomé-Kozmiensky
 Release: 10. September 2012
 Hardcover: ca. 780 pages, numerous coloured images
 Language: English
 Price: 50.00 EUR

CD Waste Management, Volume 2

Language: English, Polish and German
 ISBN: 978-3-935317-70-2
 Price: 50.00 EUR

CD Waste Management, Volume 3

Language: English
 ISBN: 978-3-935317-84-9
 Price: 50.00 EUR

110.00 EUR
 save 125.00 EUR

Package Price

Waste Management, Volume 1 • Waste Management, Volume 2 • CD Waste Management, Volume 2
 Waste Management, Volume 3 • CD Waste Management, Volume 3



Order now on www.vivis.de
 or

Dorfstraße 51
 D-16816 Nietwerder-Neuruppin
 Phone: +49.3391-45.45-0 • Fax +49.3391-45.45-10
 E-Mail: tkverlag@vivis.de

vivis
 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Offline- und Online-Verfahren zur Reinigung von Dampferzeugern

Peter Schlossarek und Mirko Wolfram

1.	Online-Verfahren.....	437
1.1.	Reinigung durch integrierte Anlagenbauteile.....	437
1.2.	Reinigung durch externe Dienstleistung	438
2.	Offline-Verfahren.....	441
3.	Ausblick.....	445
4.	Zusammenfassung	446
5.	Literatur.....	447

Reisezeiten, die im Wesentlichen durch Revisionen zur Reinigung von Heizflächen begrenzt sind, prägen die Verfügbarkeit von Verbrennungsanlagen.

Die bei der Verbrennung entstehenden staub- und gasförmigen Rückstände verursachen u.a. die Bildung von Belägen an den Dampferzeugerbauteilen, die abhängig von der Abgastemperatur, Rohgaskomponenten usw. charakteristische Zusammensetzungen aufweisen.

Die Beläge wiederum führen zu einer Verminderung der Wärmeübertragung vom Abgas in den Wasser-Dampf-Kreislauf und können außerdem die Korrosion der Heizflächen beschleunigen.

Zum Korrosionsschutz werden Feuerfestauskleidungen in Form von SIC-Massen, Plattensysteme und/oder auch Nickel-Basislegierungen (Cladding) eingesetzt.

Mit zunehmender Betriebsdauer unterliegen alle Feuerfestsysteme einer Schädigung durch die Einwirkung der Abgase und induzieren wiederum korrosive Angriffe.

Um insofern die gewünschten Reisezeiten gewährleisten zu können, werden verschiedene Verfahren zur Offline- und Online-Reinigung eingesetzt.

1. Online-Verfahren

1.1. Reinigung durch integrierte Anlagenbauteile

Im Feuerraum und in den Zügen:

- Wasserlanzenbläser
- Sprühreinigungssysteme

- Wandbläser
- SCS-Verfahren (Vorreinigung von Claddingschichten)

In den Überhitzern, Verdampfern und Economiser:

- Mechanische oder pneumatische Klopfereinrichtungen
- Rußbläser
- Kugelregensysteme

Untersuchungen [1] zeigen, dass die Online-Reinigung hinsichtlich des Zeitpunktes und der lokalen Belagssituation nicht immer optimal eingesetzt werden. Die Durchführung in festgesetzten Zeitintervallen oder nur anhand der integralen Größen wie die Abgastemperaturen ist nicht ausreichend zielführend.

Die Folge ist, dass bestimmte Bereiche des Kessels unzureichend gereinigt werden, während in anderen Bereichen die Reinigung zu oft oder zu intensiv durchgeführt wird, so dass die schützende Belagsschicht direkt an der Kesselwand zerstört und die Wand unnötigen Temperaturspitzen ausgesetzt wird.

Des Weiteren beeinflusst der Online-Reinigungsvorgang mit Wasser kurzzeitig den Verbrennungsvorgang, verändert das Verhalten einiger Regelkreise und verursacht eine mögliche Werkstoffbeanspruchung durch Thermoschock-Effekt beim Auftreffen des Wasserstrahls auf die Heizflächen.

Bläsysteme haben den Nachteil, dass sie bei falscher Betriebsweise den Grundwerkstoff durch Erosionen schädigen können.

Des Weiteren benötigen sie von der Konstruktion her viel Platz im Kesselhaus.

Projektstudien [2] haben ergeben, dass der Einfluss des Belages abhängig ist von der Intensität des effektiven abgasseitigen Wärmeübergangs. In Kesselbereichen mit hohen Wärmestromdichten ist der Einfluss des Belags stärker, als in Bereichen niedriger Wärmestromdichten.

Somit folgt, dass sich eine Online-Reinigung von Kesselbereichen mit hohen Wärmestromdichten (z.B. 1. Strahlungszug) effektiver auf die Abgaskühlung bzw. die Verbesserung der Wärmeabgabe von Abgas an das Siedewasser auswirkt, als das Entfernen der Beläge in Kesselbereichen mit niedrigeren Wärmestromdichten.

1.2. Reinigung durch externe Dienstleistung

Die Dienstleistungen zielen auf eine Optimierung durch:

- Reinigung entsprechend dem Verschmutzungsgrad, im optimalen Zeitpunkt
- Steuerung der Reinigung entsprechend der Reinigungsqualität und -intensität
- Minimierung der beim Reinigungsvorgang eingesetzten Wassermenge

Visuelle Zustandsüberwachung

Verschmutzungen oder Schäden in Großfeuerungsanlagen lassen sich oftmals nicht exakt lokalisieren.

Die Anlagensensorik meldet zwar in der Regel eine Abweichung von den Normwerten, lässt aber kaum exakte Rückschlüsse auf die Qualität oder Quantität der dies verursachenden Begebenheiten zu.

Um die notwendigen Reinigungs- oder Reparaturmaßnahmen möglichst effektiv und damit kostengünstig gestalten zu können, ist es notwendig, vor der Festlegung geeigneter Verfahren, Art, Umfang und genaue Position zu erfassen.

Speziell für diese Zwecke wird eine Kamera eingesetzt, die es ermöglicht, eine Kessel- oder Anlageninspektion während des Produktionsbetriebs durchzuführen. Über einen Monitor lassen sich dabei die Zustände genau verfolgen.

Die vorgefundenen Bedingungen haben dann unmittelbaren Einfluss auf die Planung der effektivsten Art der Reinigung.

Online-Sprengreinigung

Die Online-Sprengreinigung bietet für Noteinsätze wie auch für planmäßige Revisionen unter Vermeidung reinigungsbedingter Ab- und Anfahrphasen der Anlage eine Reinigung während des laufenden Betriebes und bei extremen Temperaturen.

Die Verschmutzungen lösen sich durch die bei der Sprengung entstehenden Druckwellen.

Die Dosierung der Sprengladungen erfolgt anforderungsabhängig, jedoch stets in einer für die Anlage ungefährlichen Menge.

Die Sprengberechtigten bringen die Sprengladung über eine Lanze durch Mannlöcher oder Luken zur Positionierung gezielt in den Kessel ein.

Die Ladung selbst wird dabei durch ein spezielles Verfahren auf unter Zündtemperatur gehalten. Als Sprengstoff werden ausschließlich handhabungssichere gelatinöse, patronierte Industriesprengstoffe auf Basis von Ammoniumnitrat benutzt.

Die Ladungsmengen liegen unterhalb von 500 g.

Die Zündung erfolgt durch eine Kondensatorzündmaschine elektrisch über die wärme geschützt verlegte Zündleitung.

Die Anwendungsbereiche sind u.a.:

- Reinigung des Feuerraumes, Überhitzer und Economiser
- Reinigung verstopfter Aschetrichter
- Reinigung der (Nachbrenn-)roste
- Entfernung von großen Wächten in Behältern
- Entschlackung des Kessels, damit dieser später sicher betreten werden kann



Bild 1:

Online-Sprengreinigung

Industriekanone

Stark anhaftende Verschmutzungen, auch an schwer zugänglichen Stellen der jeweiligen Anlagenteile lassen sich mit der Industriekanone gezielt und wirkungsvoll direkt am Problempunkt entfernen.

Mit der manuell zu bedienenden Industriekanone schießt man mit hohem Druck mit Wasser gefüllte Kunststoffkugeln an die mit Ablagerungen verkrusteten Wände in Kessel- oder Industrieanlagen. Die beim Aufprall freiwerdende Energie bewirkt ein sofortiges Zerteilen, Lösen und Abfallen der Ablagerungen.

Optional können auch mit Sand- oder Metallschrot befüllte Kunststoffkugeln verwendet werden.

Die Treffergenauigkeit der Industriekanone beträgt 1 Quadratmeter bei einer Schussweite von 100 Metern.

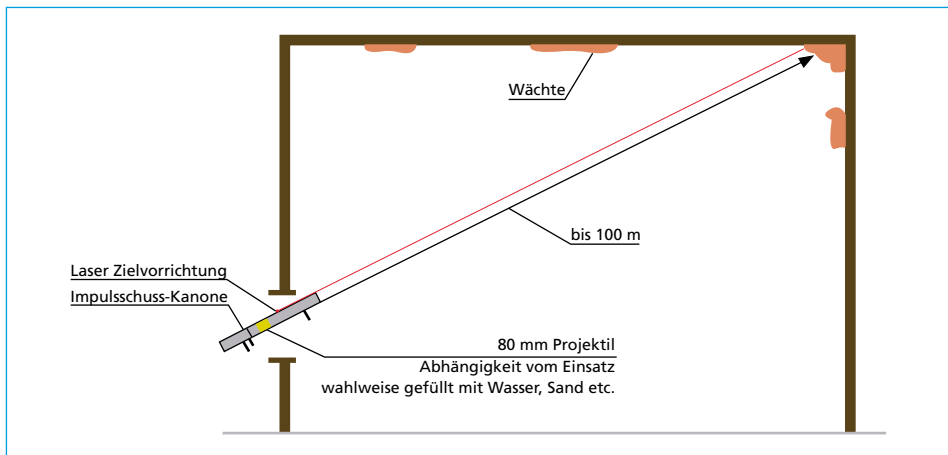


Bild 2: Industriekanone, Funktionsweise

Wegen der guten Erreichbarkeit nahezu unzugänglicher Stellen lassen sich durch Ablagerungen erzeugte potenzielle Sicherheitsgefahren in Anlagen bereits vor Betreten aus sicherer Entfernung beseitigen.



Bild 3:

Industriekanone

Online-Sandstrahlreinigung

Erste positive Erfahrungen zeigen, dass mit entsprechender Technik und persönlicher Schutzausrüstung auch im laufenden Betrieb Strahlreinigungen erfolgreich sein können.

Eine Online-Reinigung stellt aber grundsätzlich nicht bzw. nur für kurze Zeit den Betriebszustand des sauberen Kessels (Zustand nach Reinigung im Stillstand) wieder her. Daher bleiben Verfahren der Offline-Reinigung unabdingbar.



Bild 4 und 5: Online-Sandstrahlreinigung

2. Offline-Verfahren

Die Offline-Reinigung bietet eine Kombination von hohem Reinigungsgrad und einer so kurz wie möglichen Reinigungsdauer im Rahmen von geplanten Revisionen.

Sandstrahlen

Über mobile Druckstrahlanlagen wird ein definierter Volumenstrom eines Luft-Strahlmittelgemisches zur Strahldüse befördert.

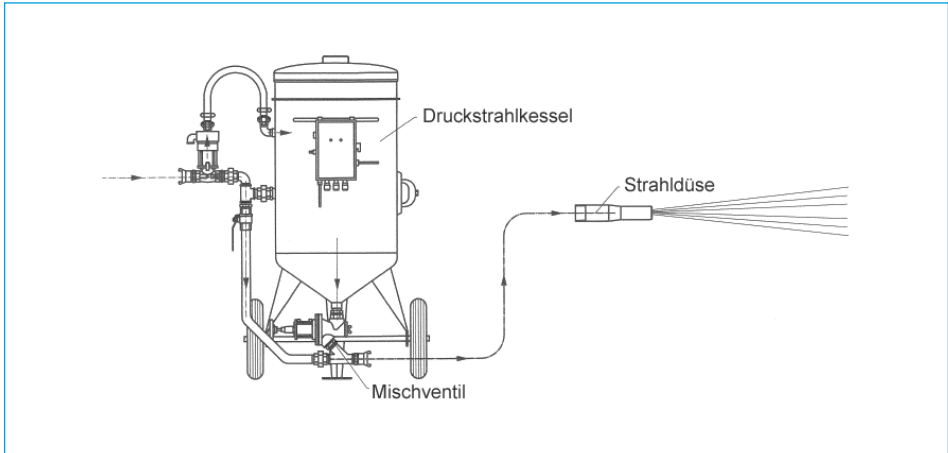


Bild 6: Druckstrahleinrichtung

Die Art des Strahlmittels hängt von dem jeweiligen Anwendungsgebiet ab.

Für die meisten Fälle kommt Schmelzkammerschlacke nach DIN EN ISO 11126 in der Körnung 1,4 – 2,8 mm zum Einsatz.

Die Reinheitsgrade reichen von *wolkig* bis SA 2,5 nach DIN EN ISO 8501-1.



Bild 7:

Offline-Sandstrahlreinigung

Einsatzbereiche:

- Mechanische Grobreinigung aller Heizflächen
- Entfernung von Stampfmassen
- Überstrahlung von Flächen
- Entzunderung
- Entrostung
- Oberflächenvorbereitung für Beschichtungsarbeiten
- Vorbereitung von Messstellen

Höhenarbeit/Industriekletterer

An schwer zugänglichen Bereichen stößt der konventionelle Gerüstbau an technische und wirtschaftliche Grenzen.

Hier kommt die gerüstlose, seilunterstützte Höhenarbeit für Reinigungen, Prüfungen und Inspektionen sowie für Instandhaltungsarbeiten zum Einsatz. Spezialisierte Höhenarbeiter sorgen für einen störungsfreien und wirtschaftlichen Betrieb.

Vorteile:

- Sichere Serviceleistungen an schwer zugänglichen Stellen
- Sicherheitsreinigung
- Prüfungen und Inspektionen
- Flexibler und schnellstmöglicher Einsatz
- Keine bzw. geringe Ausfallzeiten durch Auf- und Abbauzeiten
- Kostenvorteile durch Verzicht auf Gerüste und Hebezeuge



Bild 8:

Industriekletterer

Offline-Sprengreinigung

Bereits während der Abkühlphase des Kessels können erste Sicherheitsreinigungen durch Sprengungen durchgeführt und große Mengen von Ablagerungen schnell zu förderfähigem, kleinstückigen Haufwerk zerkleinert werden.

Gerade auch in Verbindung mit Alpinisten/Industriekletterern können spezielle Reinigungsaufgaben an schwer zugänglichen Stellen des Kessels realisiert werden.

Die Variablen zur Bemessung der Reinigungsdauer sind im Wesentlichen das gewünschte Reinigungsergebnis, die Kesselgröße, Kesselgeometrie und Verschmutzungsgrad.

Nach der Abkühlung kann das Sprengteam den Kessel betreten und Ladungen gezielt platzieren, auch in Form von Sprengschnur.

Nach Verlassen des Kessels werden die Ladungen vom Sprengberechtigten aus dem Sicherheitsbereich heraus, durch eine Kondensatorzündmaschine elektrisch gezündet.

Die Druckwellen der Sprengung brechen und entfernen selbst härteste Anbackungen von den Einbauten.

Etwa 5 bis 10 Minuten nach der Zündung kann das Personal den Kessel zum Weiterarbeiten wieder betreten.

Die Reststoffe werden mittels Luftförderanlage oder über den Aschetrichter entfernt.

Die Anwendungsbereiche sind u.a.:

- Entfernen von Anbackungen an allen Kesselteilen, inklusive Überhitzer, Konvektionszonen, Economiser
- Reinigung nachgeschalteter Anlagen wie Elektrofilter, Sprühtrockner und Restproduktsilos
- Entfernen von extrem harter Asche/Schlacke aus den Innen-/Zwischenräumen der Rohrpakete

Vorteile:

- Verkürzung geplanter Stillstandszeiten, Erhöhung der Reisezeiten
- Hohe Personalsicherheit
- Kosten- und Zeitvorteile durch Einsparung von Einrüstungen
- Keine Restmengen von Strahlmittel bzw. Schlämmen (bei HD-Wasserstrahlreinigung)
- Oberflächenschonung der Einbauten

Chemische Reinigung

Mit der chemischen Reinigung werden hartnäckige Anhaftungen an und in Anlagenteilen entfernt. Dabei wird die Auswahl und Dosierung der Mittel individuell von Fall zu Fall festgelegt.

Dieses Verfahren wird überall dort angewandt, wo die Konstellation von Material und Verschmutzung es erforderlich macht oder mit diesem Verfahren bessere Reinigungserfolge zu erzielen sind. Zum Beispiel in schwer zugänglichen Anlagenbereichen.

Die Reinigung erfolgt hauptsächlich mit sauren Reinigungslösungen. Hierfür werden geeignete und bewertete Chemikalien eingesetzt. Selbstverständlich wird der Säuregehalt in der Reinigungslösung kontinuierlich gemessen und überprüft. Ist die Reinigung abgeschlossen wird die Reinigungslösung im Kreislaufverfahren neutralisiert.

Nach der Neutralisation erfolgt eine abschließende Spülung der zuvor behandelten Flächen.

Die anfallenden Rückstände werden fachgerecht aufbereitet und minimiert. Bei Bedarf werden zur Reduzierung der Entsorgungsmengen die Pressung des Schlammes oder eine Suspension angeboten.

Einsatzbereiche:

- Brennkammern
- Wärmetauscher
- Überhitzer
- Konvektionszonen
- Luftvorwärmer
- Behälter
- Rohre/Armaturen

3. Ausblick

Folgende Trends zeichnen sich ab:

- Eingesetzte Feuerfestmassen werden zunehmend härter, *plastöser* und widerstandsfähiger gegen mechanische Beanspruchungen
- Wirbelschichtfeuerungen bedingen besondere thermische und mechanische Belastungen der Feuerfestauskleidungen
- Die Verfügbarkeit von Schmelzkammerschlacke als Strahlmittel nimmt rapide ab

Um die sich daraus ergebenden Anforderungen an die Reinigungsverfahren zu bewältigen, wird verstärkt gearbeitet an dem Projekt.

Ausstrahlen von Feuerfestmassen mit Wasserstrahlhöchstdrucktechnik

In Zusammenarbeit mit einem Anlagenbauer, einem Feuerfestunternehmen und der Buchen KraftwerkService GmbH wurden umfangreiche Technikumsversuche an Testwänden mit einsatzrelevanten Feuerfestbetonen durchgeführt.

Es gilt die optimale Anwendungstechnik zu entwickeln hinsichtlich der Faktoren:

- Wasserdruck
- Wassermenge
- Düsengeometrie

- Arbeitssicherheit
- Automatisierung
- Schutz der Anlagen(einbauten) vor mechanischen Beschädigungen
- Sicherstellung der Wasserhaltung

Einsatzbereiche sind:

- Brennkammern
- Feuerraum
- Zyklone
- Sandrückführung und Intrex

Erste Praxiserfahrungen zeigen erfreuliche Ergebnisse sowohl hinsichtlich der Qualität als auch der erzielten Flächenleistung.



Bild 9: Mit Feuerfestbeton zugestellte Testwand



Bild 10: Testwand nach Versuchen mit Wasserstrahlhöchstdrucktechnik

4. Zusammenfassung

Reisezeiten, die im Wesentlichen durch Revisionen zur Reinigung von Heizflächen begrenzt sind, prägen die Verfügbarkeit von Verbrennungsanlagen.

Um die gewünschten Reisezeiten gewährleisten zu können, werden verschiedene Verfahren zur Offline- und Online-Reinigung eingesetzt.

Die Online-Reinigung durch integrierte Anlagenbauteile wird hinsichtlich des Zeitpunktes und der lokalen Belagssituation nicht immer optimal eingesetzt.

Online-Reinigung durch externe Dienstleistungen zielt daher auf eine Optimierung durch:

- Reinigung entsprechend dem Verschmutzungsgrad, im optimalen Zeitpunkt
- Steuerung der Reinigung entsprechend der Reinigungsqualität und -intensität
- Minimierung der beim Reinigungsvorgang eingesetzten Wassermenge.

Beginnend mit einer visuellen Zustandsüberwachung werden die einzelnen Verfahren vorgestellt.

Eine Online-Reinigung stellt aber grundsätzlich nicht bzw. nur für kurze Zeit den Betriebszustand des sauberen Kessels (Zustand nach Reinigung im Stillstand) wieder her.

Daher bleiben Verfahren der Offline-Reinigung unabdingbar.

Die im Einzelnen beschriebenen Verfahren der Offline-Reinigung bieten einzeln oder in Kombination einen hohen Reinigungsgrad in einer so kurz wie möglichen Reinigungsdauer im Rahmen von geplanten Revisionen.

Folgende Trends zeichnen sich derzeit ab:

- Eingesetzte Feuerfestmassen werden zunehmend härter, *plastöser* und widerstandsfähiger gegen mechanische Beanspruchungen
- Wirbelschichtfeuerungen bedingen besondere thermische und mechanische Belastungen der Feuerfestauskleidungen
- Die Verfügbarkeit von Schmelzkammerschlacke als Strahlmittel nimmt rapide ab.

Um die sich daraus ergebenden Anforderungen an die Reinigungsverfahren zu bewältigen, wird verstärkt gearbeitet an dem Projekt: *Ausstrahlen von Feuerfestmassen mit Wasserstrahlhöchstdrucktechnik*.

Erste Praxiserfahrungen zeigen erfreuliche Ergebnisse sowohl hinsichtlich der Qualität als auch der erzielten Flächenleistung.

5. Literatur

- [1] Rostowski, Beckmann, Tanner: Optimierung der Online-Reinigung, In: Thome-Kozmiensky, K.J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Energie aus Abfall – Band 9. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012, S. 337-344
- [2] Krüger, Beckmann, Spiegel, Magel: Online-Reinigung von Membranverdampferwänden in Abhängigkeit der Wärmestromdichte, In: VDI Berichte, Düsseldorf: VDI-Verlag GmbH, 2007, S. 549-560

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Energie aus Abfall – Band 10

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Michael Beckmann.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013

ISBN 978-3-935317-92-4

ISBN 978-3-935317-92-4 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 2013

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

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

Erfassung und Layout: Petra Dittmann, Sandra Peters,

Martina Ringgenberg, Ginette Teske, Ulrike Engelmann, LL. M., Ina Böhme

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.