

Sachstand der BVT-Merkblattbearbeitung für Abfallbehandlungsanlagen

Wolfgang Butz

1.	Grundlagen der BVT-Merkblätter und des Sevilla-Prozesses.....	69
2.	Welche Abfallbehandlungsanlagen werden mit dem BVT-Merkblatt Abfallbehandlung geregelt?	70
3.	Aufbau der BVT-Merkblätter	72
4.	Aktivitäten zur Vorbereitung und Begleitung der Überarbeitung des BVT-MERKBLATT Abfallbehandlung in Deutschland	73
4.1.	Phase 1 (UFOPLAN-Projekt 2010-2012) zur Vorbereitung der Novellierung des BVT Merkblattes.....	73
4.2.	Phase 2 (ab 2012) Unterstützung im laufenden Novellierungsprozess.....	75
5.	Weitere Vorgehen	75
6.	Inhalte der Wishlist.....	76
7.	Zielstellung des Umweltbundesamtes bei der Novellierung des BVT	76
8.	Auswirkungen auf die Abfallwirtschaft.....	77
9.	Literatur/Quellen	77

Die europäischen BVT-Merkblätter beschreiben die besten verfügbaren Techniken zum emissionsarmen Betrieb von Industrieanlagen, zu denen auch Abfallbehandlungsanlagen zählen. Sie sind bei der Genehmigung von Anlagen zu beachten und wesentlicher Bestandteil eines Genehmigungsverfahrens. Da sich die Technik weiterentwickelt, sind die BVT-Merkblätter regelmäßig auf ihre Aktualität zu prüfen und ggf. zu überarbeiten. Der vorliegende Beitrag beschreibt die Vorbereitungsaktivitäten in Deutschland für den anstehenden Aktualisierungsprozess des BVT-Merkblattes Abfallbehandlung.

1. Grundlagen der BVT-Merkblätter und des Sevilla-Prozesses

Die europäischen BVT Merkblätter (**B**est **A**vailable **T**echnique **R**eference Documents, BREF) beschreiben die besten verfügbaren Techniken (BVT bzw. Englisch BAT Best

Available Techniques) zum emissionsarmen Betrieb von Industrieanlagen, zu denen auch Abfallbehandlungsanlagen zählen. Die Definition der besten verfügbaren Techniken im Sinne der Industrieemissionsrichtlinie 2010/75/EU (engl. Industrial Emissions Directive, IED), die Grundlage der BVT-Merkblätter ist (s.u.), entspricht im deutschen Recht dem Stande der Technik.

Rechtliche Grundlage ist die Industrieemissionsrichtlinie 2010/75/EU (IED Industrial Emissions Directive). Sie ersetzt und erweitert seit 2010 u.a. die Richtlinie 2008/1/EG vom 15. Januar 2008 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie, Englisch: Integrated Pollution Prevention and Control, IPPC).

Mit Verabschiedung der IED-Richtlinie haben die BREF-Merkblätter erheblich an Bedeutung gewonnen. Sie sind bei der Genehmigung von Anlagen zu beachten und wesentlicher Bestandteil eines Genehmigungsverfahrens wobei bestimmte BVT-Schlussfolgerungen einen verbindlichen Charakter erhalten. Da sich die Technik weiterentwickelt, sind die BREF-Merkblätter regelmäßig auf ihre Aktualität zu prüfen und ggf. zu überarbeiten. Das derzeitige BVT-Merkblatt Abfallbehandlung wurde 2006 veröffentlicht, die zugrundeliegenden Daten sind entsprechend älter.

Die Überarbeitung des BVT Merkblattes soll nach dem Zeitplan des europäischen IVU Büros (IPPCP-Büro) 2013 beginnen, ist Kick-Off-Meeting zum Überarbeitungsprozess im 4. Quartal 2013 geplant. Zur Vorbereitung der Novellierung werden derzeit im Auftrag des Umweltbundesamtes Dokumente erarbeitet, die den technischen Entwicklungsstand deutscher Abfallbehandlungsanlagen beschreiben.

2. Welche Abfallbehandlungsanlagen werden mit dem BVT-Merkblatt Abfallbehandlung geregelt?

In Anhang I der IED werden Industrielle Tätigkeiten aufgelistet, für die aufgrund der besonderen Umweltrelevanz spezielle Prinzipien und Betreiberpflichten – u.a. eine Errichtung und ein Anlagenbetrieb nach den *besten verfügbaren Techniken* – gelten, wenn die im Anhang genannten Kapazitätsschwellen erreicht werden. Die betroffenen Abfallbehandlungsverfahren unter Nummer 5 des Anhang I geführt:

5. Abfallbehandlung

- 5.1. Beseitigung oder Verwertung von gefährlichen Abfällen mit einer Kapazität von über 10 t pro Tag im Rahmen einer oder mehrerer der folgenden Tätigkeiten:
 - a) *biologische Behandlung;*
 - b) *physikalisch-chemische Behandlung;*
 - c) *Vermengung oder Vermischung vor der Durchführung einer der anderen in den Nummern 5.1 und 5.2 genannten Tätigkeiten;*
 - d) *Rekonditionierung vor der Durchführung einer der anderen in den Nummern 5.1 und 5.2 genannten Tätigkeiten;*

- e) *Rückgewinnung/Regenerierung von Lösungsmitteln;*
- f) *Verwertung/Rückgewinnung von anderen anorganischen Stoffen als Metallen und Metallverbindungen;*
- g) *Regenerierung von Säuren oder Basen;*
- h) *Wiedergewinnung von Bestandteilen, die der Bekämpfung von Verunreinigungen dienen;*
- i) *Wiedergewinnung von Katalysatorenbestandteilen;*
- j) *Wiederaufbereitung von Öl oder andere Wiederverwendungsmöglichkeiten von Öl;*
- k) *Oberflächenaufbringung.*

5.2. Beseitigung oder Verwertung von Abfällen in Abfallverbrennungsanlagen oder in Abfallmitverbrennungsanlagen

- a) *für die Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle mit einer Kapazität von über 3 t pro Stunde;*
- b) *für gefährliche Abfälle mit einer Kapazität von über 10 t pro Tag.*

5.3. a) Beseitigung nicht gefährlicher Abfälle mit einer Kapazität von über 50 t pro Tag im Rahmen einer oder mehrerer der folgenden Tätigkeiten und unter Ausschluss der Tätigkeiten, die unter die Richtlinie 91/271/EWG des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser fallen.

- i. *biologische Behandlung;*
 - ii. *physikalisch-chemische Behandlung;*
 - iii. *Abfallvorbehandlung für die Verbrennung oder Mitverbrennung;*
 - iv. *Behandlung von Schlacken und Asche;*
 - v. *Behandlung von metallischen Abfällen – unter Einschluss von Elektro- und Elektronik-Altgeräten sowie von Altfahrzeugen und ihren Bestandteilen – in Schredderanlagen.*
- b) Verwertung – oder eine Kombination aus Verwertung und Beseitigung – von nichtgefährlichen Abfällen mit einer Kapazität von mehr als 75 t pro Tag im Rahmen einer der folgenden Tätigkeiten und unter Ausschluss der unter die Richtlinie 91/271/EWG fallenden Tätigkeiten:
- i. *biologische Behandlung;*
 - ii. *Abfallvorbehandlung für die Verbrennung oder Mitverbrennung;*
 - iii. *Behandlung von Schlacken und Asche;*
 - iv. *Behandlung von metallischen Abfällen – unter Einschluss von Elektro- und Elektronik-Altgeräten sowie von Altfahrzeugen und ihren Bestandteilen – in Schredderanlagen.*

Besteht die einzige Abfallbehandlungstätigkeit in der anaeroben Vergärung, so gilt für diese Tätigkeit ein Kapazitätsschwellenwert von 100 t pro Tag.

- 5.4. Deponien im Sinne des Artikels 2 Buchstabe g der Richtlinie 1999/31/EG des Rates vom 26. April 1999 über Abfalldeponien ABl. L 182 vom 16.7.1999, S. 1. mit einer Aufnahmekapazität von über 10 t Abfall pro Tag oder einer Gesamtkapazität von über 25 000 t, mit Ausnahme der Deponien für Inertabfälle.
- 5.5. Zeitweilige Lagerung von gefährlichen Abfällen, die nicht unter Nummer 5.4 fallen, bis zur Durchführung einer der in den Nummern 5.1, 5.2, 5.4 und 5.6 aufgeführten Tätigkeiten mit einer Gesamtkapazität von über 50 t, mit Ausnahme der zeitweiligen Lagerung – bis zur Sammlung – auf dem Gelände, auf dem die Abfälle erzeugt worden sind.
- 5.6. Unterirdische Lagerung gefährlicher Abfälle mit einer Gesamtkapazität von über 50 t.

Auszug: Anhang I, Nummer 5 der IED

Nahezu alle unter Nummer 5 gelisteten Verfahren und Aktivitäten fallen in den Regelungsumfang des BVT Merkblattes Abfallbehandlung. Ausgenommen sind

- Abfallverbrennungsanlagen der Nummer 5.2 für die ein eigenständiges BVT-Merkblatt existiert und
- Anlagen und Aktivitäten, die in den Regelungsbereich der Richtlinie 1999/31/EG (EG Deponierichtlinie) fallen, dies sind die Nummern 5.1.k, 5.4 und 5.6. Nach einem EU-Ratsbeschluss werden die Regelungen der Deponierichtlinie als so detailliert, umfassend und abschließend angesehen, dass eine Aufnahme in ein BVT-Merkblatt nicht erforderlich ist.

3. Aufbau der BVT-Merkblätter

Die BVT Merkblätter sind bisher in folgende Hauptkapitel gegliedert:

1. General Information,
2. Applied processes and techniques,
3. Current consumption and emission,
4. Techniques to consider in the determination of BAT,
5. Best available techniques,
6. Emerging techniques,
7. Concluding remarks.

Das BVT-Merkblatt Abfallbehandlung (Waste Treatment Industries) von 2006 umfasst mehr als 600 Seiten. In den aufgelisteten Kapiteln sind jeweils die Angaben zu allen

berücksichtigten Verfahrensgruppen (z.B. biologische Behandlung, chemisch-physikalische Behandlung usw.) aufgeführt. Die Handhabung des Dokumentes hat sich durch die verstreuten Einträge und viele Querverweise als sehr umständlich herausgestellt. Deswegen schlagen das Umweltbundesamt, die deutschen Expertengruppen zum BREF Abfallbehandlung und auch der europäische Industrieverband FEAD (Europäische Föderation der Entsorgungswirtschaft/European Federation of Waste Management and Environmental Services) vor, das BVT-Merkblatt Abfallbehandlung künftig in eigenständige Mini-BREFs zu wichtigen Technikgruppen aufzuteilen. Die einen solchen Vorgehen würden die Kapitel der jeweiligen Technikgruppe eigenständig lesbar. Derzeit ist eine Aufteilung in folgende Mini-BREFs in Diskussion

- Common techniques,
- Biological treatment,
- Physico-chemical treatment,
- Material recovery,
- Preparation of waste to be used as fuel.

4. Aktivitäten zur Vorbereitung und Begleitung der Überarbeitung des BVT-MERKBLATT Abfallbehandlung in Deutschland

4.1. Phase 1 (UFOPLAN-Projekt 2010-2012) zur Vorbereitung der Novellierung des BVT Merkblattes

Der vorbereitende Prozess wird durch das Umweltbundesamt koordiniert. Die unterstützende Bearbeitung erfolgt im Rahmen eines UFOPLAN-Vorhabens (FKZ 3709 44 305/2 – Ermittlung der besten Verfügbaren Techniken bei Abfallbehandlungsanlagen im Rahmen des Sevilla Prozesses zur Novellierung des BVT-Merkblattes Abfallbehandlung) in Bietergemeinschaft durch die gewitra GmbH und Wasteconsult international seit 12/2009. Phase 1 wird voraussichtlich Anfang 2013 abgeschlossen. Ziele des Projektes sind:

- Strukturierung und Einrichtung technikspezifischer Arbeitsgruppen
- Beurteilung des Überarbeitungsbedarfs
- Sammlung aktueller Daten aus der Literatur und ggf. mittels dafür zu erarbeitender Fragebögen
- Erarbeitung technischer Dokumente (Berichte)
- Übersetzung der technischen Dokumente

Das Umweltbundesamt hat im März 2010 ein Auftakttreffen zum Beginn der nationalen Aktivitäten organisiert und zu unterschiedlichen Abfallarten Arbeitsgruppen eingerichtet. Diese Arbeitsgruppen setzen sich aus Vertretern der betroffenen Verbände, Wissenschaft, Ingenieurbüros und interessierter Einzelunternehmen zusammen.

Auftragnehmer haben mittlerweile in einem Diskussionsprozess mit Arbeitsgruppen für unterschiedliche Abfallbehandlungsanlagen angepasste Fragebögen zur Datenerhebung entwickelt und technische Dokumente erarbeitet, die den Entwicklungsstand wichtiger Abfallbehandlungsverfahren in Deutschland beschreiben.

Mit dem Fragebogen wurden folgende Daten und Informationen erhoben:

- Allgemein (Grunddaten wie Standort, Durchsatz etc.),
- Behandlungsstufen (inkl. eingesetzter Aggregate),
- Effizienz (Verbräuche),
- Abfallinput,
- Output und Emissionen.

Für Anlagenarten die mit der Novellierung der IVU-Richtlinie neu in den Anhang I der IED aufgenommen wurden oder in ihrer Technik entscheidend weiterentwickelt haben wurden neue, eigenständige Dokumente erarbeitet. Diese Dokumente orientieren sich in ihrer Struktur an der Gliederung der BVT Merkblätter und beschreiben auch Referenzanlagen, die den technischen Entwicklungsstand der Abfallbehandlung belegen. Neue, eigenständige technische Dokumente wurden für folgende Abfallbehandlungsanlagen erstellt:

- Großshredderanlagen
- Mechanisch-biologische Restabfallbehandlung (MBA)
- Behandlung von organischen Abfällen aus getrennter Sammlung (Kompostierung und Vergärung)

Für die biologische Abfallbehandlung wurden gezielt zwei eigenständige Dokumente erarbeitet. Damit werden dem unterschiedlichen technischen Entwicklungsstand der Bioabfallbehandlung und der MBA Rechnung getragen und unterschiedlichen Einsatzbereiche und Behandlungsziele dokumentiert. Die deutliche Trennung von Bioabfallbehandlung und MBA soll auf diesem Wege in den europäischen BVT-Prozess vermittelt werden.

Ursprünglich sollte auch technisches Dokument zur Elektronikschrottaufbereitung erarbeitet werden. Das Dokument konnte jedoch aufgrund unzureichender Datenlage und der begrenzten Arbeitskapazitäten nicht fertig gestellt werden.

Für Abfallbehandlungsverfahren und Aktivitäten, die im bestehenden BVT-Dokument bereits so beschrieben sind, dass abzusehen war, dass sich der Überarbeitungs- und Ergänzungsbedarf im überschaubaren Rahmen bleibt wurden Änderungen in Ergänzungen in Form von Kommentaren erstellt. Solche Kommentierungen wurden für folgende Bereiche vorgenommen:

- Übergreifende Techniken (Common techniques)
- Chemisch-physikalische Abfallbehandlungsverfahren
- Mechanische Behandlung

Das Dokument zur mechanischen Behandlung beinhaltet die Abfallvorbehandlung für die Verbrennung und Mitverbrennung (Ersatzbrennstoffaufbereitung) und die Behandlung von Schlacken und Aschen.

Die Dokumente liegen mittlerweile als sehr weitgehend abgestimmte Entwürfe vor, eine Übersetzung in die englische Sprache soll noch in diesem Jahr erfolgen.

4.2. Phase 2 (ab 2012) Unterstützung im laufenden Novellierungsprozess

Im Januar 2012 wurde vom Umweltbundesamt ein weiteres UFOPLAN-Projekt (FKZ 371143330/4 *Überarbeitung des BVT-Merkblattes Abfallbehandlung – Unterstützung des Umweltbundesamtes im Sevillaprozess*) zur Unterstützung bei der Novellierung des BVT Merkblattes Abfallbehandlung im Rahmen einer Ausschreibung vergeben.

- Erarbeitung der Wish-Lists (Dokument mit dem Vorstellungen und Wünsche zur Überarbeitung BVT-Merkblattes am Beginn des Überarbeitungsprozesses)
- Übergabe der Unterlagen an das europäischen IVU-Büro in Sevilla (EIPPCB)
 - * Wish Lists und ergänzende technische Dokumente aus Phase 1
- Unterstützung des Umweltbundesamtes im weiteren Überarbeitungsprozess des Merkblattes
 - * Verhandlungen mit dem EIPPCB
 - * Erstellen von Stellungnahmen zu Entwürfen des überarbeiteten BVT-Dokumentes
 - * Weiterführung und Koordination der deutschen Arbeitsgruppen im BVT-Prozess

Mit der Bearbeitung des Projektes FKZ 371143330/4 wurde im Januar 2012 das Institut für Entsorgung und Umwelttechnik GmbH (IFEU) in Iserlohn beauftragt. Den Zeitplan für die Erledigung der einzelnen Arbeitsschritte bestimmen die Aktivitäten und Vorgaben des IPPCB.

5. Weitere Vorgehen

In die Vorbereitungsaktivitäten zur Überarbeitung des BVT Merkblattes Abfallbehandlung wurden Arbeitsgruppen mit Vertretenen aus Verbänden, Industrie und Wissenschaft sehr intensiv eingebunden. Aus Kapazitätsgründen konnten sich Vertreter der Landesbehörden jedoch bislang wenig an den Aktivitäten beteiligen. In den letzten Jahren wurden in einer Bund/Länderarbeitsgruppe Vorschläge für eine intensivere Einbindung der Landesumweltministerien/-Behörden in den BVT Prozess erarbeitet. Diesen Vorschlägen haben die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) und Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) zugestimmt. Die Fachvertreter der Länder werden zukünftig eine zentrale Rolle in den Nationalen Expertengruppen bei der

Überarbeitung von BVT Merkblättern übernehmen. Für die Beteiligung an der Novellierung des BVT Merkblattes Abfallbehandlung hat die LAGA eine Ad-hoc-Arbeitskreis eingerichtet, deren Mitglieder sich in die nationale Expertengruppe einbringen.

Das Umweltbundesamt wird im weiteren Überarbeitungsprozess die Arbeitsgruppen einbinden und die Dokumente und Beiträge zum Überarbeitungsprozess des BVT-Merkblattes mit den Mitgliedern diskutieren. Im ersten Quartal 2013 wird das Umweltbundesamt zu einer Sitzung der nationalen Expertengruppe einladen, in der das weitere Vorgehen im Novellierungsprozess mit den Arbeitsgruppenmitgliedern und den Länderfachvertretungen diskutiert wird. Primäres Ziel dieser Sitzung ist die Abstimmung von Eckpunkten für die Erarbeitung der Wishlist.

6. Inhalte der Wishlist

Die Wishlist, in der die Deutschen Vorschläge und Wünsche zur Novellierung des BVT-Merkblattes Abfallbehandlung zusammengefasst werden, wird voraussichtlich folgende Punkte beinhalten:

- Gliederungsvorschlag für das BVT Merkblatt
- Anlagenarten, die im BVT-Merkblatt aufgenommen werden sollen
- Erforderliche Überarbeitungen und Ergänzungen zum aktuellen Merkblatt (von BREF Abfallbehandlung 2006)
- Zusammengefasste Vorschläge für beste verfügbare Techniken für die Abfallbehandlungsverfahren.

Die technischen Dokumente aus dem UFOPLAN-Projekt FKZ 3709 44 305/2 werden der Wishlist als Anlage beigefügt und sollen den Autoren des BVT Merkblattes als Information und Arbeitshilfe dienen.

7. Zielstellung des Umweltbundesamtes bei der Novellierung des BVT

Gemäß Artikel 3 Nr. 10 der Industrieemissionsrichtlinie bezeichnet der Ausdruck beste verfügbare Techniken *den effizientesten und fortschrittlichsten Entwicklungsstand der Tätigkeiten und entsprechenden Betriebsmethoden, der spezielle Techniken als praktisch geeignet erscheinen lässt, grundsätzlich als Grundlage für die Emissionsgrenzwerte zu dienen, um Emissionen in und Auswirkungen auf die gesamte Umwelt allgemein zu vermeiden oder, wenn dies nicht möglich ist, zu vermindern;*

- **Techniken** sowohl die angewandte Technologie als auch die Art und Weise, wie die Anlage geplant, gebaut, gewartet, betrieben und stillgelegt wird;
- **verfügbar** die Techniken, die in einem Maßstab entwickelt sind, der unter Berücksichtigung des Kosten/Nutzen-Verhältnisses die Anwendung unter in dem betreffenden industriellen Sektor wirtschaftlich und technisch vertretbaren Verhältnissen ermöglicht,

gleich, ob diese Techniken innerhalb des betreffenden Mitgliedstaats verwendet oder hergestellt werden, sofern sie zu vertretbaren Bedingungen für den Betreiber zugänglich sind;

- *beste die Techniken, die am wirksamsten zur Erreichung eines allgemein hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt sind.*

Das Technikniveau des BVT entspricht dem traditionell in deutschen Rechtsvorschriften genutztem Begriff des *Standes der Technik* (S.d.T.). Um dem niedrigeren Technikniveau der Abfallbehandlung in vielen Mitgliedstaaten der Europäischen Union Rechnung zu tragen, wird in den technischen Dokumenten darauf verzichtet, ausschließlich besonders herausragende Anlagen zu beschreiben und die Einhaltung der Anforderungen unserer nationalen Rechtsvorschriften (wie z.B. der TA Luft) als Maßstab gewählt. Die beschriebenen Referenzanlagen decken die gesamte Bandbreite im Anlagenbestand ab, bei der die aktuellen rechtlichen Anforderungen umgesetzt sind. Der Ansatz ist, diese Bandbreite bei der Novelle des Merkblattes als beste verfügbare Technik zu verankern. Mit diesem Ansatz möchten wir auch Ländern mit einer weniger entwickelten Abfallwirtschaft eine Anpassung an einen europaweit einheitlichen technischen Standard ermöglichen und die Akzeptanz unserer Vorschläge auf Europäischer Ebene erhöhen.

8. Auswirkungen auf die Abfallwirtschaft

Die Inhalte der BVT Merkblätter werden künftig wesentlicher Bestandteil von Genehmigungsverfahren sein. In Deutschland wird die Bundesregierung hierfür die nationalen Rechtsvorschriften – sofern erforderlich – an die Anforderungen der BVT Merkblätter anpassen. Da der Aktualisierungsprozess auf europäischer Ebene auf Basis der nationalen Zulieferungen noch nicht begonnen hat, ist der genaue Inhalt des revidierten BVT Merkblattes noch nicht absehbar.

Ziel des Umweltbundesamtes ist es, die in Deutschland erzielten technischen Entwicklungen Umweltschutzstandards möglichst weitgehend auf eine Europäische Ebene zu übertragen. Die von Deutschland voraussichtlich in den Sevilleprozess eingebrachten Inhalte sollten für die deutschen Anlagen keine verschärften Anforderungen bringen, da die deutschen Anlagen ohnehin dem Stand der Technik entsprechen müssen und damit dem voraussichtlichen BVT-Standard entsprechen sollten. Für Anlagen in einigen anderen Staaten der EU könnten daraus jedoch höhere Anforderungen resultieren.

9. Literatur/Quellen

- [1] Abfallverbrennungsanlagen (2006), <http://www.bvt.umweltbundesamt.de/sevilla/kurzue.htm>
- [2] Richtlinie 2008/1/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Januar 2008 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie)
- [3] Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung), Amtsblatt Nr. L 334 vom 17/12/2010 S. 0017-0119
- [4] Butz, W.; Kühle-Weidemeier, M.: Beste verfügbare Technik – Konsequenzen des BVT-Merkblattes Abfallbehandlung für die MBA. 24. Kasseler Abfall- und Bioenergieforum, April 2012

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Immissionsschutz – Band 3

– Aktuelle Entwicklungen im anlagenbezogenen

Planungsprozess und Immissionsschutz –

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Andrea Versteyl, Stephanie Thiel,

Wolfgang Rotard, Markus Appel.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012

ISBN 978-3-935317-90-0

ISBN 978-3-935317-90-0 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 2012

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

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

Erfassung und Layout: Petra Dittmann, Sandra Peters,

Martina Ringgenberg, Ginette Teske

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Foto auf dem Buchdeckel: www.bajstock.com (bearbeitet)

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.