

Korrosion in Biomasseverbrennungsanlagen und Strategien zur Minimierung

Wolfgang Spiegel, Thomas Herzog, Renate Jordan,
Gabi Magel, Wolfgang Müller und Werner Schmidl

1.	Umgang mit Korrosion	413
2.	Strategien zur Minimierung	416
3.	Aktive Risikominderung	418
4.	Vorteile der Korrosions-Früherkennung	420
5.	Literatur	421

1. Umgang mit Korrosion

Nicht wenige altholzgefeuerte Biomasseverbrennungsanlagen durchlaufen eine heftige Phase der Anpassung an korrosionsbedingte Anforderungen. Während dieser *Korrosions-Phase* kommt es zu erheblicher Minderung der Verfügbarkeit durch vermehrte Stillstände und längere Revisionszeiten sowie zu kräftigen Investitionen in korrosionsmindernde Maßnahmen.

Diese Korrosionsphase kann charakterisiert sein durch

- erste gravierende Symptome – Rohrreißer oder Stillstandsbefunde – nach etwa sechs bis zwölf Monaten Betrieb;
- Abzehraten von Verdampferrohren im Bereich bis zu etwa 1,0 mm pro tausend Stunden (Bild 1); meist korrelieren die betroffenen Flächen mit den jeweils höchsten relativen Wärmestromdichten;
- Abzehrung von Überhitzerrohren im Bereich bis zu etwa 0,5 mm pro tausend Stunden; die Abzehraten an Überhitzerrohren korrelieren häufig mit Verschmutzungsgraden im Strahlungsteil und im Berührungsteil des Kessels;
- komplexe Abzehrungsgeometrien, z.B. bevorzugt an Rohrflanken – und weniger am Rohrscheitel; dies führt bei rasterförmigen Wandstärkenmessungen zu verharmlosenden Minderbefunden – oder in Form von vereinzelt und erratisch auftretenden tiefen Mulden;
- Wechselwirkungen zwischen korrosiven und erosiven Prozessen – z.B. induziert durch lokale Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit; Abreinigungsmaßnahmen von Belägen oder abrasiv wirkende Partikelfrachten im Abgas, z.B. kantig-harte Körner.

Begehung der Biomasse-Anlage nach 3200 Betriebsstunden



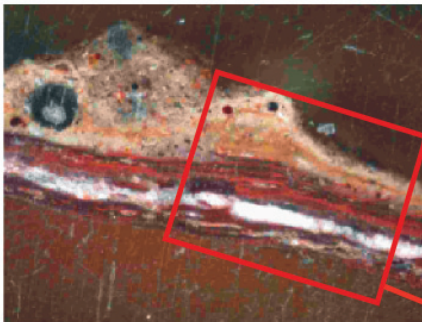
Dünne Beläge auf den Rohren.
Optisch keine Auffälligkeiten

Rohre sind flächig
abgezehrt.
"Unsichtbare Korrosion"

Abzehrungsrate
bis zu 1mm / 1000 h



Bild 1: Beispiel für hohe Korrosionsdynamik an Verdampferwänden in Biomasseverbrennungsanlagen. Befund vor Ort und Abzehrungscharakteristik



Mikroanalytik vom Belag

Sperrschicht aus Pb-K-Cl

Schwermetallsalze reichern sich auf den Rohren an und verursachen aggressive Bedingungen für flächige Rohrabzehrung. Je höher die Wärmestromdichte, desto steiler der Temperaturgradient und desto aggressiver läuft die Korrosion ab. Die Eisenrohre verdampfen in den Rauchgasstrom.

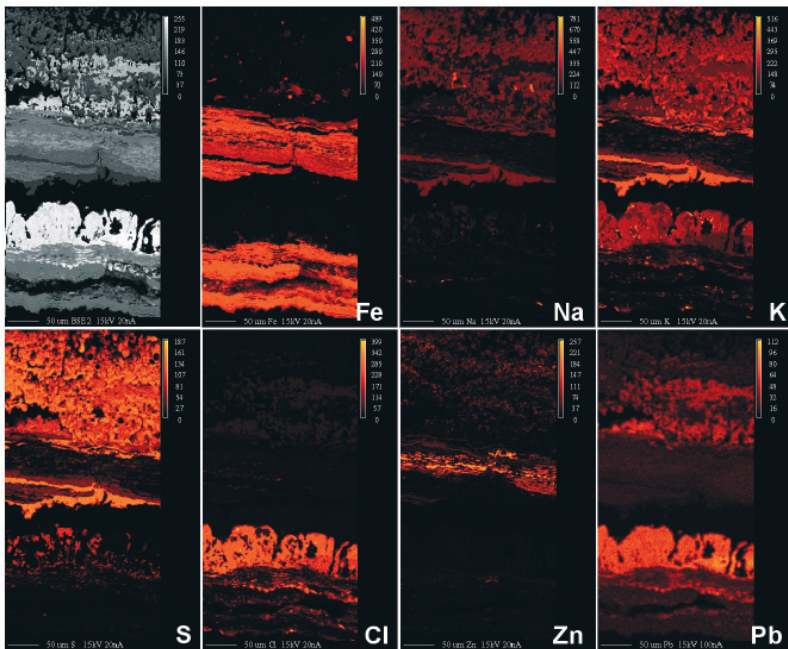
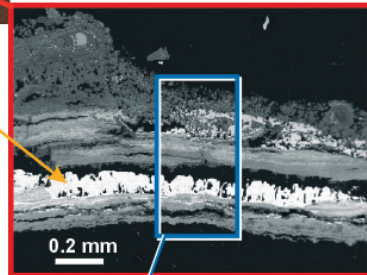


Bild 2: Beispiel für hohe Korrosionsdynamik an Verdampferwänden in Biomasseverbrennungsanlagen. Laborbefund (element mapping der Belagsproben)

Ob sich im ersten Betriebsjahr einer Biomasseverbrennungsanlage ein betrieblich bedeutsam werdendes Korrosionsproblem ergibt, ist nicht nur von den Auslegungsparametern der Anlage abhängig, z.B. von der Art und Ausgestaltung der Feuerung, des Dampferzeugers usw., sondern auch von den betrieblichen Ereignissen und nicht zuletzt vom gesamten Themenkomplex *Brennstoff*. Hier können spezifische Bedingungen der Lagerung, des Transports zum Kessel, der Dosierung in die Feuerung, die Homogenität oder die Entmischung sowie vor allem stoffliche Merkmale wie Wassergehalt und Fracht an Chlor-, Schwefel-, Alkali-, Erdalkali- und Schwermetallspezies korrosionsrelevante Auswirkungen haben.

Daraus lässt sich zunächst festhalten: Im Vorfeld der ersten Betriebsphase einer Biomasseverbrennungsanlage lässt sich nicht beurteilen, welche Korrosionsrelevanz im Betrieb gegeben sein wird. Nur wenn die Auslegung des Kessels auf sehr niedrige Dampfparameter setzt, oder der Brennstoff weitgehend frei von den korrosionsrelevanten Stofffrachten ist – das ist so gut wie nie gegeben –, lassen sich Korrosionsprobleme mit einiger Sicherheit bereits vor den ersten Betriebserfahrungen als gering einstufen. Dies wird aber aufgrund der Verstromungsinteressen der Betreiber von Biomasseverbrennungsanlagen nur selten vorkommen.

In den Bildern 1 und 2 ist anhand von Vor-Ort- und Laborbefunden ein typischer Fall der Korrosionsbelastungen in Biomasseverbrennungsanlagen aufgezeigt, hier sind Verdampferrohre der Seitenwände nahe am Rost dargestellt. Auf den Verdampferrohren haften relativ dünne Korrosionsschichten (mittleres Foto in Bild 1), die durch eingelagerte Kalium-Blei-Chloride zu einer sehr aggressiven und effektiven *Korrosionsmaschine* mutieren (Foto und element maps in Bild 2). Das vom Rohrwerkstoff mobilisierte Eisen verdampft überwiegend in Form von Eisenchlorid in das Abgas. Die Abzehrraten erreichen die Größenordnung von 1 mm pro tausend Betriebsstunden. Aufgrund der eher dünnen Korrosionsschichten und der gleichförmigen Abzehrung über den Rohrquerschnitt wird der entstandene Wanddickenverlust bei der Begehung des Kessels leicht *übersehen*. Die Aggressivität der Kalium-Blei-Chloride wird wesentlich durch die Charakteristik der Wärmestromdichte gesteuert, die auf die Kesselrohre einwirkt. Besonders ungünstig sind hohe und zugleich schwankende Wärmestromdichten.

2. Strategien zur Minimierung

Auf dem Feld des Brennstoffs sind die bisherigen Bemühungen zur Eingrenzung von Korrosionsangriffen meist an *Qualitätskriterien* in den Verträgen geknüpft. In die Praxis rettet diese Vorgehensweise nur wenig von dem, was eigentlich damit bezweckt werden sollte. Wie bereits ausführlich erläutert [1, 2], scheitern diese Qualitätskriterien als Korrosionsbarriere u.a. aus folgenden Gründen:

- Die zugrunde gelegten Grenzwerte, z.B. für Chlor ein Gewichtsprozent, sind als Schwellenwerte für Korrosionsprozesse ungeeignet. Auch niedrigere Grenzwerte können keine *Grenzwerte* im Wortsinne sein.

- Korrosionsrelevante Stofffrachten werden in die Liste der Grenzwerte nicht aufgenommen, oder sind als Hauptkomponente unsinnig zu begrenzen, z.B. Calcium in Form von Calciumcarbonat.
- Indirekte Korrosionsrelevanz können Stofffrachten auch dann erhalten, wenn sie das Korrosionspotential anderer Stofffrachten erhöhen können, z.B. indem gasförmige Schwefelspezies gebunden wird und nicht mehr zur Sulfatierung von Chloriden in den Belägen zur Verfügung steht.
- Indirekte Korrosionsrelevanz ergibt sich auch für Stofffrachten, die durch Verschmutzungsneigung den Wärmeabbau entlang des Rauchgasweges ungünstig beeinflussen; auch hier sind Calciumphasen bedeutsam.
- Die stetige Überwachung von korrosionsrelevanten Stofffrachten im Brennstoff ist sehr aufwändig und würde bei konsequenter und bedarfsorientierter Umsetzung – d.h. hohe Beprobungsfrequenz im Falle von Frachten nahe am Grenzwert – zu einem erheblichen Kostenblock anwachsen; dies wird in der Praxis häufig vermieden.
- Für viele korrosionsrelevante Stoffe ist die Fracht im Brennstoff weniger entscheidend für das Korrosionspotential, als (1) die Bindungsform, (2) die Korngröße und (3) die Einbindung in ein lokal energiereiches Umfeld, z.B. Farbpigmente in Kunststoffen. Alle drei Kriterien lassen sich kaum *überwachen* und sind auch nicht Bestandteil von *Qualitätskriterien*.
- Meist sind die Hersteller des Brennstoffs und die Verwerter unterschiedliche Marktteilnehmer. Die Ertragsoptimierung auf der Seite des Herstellers kann zur Ausschöpfung von vertraglichen Freiheiten führen; vereinbarte Grenzwerte werden in Anspruch genommen.

Somit machen Qualitätskriterien zum Brennstoff nur insoweit Sinn, als Stofffrachten damit begrenzt werden, z.B. für die Ascheverwertung, den Betriebsmittelverbrauch usw. Aus der Perspektive der Korrosionsminderung sind diese Kriterien weitgehend stumpf und unspezifisch, sie können die komplexen stofflichen Prozesse, die zur Korrosion führen, nicht ausreichend eingrenzen.

Korrosionspotentiale lassen sich auch auf dem Feld *normaler* planerischer und konstruktiver Tätigkeit bei der Auslegung und Umsetzung der Anlage – d.h. aller brennstoffseitigen Anlagenteile von Feuerung und Kessel – aufgrund der oben skizzierten komplexen Ursachen-Wirkungs-Zusammenhänge nicht eingrenzen.

Wenn also alle Vorfeldmaßnahmen beim Brennstoff und bei der Anlagengestaltung aus Sicht der Korrosionspotentiale nicht sicher zielführend sind, so bleiben nur zwei Optionen:

- Maximierung des vorsorglichen, abwehrenden Schutzes, z.B. durch Beschichtungen in großflächiger Applikation, durch Auftragsschweißen, Feuerfest, thermisches Spritzen usw.;
- Maximierung der Transparenz der betrieblichen Abläufe, d.h. Erfassen der Korrosionspotentiale ab dem ersten Feuer durch Einsatz dafür geeigneter Sensorik und geeigneter Maßnahmen bei Stillstandsbegehungen.

Die erste Option ist in der Regel das Optimum für hohe Verfügbarkeit und begrenzten Instandhaltungsaufwand – Zeit und Material. Allerdings entstehen hier zum einen erhebliche Mehrkosten, deren *Notwendigkeit* – und damit Wirtschaftlichkeit – zum Zeitpunkt der Entscheidung bei der Errichtung der Anlage nicht einschätzbar ist. Zum anderen ergeben sich auch Einschränkungen durch die – nicht immer erfüllten – sehr hohen Qualitätsanforderungen an diese Schutzschichten. Hier können auch ungünstige Verkettungen auftreten, die Reaktionsmöglichkeiten auf Korrosionsprozesse einschränken und weiteren zusätzlichen Kostenaufwand nach sich ziehen, z.B. durch ungeeignet applizierte Schutzschichten, die sich aber nicht mehr auf den Stand des ungeschützten Wärmetauscherrohres *zurückentwickeln* lassen.

Die im Markt befindliche Generation von Biomasseverbrennungsanlagen hat die erste Option kaum nutzen können, da sich der erhebliche Mehraufwand durch großflächige Schutzschichten im harten Wettbewerb auf dem EEG-Markt für den Lieferanten nachteilig auswirkt. Hohe Investitionsmittel zur Vermeidung eines Problems aufzuwenden, das möglicherweise nicht oder nur langsam oder spät eintritt, ist ungewollter Ballast. Das Instrument der Gewährleistung erscheint den Beteiligten hier angemessener, stellt aber – angesichts der vorliegenden Erfahrungen mit Korrosion – eine riskante Wette auf *Nicht-Korrosion* dar.

3. Aktive Risikominderung

Die zweite Option konnte sich in den letzten Jahren sukzessive herausbilden, da es im Grundsatz nahe liegend ist, erkannte, aber nicht beseitigte oder minimierte Risiken durch Strategien der aktiven Risikominderung zu begleiten. Leitmotiv dieser Strategien ist, den notwendigen Bedarf an Korrosionsschutz

- frühzeitig zu erkennen,
- durch gezielte (Art und Größe), geeignete und hochwertige (Qualitätssicherung) Schutzmaßnahmen, d.h. in der Regel Schutzschichten, umzusetzen,
- durch Beeinflussung der betrieblichen Abläufe möglichst wirksam werden zu lassen, durch Bekämpfen der Korrosionsursachen, u.a. Einfluss auf Feuerung, Brennstoffmerkmale usw.

Die Strategien der aktiven Risikominderung wurden in den Beiträgen [1] und [2] unter dem Stichwort *Korrosions-Früherkennung* dargelegt. Methodisch ist darunter ein Bündel von Maßnahmen zu verstehen, das im Wesentlichen auf die Erfassung der Belageigenschaften und deren Änderung abzielt. Chemische, physikalische, mineralische und wärme-fluss-spezifische Merkmale stehen im Vordergrund.

Somit ist die Korrosions-Früherkennung im Kern eine Art sensorischer Aufwertung der Biomasseverbrennungsanlage. Es werden betriebsbegleitend neben den üblichen Parametern – z.B. HCl und SO₂ im Rohgas – weitere Parameter abgefragt, die geeignet sind, das Korrosionspotential abzubilden. Ergänzt werden diese Maßnahmen durch Stillstandsuntersuchungen im verschmutzten und gereinigten Kessel.

Wenn sich durch die erste Betriebsphase einer Biomasseverbrennungsanlage keine Korrosionsbelastungen ergeben, wird dies durch die Korrosions-Früherkennung sichtbar und kann im weiteren betrieblichen Verlauf auch stetig verifiziert werden. Der Aufwand an sensorischen Begleitmaßnahmen kann im weiteren Betrieb angepasst, d.h. verringert werden.

Wenn es in der ersten Betriebsphase zu Korrosionsbelastungen kommt, werden diese frühzeitig erkannt – im Sinne einer ersten *Alarmschwelle* – und können in ihrem Ausmaß und in Bezug auf ihre Ursachen gewichtet werden. Entscheidend ist, dass die Korrosionsbelastung weit im Vorfeld des Stadiums *Schaden* zu erkennen ist. Das bedeutet, dass anhand von sensorischen Kriterien eine Korrosionsprognose zu erstellen ist, die die zu erwartende Korrosionsdynamik und die betroffenen Bauteile beschreibt.

Die erste Alarmschwelle einer möglichen Korrosionsbelastung muss ein verstärktes sensorisches Begleiten und Überwachen der betrieblichen Prozesse im Sinne einer aktiven Risikominderung auslösen. Anhand vieler Schadensfälle lässt sich aufzeigen, dass Korrosionsbelastungen nicht stetig und linear wirken, sondern durch besondere Ereignisse der Betriebsweise oder des Brennstoffs beeinflusst sind, d.h. stark anschwellenden Charakter aufweisen können.

In Abhängigkeit der ersten Befunde der sensorischen Begleitung lässt sich ein gestuftes Vorgehen mit dem Ziel entwickeln, die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen von Korrosionsprozessen zu minimieren. Hier lassen sich gestaffelte Prioritäten – aufgelistet mit abnehmender Bedeutung – nennen:

- Keine Verfügbarkeitsdefizite durch ungeplante Stillstände, z.B. durch Rohrreißer;
- Erprobung von Schutzschichten durch frühzeitig applizierte Testfelder;
- Applikation von Schutzschichten, abgesichert durch die Befunde aus Testfeldern, möglichst eingebunden in geplante Stillstände;
- Reduzierung der Korrosionspotentiale durch Verbesserung der Betriebsabläufe;
- Erprobung von Additiven, z.B. von Wasser in Form von Klärschlamm, zur Lebenszeitoptimierung der applizierten Schutzschichten und der nicht durch Schutzschichten ausgestatteten Wärmetauscherflächen.

Die sensorischen Maßnahmen der Korrosions-Früherkennung als Instrument der Risikominderung können auch als Bestandteil der übergeordneten Aufgabe des *process monitoring* verstanden werden. Denn die hochkomplexen energetischen und stofflichen Prozesse in Biomasseverbrennungsanlagen erfordern zunehmend nicht nur eine arbeitsschutz- und emissionsseitig motivierte *Sensorik*, sondern auch den zusätzlichen sensorischen *Blick* auf betriebswirtschaftliche Auswirkungen von Korrosionsprozessen, u.a. durch ungeplante Stillstände, Instandhaltungsaufwand usw.

Wie in [2] aufgezeigt, gelten für das Instrument der Korrosions-Früherkennung im Rahmen einer aktiven Risikominderung folgende Leitgedanken:

- Korrosion ist kein Dampferzeuger-Virus, der überfallartig auftritt, sondern ein stetiger, allgegenwärtiger Vorgang, der als *betriebliche Ätzung* beginnt und ab diesem Stadium durch Maßnahmen aus dem Bereich der Feuerung, Feuerungsleistungsregelung, Werkstoffe und Additive mindernd beeinflusst werden kann. Wichtig ist, dass die abwehrenden Maßnahmen frühzeitig einsetzen.
- Für das Erkennen und Ausloten von technischen Grenzen ist es vorteilhaft, das Korrosionsgeschehen systematisch zu beobachten und nicht erst bei gravierenden Schäden mit der Aufarbeitung von Ursachen und Vermeidungsstrategien zu beginnen.
- Die systematische Beobachtung sollte mit der Inbetriebnahme einer Anlage beginnen.
- Das Instrument der Korrosions-Früherkennung eignet sich insbesondere auch für die komplexen Begleiterscheinungen in den ersten beiden Betriebsjahren einer Anlage, d.h. Gewährleistungszeit – als zusätzliche Kommunikationshilfe zwischen Lieferant und Kunde. Das ist auch zur Abmilderung von Streitpotentialen sinnvoll.

Anmerkung: Der Begriff Korrosion steht in diesem Zusammenhang insbesondere für den beschleunigten Verbrauch der rauchgasseitigen Wärmetauscherflächen durch Abzehrung. Sowohl auf Verdampferbauteilen als auch auf Überhitzerbauteilen kommt es zu korrosionsbedingtem vorzeitigem Verbrauch der erwarteten Lebenszeit. Die Ursachen hierfür sind in Fachpublikationen zusammengefasst (u.a. [3 bis 5]) und auch systematisiert (sowie [6], mit umfangreicher Literaturübersicht). Die Korrosionswirkung entsteht vor allem durch die chlorsalzhaltigen Beläge auf den Wärmetauscherflächen [7].

4. Vorteile der Korrosions-Früherkennung

Ziel für die kommenden Generationen von Biomasseverbrennungsanlagen sollte sein, dass die Korrosions-Früherkennung, d.h. das effektive Anwenden von Instrumenten zur technischen Beherrschbarkeit der Korrosion, ebenso elementarer Bestandteil eines Anlagen-Energiekonzeptes ist, wie die Standortwahl und die technische Ausgestaltung der Anlage.

Zudem sollte das Instrument der Korrosions-Früherkennung bevorzugt bereits während der Planungs- und Bauphase eines Standorts durch Bereitstellen geeigneter Kesselöffnungen usw. verankert werden.

Die Ziele der Korrosions-Früherkennung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Einstufung des Kessels bezüglich der Korrosions- und Verschmutzungsrisiken zum frühest möglichen Zeitpunkt, d.h. innerhalb der ersten zwei Betriebsjahre,

- Optimierung der betrieblichen Prozesse – Feuerung und Additive – und der eingesetzten Werkstoffe zur Minderung von erkannten Risiken,
- Kontrolle der Auswirkungen dieser abwehrenden Maßnahmen mit Stillstandsbegleitung und vorausschauender Instandhaltung.

Neben diesen Zielen ergeben sich für die Vertragsparteien von Biomasseverbrennungsanlagen weitere vorteilhafte Positionen, u.a.:

- Das Spektrum der Brennstoffeigenschaften und deren Stetigkeit im ersten Betriebsjahr wird besser bewertbar und ist damit für die Vertragsparteien weniger Gegenstand gegenseitiger Vorhaltungen.
- Der Nutzungsvorrat der metallischen und keramischen Kesselbauteile zum Ende der Gewährleistung ist besser bewertbar und ermöglicht dem Betreiber mehr Planungs- und Verfügbarkeits-Sicherheit und dem Lieferanten den besseren Qualitätsnachweis seiner Produkte im Wettbewerb.
- Gegebenenfalls notwendige abwehrende Maßnahmen lassen sich anhand von Testfeld-Befunden und Additiv-Tests besser gewichten und entscheiden.
- Die Optimierung der betrieblichen Abläufe aus Sicht der Korrosion und Verschmutzung lässt sich mit den Methoden und Verfahren der Korrosions-Früherkennung als iterativer Prozess mit einer Kette von vorher-nachher-Studien gestalten, der unter Berücksichtigung anderer und konkurrierender betrieblicher Zielvorgaben schrittweise durchgeführt werden kann.

5. Literatur

- [1] Spiegel, W.; Herzog, T.; Jordan, R.; Magel, G.; Müller, W.; Schmidl, W.: Korrosions-Früherkennung bei Abfall-, Biomasse- und Ersatzbrennstoff-Kraftwerken. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Energie aus Abfall, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2007, S. 235-258
- [2] Spiegel, W.; Herzog, T.; Jordan, R.; Magel, G.; Müller, W.; Schmidl, W.: Korrosions-Früherkennung: Korrosionsminderung heute ist Effizienzsteigerung morgen. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Energie aus Abfall, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2008, S. 509-524
- [3] Born, M. (Hrsg.): Rauchgasseitige Dampferzeugerkorrosion (Erfahrungen bei der Schadensminderung). Freiberg i. S.: Saxonia, 2003
- [4] Born, M. (Hrsg.): Dampferzeugerkorrosion. Freiberg i. S.: Saxonia, 2005
- [5] Born, M. (Hrsg.): Dampferzeugerkorrosion 2007. Freiberg i. S.: Saxonia, 2007-11-26
- [6] Herzog, T.: Belagsentwicklung und Korrosion auf Dampferzeugerrohren bei der Verbrennung von Abfällen und Biomasse. Freiburger Forschungshefte. Freiberg: Technische Universität Bergakademie 2007
- [7] Spiegel, W.; Herzog, Th.; Magel, G.; Müller, W.; Schmidl, W.: Dynamische chlorinduzierte Hochtemperaturkorrosion von Verdampfer- und Überhitzerbauteilen aufgrund spezieller Belagsentwicklungen – häufiger Befund in Abfall- und Biomasse-gefeuerten Dampferzeugern. VGB PowerTech (2005), 1/2, S. 89-97

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Energie aus Abfall – Band 5

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Michael Beckmann.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2008

ISBN 978-3-935317-34-4

ISBN 978-3-935317-34-4 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 2008

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

Erfassung und Layout: Petra Dittmann, Martina Ringgenberg und Andreas Schulz

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.