

Entwicklungspotenzial von Mechanisch-Biologischen Abfallbehandlungsanlagen

Michael Nelles, Michael Balhar, Jennifer Grünes und Sabine Flamme

Zusammenfassung

In Deutschland werden derzeit 46 Mechanisch-Biologische Abfallbehandlungsanlagen (MAB) mit einer Gesamtkapazität von rund 6 Mio. Mg pro Jahr betrieben. Die meisten Anlagen verfügen inzwischen über fast 6 Jahre Betriebserfahrung und haben sich zu einer wichtigen Säule in der Abfallwirtschaft entwickelt. Es gibt aber noch eine ganze Reihe von Möglichkeiten zur Optimierung. Im vorliegenden Beitrag werden die aktuellen Entwicklungen in den Bereichen Anlageninput, mechanische Aufbereitung, biologische Behandlung, Abluftreinigung, Reststoffe sowie die Aspekte Energieeffizienz, Klimaschutz und Wirtschaftlichkeit erläutert. Anschließend wird detaillierter auf die energetisch verwertbaren Reststoffe eingegangen, wobei die Möglichkeiten der Aufbreitung und Verwertungsoptionen beschrieben werden und der Stand bei der Qualitätssicherung von Ersatzbrennstoffen erläutert wird. Auf dieser Basis wird die MBA-Technologie als umweltverträgliche integrierende Option der Abfallbehandlung, insbesondere im internationalen Bereich künftig weiter an Bedeutung gewinnen.

Abstract

In Germany, there are currently 46 Mechanical-Biological waste Treatment plants (MBT-plants) operating with a total capacity of around 6 million tons per year. Most of the plants meanwhile possess about almost 6 years operating experience and have become an important part of Germany's waste industry. But there is still a great range of possibilities to optimize the MBT-Technology. This review describes the current developments in the areas of system inputs, mechanical treatment, biological treatment, air purification, waste materials, as well as the aspects of energy efficiency, climate protection and economic efficiency. Afterwards the energetic recyclable waste materials are assumed in detail, whereat the possibilities of the conditioning and utilization are described and the status of the quality management of waste for energy recovery will be discussed. On this technological basis the MBT-Technology as an environmentally-friendly integrating option of the waste treatment will gain in importance, especially in the international area.

1 Einleitung

Derzeit sind in Deutschland 46 MBA-Anlagen mit einer Kapazität von ca. 6 Mio. Mg pro Jahr in Betrieb und in diesen werden ca. 25 % der anfallenden Siedlungsabfälle mechanisch-biologisch behandelt [3]. Die realisierten Verfahrenskonzepte sind sehr unterschiedlich und nur schwer vergleichbar.

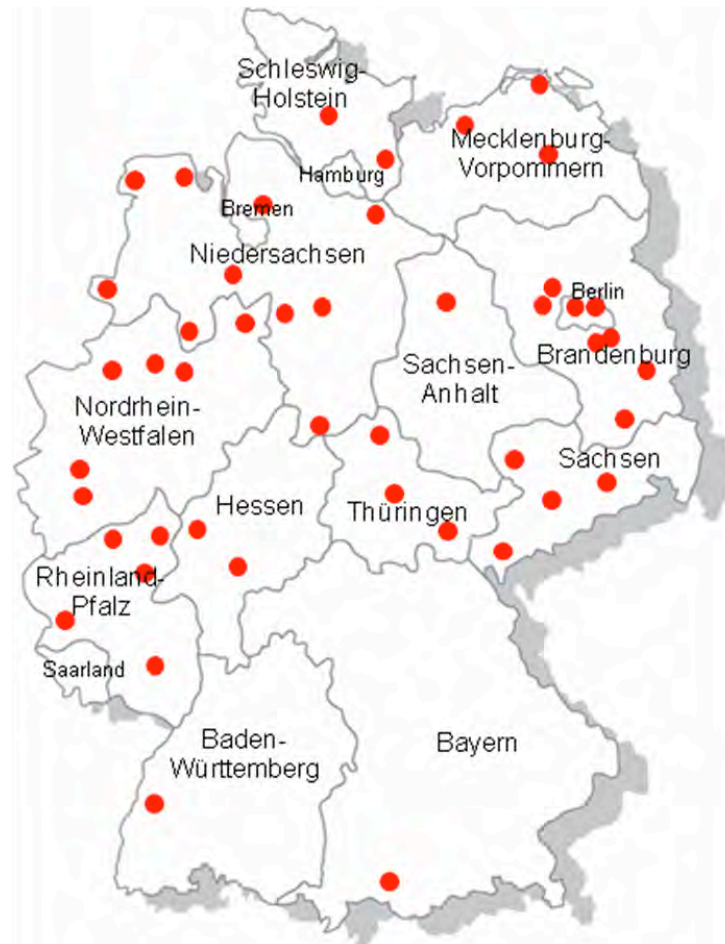


Abbildung 1: Anlagen mit MBA-Technologie in Deutschland

Grundsätzlich lassen sich vor dem Hintergrund der rechtlichen Rahmenbedingungen, das waren primär die Anforderungen der AbfAbIV und die 30. BImSchV, zwei Extremvarianten unterscheiden. Bei den Endrotteverfahren wird das Ziel verfolgt möglichst viel Deponiematerial zu erzeugen und bei den Trockenstabilisierungsvarianten sollen im Idealfall alle entstehenden festen Reststoffe einer energetischen bzw. stofflichen Verwertung zugeführt werden (siehe Abb. 2). Darüber hinaus werden derzeit in Deutschland rund 20 bis 30 Anlagen mit einer Kapazität von 2 bis 3 Mio. Mg/a betrieben, die die angelieferten Abfälle mittels mechanischer und physikalischer Verfahren (MA-Anlagen) zu mittelkalorischen Ersatzbrennstoffen (EBS) aufbereiten [3]. Diese werden anschließend in Kohlekraftwerken, in der Zementindustrie oder immer häufiger in speziell für die energetische Verwertung von EBS errichteten industriellen Monoverbrennungsanlagen (EBS-Kraftwerke) energetisch verwertet.

Die meisten der heute betriebenen Anlagen mit MBA-Technologie wurden in den Jahren 2001 bis 2005 konzipiert und häufig unter hohem Zeitdruck errichtet. Seit Mitte 2005 müssen sich die MBA-Anlagen am Markt bewähren und die hohen Anforderungen der AbfAbIV und der 30. BImSchV in der betrieblichen Praxis dauerhaft und sicher erfüllen. Vor diesem Hintergrund wurden und werden die Anlagen mit MBA-Technologie in den letzten 5 Jahren stetig optimiert, die anfänglichen Kinderkrankheiten auskuriert und die Verfahrenskonzepte an die sich ständig verändernden Rahmenbedingungen im Abfallmarkt angepasst. Inzwischen haben die Anlagen mit MBA-Technologie einen hohen verfahrenstechnischen Standard erreicht und sich zu einer wichtigen Säule in der Abfallwirtschaft entwickelt.

Im vorliegenden Beitrag werden wesentliche Ansätze zur Optimierung und Nachrüstung von Anlagen mit MBA-Technologie in der Praxis erläutert, die in vielen Fällen bereits umgesetzt sind beziehungsweise derzeit realisiert werden.

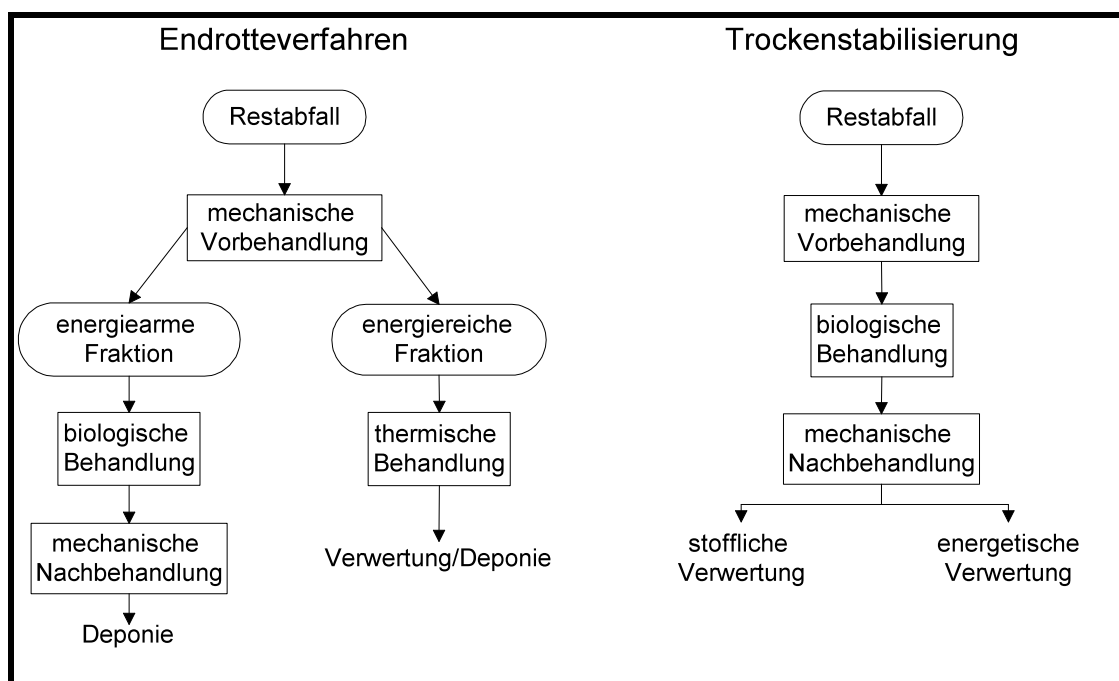


Abbildung 2: Vereinfachte Darstellung grundlegender MBA-Konzepte

Dabei werden die aktuellen Entwicklungen in den Bereichen Anlageninput, mechanische Aufbereitung, biologische Behandlung, Abluftreinigung, Reststoffe sowie die Themen Klimaschutz, Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit angesprochen. Anschließend wird detaillierter auf die energetisch verwertbaren Reststoffe eingegangen, wobei die Möglichkeiten der Aufbereitung und Verwertungsoptionen beschrieben werden und der Stand bei der Qualitätssicherung von Ersatzbrennstoffen erläutert wird. Zum Abschluss des Beitrages wird ein kurzer Ausblick zur Weiterentwicklung der MBA-Technologie in Deutschland, aber auch im internationalen Bereich gegeben [4].

In Anlagen mit MBA-Technologie werden Siedlungsabfälle auf Basis einer stoffspezifischen Abfallbehandlung aufbereitet. Dies bedeutet, dass bei der Auswahl und Festlegung von Behandlungsschritten für Siedlungsabfälle deren - größtenteils sehr unterschiedliche - stoffliche Eigenschaften maßgebend sind. Dieser Ansatz spiegelt sich in drei verfahrenstechnischen Konzepten wieder:

- **Mechanisch-Biologische Abfallbehandlung** (MBA-Verfahren, aerob/anaerob)
- **Mechanisch-Biologische Stabilisierung** (MBS-Verfahren)
- **Mechanisch-Physikalische Stabilisierung** (MPS-Verfahren)

Das am häufigsten verwendete Verfahren zur stoffspezifischen Abfallbehandlung ist die Mechanisch-Biologische Abfallbehandlung. Hier werden die Stoffströme zur weiteren biologischen Behandlung sowie diejenigen zur Wiederverwertung oder zur energetischen Verwertung ausgeschleust. Die biologische Behandlung erfolgt in Rottestufen (Tunnel, Zeilen oder Mieten) oder in Vergärungsstufen (Trocken- oder Nassvergärung). Als Endprodukt wird ein ablagerungsfähiges Material (Deponat) erzeugt. Bei der Mechanisch-Biologischen Stabilisierung erfolgt die biologische Trocknung des gesamten Abfallinputs zur Gewinnung heizwertreicher Abfälle bei Minimierung des abzulagernden Stoffstroms. Bei der Mechanisch-Physikalischen Stabilisierung werden heizwertreiche Abfallbestandteile aus Siedlungsabfällen nur über mechanische und physikalische Verfahren selektiert und im Rahmen eines mehrstufigen Behandlungsprozesses zu einem Ersatzbrennstoff aufbereitet. Dieser Aufbereitungsprozess umfasst z. B. eine Abtrennung der heizwertarmen Bestandteile und der Fe- und NE-Metalle sowie eine mehrstufige Zerkleinerung. Bei Bedarf werden schadstoffreiche Teilfraktionen abgetrennt und die heizwertreiche Fraktion getrocknet.

2 Optimierung von MBA-Technik, Energieeffizienz, Klimaschutz und Wirtschaftlichkeit

Für die MBA-Anlagen sind teilweise bis zu 70 Abfallschlüsselnummern als **Anlageninput** genehmigt, so dass ein sehr breites Spektrum an Abfällen behandelt werden darf. Dies hat in den ersten Betriebsjahren bei einigen Anlagen mit MBA-Technologie zu Problemen geführt, da teilweise auch Fraktionen in die MBA gelangt sind, die sich (noch) nicht zielführend behandeln ließen. Inzwischen haben die meisten Anlagen mit MBA-Technologie konkrete Annahmelisten entwickelt, so dass die Verpflichtungen, eine Region zu entsorgen, nicht mehr auf Kosten der Betriebssicherheit der Anlagen mit MBA-Technologie gehen. Auf der anderen Seite wurden umfangreiche Praxiserfahrungen gesammelt, so dass nun auch weitere Abfallschlüsselnummern ohne Gefährdung des Behandlungserfolgs in den Betriebsablauf integriert werden können. Dies ist für viele Anlagen mit MBA-Technologie auch deshalb erforderlich, weil die angelieferten

Abfallmengen, insbesondere aus dem Bereich der Gewerbeabfälle, stark zurückgegangen sind. Vor diesem Hintergrund wird versucht, zusätzliche Abfälle (Straßenkehricht mit hohen organischen Anteilen, Rechengut aus der Abwasserbehandlung usw.) am Entsorgungsmarkt zu akquirieren.

Ein großer Vorteil der MBA-Technologie liegt in der hohen Flexibilität auf geänderte Anforderungen des Abfallmarktes reagieren zu können. Basis hierfür sind die **mechanischen Aufbereitungsstufen**, die als Schaltstelle für die jeweils marktangepasste Behandlung und Lenkung der Stoffströme fungieren. Auch in diesem Bereich wurden sehr unterschiedliche Systeme in der Praxis realisiert und inzwischen rund 6 Jahre Erfahrungen gesammelt. Dabei wurden und werden die Aufbereitungsschritte vor und nach der biologischen Behandlung ständig weiter optimiert, um die biologische Abbaubarkeit bzw. Trocknung der nativ-organischen Fraktion zu verbessern und die energetische Verwertung der heizwertreichen Fraktion nach Möglichkeit in industriellen Verbrennungsanlagen mit hohen Gesamtwirkungsgraden zu ermöglichen. So können durch die Anlagen mit MBA-Technologie in Deutschland inzwischen konstant gute Qualitäten von EBS für die unterschiedlichsten Anwendungen (Kohlekraftwerk, Zementwerk oder EBS-Kraftwerke) bereitgestellt werden. Dies ist auch deshalb wichtig, da die hochwertige energetische Verwertung der EBS von entscheidender Bedeutung für die ökologische Gesamtbewertung des jeweiligen MBA-Konzeptes ist. Trotzdem gibt es bei fast allen Anlagen mit MBA-Technologie in Deutschland den Bedarf an einer weiteren Optimierung der mechanischen Aufbereitungsstufen, um die Qualität der Aufbereitungsprodukte weiter zu verbessern und die Wirtschaftlichkeit der Aufbereitung zu erhöhen (Senkung Energieverbrauch, Verschleiß usw.).

In den ersten Betriebsjahren vieler Anlagen mit MBA-Technologie ging es bei der **biologischen Behandlung** insbesondere um die Optimierung, d.h. Verkürzung der Behandlungsdauer, um ein deponiefähiges Material zu erzeugen. Hier konnten die Anlagen mit MBA-Technologie erhebliche Fortschritte erzielen und i. d. R. können die Ablagerungskriterien in weniger als 10 Wochen erreicht werden. Dies schafft zusätzliche Behandlungskapazität, ist ökologisch vorteilhaft und führt zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit der MBA. Da eine verkürzte biologische Behandlungsdauer in vielen Fällen zu geringeren Abluftmengen führt, ergeben sich auch Vorteile im Bereich der Abluftreinigung. Eine größere Bedeutung werden künftig anaerobe Systeme erlangen, da sich auch aus der zur Ablagerung bestimmten Fraktion Energie „gewinnen“ lässt. Durch die Integration von Vergärungsstufen kann die Energieeffizienz des gesamten MBA-Konzeptes positiv beeinflusst und damit auch die positiven ökologischen Effekte verstärkt werden. Dass die Nachrüstung einer Anaerobstufe auch bei bestehenden MBA-Anlagen sinnvoll ist, zeigt z. B. die MBA Rostock, die um eine Teilstromvergärungsanlage mit 3 thermophil betriebenen Reaktoren ergänzt wurde [1].

Die 30. BImSchV schreibt für MBA in Deutschland die thermische **Abluftreinigung** vor. Aufgrund der nur in der 30. BImSchV auf die behandelte Abfallmenge bezogenen Begrenzung von Frachtwerten für TOC und N₂O wurden die Luftmengen in den MBA drastisch reduziert. Dies wurde durch Mehrfachnutzung, Umluftkühlung etc. von Abluftteilströmen erreicht. In vielen Anlagen mit MBA-Technologie haben die Anlagen zur Regenerativen Thermische Oxidation (RTO) die Erwartungen an Verfügbarkeit und technische Reife für den speziellen Anwendungsfall Abluft aus MBA nicht erfüllt (Korrosionserscheinungen, Verblockung der Wärmetauscherfüllkörper mit Siliziumdioxidverbindungen usw.). Trotz der laufenden Bestrebungen zur technischen Optimierung der RTO ist hier anzumerken, dass die Sinnhaftigkeit einer thermischen Abluftreinigung von MBA-Abluft unter ökobilanziellen Gesichtspunkten kritisch zu bewerten ist! Elegant und ökologisch sinnvoll gelöst wurde die Abluftreinigung an der MBA-Anlage Rostock. Hier wird die Abluft inzwischen nicht mehr über die RTO behandelt, sondern als Verbrennungsluft des EBS-Kraftwerks auf dem Nachbargrundstück im Überseehafen zugeführt [1].

Im Rahmen der stofflichen Verwertung der **Reststoffe** ist in der letzten Zeit die Metallabscheidung verstärkt worden, wieder steigende Rohstoffpreise wirken sich hier positiv aus. Besonders Nichteisenmetalle werden zunehmend interessant. Vor 3 Jahren gab es noch Probleme bei der energetischen Verwertung der heizwertreichen Fraktion. Dies lag zum einen daran, weil noch nicht genügend industrielle Verbrennungsanlagen als Abnehmer der produzierten Ersatzbrennstoffe zur Verfügung standen bzw. stehen wollten. Inzwischen sind einige zusätzliche EBS-Kraftwerke realisiert worden. Kapazitäten von rund 5,8 Mio. Mg/a sind in Betrieb oder im Bau und weitere 1,4 Mio. Mg/a sind genehmigt bzw. in der Genehmigungsphase. Wenn diese Anlagen realisiert werden, steht künftig eine Gesamtkapazität von über 7 Mio. Mg/a zur Verfügung [3]. Zum anderen ist die Qualitätssicherung der EBS in den vergangenen Jahren wesentlich verbessert worden, so dass inzwischen konstante und an das jeweilige EBS-Kraftwerk angepasste Brennstoffqualitäten geliefert werden können. Somit hat sich die Situation in der Praxis umgekehrt. Bei Neuverträgen sind die Zuzahlungen durch den MBA-Betreiber für die energetische Verwertung der EBS stark gesunken und inzwischen werden in Einzelfällen bereits Erlöse für hochkalorische Brennstoffe erzielt. Die Ablagerung einer biologisch stabilisierten oder mechanisch abgetrennten, inerten „Deponiefraction“ ist Bestandteil aber nicht vorrangiges Ziel von MBA-Konzepten in Deutschland. Der quantitativ und insbesondere vom Energieinhalt höhere Anteil des behandelten Abfalls geht in die stoffliche und energetische Verwertung. Derzeit werden Verwertungskonzepte für die Fein- und Inertfraktion aus den MBA geprüft. Solange die Feinfraktion auf Deponien abgelagert wird, bedarf es einer Entwicklung und Überwachung angepasster Deponiekonzepte. Befürchtungen zur mangelnden Standfestigkeit von MBA-Deponien konnten in der Praxis zwischenzeitlich widerlegt werden.

Die **Energieeffizienz** von Kombinationsverfahren mit Anlagen mit MBA-Technologie und energetischer Verwertung der heizwertreichen Fraktion wird schon heute maßgeblich von der Energieeffizienz der nachgelagerten Verfahren der energetischen Verwertung bestimmt. Der Energiebedarf für die Aufbereitung der Abfälle der MBA ist dagegen nachrangig. Bei weitgehender Abtrennung der heizwertreichen Abfallbestandteile und deren effektiver Verwertung in Kohlekraft- und Zementwerken lassen sich höhere Nettowirkungsgrade erzielen als mit der Verbrennung der Gesamtabfälle in einer Müllverbrennungsanlage (MVA). Dennoch lassen sich die Energieeffizienz des Gesamtverfahrens und damit der Beitrag zum **Klimaschutz** weiter steigern. Zu nennen sind hier u. a. die Integration von Vergärungsstufen, die Optimierung des Energieverbrauchs, die Erhöhung der Ausbeute und Qualität heizwertreicher Abfallbestandteile, die Optimierung der Abtrennung von Fe- und NE-Metallen sowie weiterer Teilfraktionen mit dem Ziel einer stofflichen Verwertung.

Die Optimierung der **Wirtschaftlichkeit** der Anlagen mit MBA-Technologie ist vor dem Hintergrund der aktuellen Rahmenbedingungen am Entsorgungsmarkt mit den inzwischen erheblichen Überkapazitäten im Bereich der thermischen Abfallbehandlung ein zentrales Thema. Die Überkapazitäten haben in den letzten beiden Jahren zu einem erheblichen Preisverfall geführt. Diese Situation wird sich nur langsam entspannen. In diesem Spannungsfeld müssen sich auch die Anlagen mit MBA-Technologie behaupten und dies ist nicht einfach. Die spezifischen Behandlungskosten inklusive der Reststoffentsorgung der meisten Anlagen mit MBA-Technologie liegen auch bei voller Auslastung bei etwa 80 bis 120 €/Mg. Die Möglichkeiten zur Beeinflussung der Gesamtbehandlungskosten sind für jede Anlage mit MBA-Technologie anders und hängen von den jeweiligen spezifischen Rahmenbedingungen ab. Der Vorteil einer Anlage mit MBA-Technologie z. B. im Vergleich zu einer MVA liegt in der aktuellen Situation darin, dass die Anlagen mit MBA-Technologie die Stoffströme quantitativ und qualitativ beeinflussen können, was im Einzelfall auch zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit führt. Darüber hinaus gibt es viele weitere Ansatzpunkte für die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit, wozu auch das Nutzen von Synergieeffekten durch integrierte Lösungen über die MBA-Grenzen hinaus gehört. In Lübeck soll z. B. künftig das gering belastete Sickerwasser der angrenzenden stadteigenen Deponie in den Prozesswasserkreislauf der MBA integriert werden und hierdurch entfällt die Notwendigkeit, dass die Deponie eine eigene Sickerwasserbehandlungsanlage betreiben muss [2].

3 Aufbereitung, energetische Verwertung und Qualitätssicherung von Ersatzbrennstoffen (EBS)

3.1 Grundlegende Anmerkungen

Die bisherigen Ausführungen zeigen, dass sich die Rahmenbedingungen für die MBA-Technologie in den vergangenen Jahren drastisch geändert haben und der Stellenwert der Herstellung und energetischen Verwertung von Ersatzbrennstoffen aus ökologischen und ökonomischen Gründen massiv gestiegen ist. Die Energieressource Abfall wird durch den derzeitigen und auch künftig zu erwartenden Preisanstieg der Primärenergieträger Öl, Gas oder Kohle immer begehrter. Durch den EBS-Einsatz können diese Primärenergieträger ersetzt werden. Die energetische Verwertung von heizwertreichen Fraktionen aus Anlagen mit MBA-Technologie und Gewerbeabfallsortieranlagen bzw. daraus aufbereiteten Ersatzbrennstoffen erfolgt in zunehmendem Maße in EBS-Kraftwerken. Energieintensive Unternehmen haben schon frühzeitig Abfall als Energieressource erkannt und viele EBS-Projekte realisiert. Weiterhin werden hochkalorische Sekundärbrennstoffe (SBS) mit hoher Energieeffizienz in der Mitverbrennung als qualitätsgesichertes Material in Kohlekraft- oder Zementwerken eingesetzt. Hier lassen sich die ökologischen Ziele Klimaschutz und Ressourcenschonung gut mit den betriebswirtschaftlichen Zielen verbinden. Neben dem Beitrag zur Entsorgungssicherheit wird damit auch ein Beitrag zur Ressourcenschonung geleistet. EBS aus Siedlungsabfällen weisen biogene Anteile von teilweise über 50 % auf, deren Verbrennung CO₂-neutral ist, so dass ein nachhaltiger Beitrag zum Klimaschutz geleistet wird.

Es ist aber anzumerken, dass das verfügbare EBS-Potenzial begrenzt ist und wie bereits dargestellt, sind in Deutschland erhebliche Überkapazitäten mit den entsprechenden Konsequenzen (Preisverfall usw.) geschaffen worden. Außerdem gehen die Hausmüllmengen, bedingt durch den demografischen Wandel, stetig und in einigen Regionen deutlich zurück. Geprägt von der wirtschaftlichen Situation in der Wirtschaftskrise gingen bis Mitte 2010 auch die Gewerbeabfallmengen zurück. Außerdem gibt es erhebliche Risiken für den Recyclingmarkt, da durch die niedrigen Verbrennungspreise die stoffliche Verwertung zurückgeht und bereits mehrere Aufbereitungsanlagen geschlossen werden mussten.

3.2 Begriffsdefinition sowie Optionen der Aufbereitung und energetischen Verwertung

Die Begriffe „Ersatzbrennstoff“, „Sekundärbrennstoff“ u. a. werden in der Praxis häufig unterschiedlich verwendet, da es bisher keine klare und rechtlich verbindliche Begriffsdefinition gibt. Die Verwendung des Begriffes „Ersatzbrennstoff“ in diesem Beitrag orientiert sich an den Festlegungen der Gütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe und Re-

cyclingholz (BGS) e. V. Diese unterscheidet **Ersatzbrennstoffe (EBS)** generell in heizwertreiche Fraktionen (hwF) und in Sekundärbrennstoffe [5]. Der BGS e. V. charakterisiert **heizwertreiche Fraktionen** folgendermaßen:

- aus Abfällen abgetrennte Anteile bzw. Fraktionen, die auf Grund ihrer Zusammensetzung und Eigenschaften deutlich höhere Heizwerte aufweisen als das Abfallgemisch
- geringere Aufbereitungstiefe, .z. B. gröbere Korngröße
- z. B. heizwertreiche Fraktionen aus Mechanisch-Biologischen Aufbereitungsanlagen oder Gewerbeabfallsortieranlagen

Sekundärbrennstoffe (SBS) definiert der BGS e. V. als endkonfektionierten Brennstoff aus produktionsspezifischen Abfällen oder Siedlungsabfällen nach weitgehender Aufbereitung. Diese erfolgt beispielsweise mittels NIR-Technologie oder zusätzlicher ballistischer Separation. Ziel dieser Aufbereitung ist es, einen Brennstoff mit definierter Qualität herzustellen, der für die Mitverbrennung z. B. in Zement-, Kalk- oder Kraftwerken geeignet ist. SBS weisen i. d. R. Korngrößen < 20 mm auf und der Heizwert liegt zwischen 20 bis 25 MJ/kg bei einem Wassergehalt von 10 bis 15 %. SBS zur Mitverbrennung wird überwiegend in Form von einblasfähigem „Fluff“ hergestellt, wodurch die Verbrennung des Materials nach Eintritt in die Brennkammer in der Flugphase ermöglicht wird.

Nach aktuellen Angaben der BGS e. V. wurden in Deutschland zwischen 1,8 und 2,5 Mrd. Euro in die Aufbereitungstechnologie von über 140 Anlagen investiert. In diesen Anlagen, in denen mehrere tausend Arbeitsplätze geschaffen wurden, werden jährlich etwa 7 Mio. Mg Ersatzbrennstoffe hergestellt.

Die **Herstellung von Ersatzbrennstoffen** wird maßgeblich vom jeweiligen Einsatzort und -zweck beeinflusst. Unabhängig hiervon werden allgemein definierte Vorgaben für physikalische und chemische Parameter wie z. B. Korngröße, Schüttdichte, Wassergehalt, Heizwert, Chlor- und Schwermetallgehalt etc. gemacht. Für Industriefeuerungsanlagen ist maßgeblich, dass der jeweils zu verwertende Ersatzbrennstoff in gleichbleibender Menge und Qualität zur Verfügung steht. Um die von einem Verwerter geforderten Anforderungen an den EBS einzuhalten, sollte bei den Brennstoffherstellern eine entsprechend angepasste Aufbereitung erfolgen.

Heizwertreiche Fraktionen können in entsprechend geeigneten EBS-Kraftwerken energetisch verwertet werden. Sie dienen aber auch als Ausgangsmaterial zur weiteren Aufbereitung von Sekundärbrennstoffen.

Wenn auch der Ausbau stoffstromspezifischer Aufbereitungsanlagen in Deutschland abgeschlossen scheint, führt eine Stärkung dieser Aufbereitungstechnologie zur besse-

ren Ausnutzung der Abfalleigenschaften und liefert entsprechende Vorprodukte für weitere Verfahrensschritte. Unerheblich ist an dieser Stelle die Frage, welche Menge nach biologischer Behandlung noch deponiert werden muss, denn das Ziel all dieser Vorschaltanlagen - vor allem MA, MBS oder MPS aber auch MBA - ist, heizwertreiche Abfallbestandteile einer **energetischen Verwertung** zuzuführen. Die in Deutschland betriebenen 46 Anlagen mit MBA-Technologie weisen eine Brennstoffproduktion von 2 bis 3 Mio. Mg/a auf. Diese Anlagen werden zwar nach den unterschiedlichsten Verfahrenskonzepten betrieben, aber alle stellen am Ende der Aufbereitung einen nennenswerten Massenstrom (je nach Abfalleigenschaft und Konzept bis zu 70 %) heizwertreicher Abfallströme für eine energetische Verwertung bereit. Daneben existieren noch 91 Anlagen zur EBS-Produktion mit einer Brennstoffproduktion von ca. 4,7 Mio. Mg/a.

Bei den meisten Anlagen mit MBA-Technologie handelt es sich bei den erzeugten Ersatzbrennstoffen um mittelkalorische heizwertreiche Fraktionen. Diese werden u. a. in energieeffizienten EBS-Kraftwerken zur Strom- und Dampferzeugung eingesetzt. Exemplarisch wird dies am Beispiel Neumünster dargestellt.



Abbildung 3: MBA Neumünster

Die MBA Neumünster weist eine Behandlungskapazität von 200.000 Mg/a auf. Die Anlage ist ausgelegt auf die Aufbereitung von jährlich 150.000 Mg Hausmüll sowie 50.000 Mg Gewerbeabfall. Der Abfall wird nach mechanischer Vorbehandlung biologisch getrocknet. Jährlich werden so etwa 160.000 Mg heizwertreiche Fraktionen gewonnen. Diese werden in der Thermischen Ersatzbrennstoffverwertungsanlage (TEV) der Stadtwerke Neumünster GmbH energetisch verwertet (siehe Abb. 4). Die TEV Neumünster hat eine Jahreskapazität von 190.000 Mg (bei einem Heizwert von 12 MJ/kg). Neben heizwertreichen Fraktionen aus der MBA Neumünster werden weitere aus der MBA Lüneburg eingesetzt. Die Anlage weist eine Feuerungslinie mit zirkulierender Wirbel-

schicht auf. Die Kesselleistung beträgt 75 MW_{elektrisch}. Im Jahr 2009 hat die TEV Neumünster über 1,1 Mio. Mg Dampf erzeugt. Die Stromerzeugung lag 2009 bei 183 Mio. kWh.



Abbildung 4: TEV Neumünster

In den letzten Jahren hat sich die Herstellung von **Sekundärbrennstoffen** zur Mitverbrennung beispielsweise in Industriefeuerungsanlagen (z. B. Zementwerke) wie auch Großkraftwerken etabliert. Die Gesamtmenge der mitverbrannten Sekundärbrennstoffe beläuft sich aktuell auf ca. 2 Mio. Mg/a und davon werden ca. 15 % der Gütesicherung nach RAL-GZ 724 unterzogen (siehe auch Kapitel 3.3).

Angesichts der weltweiten Wirtschaftslage ist der Einsatz von Sekundärbrennstoffen für einige Branchen von entscheidender Bedeutung. Für die deutsche Zementindustrie ist der SBS-Einsatz alternativlos. Die Zementherstellung ist ein äußerst energieintensiver Prozess. Um Kosten zu senken und somit auf dem Weltmarkt weiterhin handlungsfähig zu sein, ersetzen deutsche Zementwerke ihre Primärbrennstoffe in immer größerem Umfang durch Sekundärbrennstoffe (teilweise sind bis zu 100 % der Feuerungswärmeleistung genehmigt).

3.3 Qualitätssicherung

Mit der zunehmenden Inbetriebnahme von EBS-Kraftwerken in den vergangenen Jahren steigt die Relevanz anwendbarer Qualitätssicherungskonzepte für heizwertreiche Fraktionen. Das Hauptmotiv für den Betrieb von EBS-Kraftwerken ist die Nutzenergiegewinnung. Die Kraftwerksprojekte werden daher vorrangig in Kooperation mit energie-

intensiven Unternehmen realisiert. Diesen Unternehmen liefert ein EBS-Kraftwerk Prozessenergie für die Produktion. Die technische Verfügbarkeit der Produktion ist gerade für die produzierenden Unternehmen eine elementare Grundlage ihrer Geschäftstätigkeit. Aus diesem Grund ist die Verfügbarkeit der EBS-Kraftwerke von hoher Bedeutung.

Um ein EBS-Kraftwerk störungsfrei zu betreiben, ist eine permanente Verfügbarkeit der Energiequelle entscheidend. Diese ist nur mit einem auf die Verbrennungstechnik abgestimmten Brennstoff von konstanter Qualität zu realisieren. So werden an den Ersatzbrennstoff definierte Anforderungen an die physikalische bzw. chemische Beschaffenheit, aber auch an eine Begrenzung von Störstoffen, gestellt. Brennstoffverträge zwischen Verwertungsanlagen und Brennstoffproduzenten enthalten aus diesem Beweggrund in der Regel Pönalen für prozessrelevante Qualitätsparameter. Exemplarisch kann hier der Parameter Chlor genannt werden, welcher in hohen Konzentrationen zur so genannten Hochtemperatur-Chlorkorrosion führen kann. Des Weiteren sind genehmigungsrechtliche Randbedingungen hinsichtlich der Brennstoffqualität von Kraftwerksbetreibern zu erfüllen.

Um sicherzustellen, dass die Vertragspartner die Bestimmung der Qualitätsparameter eindeutig und analog zueinander definieren ist es unerlässlich, ein einheitliches Vorgehen bei der Probenahme sowie Analytik und auch Auswertung, z. B. die Arbeitshilfe der Gütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe und Recyclingholz e. V., zu nutzen [6]. Unabhängig davon, ob die Brennstoffe einer Mit- oder Monoverbrennung zugeführt werden sollen, sind u. a. folgende Randbedingungen einzuhalten:

- definierter Heizwert - geringer Chlorgehalt
- definierte Korngröße sowie Schüttdichte
- geringe Störstoffanteile
- geringe Schwermetallgehalte (bei der Mitverbrennung)
- in ausreichender Menge und gleichbleibender Qualität verfügbar.

Um eine gleichbleibende Qualität bei der Produktion eines Ersatzbrennstoffs sicherzustellen, ist eine kontinuierliche Qualitätssicherung durchzuführen. Dazu ist es zudem unerlässlich, ein einheitliches Vorgehen bei der Probenahme sowie Analytik und auch Auswertung zu nutzen. Bei der Qualitätssicherung von Ersatzbrennstoffen ist eine repräsentative Probenahme elementar. In vielen Fällen wird die Probenahme bei der Anlagenplanung nicht berücksichtigt. Eine detaillierte Planung und Durchführung der Probenahme ist jedoch die Grundvoraussetzung für belastbare Analyseergebnisse. Das Personal vor Ort sollte geschult und hinsichtlich der Thematik „Qualitätssicherung“ sensibilisiert werden.

Für die heizwertreichen Fraktionen sind die Regelungen nach RAL-GZ 724 aufgrund der verschiedenen Verwertungswege sowie der deutlich größeren Stückgröße nicht anwendbar. Die Qualitätsparameter werden neben den in der Genehmigung festgelegten Parametern in diesen Fällen zwischen Verwerter und Hersteller bilateral verhandelt. Aber auch hier ist es notwendig, dass das Vorgehen bei der Bestimmung sowie die zugehörigen Verfahren und auch die Bewertung festgelegt sind. Der „Arbeitshilfe – Qualitätssicherung von heizwertreichen Fraktionen“ [5] der Gütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe und Recyclingholz e. V. sind entsprechende Vorgaben zu entnehmen.

Da die Beprobung der heizwertreichen Fraktion sowie die weitere Aufbereitung zur Laborprobe aufgrund der Korngröße ein sehr aufwändiges Prozedere darstellt, soll dieses Vorgehen durch Möglichkeiten u. a. der automatischen Probenahme sowie entsprechender weiterer Aufbereitung optimiert werden. Dazu wurde von der Fachhochschule Münster ein Forschungsantrag gestellt, in dem verschiedene derzeit schon umgesetzte Verfahren miteinander verglichen und optimiert werden sollen. Vertreter einiger EBS-Kraftwerke sowie Hersteller von automatischen Probenahmesystemen haben sich an der erfolgreichen Antragstellung beteiligt. Das dreijährige Forschungsvorhaben läuft seit Anfang 2011.

4 Perspektiven der MBA-Konzepte und der energetischen Verwertung von Ersatzbrennstoffen aus nationaler und internationaler Sicht

Die Abfallwirtschaft muss sich zunehmend an den Vorgaben nachhaltiger Ressourcen- und Klimaschutzziele ausrichten. Nach aktuellen Studien kann die Abfallwirtschaft dazu auch weiterhin einen wesentlichen Beitrag durch eine stoffliche und energetische Verwertung von Abfällen bei energieeffizienter Optimierung der Behandlungsanlagen leisten. In Europa wird die konkrete Umsetzung der AbfRRL in den Staaten der EU zu einer zurzeit nur schwer abschätzbaren Veränderung des Abfallaufkommens hinsichtlich Menge und Qualität sowie dessen Verbleib führen. Die MBA muss und wird sich diesem Wettbewerb um Mengenströme und Qualitäten stellen. Die technischen Voraussetzungen und Entwicklungspotenziale sind dafür vorhanden. Die stoffspezifische Abfallbehandlung mit einer Anlage mit MBA-Technologie als Schaltstelle einer Stoffstromtrennung mit energieeffizienter Behandlung und Verwertung der Teilströme bietet dafür nicht nur in Europa eine gute Ausgangsposition. Die technische Ausführung der MBA-Technologie lässt sich dabei flexibel an die jeweiligen Anforderungen und Rahmenbedingungen anpassen.

Die MBA-Technologie hat in Deutschland innerhalb weniger Jahre einen hohen Entwicklungsstand erreicht und diese Erfahrungen gilt es in den nächsten Jahren in ange-

passter Form im Ausland zu etablieren. Hier lassen sich bei vereinfachter Betrachtung zwei Ländergruppen unterscheiden.

Zum einen sind dies die Länder, die bereits über eine gut funktionierende Abfallwirtschaft verfügen. Dies sind insbesondere die Länder der Europäischen Union, die teilweise bereits ähnliche MBA-Standards in der Abfallbehandlung (z. B. Österreich) umgesetzt haben, aber auch die „neuen“ und teilweise „alten“ EU-Länder, deren Abfallwirtschaft noch im Aufbau ist. Hier können stoffstromspezifisch optimierte Abfallwirtschaftskonzepte mit integrierten MBA-Lösungen einen wesentlichen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung leisten und dabei steht immer mehr die Herstellung von Ersatzbrennstoffen und deren umweltverträglich energetische Verwertung im Fokus.

Zum anderen sind hier die Entwicklungs- und Schwellenländer zu nennen, deren in den meisten Fällen nur rudimentär vorhandene Abfallwirtschaft häufig für etwa 10 bis 15 % der klimarelevanten Emissionen verantwortlich ist, während in Deutschland inzwischen aufgrund der hohen Entsorgungsstandards eine Nettoentlastung realisiert ist. Mehr als 5 Mrd. Menschen auf der Welt leiden unter den gesundheitlichen Folgen einer nicht vorhandenen bzw. völlig rückständigen Abfallwirtschaft. Hier lässt sich gerade mit (einfachen) angepassten MBA-Lösungen sehr viel, u. a. für den Klimaschutz bewegen und der Export von Technik und Wissen in diesem Bereich ist auch wirtschaftlich für alle Akteure interessant. Besonderen Stellenwert hat dabei die Herstellung und energetische Verwertung von Ersatzbrennstoffen.

Die aktuelle Situation bei der Herstellung und energetischen Verwertung von Ersatzbrennstoffen ist in Deutschland stark durch die bereits angesprochenen Überkapazitäten im Bereich der thermischen Abfallbehandlung geprägt. Derzeit ist eine hochwertige Aufbereitung von qualitätsgesicherten Sekundärbrennstoffen ökonomisch kaum noch darstellbar. Hierdurch wurden Stilllegungen (z.T. nur vorübergehend) von Aufbereitungsanlagen bewirkt. Ziel aller am Markt Beteiligten sollte aber eine nachhaltige Abfallwirtschaft sein und vor diesem Hintergrund wäre ein Preis für Ersatzbrennstoffe sinnvoll, der sich an deren Energiewert orientiert.

Neben der Ökonomie sollte auch der Klima- und Ressourcenschutz mehr in die Betrachtungen einfließen. Im Bereich der energetischen Verwertung sollte die energieeffizienteste Form das zu erreichende Ziel darstellen. Hierbei spielt der Wirkungsgrad der Verbrennungsanlage eine wesentliche Rolle, da bei einem höheren Wirkungsgrad die im Abfall enthaltene Energie entsprechend effizienter genutzt wird. Der Wirkungsgrad von Industriefeuerungsanlage bzw. Großkraftwerken ist i. d. R. höher als bei Müllverbrennungsanlagen. Deshalb sollte die Mitverbrennung von Sekundärbrennstoffen weiter ausgebaut werden. Dies wird auch durch vorliegende Ökobilanz-Studien bestätigt, die letztlich zu dem Ergebnis kommen, dass die CO₂-Einsparung umso höher ausfällt, je effizienter eingesetzte Energie genutzt wird.

Es bleibt abschließend festzustellen, dass die Monoverbrennung im Zuge von „Kombinationsverfahren“ (heizwertreiche Fraktionen aus Anlagen mit MBA-Technologie plus energetische Verwertung in energieeffizienten EBS-Kraftwerken) und die Mitverbrennung von gütegesicherten Sekundärbrennstoffen eine der effizientesten Verwertungsformen für energiereiche Abfälle darstellen und somit einen wichtigen Beitrag zum Klima- und Ressourcenschutz leisten. Eine moderne und vor allem nachhaltige Kreislaufwirtschaft kann auf die Herstellung und energetische Verwertung von Ersatzbrennstoffen auch zukünftig nicht verzichten. Dies gilt nicht nur für Deutschland sondern auch für den internationalen Bereich. Deutschland wird in vielen Ländern (z. B. arabischer Raum, China, Indien) als abfallwirtschaftliches Vorbild gesehen und unsere abfallwirtschaftlichen Konzepte sowie die realisierte Anlagentechnik genießen hohes Ansehen. Dies gilt es zu nutzen und die globale Entwicklung der Abfallwirtschaft als Zukunftsaufgabe zu begreifen.

5 Literaturangaben

- [1] Nelles, M.; Westphal, J.; Morscheck, G.: „Erweiterung von MBAs um eine anaerobe Stufe am Beispiele Rostock“ Beitrag im Tagungsband, Seite 215 bis 227 zur 3. Internationalen Tagung MBA und Sortieranlagen vom 12. bis 15. Mai 2009 in Hannover, ISBN 978-3-86727-953-6, deutsch und ISBN 978-3-86727-236-0, englisch (5/2009)
- [2] Nelles, M.; Nassour, A.: „Technische und wirtschaftliche Prüfung und Beurteilung des Entwicklungskonzeptes für die MBA Lübeck“, Gutachten im Auftrag der Entsorgungsbetriebe Lübeck, Rostock, unveröffentlicht (9/2009)
- [3] Arbeitsgemeinschaft Stoffspezifische Abfallbehandlung (ASA) e. V.: „MBA-Steckbriefe 2010/2011“; ASA GmbH, Ennigerloh (2/2010)
- [4] Nelles, M.; Morscheck, G; Nassour, A; Schüch, A.: „Optimierung und Nachrüstung von MBA-Anlagen in der Praxis“ Beitrag in: Witzenhausen Institut – Neues aus Forschung und Praxis, Bio- und Sekundärrohstoffverwertung V, Seite 598 bis 610, ISBN 3-928673-56-4 (4/2010)
- [5] Flamme, S.: „Ersatzbrennstoffe – Aufbereitung, Spezifika, Anforderungen, aktuelle Absatzmärkte“, Beitrag im Tagungsband zu den Internationalen 7. ASA Abfalltagen, Seite 149 bis 160, ISBN 3-935974-14-0
- [6] BGS (2008): Gütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe und Recyclingholz e. V. (BGS):, Probenahme-, Probenaufbereitungs- und Analysenvorschrift für Sekundärbrennstoffe im Rahmen des RAL-GZ 724, Stand Oktober 2008, Münster

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

WASTE MANAGEMENT, Volume 2

Waste Management, Recycling, Composting, Fermentation,
Mechanical-Biological Treatment, Energy Recovery from Waste,
Sewage Sludge Treatment

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Luciano Pelloni.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011

ISBN 978-3-935317-69-6

ISBN 978-3-935317-69-6 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 2011

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

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

Erfassung und Layout: Janin Burbott, Petra Dittmann, Sandra Peters,

Martina Ringgenberg, Ginette Teske

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.