

**Integrierte Vermeidung und Verminderung
der Umweltverschmutzung (IVU)**

**BVT-Merkblatt über beste verfügbare Techniken
der Abfallverbrennung**

Juli 2005

mit ausgewählten Kapiteln in deutscher Übersetzung

Umweltbundesamt
(German Federal Environmental Agency)
National Focal Point - IPPC
Wörlitzer Platz 1
D-06844 Dessau
Tel.: +49 (0)340 2103-0
Fax: + 49 (0)340 2103-2285
E-Mail: nfp-ippc@uba.de (Betreff: NFP-IPPC)

Zusammenfassung

Das Merkblatt zu den besten verfügbaren Techniken (BVT-Merkblatt) mit dem Titel „Abfallverbrennungsanlagen“ beruht auf einem Informationsaustausch nach Artikel 16 Absatz 2 der Richtlinie 96/61/EG des Rates (IVU-Richtlinie). In der vorliegenden Zusammenfassung werden die wichtigsten Ergebnisse, die wesentlichen Schlussfolgerungen zu den BVT und die damit assoziierten Emissions- und Verbrauchswerte beschrieben. Sie ist im Zusammenhang mit dem Vorwort zu sehen, in dem die Zielsetzungen dieses Dokuments, seine Verwendung und seine Rechtsgrundlage erläutert werden. Sie kann als eigenständiges Dokument gelesen und verstanden werden. Dem Charakter einer Zusammenfassung entsprechend sind jedoch nicht alle Aspekte des gesamten Merkblattes enthalten. Im Prozess der BVT-Entscheidungsfindung ist diese Zusammenfassung daher nicht als Ersatz für den vollen Wortlaut anzusehen.

Anwendungsbereich dieses Dokuments

Der Anwendungsbereich dieses Dokuments ergibt sich aus Anhang I Nummern 5.1 und 5.2 der IVU-Richtlinie 96/86/EG insoweit sie die Verbrennung von Abfall betreffen. Dabei blieben die in der IVU-Richtlinie festgelegten Beschränkungen betreffend die Anlagenkapazität und auch die darin verwendeten Definitionen der Begriffe „Abfall“, „Verwertung“ und „Beseitigung“ unberücksichtigt. Mit dem gewählten Anwendungsbereich sollte eine pragmatische Betrachtung der Abfallverbrennungsbranche als Ganzes unter besonderer Berücksichtigung der gängigsten Anlagen- und Abfallarten ermöglicht werden. Der Geltungsbereich der Richtlinie über die Verbrennung von Abfällen spielte bei der Entscheidung über den Anwendungsbereich des Merkblattes ebenfalls eine Rolle. In die endgültige Fassung des BVT-Merkblattes flossen die im Rahmen des Informationsaustauschs von der Technischen Arbeitsgruppe (TAG) übermittelten Informationen ein.

Das Dokument befasst sich ausschließlich mit den speziell für Abfall errichteten Verbrennungsanlagen, nicht mit anderen Sachverhalten der thermischen Abfallbehandlung, wie z. B. Mitverbrennungsverfahren in Zementöfen und Großfeuerungsanlagen.

Obwohl der Schwerpunkt des Dokumentes auf den Verbrennungsverfahren liegt, beinhaltet es auch Informationen zu Pyrolyse- und Vergasungsverfahren.

Im vorliegenden BVT-Merkblatt werden folgende Punkte nicht erörtert:

- Entscheidungsfindung bei der Auswahl der Verbrennung als einem der Verfahren zur Behandlung von Abfall
- Vergleich der Abfallverbrennung mit anderen Möglichkeiten der Abfallbehandlung.

Abfallverbrennung

Die Verbrennung findet auf ein sehr breit gefächertes Spektrum von Abfällen Anwendung, wobei der eigentliche Verbrennungsvorgang in der Regel nur ein Teil eines komplexen Abfallbehandlungssystems ist, das in seiner Gesamtheit die Bewirtschaftung einer breiten Palette von in der Gesellschaft anfallenden Abfällen ermöglicht.

Im Verbrennungssektor haben sich in den zurückliegenden 10 bis 15 Jahren rasante technologische Entwicklungen vollzogen. Zum Großteil waren branchenspezifische Rechtsvorschriften die Triebfedern dieses Wandels; dies hat insbesondere zur Senkung des Schadstoffausstoßes der einzelnen Anlagen geführt. Die Verfahren werden kontinuierlich weiter entwickelt, wobei heute Techniken entwickelt werden, die eine Kostenbegrenzung bei gleichzeitiger Beibehaltung oder Verbesserung der Umweltleistung bewirken.

Mit der Abfallverbrennung soll ebenso wie mit den meisten anderen Abfallbehandlungsverfahren erreicht werden, dass die Menge und die Gefährlichkeit des Abfalls durch die Behandlung verringert werden, indem potenziell gefährliche Stoffe erfasst (und damit aufkonzentriert) oder zerstört werden. Verbrennungsprozesse

können auch ein Mittel zur Nutzung von Energie, mineralischen und/oder chemischen aus Abfallinhaltsstoffen sein.

Im Wesentlichen handelt es sich bei der Abfallverbrennung um die Oxidation der im Abfall enthaltenen brennbaren Stoffe. Abfall ist im Allgemeinen ein sehr heterogenes Material, das hauptsächlich aus organischen Stoffen, Mineralien, Metallen und Wasser besteht. Bei der Verbrennung entstehen Abgase, die den Großteil der verfügbaren Brennstoffenergie in Form von Wärme enthalten. Die organischen Stoffe im Abfall beginnen zu brennen, wenn die erforderliche Zündtemperatur erreicht ist und sie in Kontakt mit Sauerstoff kommen. Der eigentliche Verbrennungsprozess erfolgt in der Gasphase in Bruchteilen von Sekunden; dabei wird gleichzeitig Energie freigesetzt. Bei ausreichend hohem Heizwert des Abfalls und ausreichender Sauerstoffzufuhr können eine thermische Kettenreaktion und eine eigenständige Verbrennung in Gang gesetzt werden, d. h. es müssen keine zusätzlichen Brennstoffe zugeführt werden.

Obwohl sich die Konzepte erheblich unterscheiden, kann der Verbrennungssektor grob in folgende wichtige Teilsektoren untergliedert werden:

- i. Verbrennung gemischter Siedlungsabfälle: Dabei werden in der Regel gemischte und weitgehend unbehandelte Haushaltsabfälle behandelt, gelegentlich aber auch bestimmte industrielle und gewerbliche Abfälle (industrielle und gewerbliche Abfälle werden auch gesondert in speziell für die Verbrennung von nicht gefährlichen industriellen und gewerblichen Abfällen vorgesehenen Verbrennungsanlagen verbrannt).
- ii. Verbrennung von vorbehandelten Siedlungsabfällen und anderen vorbehandelten Abfällen: Dabei handelt es sich um Anlagen zur Behandlung von Abfällen, die gesondert gesammelt, vorbehandelt oder anderweitig aufbereitet wurden, so dass sie andere Merkmale aufweisen als gemischter Abfall. In diesen Teilsektor sind insbesondere Verbrennungsanlagen für gezielt aufbereitete Brennstoffe aus Abfall einzuordnen.
- iii. Verbrennung von gefährlichem Abfall: Dazu gehört die Verbrennung an Industriestandorten und in gewerblichen Anlagen (die gewöhnlich Abfälle unterschiedlichster Art annehmen).
- iv. Verbrennung von Klärschlamm: An einigen Standorten werden Klärschlämme getrennt von anderen Abfällen in speziell dafür errichteten Verbrennungsanlagen verbrannt, an anderen Anlagenstandorten wird Abfall dieser Art vor der Verbrennung mit anderen Abfällen (z. B. Siedlungsabfällen) gemischt.
- v. Verbrennung von Klinikabfällen: Verbrennungsanlagen, speziell errichtet zur Behandlung von Klinikabfällen, die typischerweise in Krankenhäusern und anderen Einrichtungen des Gesundheitswesens anfallen, bestehen in Form zentralisierter Anlagen oder auf dem Gelände einzelner Krankenhäuser usw. In einigen Fällen werden bestimmte Klinikabfälle in anderen Anlagen behandelt, beispielsweise zusammen mit gemischten Siedlungsabfällen oder gefährlichen Abfällen.

Aus den Angaben in diesem Dokument ist ersichtlich, dass zum Zeitpunkt seiner Erstellung

- etwa 20 - 25 % des in der EU-15 anfallenden festen Siedlungsabfalls mittels Verbrennung behandelt werden (die jährlich insgesamt erzeugte Menge an festem Siedlungsabfall beläuft sich auf knapp 200 Mio. Tonnen);
- der Anteil des durch Verbrennung behandelten festen Siedlungsabfalls in den einzelnen Mitgliedstaaten der EU-15 von 0 bis 62 % variiert;
- in der EU-15 insgesamt über 400 Anlagen zur Behandlung von festem Siedlungsabfall bestehen;
- die Verbrennungskapazität bei festem Siedlungsabfall in den einzelnen europäischen Ländern zwischen 0 kg und mehr als 550 kg pro Kopf und Jahr schwankt;
- in Europa die durchschnittliche Kapazität von Verbrennungsanlagen für festen Siedlungsabfall etwas weniger als 200 000 t/Jahr beträgt;
- die durchschnittliche Durchsatzkapazität der Verbrennungsanlagen für festen Siedlungsabfall in den Mitgliedstaaten ebenfalls variiert. Die kleinste Anlage hat eine Kapazität von 60 000 t/Jahr, während in der größten Anlage jährlich knapp 500 000 t verbrannt werden können;
- etwa 12 % des in der EU-15 erzeugten gefährlichen Abfalls verbrannt werden (erzeugte Jahresgesamtmenge: knapp 22 Mio. Tonnen).

In den kommenden zehn bis 15 Jahren dürfte die Branche für die Verbrennung von festem Siedlungsabfall expandieren, da im Zuge der Umsetzung der Deponierichtlinie Alternativen für das Abfallmanagement mittels Ablagerung auf Deponien gesucht werden und alte wie neue Mitgliedstaaten gleichermaßen ihre Abfallmanagementstrategien unter Beachtung dieser Rechtsvorschrift prüfen und umsetzen.

Wichtigste Umweltprobleme

Abfall und sein Management sind ein wichtiges Umweltproblem. Die thermische Abfallbehandlung kann daher als Antwort auf die Umweltgefahren betrachtet werden, die von schlecht oder gar nicht bewirtschafteten Abfallströmen ausgehen. Das Ziel der thermischen Behandlung ist eine allgemeine Verringerung der andernfalls möglicherweise vom Abfall ausgehenden Umweltauswirkungen. Während des Betriebs von Verbrennungsanlagen steigen jedoch die Emissions- und Verbrauchswerte, deren Vorhandensein und Höhe durch die Bauart und den Betrieb der Anlage beeinflusst wird.

Die möglichen Auswirkungen der Abfallverbrennungsanlagen an sich werden in folgende Hauptkategorien unterteilt:

- Emissionen des Gesamtverfahrens in die Luft und das Wasser (einschließlich Geruch)
- Abfallerzeugung des Gesamtverfahrens
- Lärm und Erschütterungen des Verfahrens
- Energieverbrauch und -erzeugung
- Rohstoffverbrauch (Verbrauch an Reaktionsmittel)
- Diffuse Emissionen – hauptsächlich verursacht durch die Abfalllagerung
- Verringerung der Risiken, die von der Lagerung/vom Umgang mit/von der Behandlung von gefährlichen Abfällen ausgehen.

Weitere Auswirkungen, die nicht in den Anwendungsbereich dieses BVT-Merkblatts fallen (jedoch in erheblichem Maße die Gesamtwirkung der gesamten Kette des Abfallmanagements beeinflussen können), resultieren aus folgenden Tätigkeiten:

- Transport des angelieferten Abfalls und der die Anlage verlassenden Abfälle
- umfangreiche Vorbehandlung des Abfalls (z. B. Herstellung von Brennstoffen aus Abfall).

Die Anwendung und Durchsetzung moderner Emissionsstandards und der Einsatz moderner Abgasreinigungstechnologien haben zu einer Senkung der Luftemissionen auf ein Niveau geführt, bei dem die von Abfallverbrennungsanlagen ausgehenden Verschmutzungsrisiken inzwischen als generell sehr gering eingeschätzt werden. Die kontinuierliche und wirkungsvolle Nutzung derartiger Abgasreinigungstechniken ist ein entscheidendes Umweltthema.

Neben der Gewährleistung einer wirksamen Behandlung von ansonsten möglicherweise Verschmutzungen verursachenden unbehandelten Abfällen spielen viele Abfallverbrennungsanlagen eine besondere Rolle als Verfahren zur Nutzung von Energie aus Abfall. Überall dort, wo Maßnahmen ergriffen wurden, um die Möglichkeiten zur Nutzung von Energie aus Abfall in den (überwiegend kommunalen) Abfallverbrennungsanlagen zu verbessern, wird in verstärktem Maße ein Beitrag zum Umweltschutz geleistet. Eine wichtige Umweltschutzaufgabe der Industriebranche ist daher die Steigerung ihrer Möglichkeiten als Energielieferant.

Angewandte Prozesse und Techniken

In Kapitel 2 des Merkblatts werden die in der Abfallverbrennungsbranche angewandten Verfahren und Techniken beschrieben. Den Schwerpunkt bildet dabei die Verbrennung als das am häufigsten genutzte Verfahren der thermischen Behandlung. Die Vergasung und die Pyrolyse werden aber ebenfalls behandelt. Die folgenden wichtigsten Tätigkeiten und Bereiche werden unterschiedlich ausführlich erörtert:

- Annahme des angelieferten Abfalls
- Lagerung von Abfall und Rohstoffen
- Vorbehandlung des Abfalls (hauptsächlich Behandlungen und Vermischungstätigkeiten auf dem Anlagengelände)
- Beschicken des Verbrennungsofens mit dem Abfall
- auf der Stufe der thermischen Behandlung angewandte Techniken (Bauart der Brennkammer usw.)
- Stufe der Energienutzung (z. B. Kesselvarianten und Optionen der Energieversorgung)
- Abgasreinigungstechniken (geordnet nach Stoffen)
- Umgang mit Abfällen aus der Abgasreinigung
- Emissionsüberwachung und -behandlung
- Abwasserüberwachung und -behandlung (z. B. Abwasser aus der am Anlagenstandort vorhandenen Entwässerung, der Abgasbehandlung, der Lagerung)
- Umgang mit und Behandlung von Asche/Rostasche (aus der Verbrennungsstufe).

In den Fällen, in denen für bestimmte Arten von Abfällen spezielle Techniken anzuwenden sind, werden die betreffenden Abschnitte nach Abfallarten untergliedert.

Verbrauchs- und Emissionswerte

Die in Abfallverbrennungsanlagen entstehenden Emissionen sowie der Material- und Energieverbrauch werden in Kapitel 3 beschrieben. Es werden die zur Verfügung stehenden Daten zu anlagenspezifischen Luftemissionen und in das Wasser sowie Lärmemissionen und Abfälle dargestellt. Darüber hinaus werden Informationen über den Rohstoffverbrauch bereitgestellt, und in einem Abschnitt geht es schwerpunktmäßig um das Thema Energieverbrauch und Energieabgabe. Es handelt sich überwiegend um Daten von vollständigen Anlagen, die im Rahmen von Erhebungen in der Industrie ermittelt wurden. Außerdem werden einige Informationen über die Techniken aufgenommen, die zur Erreichung dieser Emissionswerte angewandt werden.

Obwohl die Nachrüstung einiger europäischer Anlagen noch aussteht, erreicht die Industrie im Allgemeinen Betriebswerte die die in der Richtlinie 2000/76/EG festgelegten Luftemissionsgrenzwerte erreichen oder unterschreiten.

In den Fällen, in denen eine Kraft-Wärme-Kopplung oder eine Wärmeversorgung (in Form von Wärme oder Dampf) möglich ist, kann ein sehr hoher Prozentsatz der im Abfall enthaltenen Energie zurückgewonnen werden (in einigen Fällen etwa 80 %).

Bei der Festlegung der BVT zu berücksichtigende Techniken

Zu jeder der in Kapitel 4 beschriebenen Techniken werden die verfügbaren sachdienlichen Informationen zu folgenden Aspekten bereitgestellt: bei Einsatz der Technik erreichbare Verbrauchs- und Emissionswerte; Hinweise zu den mit der Technik verbundene Kosten sowie medienübergreifende Aspekte und Informationen zu der Frage, inwieweit die Technik auf die Bandbreite von Anlagen, die einer IVU-Genehmigung unterliegen (zum Beispiel neue, bestehende, große oder kleine Anlagen), und auf die verschiedenen Abfallarten anwendbar ist. Managementsysteme, prozessintegrierte Techniken und End-of-pipe-Maßnahmen finden ebenfalls Berücksichtigung.

Bei den berücksichtigten Techniken handelt es sich um jene, von denen angenommen wird, dass durch sie ein hohes Umweltschutzniveau in der Abfallverbrennungsindustrie erreicht werden kann bzw. dass sie einen Beitrag dazu leisten können. Die von der Technischen Arbeitsgruppe (TAG) festgelegten endgültigen BVT werden nicht in Kapitel 4, sondern in Kapitel 5 behandelt. Die Aufnahme einer Technik in Kapitel 4, nicht jedoch in Kapitel 5 ist nicht so zu verstehen, dass sie keine BVT ist und sein kann; der Grund dafür könnte beispielsweise darin zu sehen sein, dass die TAG der Meinung war, dass die Technik nicht breit genug gefächert anwendbar ist, um sie *generell* als BVT zu bezeichnen. Da zudem eine umfassende Abhandlung nicht möglich ist und es sich um einen dynamischen Prozess handelt, kann Kapitel 4 nicht als erschöpfend betrachtet werden. Auch mit anderen Techniken wird möglicherweise ein Leistungsniveau erreicht, das die in Kapitel 5 festgelegten BVT-Kriterien erfüllt oder übererfüllt, wobei diese Techniken bei lokaler Anwendung besondere Vorteile mit sich bringen können.

Die berücksichtigten Techniken werden verschiedenen Gruppen etwa in der Reihenfolge zugeordnet, wie sie in den meisten Abfallverbrennungsanlagen vorzufinden sind. Der nachfolgenden Tabelle sind die Titel der Abschnitte des Kapitels zu entnehmen sowie die Nummern der Gruppen, in die die Techniken eingeordnet werden.

Unterkapitel in Kapitel 4	Titel des Unterkapitels
4.1	Vor der thermischen Behandlung angewandte allgemeine Verfahren
4.2	Thermische Behandlung
4.3	Energienutzung
4.4	Abgasbehandlung
4.5	Prozesswasserbehandlung und -überwachung
4.6	Techniken zur Behandlung fester Abfälle
4.7	Lärm
4.8	Instrumente des Umweltmanagements
4.9	Bewährte Verfahren in den Bereichen Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation

Tabelle: Gliederung der Informationen des Kapitels 4

Kapitel 4 befasst sich schwerpunktmäßig mit Techniken, die besondere Vorteile auf jeder der wichtigsten Stufen von Abfallverbrennungsanlagen mit sich bringen. Die Aufschlüsselung der Techniken anhand dieses Kriteriums bedeutet jedoch, dass der wichtige Aspekt der Gesamtintegration aller Techniken in einer Anlage (die gelegentlich im BVT-Merkblatt als Vereinbarkeit der Verfahren bezeichnet wird) beim Lesen der einzelnen Kapitele des Kapitels 4 gründlich in Betracht zu ziehen ist, wobei ein entsprechender Hinweis in einigen Fällen erfolgt. In den Unterabschnitten „Betriebsdaten“ und „Anwendbarkeit“ wird allgemein darauf eingegangen. Die Gesamtkompatibilität spielt auch bei den Schlussfolgerungen zu den BVT in Kapitel 5 eine wichtige Rolle.

Kapitel 4 beschreibt in der Regel nicht im Detail jene Techniken, die zwar ein hohes Umweltschutzniveau bieten bzw. dazu beitragen, aber so weit verbreitet sind, dass ihre Anwendung bereits als Standard gelten kann. Als Beispiel kann hier angeführt werden, dass sich angesichts der Tatsache, dass die Anwendbarkeit der wichtigen Brennkammerbauarten auf die wichtigsten Abfallströme vergleichsweise gut belegt ist, die auf dieser Stufe betrachteten Techniken vorrangig auf Folgendes konzentrieren:

- a) das allgemeine Problem der Sicherstellung der Eignung des gewählten Verbrennungssystems für die zugeführten Abfälle und
- b) einige Aspekte im Zusammenhang mit der Verbesserung der Verbrennungsleistung, z. B. Abfallaufbereitung, Steuerung der Luftzufuhr usw.

BVT für die Abfallverbrennung

Im BVT-Kapitel (Kapitel 5) werden die Techniken genannt, bei denen es sich - ausgehend von den Informationen in Kapitel 4 - nach Auffassung der TAG um BVT im allgemeinen Sinne handelt; dabei wurde der Definition des Begriffs „beste verfügbare Techniken“ in Artikel 2 Absatz 11 und den in Anhang IV der Richtlinie genannten Erwägungen Rechnung getragen.

Im Kapitel zu den BVT werden keine Emissionsgrenzwerte festgelegt oder vorgeschlagen, sondern Empfehlungen zu den betriebspezifischen Verbrauchs- und Emissionswerten gegeben, die mit dem Einsatz der BVT assoziiert sind. Die in diesem BVT-Merkblatt enthaltene Einführung zu Kapitel 5 dient der Klarstellung bestimmter Punkte, die als besonders wichtig für die Abfallverbrennungsindustrie erachtet wurden, beispielsweise die Verbindungen zwischen der Richtlinie über die Verbrennung von Abfällen und der IVU-Richtlinie. Zu diesen zusätzlichen spezifischen Punkten gehören:

- der Unterschied zwischen den Emissionsgrenzwerten der Richtlinie über die Verbrennung von Abfällen und der BVT-Leistung
- der Zusammenhang zwischen BVT und Standortwahl
- Fragen des Verständnisses und der Nutzung der in Kapitel 5 beschriebenen BVT.

In den folgenden Absätzen werden die wichtigsten BVT-Schlussfolgerungen zusammengefasst, wobei allerdings **der Vollständigkeit halber auf das eigentliche BVT-Kapitel verwiesen werden muss**. Die generellen BVT sollen für die gesamte Branche gelten (d. h. Verbrennung, Vergasung und Pyrolyse von Abfällen aller Art). Die anderen aufgeführten BVT gelten für Branchensegmente, die sich hauptsächlich mit speziellen Abfallströmen befassen. Somit dürfte für eine spezielle Anlage eine Kombination aus generellen und abfallspezifischen BVT gelten. Anlagen, in denen Abfallmischungen oder nicht konkret aufgeführte Abfälle behandelt werden, würden die generellen BVT und zusätzlich eine geeignete Auswahl abfallspezifischer BVT anwenden. Weitere Hinweise zum Kombinieren von BVT finden sich in der Einleitung zu Kapitel 5.

Generelle BVT

Eine grundlegende BVT betont die Bedeutung der Auswahl einer Anlagenbauart, die für die physikalischen und chemischen Merkmale des angenommenen Abfalls geeignet ist. Diese BVT ist von zentraler Bedeutung für die Gewährleistung der Abfallbehandlung in der Anlage bei geringstmöglichen Prozessstörungen, die für sich genommen der Auslöser für zusätzliche Umweltauswirkungen sein können. Zu diesem Zweck gibt es auch eine BVT über die Minimierung geplanter und ungeplanter Abschaltungen.

BVT umfasst die Festlegung und Beibehaltung von Qualitätskontrollen im Hinblick auf die Abfallanlieferung. Damit soll sichergestellt werden, dass die Abfallmerkmale für die Bauart der Anlage geeignet sind. Derartige Qualitätskontrollverfahren sind mit der Anwendung eines Umweltmanagementsystems vereinbar, das ebenfalls als BVT gilt.

Es gibt mehrere BVT zu den Bedingungen und zum Management der Lagerung angelieferter Abfälle vor ihrer Behandlung, um dabei auftretende Verschmutzungen und Gerüche zu verhindern. Es werden spezielle Lagertechniken und -bedingungen angeführt. Risikobasierte Ansätze, die den Eigenschaften des jeweiligen Abfalls Rechnung tragen, werden als BVT betrachtet.

Überlegungen zur nachgewiesenen Fähigkeit von Anlagen bestimmter Bauarten, höchst heterogene Abfälle (z. B. gemischte feste Siedlungsabfälle) sehr effizient zu behandeln, und zu den mit der Vorbehandlung verbundenen Risiken und medienübergreifenden Effekten führen zu der Schlussfolgerung, dass BVT darin besteht, angelieferte Abfälle so vorzubehandeln, dass sie den Bauartspezifikationen für die Anlage entsprechen, wobei zu bemerken ist, dass eine darüber hinausgehende Abfallbehandlung eine ausgewogene Überprüfung der (möglicherweise begrenzten) Vorteile, Betriebsfaktoren und medienübergreifenden Auswirkungen erfordert.

Bauart und Betrieb der Verbrennungsstufe selbst werden als wichtiger Aspekt der primären Verschmutzungsverhinderung identifiziert, der daher einen maßgeblichen Einfluss auf die Erreichung der Ziele der IVU-Richtlinie hat. Im BVT-Kapitel heißt es, dass die Stoff- und Energieflussmodellierung in der Planungsphase dazu beitragen kann, dass bestimmte wichtige Planungsentscheidungen auf eine gute Informationsbasis gestellt werden. In der Betriebsphase gilt die Nutzung verschiedener Techniken zur Überwachung der Verbrennung (z. B. Steuerung der Luftzufuhr und -verteilung) als BVT. Der BVT hinsichtlich der Auswahl einer bestimmten, für den angelieferten Abfall geeigneten Bauart kommt hier besondere Bedeutung zu.

Grundsätzlich gilt die Anwendung der in Artikel 6 der Richtlinie 2000/76/EG (Richtlinie über die Verbrennung von Abfällen) festgelegten Betriebsbedingungen als mit der BVT vereinbar. Gleichwohl bemerkte die TAG, dass die Anwendung darüber hinausgehender Bedingungen (z. B. höhere Temperaturen) eine generelle Verschlechterung der Umweltleistung nach sich ziehen könnte. Mehrere Anlagen zur Verbrennung von gefährlichem Abfall hätten nachweislich eine insgesamt bessere Umweltleistung mit Betriebstemperaturen von unter 1 100 °C (der in der Richtlinie über die Verbrennung von Abfällen für bestimmte gefährliche Abfälle festgelegten Temperatur) erzielt. Die allgemeine BVT-Schlussfolgerung lautete, dass die Verbrennungsbedingungen (z. B. Temperatur) ausreichen sollten, um die Zerstörung des Abfalls zu erreichen, diese Bedingungen aber nicht wesentlich überschritten werden sollten, um mögliche medienübergreifende Auswirkungen zu begrenzen. Die Ausstattung mit einem oder mehreren Hilfsbrenner(n), die dazu dient, die Betriebsbedingungen zu erreichen und aufrechtzuerhalten, wird bei der Verbrennung von Abfall als BVT betrachtet.

Bei Nutzung der Vergasung oder Pyrolyse zwecks Verhinderung der Erzeugung von Abfall durch Beseitigung der Reaktionsprodukte dieser Techniken besteht die BVT darin, entweder durch Einsatz einer Verbrennungsstufe den Energiewert aus den Produkten rückzugewinnen oder sie einer Nutzung zuzuführen. Die mit der BVT assoziierten Luftemissionswerte der Verbrennungsstufe derartiger Anlagen entsprechen den für Verbrennungsanlagen festgelegten Werten.

Die Nutzung von Energie aus Abfall ist ein wichtiges Umweltthema für die Branche, stellt sie doch einen Bereich dar, in dem die Branche einen wichtigen positiven Beitrag leisten kann. Mehrere BVT betreffen diesen Aspekt; sie befassen sich mit:

- speziellen Techniken, die als BVT gelten
- den Anforderungen an Kessel in Bezug auf die Wärmeübertragungseffizienz
- der Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung, Fernwärme, Erzeugung von Dampf und Strom für die Industrie
- der zu erwartenden Wirkungsgrad.

Da die Kraft-Wärme-Kopplung sowie die Dampf-/Wärmelieferung im Allgemeinen die beste Möglichkeit zur Steigerung des energetischen Wirkungsgrades bieten, spielen Maßnahmen, die sich auf die Verfügbarkeit geeigneter Abnehmer auswirken, bei der Ermittlung der erreichbaren Effizienz einer Anlage im Allgemeinen eine weit wichtigere Rolle als Details, die die Bauart betreffen. Vorrangig aus politischen und wirtschaftlichen Gründen fällt bei der Entscheidung über die Energienutzung in einzelnen Anlagen die Wahl häufig auf die Stromerzeugung und -lieferung. Die Möglichkeiten im Bereich der Kraft-Wärme-Kopplung, der Fernwärmeversorgung und der Belieferung der Industrie mit Dampf werden nur in wenigen Mitgliedstaaten der Europäischen Union gut genutzt; dabei handelt es sich in der Regel um die Länder, in denen für Wärme hohe Preise verlangt werden und/oder die sich für bestimmte Strategien entschieden haben. Die Belieferung mit Energie für den Betrieb von Kühlsystemen und Entsalzungsanlagen erfolgt zwar, wird im Allgemeinen aber wenig genutzt; diese Möglichkeit könnte für wärmere Klimazonen von Interesse sein und erweitert grundsätzlich das Spektrum der Möglichkeiten für die Versorgung mit aus Abfall gewonnener Energie.

Die in Abfallverbrennungsanlagen angewandten Verfahren zur Abgasbehandlung sind im Verlaufe vieler Jahre entwickelt worden, um strenge gesetzliche Standards erfüllen zu können; sie befinden sich heute auf einem hohen technischen Stand. Bauart und Betrieb haben maßgeblichen Einfluss auf die Gewährleistung einer guten Überwachung aller Luftemissionen. Die aufgenommenen BVT:

- betreffen den Prozess der Auswahl von Abgasbehandlungssystemen
- beschreiben mehrere spezielle Techniken, die als BVT gelten
- beschreiben die Leistungsniveaus, die aufgrund der Anwendung der BVT zu erwarten sind.

Die von der erweiterten TAG festgelegten Leistungsbereiche führten zu einigen abweichende Standpunkten. Diese vertraten hauptsächlich ein Mitgliedstaat und die Umweltschutzorganisation, die der Meinung waren, dass geringere Emissionswerte als die den von den restlichen TAG-Mitgliedern vereinbarten Leistungsbereiche als BVT betrachtet werden könnten.

Die BVT zur Abwasserüberwachung umfassen:

- die prozessintegrierte Rückführung bestimmter Abwässer in den Prozesskreislauf
- die getrennte Ableitung bestimmter Abwässer
- die Nutzung von Abwasserbehandlungsverfahren am Anlagenstandort für Abwasser aus Nasswäschern
- mit BVT assoziierte Leistungsniveaus für Ableitungen aus der Behandlung von Wäscherabwasser
- den Einsatz spezieller Techniken.

Die von der erweiterten TAG festgelegten Leistungsbereiche ergaben abweichende Standpunkte bei einem Mitgliedstaat und der Umweltschutzorganisation zur Folge, die der Meinung waren, dass geringere Emissionswerte als die vorgegebenen als BVT betrachtet werden könnten.

BVT zum Abfallmanagement umfassen:

- ein Ausbrandniveau von unter 3 % organisch gebundenem Gesamtkohlenstoff (TOC) in der Rostasche, wobei in der Regel 1 bis 2 % erreicht werden
- eine Liste der Techniken, mit denen bei entsprechender Kombination diese Werte erreicht werden können
- die separate Behandlung von Rostasche und Filterasche sowie die Forderung nach Beurteilung jedes erzeugten Abfallstroms
- die Abtrennung von Eisen- und Nichteisenmetallen aus der Asche zwecks Nutzung (sofern ein ausreichender Anteil vorhanden ist, damit dies praktikabel wird)
- die Behandlung von Rostaschen und anderen Abfällen mithilfe bestimmter Techniken - in dem Umfang, wie es zur Erfüllung der Annahmekriterien am für die Verwertung oder Beseitigung vorgesehenen Ort erforderlich ist.

Neben diesen allgemeinen BVT werden speziellere BVT für jene Teilsektoren der Industrie aufgeführt, die hauptsächlich folgende Abfälle behandeln:

- Siedlungsabfälle
- vorbehandelte oder ausgewählte Siedlungsabfälle
- gefährliche Abfälle
- Klärschlamm
- Krankenhausabfall.

Die speziellen BVT liefern - wo dies möglich war - detailliertere BVT-Schlussfolgerungen. Diese Schlussfolgerungen betreffen die folgenden abfallstromspezifischen Aspekte:

- Abfallanlieferungsmanagement, Lagerung und Vorbehandlung
- Verbrennungstechniken
- Leistung bei der Energienutzung.

In Entwicklung befindliche Techniken

Im Kapitel über in der Entwicklung befindliche Techniken wird das Thema nicht erschöpfend behandelt. Einige der von der TAG bereitgestellten und in frühere Entwürfe dieses Dokuments aufgenommenen Techniken wurden in diesen Kapitel eingeordnet. Ein Großteil dieser Techniken wurde bisher nur im Pilot- oder Versuchsmaßstab vorgeführt.

Der Vorführgrad (gemessen am Gesamtdurchsatz und den Betriebsstunden) der Pyrolyse und Vergasung im Zusammenhang mit den wichtigsten europäischen Abfallströmen ist im Vergleich zur Verbrennung gering; einige Anlagen melden Probleme beim Anlagenbetrieb. Gleichwohl werden die Vergasung und die Pyrolyse in der Branche angewandt; sie können daher nicht als „in Entwicklung befindliche Techniken“ im Sinne der Definition im BVT-Merkblatt betrachtet werden. Aus diesem Grund erfolgen Angaben zu diesen Techniken in Kapitel 4.

Abschließende Bemerkungen

Informationsaustausch

Das BVT-Merkblatt beruht auf mehreren hundert Informationsquellen und über 7000 Bemerkungen einer sehr großen Arbeitsgruppe. Bei einigen Informationen ergaben sich Überschneidungen; daher wird nicht auf alle bereitgestellten Dokumenten im BVT-Merkblatt Bezug genommen. Sowohl die Industrie als auch die Mitgliedstaaten lieferten wichtige Informationen. Die Daten wiesen im Allgemeinen eine gute Qualität auf; dies gilt insbesondere für Daten zu Luftemissionen, so dass in einigen Fällen schlüssige Vergleiche möglich waren. Dies war jedoch nicht durchgängig der Fall, und die Kostendaten waren aufgrund von Unterschieden in der Datenerhebung und -meldung nur schwer vergleichbar. Die vorgelegten Verbrauchs- und Emissionsdaten betreffen überwiegend komplette Anlagen oder Gruppen von Techniken als einzelne Techniken. Deswegen liegen einige wichtige BVT-Schlussfolgerungen in Form von quantitativen Gesamtleistungszielen vor, wobei bestimmte technische Optionen vorgestellt werden, die bei entsprechender Kombination zur Erreichung dieser Leistung führen können.

Grad des Konsenses

Im Allgemeinen bestand ein sehr hohes Maß an Übereinstimmung. Eine uneingeschränkte Zustimmung und keine abweichenden Standpunkte waren im Hinblick auf die mit BVT verbundenen Techniken zu verzeichnen. Gute Zustimmung fanden auch die quantitativen BVT, wobei allerdings die mit der Anwendung von BVT assoziierten Emissionswerte des Anlagenbetriebs Anlass zu abweichenden Standpunkten gaben. Ein Mitgliedstaat und die Umweltschutzorganisation vertraten abweichende Standpunkte in Bezug auf viele der mit der Anwendung von BVT assoziierte Werte für Luftemissionen und in das Wasser.

Empfehlungen für die künftige Arbeit und FuE-Projekte

Der Informationsaustausch und seine Ergebnisse, d. h. das vorliegende BVT-Merkblatt, stellen einen wichtigen Schritt auf dem Weg zur Erreichung der integrierten Vermeidung und Verminderung der von der Abfallverbrennung ausgehenden Umweltverschmutzung dar. Mit der künftigen Arbeit könnte dieser Prozess fortgesetzt werden durch:

- Bereitstellung von Informationen über die angewandten Techniken und die Kosten der Nachrüstung bestehender Anlagen, die aus Erfahrungen bei der Umsetzung der Richtlinie über die Verbrennung von Abfällen in den Mitgliedstaaten abgeleitet werden könnten und sich als hilfreich für Vergleiche mit den Kosten/der Leistung neuer Anlagen erweisen könnten
- Bereitstellung detaillierterer Kostenangaben, die erforderlich sind, um eine genauere Bewertung von durch die Anlagengröße und Abfallart bedingten Unterschieden hinsichtlich der Erschwinglichkeit einer Technik durchführen zu können
- Bereitstellung von Informationen über kleinere Anlagen - nur sehr wenige Angaben für kleine Anlagen wurden zur Verfügung gestellt
- Bereitstellung von Informationen über Anlagen zur Behandlung industrieller nicht gefährlicher Abfälle und zu den Auswirkungen auf Anlagen, die gemischte Abfälle behandeln, z. B. Klärschlamm oder Krankenhausabfall zusammen mit festen Siedlungsabfällen
- Durchführung einer detaillierteren Bewertung der Auswirkung einzelner Merkmale von Brennkammern unterschiedlicher Bauart (beispielsweise die Rostkonstruktion) auf die Vermeidung der Umweltverschmutzung
- Bereitstellung weiterer Informationen über in der Entwicklung befindliche Techniken.
- Angaben zu Ammoniakverbrauch und -emissionen (hauptsächlich in die Luft und in das Wasser) verschiedener Abgasbehandlungssysteme (vorrangig Nass-, Quasitrocken- und Trockenverfahren) und zur jeweiligen Effizienz im Zusammenhang mit der NO_x-Verringerung
- Auswirkung der verschiedenen Temperaturen bei der Staubentfernung auf die Emissionen von PCDD/F in die Luft und den Abfall
- weitere Erfahrungen mit der kontinuierlichen Überwachung von Hg-Emissionen (in die Luft und in das Wasser).

Weitere wichtige Empfehlungen zur künftigen Arbeit, die über den Anwendungsbereich des vorliegenden BVT-Merkblatt hinausreichen, sich jedoch aus dem Informationsaustausch ergeben, betreffen folgende Punkte:

- Die Notwendigkeit der Überprüfung der Gesamtauswirkung des Wettbewerbs auf die Abfallbehandlung, insbesondere der Wettbewerb durch Industrie, die Abfall mitverbrennt; eine entsprechende Studie sollte sinnvollerweise unter anderem folgende Aspekte beinhalten: jeweilige Zuverlässigkeit und Risiken hinsichtlich der Erbringung der gesamten abfallwirtschaftlichen Dienstleistungen; Gesamtemissionen und Energienutzung bei verschiedenen Ausprägungen der Abfallwege sowie Betrachtung und Ermittlung wichtiger Risikofaktoren (z. B. Qualitätssicherung bei Brennstoffen aus Abfall).
- Eine Bewertung der Auswirkungen der verabschiedeten Abfallstrategien (d. h. die Ausgewogenheit der auf nationaler Ebene angewandten Technologien) könnte ebenso nützlich sein wie die Beurteilung der Auswirkungen der erreichten Effizienz von Anlagen zur thermischen Behandlung sowie des Grades des Zusammenwirkens von Energie- und Abfallwirtschaftspolitik in den EU-Mitgliedstaaten (und anderen Ländern). Im Rahmen dieser Studien könnte ermittelt werden, wie die Energie- und Abfallpolitik ineinander greifen, und es könnten positive und negative Beispiele genannt werden.
- Die Notwendigkeit eines tieferen Verständnisses der Auswirkungen absoluter und relativer Energiepreise (für Strom und Wärme) auf die typischerweise von Anlagen erreichte Energieeffizienz sowie der Rolle und die Auswirkungen von Subventionen und Besteuerungssystemen.
- Die Ermittlung der üblichen Hindernisse für die Entwicklung neuer Anlagen und der Ansätze, die sich bewährt haben.
- Die Entwicklung geeigneter Standards für die Nutzung von Rostasche - entsprechende Standards haben sich als hilfreich im Zusammenhang mit der Verbesserung der Marktbedingungen für die Nutzung von Rostasche erwiesen.
- Kosten und Nutzen einer weiteren Senkung der Emissionen der Abfallverbrennungsindustrie im Vergleich zu den Verringerungen bei anderen industriellen und anthropogenen Verschmutzungsquellen.

Die Europäische Kommission initiiert und fördert im Rahmen ihrer FuE-Programme zahlreiche Projekte betreffend saubere Technologien, in der Entwicklung befindliche Abwasserbehandlungs- und -aufbereitungsverfahren sowie Managementstrategien. Diese Projekte könnten möglicherweise einen nützlichen Beitrag für künftige Überarbeitungen dieses BVT-Merkblattes leisten. Die Leser werden daher gebeten, das Europäische Büro für die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (EIPPCB) über etwaige Forschungsergebnisse zu unterrichten, die für den Anwendungsbereich dieses Merkblattes von Bedeutung sind (siehe auch das Vorwort dieses Dokumentes).