



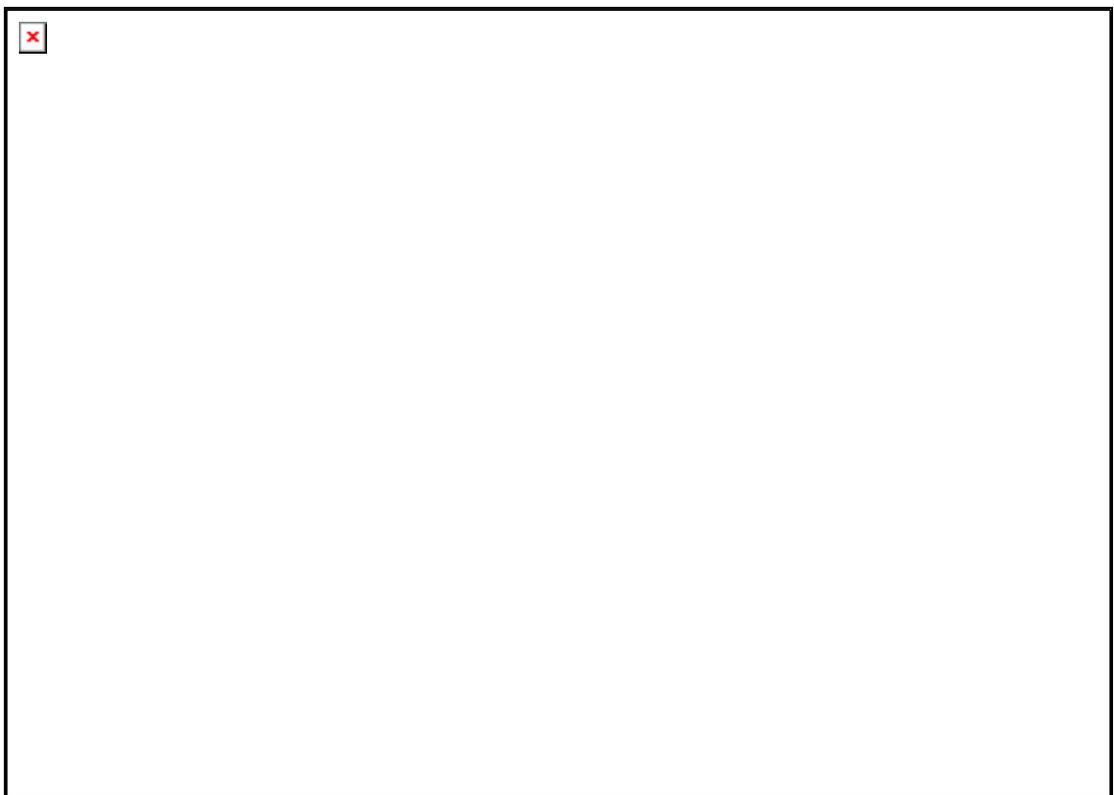
EUROPÄISCHE KOMMISSION
GENERALDIREKTION GFS
GEMEINSAME FORSCHUNGSSTELLE
Institut für Technologische Zukunftsforschung
Wettbewerbsfähigkeit und nachhaltige Entwicklung
Europäisches IVU-Büro

Integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung

Merkblatt über die besten verfügbaren Techniken für

Energieeffizienz

Juni 2008



ZUSAMMENFASSUNG

Das vorliegende Merkblatt zu den besten verfügbaren Techniken (BVT-Merkblatt) ist das Ergebnis eines gemäß Artikel 17 Absatz 2 der Richtlinie 2008/1/EG (IVU-Richtlinie) durchgeführten Informationsaustauschs über die besten verfügbaren Techniken, die damit verbundenen Überwachungsmaßnahmen und die Entwicklungen auf diesem Gebiet. Diese Zusammenfassung enthält die wesentlichen Feststellungen und die wichtigsten BVT-Schlussfolgerungen. Sie ist zusammen mit dem Vorwort zu lesen, in dem die Ziele des Merkblatts, die vorgesehene Benutzung sowie Rechtsbegriffe erläutert werden. Die Zusammenfassung kann als eigenständiges Dokument gelesen und verstanden werden, der Natur einer Zusammenfassung entsprechend geht sie allerdings nicht auf die komplexen Einzelheiten des vollständigen Merkblatts ein. Sie ist nicht dazu gedacht, bei der BVT-Entscheidungsfindung den vollen Wortlaut des Merkblatts zu ersetzen.

Energieeffizienz (EnE)

Das Thema Energie ist in der Europäischen Union (EU) aus drei miteinander zusammenhängenden Gründen von vorrangiger Bedeutung:

- der Klimawandel: Die Verbrennung fossiler Brennstoffe zur Freisetzung von Energie ist eine der bedeutendsten anthropogenen Quellen von Treibhausgasen;
- die anhaltend hohe Nutzung nicht nachwachsender, fossiler Brennstoffe und die sich daraus ergebende Notwendigkeit, Nachhaltigkeit zu erreichen;
- die Versorgungssicherheit: Die EU führt mehr als 50 % der für ihre Energieversorgung benötigten Brennstoffe ein. Es wird erwartet, dass dieser Anteil in den kommenden 20 bis 30 Jahren auf über 70 % ansteigen wird.

Aus diesem Grunde wurden von höchster politischer Ebene zahlreiche wichtige Erklärungen zu diesen Aspekten abgegeben, wie z. B.:

„Wir wollen in der Energiepolitik und beim Klimaschutz gemeinsam vorangehen und unseren Beitrag leisten, um die globale Bedrohung des Klimawandels abzuwenden.“ Berliner Erklärung (Ministerrat anlässlich des 50. Jahrestages der Unterzeichnung der Römischen Verträge, Berlin, 25. März 2007).

Eine effizientere Energienutzung ist der schnellste, wirksamste und kosteneffizienteste Weg, die genannten Aspekte anzugehen. Es gibt Rechtsinstrumente und andere Möglichkeiten, um Energieeffizienz zu fördern, und bei der Erstellung dieses Merkblatts wurde diesen anderen Initiativen Rechnung getragen.

Mandat

Dieses Merkblatt geht auf die Mitteilung der Kommission über die Durchführung der ersten Phase des Europäischen Programms zur Klimaänderung (KOM (2001)580 endg.) zurück, die eine spezielle Aufforderung in Bezug auf die Energieeffizienz in Industrieanlagen enthielt. So sollte nach einer Forderung im Europäischen Programm zur Klimaänderung (ECCP) die wirksame Anwendung der Energieeffizienzbestimmungen der IVU-Richtlinie gefördert und ein spezielles horizontales BVT-Merkblatt über generische Energieeinspartetechniken erstellt werden.

Anwendungsbereich dieses Merkblatts

Nach der IVU-Richtlinie sind alle Anlagen so zu betreiben, dass Energie effizient verwendet wird, und bei der Festlegung der BVT für ein Verfahren u. a. der Aspekt der Energieeffizienz zu berücksichtigen. Was die Tätigkeiten betrifft, die in der Richtlinie über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten (Richtlinie 2003/87/EG) des Rates aufgeführt sind, steht es den Mitgliedstaaten frei, keine Energieeffizienzanforderungen in Bezug auf Verbrennungseinheiten oder andere Einheiten am Standort, die Kohlendioxid ausstoßen, festzulegen. Allerdings finden in diesem Fall die Energieeffizienzanforderungen weiterhin auf

alle damit in Verbindung stehenden Tätigkeiten Anwendung, die an diesem Standort durchgeführt werden.

Dieses Merkblatt enthält daher Leitlinien und Schlussfolgerungen hinsichtlich der Energieeinspartechniken, die für alle in der IVU-Richtlinie aufgeführten Anlagen als mit BVT im generischen Sinn vereinbar betrachtet werden. Es wird ferner auf andere BVT-Merkblätter verwiesen, in denen bestimmte Energieeinspartechniken, die auch in anderen Sektoren Anwendung finden können, bereits im Detail erörtert wurden. Damit sind insbesondere gemeint:

- das BVT-Merkblatt für Großfeuerungsanlagen, in dem die Frage der Energieeffizienz bei der Verbrennung erörtert und darauf hingewiesen wird, dass diese Techniken auf Verbrennungsanlagen mit einer Kapazität von unter 50 MW angewandt werden können;
- das BVT-Merkblatt für industrielle Kühlsysteme.

Dieses Merkblatt

- enthält keine Informationen, die für Verfahren und Tätigkeiten in Sektoren typisch sind, die in anderen BVT-Merkblättern behandelt werden,
- leitet keine sektorspezifischen BVT ab.

Eine Zusammenfassung der in anderen BVT-Merkblättern genannten sektorspezifischen BVT für Energieeffizienz kann zu Informationszwecken im „Workspace“ auf der Seite des Europäischen Büros für die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU) [283, EIPPCB] eingesehen werden.

Dieses Merkblatt wurde als Reaktion auf die Forderung erstellt, die Anwendung der Energieeffizienzbestimmungen der IVU-Richtlinie zu fördern. Dabei steht die effiziente Nutzung von Energie im absoluten Mittelpunkt der Betrachtungen. Es geht daher nicht auf erneuerbare oder nachhaltige Energieressourcen ein, die an anderer Stelle behandelt werden. Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass die Nutzung von nachhaltigen Energiequellen bzw. von Abwärme oder überschüssiger Wärme nachhaltiger sein kann als der Einsatz von Primärbrennstoffen, auch wenn die Energieeffizienz ihres Einsatzes geringer ist.

Aufbau und Inhalt des Merkblatts

Energieeffizienz ist ein horizontaler Aspekt der IVU-Genehmigungsverfahren und – wie im „BREF Outline and Guide“ erwähnt – folgt dieses Merkblatt nicht vollständig dem normalen Aufbau eines BVT-Merkblatts. In Anbetracht der großen Vielfalt der betroffenen Industrien und Tätigkeiten gibt es insbesondere keinen Abschnitt, der sich mit dem Thema „Verbrauch und Emissionen“ befasst. Ferner werden für eine Reihe von Techniken, die als BVT erwogen werden können, einige Richtwerte für potenzielle Energieeinsparungen genannt. In den Anhängen werden zahlreiche Beispiele angeführt, die den Nutzern helfen sollen, die Techniken zu ermitteln, mit denen in einer besonderen Situation auf wirksamste Weise Energieeffizienz erzielt werden kann.

Kapitel 1 enthält einige Hintergrundinformationen zum Energieverbrauch der gewerblichen Wirtschaft und zu Aspekten der Energieeffizienz bei der integrierten Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU). Es folgt eine nicht fachspezifische Einführung zu wichtigen Themen wie den ökonomischen und medienübergreifenden Aspekten, den im Zusammenhang mit Energieeffizienz verwendeten Begriffen (wie Energie, Wärme, Arbeit, Leistung) und den wichtigen Hauptsätzen der Thermodynamik. So kann nach dem ersten Hauptsatz Energie weder erzeugt noch vernichtet, sondern nur in andere Energiearten umgewandelt werden. Das bedeutet, dass Energie in einem Prozess oder einer Anlage ein kalkulierbarer Faktor ist und so Effizienzgewinne berechnet werden können. Das zweite Gesetz besagt, dass Energie nie zu 100 % zu nutzbarer Arbeit umgewandelt werden kann und dass es immer gewisse Verluste in Form von Wärme oder Energie mit niedrigerem Wirkungsgrad geben wird. Aus diesem Grunde kann kein Prozess und keine Maschine einen Wirkungsgrad von 100 % erreichen. Anschließend werden in diesem Kapitel Themen wie

Energieeffizienzindikatoren oder die Notwendigkeit und Schwierigkeit einer Definition der Energieeffizienzwerte und der Grenzen der Systeme und Einheiten erörtert, auf die sie sich beziehen. Das Kapitel zeigt ferner die Notwendigkeit auf, die Energieeffizienz von Systemen und Anlagen als Ganzes und nicht die der einzelnen Bestandteile zu optimieren.

Kapitel 2 befasst sich mit Techniken, die auf Anlagenebene eingesetzt werden können, um Energieeffizienz zu erreichen. Zunächst werden verschiedene Energieeffizienzmanagementsysteme (ENEMS) und anschließend die Strategien erörtert, die die Anwendung dieser ENEMS unterstützen. Dazu zählen die Notwendigkeit, Maßnahmen und Investitionen in integrierter Weise zu planen, um die Umweltauswirkungen einer Anlage fortlaufend zu minimieren; die Berücksichtigung der Anlage und ihrer Systeme als Ganzes; energieeffizientes Design und die Auswahl energieeffizienter Verfahrenstechnologien für neue und modernisierte Anlagen; die Verbesserung der Energieeffizienz durch verstärkte Prozessintegration sowie die regelmäßige Aktualisierung der ENEMS. Sonstige Strategien zur Unterstützung von ENEMS bestehen in der Beschäftigung einer ausreichenden Zahl von Fachkräften, der Kommunikation über Themen der Energieeffizienz, einer wirksamen Prozesskontrolle und -wartung, in der Überwachung und Messung des Energieeinsatzes, in der Durchführung von Energieaudits, im Einsatz von Analyseinstrumenten wie Pinch-, Exergie- und Enthalpie-Analysen bzw. thermoökonomischen Methoden, sowie in der Überwachung und im Benchmarking des Energieeffizienzniveaus von Anlagen und Verfahren.

In Kapitel 3 geht es um Techniken zur Erreichung von Energieeffizienz in energieverbrauchenden Systemen, Verfahren und Geräten u. a. in den Bereichen Verbrennung, Dampfsysteme, Wärmerückgewinnung, Kraftwärmekopplung, Stromversorgung, elektromotorbetriebene Teilsysteme, Pumpsysteme, Heizung, Klima, Lüftung (HKL), Beleuchtung sowie Trocknungs- und Trennverfahren. Ist die Verbrennung wichtiger Bestandteil eines IVU-Verfahrens (beispielsweise bei Schmelzöfen), so werden die entsprechenden Techniken in den diesbezüglichen vertikalen BVT-Merkblättern erörtert.

Beste verfügbare Techniken (BVT)

Im BVT-Kapitel (Kapitel 4) werden anhand der Informationen aus den Kapiteln 2 und 3 die Techniken ermittelt, die auf europäischer Ebene als BVT betrachtet werden. Das BVT-Kapitel wird im Folgenden zusammengefasst, für die BVT-Schlussfolgerungen ist jedoch der vollständige Wortlaut dieses Kapitels maßgeblich.

Für dieses horizontale Merkblatt konnten für die jeweiligen BVT keine Energieeffizienz- oder einsparwerte abgeleitet und/oder vereinbart werden. Die verfahrensspezifischen BVT hinsichtlich Energieeffizienz und die damit verbundenen Energieverbrauchsniveaus werden in den diesbezüglichen sektorspezifischen (vertikalen) BVT-Merkblättern genannt. Bei den BVT für eine spezielle Anlage handelt es sich daher stets um eine Kombination aus den in dem einschlägigen sektorspezifischen Merkblatt genannten BVT, den speziellen BVT für die damit verbundenen Tätigkeiten, die in anderen vertikalen BVT-Merkblättern (wie beispielweise dem BVT-Merkblatt „Großfeuerungsanlagen“ in Bezug auf Dampf- und Verbrennungsprozesse) enthalten sind, und aus den generischen BVT in diesem Merkblatt.

Die IVU-Richtlinie bezweckt die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung, um ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt zu erreichen. In diesem Zusammenhang ist auch Aspekten der Energieeffizienz und einer umsichtigen Bewirtschaftung der Rohstoffressourcen Rechnung zu tragen. Die Richtlinie sieht ein Genehmigungsverfahren für bestimmte Kategorien industrieller Anlagen vor und verlangt, dass sowohl die Betreiber als auch die Regulierungsbehörden das Umweltverschmutzungs- und Verbrauchspotenzial der Anlage integriert und ganzheitlich betrachten. Das übergeordnete Ziel dieses integrierten Konzepts muss darin bestehen, die Auslegung und die Gestaltung sowie das Management und die Kontrolle der industriellen Prozesse so zu verbessern, dass ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt sichergestellt wird. Von zentraler Bedeutung für dieses Konzept ist das in Artikel 3 definierte allgemeine Prinzip, demzufolge die Betreiber, insbesondere durch den Einsatz der „**besten verfügbaren Techniken**“, mit deren Hilfe sie ihre Umweltleistung

verbessern können, alle geeigneten Vorsorgemaßnahmen gegen Umweltverschmutzungen treffen müssen.

Anhang IV der IVU-Richtlinie enthält eine Liste der Aspekte, die „bei der Festlegung der besten verfügbaren Techniken [...] unter Berücksichtigung der sich aus einer bestimmten Maßnahme ergebenden Kosten und ihres Nutzens sowie des Grundsatzes der Vorsorge und der Vorbeugung im Allgemeinen wie auch im Einzelfall [...] zu berücksichtigen“ sind. Dazu zählen auch die Informationen, die von der Kommission gemäß Artikel 17 Absatz 2 (BVT-Merkblätter) veröffentlicht werden.

Die für die Erteilung von Genehmigungen zuständigen Behörden haben bei der Festlegung der Genehmigungsaufgaben die in Artikel 3 definierten allgemeinen Prinzipien zu berücksichtigen. Diese Genehmigungsaufgaben müssen Emissionsgrenzwerte enthalten, die gegebenenfalls durch äquivalente Parameter oder technische Maßnahmen ergänzt bzw. ersetzt werden. Nach Artikel 9 Absatz 4 der Richtlinie sind

die Emissionsgrenzwerte, die äquivalenten Parameter und äquivalenten technischen Maßnahmen [...] vorbehaltlich des Artikels 10 auf die besten verfügbaren Techniken und Umweltqualitätsnormen, der Einhaltung der Umweltqualitätsnormen auf die besten verfügbaren Techniken zu stützen, ohne dass die Anwendung einer bestimmten Technik oder Technologie vorgeschrieben wird; hierbei sind die technische Beschaffenheit der betreffenden Anlage, ihr geografischer Standort und die jeweiligen örtlichen Umweltbedingungen zu berücksichtigen. In jedem Fall sehen die Genehmigungsaufgaben Vorkehrungen zur weitestgehenden Verminderung der weiträumigen oder grenzüberschreitenden Umweltverschmutzung vor und stellen ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt sicher.

Gemäß Artikel 11 der Richtlinie sorgen die Mitgliedstaaten dafür, dass die zuständige Behörde die Entwicklungen bei den besten verfügbaren Techniken verfolgt oder darüber unterrichtet wird.

Die im vorliegenden Merkblatt enthaltenen Informationen sollen in konkreten Fällen bei der Festlegung der BVT für Energieeffizienz als Grundlage dienen. Bei der Festlegung der BVT und der auf die BVT gestützten Genehmigungsaufgaben ist stets das Gesamtziel eines insgesamt hohen Umweltschutzniveaus – auch in Bezug auf Energieeffizienz – im Auge zu behalten.

Das BVT-Kapitel (Kapitel 4) stellt die Techniken vor, die in allgemeinem Sinne als mit BVT vereinbar gelten. Zweck ist es, allgemeine Hinweise zu Energieeffizienztechniken zu geben, die bei der Festlegung der auf BVT gestützten Genehmigungsaufgaben oder bei der Festsetzung allgemein bindender Vorschriften gemäß Artikel 9 Absatz 8 als Anhaltspunkt herangezogen werden können. Es wird betont darauf hingewiesen, dass in diesem Dokument keine Energieeffizienzwerte für die Erteilung von Genehmigungen vorgeschlagen werden. Vielmehr ist beabsichtigt, Anhaltspunkte für die Auslegung neuer Anlagen zu geben, die einen Betrieb dieser Anlagen mit den hier als BVT vorgeschlagenen oder noch besseren Energieeffizienzwerten ermöglichen. Ferner wird davon ausgegangen, dass bestehende Anlagen – in Abhängigkeit von der jeweiligen technischen und wirtschaftlichen Realisierbarkeit – schrittweise in Richtung einer Einhaltung der allgemeinen BVT- oder darüber hinaus gehender Werte angepasst werden könnten. Bei bestehenden Anlagen ist auch der Frage Rechnung zu tragen, ob eine Modernisierung wirtschaftlich und technisch tragfähig ist.

Die in diesem BVT-Kapitel vorgestellten Techniken werden nicht zwangsläufig auf alle Anlagen anwendbar sein. Andererseits verlangt die Verpflichtung zur Sicherung eines hohen Umweltschutzniveaus einschließlich der weitestgehenden Verminderung der weiträumigen oder grenzüberschreitenden Umweltverschmutzung, dass Genehmigungsaufgaben nicht aus rein lokalen Erwägungen festgesetzt werden. Deswegen ist es sehr wichtig, dass die Genehmigungsbehörden die Informationen in diesem Merkblatt vollständig berücksichtigen.

Die Notwendigkeit von Energieeffizienz ist stets im Auge zu behalten. Allerdings gilt auch hier: *„Allein die Zielsetzung der Sicherung eines hohen Umweltschutzniveaus insgesamt fordert nicht selten ein Abwägen der einzelnen Auswirkungen auf die Umwelt, und die daraus resultierenden Kompromisse sind oftmals von lokalen Erwägungen geprägt.“* Folglich

- kann es unter Umständen nicht möglich sein, die Energieeffizienz aller Tätigkeiten und/oder Systeme innerhalb einer Anlage gleichzeitig zu maximieren;
- kann es unter Umständen nicht möglich sein, gleichzeitig die Gesamtenergieeffizienz zu maximieren und den sonstigen Verbrauch/die sonstigen Emissionen zu minimieren (z. B. könnte es nicht möglich sein, beispielsweise die Luftemissionen zu verringern, ohne dabei Energie einzusetzen);
- könnte es erforderlich sein, auf die Optimierung der Energieeffizienz einzelner oder mehrerer Systeme zu verzichten, um für eine Anlage die Höchsteffizienz zu erreichen;
- könnte es erforderlich sein, einen Ausgleich zwischen der Maximierung der Energieeffizienz und anderen Faktoren, wie z. B. Produktqualität, Prozessstabilität usw., zu finden;
- könnte die Nutzung nachhaltiger Energieressourcen und/oder der Einsatz von Abwärme oder überschüssiger Wärme nachhaltiger sein als der Einsatz von Primärbrennstoffen, auch wenn die Energieeffizienz geringer ist.

Energieeffizienztechniken sollen demzufolge „die Energieeffizienz optimieren“.

Der horizontale Ansatz im Hinblick auf Energieeffizienz in allen Sektoren, die unter die IVU-Richtlinie fallen, beruht auf der Annahme, dass es in vielen dieser Sektoren identische Systeme und Ausstattungen gibt. Generische Optionen für Energieeffizienz können demzufolge unabhängig von einer spezifischen Tätigkeit ermittelt werden. Auf dieser Grundlage können BVT abgeleitet werden, die die wirksamsten Maßnahmen zur Erreichung eines insgesamt hohen Maßes an Energieeffizienz umfassen. Da es sich hier um ein horizontales BVT-Merkblatt handelt, müssen die BVT umfassender ermittelt werden, als dies bei vertikalen BVT-Merkblättern der Fall ist. So muss beispielsweise die Interaktion der Verfahren, Anlagen und Systeme innerhalb eines Standorts berücksichtigt werden.

Verfahrensspezifische BVT für Energieeffizienz und die damit verbundenen Energieverbrauchs-niveaus werden in den entsprechenden „vertikalen“, d. h. sektorspezifischen BVT-Merkblättern genannt. Da die erste Reihe dieser BVT-Merkblätter nun vollständig ist, wurde im „Workspace“ des Europäischen Büros für die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU) eine grobe Zusammenfassung veröffentlicht [283, EIPPCB].

Weder das BVT-Kapitel (Kapitel 4) noch die Kapitel 2 und 3 enthalten erschöpfende Listen von Techniken, die in Betracht kommen können. Das heißt, es könnten durchaus noch andere Techniken existieren oder sich in der Entwicklung befinden, die mit Blick auf die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung und die besten verfügbaren Techniken gleichermaßen anwendbar sind.

Die Einführung von BVT in neue oder umfassend modernisierte Anlagen oder Verfahren stellt in der Regel kein Problem dar. In den meisten Fällen ist es wirtschaftlich sinnvoll, die Energieeffizienz zu optimieren. Bei einer bestehenden Anlage gestaltet sich die Einführung von BVT aufgrund der bestehenden Infrastruktur und der örtlichen Gegebenheiten generell nicht so einfach, was bedeutet, dass die wirtschaftliche und technische Tragfähigkeit einer Modernisierung dieser Anlagen erwogen werden muss. In den Kapiteln 2 und 3 wird die Anwendbarkeit der Techniken geprüft. Das Ergebnis dieser Prüfung ist in Kapitel 4 für jede BVT zusammengefasst dargestellt.

Dennoch wird in diesem Merkblatt nicht generell zwischen neuen und bestehenden Anlagen unterschieden, da eine solche Unterscheidung die Betreiber industrieller Anlagen nicht zu einer Anwendung von BVT ermutigen würde. Energieeffizienzmaßnahmen zahlen sich generell in irgendeiner Weise aus und aufgrund der großen Bedeutung, die der Frage der Energieeffizienz

beigemessen wird, gibt es zahlreiche politische Fördermaßnahmen, u. a. finanzielle Anreize. Auf einige dieser Maßnahmen wird in den Anhängen hingewiesen.

Einige Techniken sind äußerst erstrebenswert und werden auch häufig angewandt. Allerdings ist dies unter Umständen von der Verfügbarkeit bzw. Kooperation einer dritten Partei (z. B. im Falle der Kraft-Wärme-Kopplung) abhängig, was in der IVU-Richtlinie nicht berücksichtigt ist. Es wird darauf hingewiesen, dass die Zusammenarbeit und Abstimmung mit Dritten nicht in der Macht eines Betreibers und somit außerhalb des Geltungsbereichs der IVU-Genehmigung liegen könnte.

Allgemeine BVT zur Erreichung von Energieeffizienz auf Anlagenebene

Ein wichtige Voraussetzung, um Energieeffizienz auf Anlagenebene zu erreichen, ist ein formales Managementkonzept. Die anderen BVT, die auf Betriebsebene angewandt werden, unterstützen das Management von Energieeffizienz und geben näheren Aufschluss über die Techniken, die benötigt werden, um diese zu erreichen. Diese Techniken können auf alle Anlagen angewandt werden. Der Umfang (z. B. der Detaillierungsgrad, die Häufigkeit der Optimierung, die Zahl der gleichzeitig zu berücksichtigenden Systeme) und die eingesetzten Techniken hängen von der Größe und der Komplexität der Anlage sowie von den Energieanforderungen der einzelnen Teilsysteme ab.

Energieeffizienzmanagement

- BVT ist, ein Energieeffizienzmanagementsystem (ENEMS) einzuführen und dauerhaft anzuwenden, das in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten folgende Merkmale aufweist:
 - Engagement der obersten Führungsebene;
 - Definition einer anlagespezifischen Energieeffizienzpolitik durch die oberste Führungsebene;
 - Planung und Festlegung von Zielen und Zielvorgaben;
 - Einführung und Einsatz von Verfahren, die folgenden Faktoren besondere Aufmerksamkeit schenken:
 - Mitarbeiterstruktur und –verantwortung, Schulung, Sensibilisierung und Kompetenz, Kommunikation, Mitarbeiterbeteiligung, Dokumentation, effiziente Prozesskontrolle, Wartungsprogramme, Einsatzbereitschaft und Reaktion in Notfällen, Sicherstellung der Einhaltung energieeffizienzbezogener Rechtsvorschriften und Übereinkünfte (soweit solche Übereinkünfte bestehen);
 - Benchmarking;
 - Überprüfung der Leistung und Ergreifen korrekativer Maßnahmen unter besonderer Berücksichtigung von:
 - Überwachung und Messung, Abhilfe- und vorbeugende Maßnahmen, Führen von Aufzeichnungen, (soweit möglich) unabhängiges internes Audit, um festzustellen, ob das ENEMS den Planungen entspricht und ob es ordnungsgemäß eingerichtet und durchgeführt wird;
 - Überprüfung des ENEMS und seiner fortlaufenden Eignung, Angemessenheit und Wirksamkeit durch die oberste Führungsebene;
 - bei der Konzipierung einer neuen Anlageneinheit Berücksichtigung der Umweltauswirkungen der späteren Außerbetriebnahme;
 - Entwicklung energieeffizienter Technologien und Verfolgung der Entwicklungen im Bereich Energieeffizienztechniken.

Ein ENEMS kann wahlweise die folgenden Schritte umfassen:

- regelmäßige Erstellung und Veröffentlichung (mit oder ohne externer Validierung) eines Energieeffizienzberichts, der einen jährlichen Vergleich mit den gesteckten Zielen und Zielvorgaben ermöglicht;
- externe Prüfung und Validierung des Managementsystems und des Auditverfahrens;

- Einführung und Umsetzung eines national oder international anerkannten freiwilligen Energieeffizienzmanagementsystems.

Fortlaufende Umweltverbesserung

- BVT bedeutet, die Umweltauswirkungen einer Anlage durch die integrierte Planung von kurz-, mittel- und langfristigen Maßnahmen und Investitionen – unter Berücksichtigung der Kostenvorteile und medienübergreifenden Effekte – fortlaufend zu verringern.

Dies gilt für alle Anlagen. „Fortlaufend“ bedeutet, dass die Maßnahmen im Laufe der Zeit wiederholt werden, d. h. die gesamte Planung und alle Investitionsentscheidungen sollten das langfristige Gesamtziel, sprich die Verringerung der Umweltauswirkungen des Betriebs, berücksichtigen. Die Verbesserungen können schrittweise und nicht linear erzielt werden, wobei medienübergreifenden Effekten, wie z. B. dem erhöhten Energieeinsatz, der zur Verringerung der Luftschadstoffe erforderlich ist, Rechnung zu tragen ist. Umweltauswirkungen können grundsätzlich nicht auf Null reduziert werden, und es wird der Zeitpunkt kommen, an dem weitergehende Maßnahmen nur geringe oder keine Kostenvorteile mehr bringen. Allerdings kann sich auch die Tragfähigkeit von Maßnahmen mit der Zeit ändern.

Ermittlung der Energieeffizienzaspekte einer Anlage und der Möglichkeiten für Energieeinsparungen

- Es entspricht der BVT, durch ein Audit zu ermitteln, welche Aspekte die Energieeffizienz einer Anlage beeinflussen. Wichtig ist dabei, dass das Audit mit dem Systemansatz im Einklang steht.

Dies gilt für alle bestehenden Anlagen und ist bei der Planung von Modernisierungs- oder Umbaumaßnahmen zu berücksichtigen. Ein Audit kann extern oder intern durchgeführt werden.

- Bei der Durchführung eines Audits entspricht es der besten verfügbaren Technik, sicherzustellen, dass die folgenden Aspekte geprüft werden:
 - Art der Energie und deren Einsatz in der Anlage, in deren Teilsystemen und Verfahren;
 - energieverbrauchende Geräte und die Menge und Art der Energie, die in der Anlage eingesetzt wird;
 - die Möglichkeiten, den Energieeinsatz zu minimieren, wie z. B.:
 - Kontrolle/Verringerung der Betriebszeiten, z. B. Abschaltung bei Nichtnutzung;
 - Gewährleistung einer optimalen Isolierung;
 - Optimierung der Einrichtungen, der damit verbundenen Systeme und Verfahren (siehe die BVT für energieverbrauchende Systeme);
 - die Möglichkeiten für eine Nutzung alternativer Energiequellen oder für einen effizienteren Einsatz von Energie, insbesondere von Überschussenergie aus anderen Prozessen und/oder Systemen;
 - die Möglichkeiten eines Einsatzes von Überschussenergie in anderen Prozessen und/oder Systemen;
 - die Möglichkeiten für eine Steigerung der Wärmequalität.
- Es entspricht der besten verfügbaren Technik, geeignete Instrumente oder Methoden anzuwenden, die bei der Ermittlung und Quantifizierung der möglichen Energieoptimierung von Nutzen sind, wie beispielsweise
 - Energiemodelle, Datenbanken und Energiebilanzen,
 - Techniken wie z. B. die Pinch-Methode, Exergie- oder Enthalpie-Analysen oder thermoökonomische Methoden,
 - Schätzungen und Berechnungen.

Die Wahl des geeigneten Instruments hängt von dem jeweiligen Sektor und von der Komplexität der jeweiligen Betriebsanlage ab. Diese Frage wird in den diesbezüglichen Abschnitten erörtert.

- Es entspricht BVT, die Möglichkeiten zur Optimierung der Energierückgewinnung innerhalb einer Anlage, zwischen den Systemen einer Anlage und/oder in Zusammenarbeit mit einem/mehreren Dritten zu ermitteln.

Voraussetzung für einen Einsatz dieser BVT ist, dass es geeignete Verwendungsmöglichkeiten für die Art und Menge der rückgewinnbaren Überschusswärme gibt.

Systembezogener Ansatz für das Energiemanagement

- BVT ist, die Energieeffizienz durch einen systembezogenen Ansatz für das Energiemanagement in der Anlage zu optimieren. Die Systeme, die für eine Optimierung allgemein in Betracht kommen können, sind beispielsweise:
 - Prozesseinheiten (siehe die jeweiligen sektorspezifischen BVT-Merkblätter)
 - Heizsysteme wie
 - Dampfanlagen
 - Heißwasseranlagen
 - Kühl- und Vakuumsysteme (siehe das BVT-Merkblatt „Industrielle Kühlsysteme“)
 - motorgetriebene Systeme wie:
 - Druckluftsysteme
 - Pumpsysteme
 - Beleuchtungssysteme
 - Systeme für Trocknung, Trennung und Konzentration.

Bestimmung und Überprüfung der Energieeffizienzziele und -indikatoren

- BVT ist, Energieeffizienzindikatoren zu bestimmen durch die
 - Ermittlung geeigneter Energieeffizienzindikatoren für die Anlage sowie ggf. für einzelne Verfahren, Systeme und/oder Einheiten und Messung der im Laufe der Zeit bzw. nach Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen eingetretenen Veränderungen;
 - Ermittlung und Aufzeichnung geeigneter indikatorbezogener Grenzwerte;
 - Ermittlung und Aufzeichnung der Faktoren, die Schwankungen in der Energieeffizienz der jeweiligen Verfahren, Systeme und/oder Einheiten bewirken können.

In der Regel werden Sekundär- oder Endenergien für die Überwachung laufender Prozesse herangezogen. In bestimmten Fällen kann für den einzelnen Prozess mehr als ein Sekundär- oder Endenergieindikator (z. B. sowohl Dampf als auch elektrische Energie) verwendet werden. Bei der Entscheidung, die Energieträger und den Energiebedarf einzusetzen (bzw. zu ändern) können ebenfalls die Sekundär- oder Endenergie als Indikatoren verwendet werden sein. Allerdings können – in Abhängigkeit von den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten – auch andere Indikatoren wie die Primärenergie oder die Kohlenstoffbilanz herangezogen werden, um die Effizienz der Erzeugung eines sekundären Energieträgers und seine medienübergreifenden Effekte zu ermitteln.

Benchmarking

- Es entspricht BVT, systematisch und regelmäßig Vergleiche zwischen sektoralen, nationalen oder regionalen Benchmarks anzustellen, sofern validierte Daten vorliegen.

Der Zeitraum, der zwischen den einzelnen Benchmarking-Verfahren liegen sollte, ist sektorabhängig und beträgt in der Regel mehrere Jahre, da sich Benchmark-Daten kurzfristig nur selten rasch oder signifikant verändern.

Energieeffizientes Design (EED)

- BVT ist, bei der Planung einer neuen Anlage, einer neuen Einheit oder eines neuen Systems bzw. bei bedeutenden Modernisierungsmaßnahmen die Energieeffizienz unter Beachtung der folgenden Aspekte zu optimieren:

- Der Frage eines energieeffizienten Designs sollte bereits im Vorfeld des konzeptionellen Entwurfs/der ersten Entwurfsphase Rechnung getragen werden, auch wenn die geplanten Investitionen noch nicht klar umrissen sind. Ferner sollte der Aspekt im Ausschreibungsverfahren berücksichtigt werden.
- Es sollten energieeffiziente Technologien entwickelt und/oder ausgewählt werden.
- Unter Umständen könnte es im Zusammenhang mit dem Entwurfsvorhaben oder auch unabhängig davon erforderlich sein, zusätzliche Daten zu erheben, um etwaige Wissenslücken zu schließen oder um die vorhandenen Daten zu ergänzen.
- Die Aufgabe des energieeffizienten Designs sollte von einem Energieexperten wahrgenommen werden.
- Bei der ersten Zuordnung des Energieverbrauchs sollte auch die Frage geklärt werden, wer in der Projektorganisation den künftigen Energieverbrauch beeinflussen wird. Anschließend sollte das energieeffiziente Design in Zusammenarbeit mit diesem Personenkreis (beispielsweise die in einer bestehenden Anlage beschäftigten Mitarbeiter, die für die Spezifikation der Betriebsparameter verantwortlich sind) optimiert werden.

Steht betriebsintern kein entsprechender Sachverstand im Bereich Energieeffizienz zur Verfügung (z. B. in nicht-energieintensiven Industriebereichen), sollten externe Sachverständige zurate gezogen werden.

Verstärkte Prozessintegration

- BVT ist, eine Optimierung der gemeinsamen Energienutzung innerhalb mehrerer Prozesse oder Systeme einer Anlage oder mit einer dritten Partei anzustreben.

Die Impulse der Energieeffizienzinitiativen aufrechterhalten

- BVT ist, die Impulse der Energieeffizienzprogramme mittels verschiedener Maßnahmen aufrechtzuerhalten, z. B. durch:
 - die Umsetzung eines spezifischen Energiemanagementsystems;
 - Abrechnung der Energiekosten auf der Grundlage realer (gemessener) Werte, wodurch die Verantwortung für eine verstärkte Energieeffizienz sowie deren finanzielle Vorteile auf den Nutzer/Zahler übertragen wird;
 - die Einrichtung von Profitzentren für Energieeffizienz;
 - die Durchführung eines Benchmarking;
 - die Überprüfung bestehender Managementsysteme;
 - organisatorische Veränderungen.

Maßnahmen wie die ersten drei genannten werden entsprechend den in den betreffenden Abschnitten vorgegebenen Fristen durchgeführt. Maßnahmen wie die drei letztgenannten sollten in großem zeitlichen Abstand (d. h. im Abstand von mehreren Jahren) vorgenommen werden, um die Fortschritte des Energieeffizienzprogramms bewerten zu können.

Bewahrung von Fachwissen

- BVT ist, die Fachkenntnisse in den Bereichen Energieeffizienz und energieverbrauchende Systeme zu bewahren, und zwar beispielsweise durch
 - die Anwerbung qualifizierter Mitarbeiter und/oder die Schulung der Beschäftigten. Die Schulungen können von betriebsinternen Mitarbeitern oder externen Sachverständigen durchgeführt werden bzw. in Form regulärer Kurse oder im Selbststudium/durch Selbstweiterbildung erfolgen;
 - die regelmäßige Abordnung der Mitarbeiter, um Routine-/Sonderuntersuchungen (an ihren eigenen oder anderen Anlagen) durchzuführen;
 - Austausch der innerbetrieblichen Ressourcen zwischen verschiedenen Betriebsstätten;
 - Rückgriff auf entsprechend qualifizierte Berater für die Durchführung von Regeluntersuchungen;
 - Outsourcing von Spezialaufgaben und/oder -systemen.

Wirksame Kontrolle der Verfahren

- BVT ist, eine wirksame Kontrolle der Verfahren zu gewährleisten, indem
 - Systeme angewendet werden, die sicherstellen, dass die Verfahren den Mitarbeitern bekannt sind und von ihnen verstanden und befolgt werden;
 - sichergestellt wird, dass die wichtigsten Betriebsparameter ermittelt und im Hinblick auf Energieeffizienz optimiert und überwacht werden;
 - diese Parameter dokumentiert oder aufgezeichnet werden.

Wartung

- BVT ist, mit Blick auf eine Optimierung der Energieeffizienz Wartungsarbeiten in den Anlagen vorzunehmen. Dazu sind alle der folgenden Maßnahmen zu befolgen:
 - klare Zuweisung der Zuständigkeit für die Planung und Ausführung von Wartungsarbeiten;
 - Erarbeitung eines strukturierten Wartungsprogramms auf der Grundlage der technischen Beschreibung der betreffenden Einrichtung, der Normvorgaben usw. sowie unter Berücksichtigung der bisherigen technischen Ausfälle von Geräten und deren Folgen. Bestimmte Wartungsmaßnahmen sind möglicherweise am besten dann durchzuführen, wenn die Anlagen abgeschaltet sind;
 - Unterstützung des Wartungsprogramms durch entsprechende Aufzeichnungssysteme und Diagnosetests;
 - Nutzung der Ergebnisse von Routinewartungen sowie der Erfahrungen aus bisherigen Systemausfällen und/oder sonstigen Unregelmäßigkeiten, um mögliche Energieeffizienzverluste und Fälle zu ermitteln, in denen die Energieeffizienz verbessert werden könnte,
 - Feststellung von Lecks, defekter Ausrüstungsteile, abgenutzter Lager usw., die den Energieeinsatz beeinträchtigen oder beeinflussen könnten sowie schnellstmögliche Behebung dieser Mängel.

Bei der Entscheidung für eine unverzügliche Durchführung von Reparaturmaßnahmen ist der Notwendigkeit, die Produktqualität und Prozessstabilität zu wahren, sowie Gesundheits- und Sicherheitsaspekten entsprechend Rechnung zu tragen.

Überwachung und Messung

- Es entspricht BVT, dokumentierte Verfahren einzuführen und dauerhaft anzuwenden, um die wichtigsten Merkmale der Betriebstätigkeiten und Aktivitäten, die eine erhebliche Wirkung auf die Energieeffizienz haben können, regelmäßig zu überwachen und zu messen. In dem vorliegenden Dokument werden einige hierzu geeignete Techniken vorgestellt.

Beste verfügbare Techniken für die Realisierung von Energieeffizienz in energieverbrauchenden Systemen, Verfahren, Tätigkeiten oder Geräten

Die oben genannten allgemeinen BVT zeigen, wie wichtig es ist, die Anlage als Ganzes zu betrachten und die Erfordernisse und Zwecke der verschiedenen Systeme, den mit ihnen verbundenen, unterschiedlichen Energiearten sowie deren Wechselwirkungen untereinander zu bewerten. Zu den besten verfügbaren Techniken zählen ferner:

- Analyse und Benchmarking des Systems und seiner Leistung;
- Planung von Maßnahmen und Investitionen zur Optimierung der Energieeffizienz unter Berücksichtigung der Kosten-Nutzen-Wirkungen und der medienübergreifenden Effekte;
- bei neuen Systemen Optimierung der Energieeffizienz bei der Konzeption der Anlage, der Einheit oder des Systems sowie bei der Auswahl der Verfahren;
- bei bestehenden Systemen Optimierung der Energieeffizienz des Systems durch einen entsprechenden Betrieb und ein geeignetes Management, einschließlich regelmäßiger Überwachungs- und Wartungsmaßnahmen.

Es wird daher davon ausgegangen, dass neben den im Folgenden genannten spezifischen BVT auch die beschriebenen allgemeinen BVT bei der Optimierung der unten aufgeführten Systeme

Anwendung finden. **Die in Bezug auf Energieeffizienz besten verfügbaren Techniken für die Tätigkeiten, Systeme und Prozesse, die üblicherweise mit gemäß der IVU-Richtlinie genehmigungspflichtigen Anlagen verbunden sind, können wie folgt zusammengefasst werden:**

- Es entspricht BVT, die
 - Verbrennungssysteme,
 - Dampfsysteme

beispielsweise durch Anwendung von Techniken zu optimieren,

- die sektorspezifisch sind und in den diesbezüglichen vertikalen BVT-Merkblättern aufgeführt werden;
 - die im BVT-Merkblatt „Großfeuerungsanlagen“ und in dem vorliegenden Merkblatt (Energieeffizienz) genannt werden.
- Es entspricht BVT, die unten aufgeführten Systeme und Verfahren unter Verwendung der in diesem Dokument beschriebenen Techniken zu optimieren:
 - Druckluftsysteme
 - Pumpsysteme
 - Heizungs-, Klimatisierungs- und Lüftungssysteme,
 - Beleuchtungssysteme,
 - Trocknungs-, Trennungs- und Konzentrationsverfahren. In Bezug auf diese Verfahren gilt es auch als BVT, in Verbindung mit thermischen Prozessen nach Möglichkeiten für eine mechanische Trennung zu suchen.

Zu den besten verfügbaren Techniken für Systeme, Verfahren oder Tätigkeiten zählen ferner:

Wärmerückgewinnung

- Es gilt als BVT, die Leistungsfähigkeit von Wärmetauschern zu bewahren, und zwar durch
 - eine regelmäßige Überwachung des Wirkungsgrads und
 - die Vermeidung oder Beseitigung von Verschmutzungen.

Techniken für die Kühlung und die damit verbundenen BVT können dem BVT-Merkblatt „Industrielle Kühlsysteme“ entnommen werden, demzufolge die grundlegende BVT darin besteht, überschüssige Wärme nach Möglichkeit zu nutzen anstatt sie durch ein Kühlmedium in die Umgebung abzuleiten. In den Fällen, in denen eine Kühlung unverzichtbar ist, sollten die Vorteile einer freien Kühlung (unter Verwendung von Umgebungsluft) geprüft werden.

Kraft-Wärme-Kopplung

- Es entspricht BVT, nach Möglichkeiten für eine Kraft-Wärme-Kopplung innerhalb und/oder außerhalb der Anlage (mit Dritten) zu suchen.

In vielen Fällen haben die öffentlichen Behörden (auf lokaler, regionaler oder nationaler Ebene) solche Vereinbarungen mit Dritten ermöglicht und treten auch häufig selbst als die dritte Partei auf.

Stromversorgung

- Es entspricht BVT, den Leistungsfaktor entsprechend den Anforderungen des örtlichen Stromanbieters durch die in diesem Dokument beschriebenen Techniken (sofern sie auf den konkreten Fall anwendbar sind) zu erhöhen;
- BVT ist, die Stromversorgung auf harmonische Verzerrungen zu untersuchen und ggf. Filter einzusetzen
- BVT ist, die Effizienz der Stromversorgung durch die in diesem Dokument beschriebenen Techniken (sofern sie auf den konkreten Fall anwendbar sind) zu optimieren.

Elektromotor-betriebene Teilsysteme

Der Austausch konventioneller Antriebssysteme durch effiziente Elektromotoren (EEM) und stufenlos regelbare Antriebe ist eine der einfachsten Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz. Allerdings sollte dabei das gesamte System, in dem der Motor integriert ist, betrachtet werden. Ansonsten besteht die Gefahr,

- dass die potenziellen Vorteile einer Optimierung des Einsatzes und der Größe des Systems und somit der Optimierung der Anforderungen des Motorantriebs verloren gehen,
- dass Energie verloren geht, wenn ein stufenlos regelbarer Antrieb im falschen Systemkontext eingesetzt wird.

- BVT ist, Elektromotoren nach den im Folgenden angeführten Schritten zu optimieren:
 - Optimierung des gesamten Systems, in dem der Motor/die Motoren integriert ist/sind (z. B. Kühlsystem);
 - anschließend Optimierung des Motors/der Motoren des Systems entsprechend den neu bestimmten Lastanforderungen mit Hilfe einer oder mehrerer der in diesem Dokument beschriebenen Techniken (sofern diese anwendbar sind);
 - sobald die energieverbrauchenden Systeme optimiert wurden, folgt die Optimierung der übrigen (nicht optimierten) Motoren entsprechend den beschriebenen Techniken und unter Berücksichtigung von Kriterien wie:
 - i) vorrangiger Austausch der übrigen Motoren mit einer Laufzeit von mehr als 2000 Std pro Jahr durch effiziente Elektromotoren;
 - ii) bei Elektromotoren, die unterschiedliche Lasten antreiben und in mehr als 20 % ihrer Betriebszeit mit weniger als 50 % ihrer Kapazität laufen und eine Laufzeit von mehr als 2000 Stunden pro Jahr aufweisen, sollte eine Ausstattung mit stufenlos regelbaren Antrieben erwogen werden.

Erreichte Übereinstimmung

Dieses Dokument fand insgesamt weitgehende Unterstützung. Es wurden keine abweichenden Auffassungen verzeichnet.

Forschung und technische Entwicklung

Die Europäische Kommission startet und unterstützt mit ihren FTE-Programmen eine Reihe von Projekten, die sich mit sauberen Technologien, neu entstehenden Technologien zur Abwasserbehandlung und zum Recycling sowie mit Managementstrategien befassen. Diese Projekte könnten potenziell einen nützlichen Beitrag zu künftigen BVT-Merkblatt-Revisionen leisten. Die Leser werden daher gebeten, dem Europäischen Büro für die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU) alle Forschungsergebnisse mitzuteilen, die für den Geltungsbereich dieses Dokuments von Bedeutung sind (siehe auch das Vorwort zu diesem Dokument).