

## **Protokoll zu dem Übereinkommen von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung betreffend Schwermetalle**

---

### *Die Vertragsparteien,*

entschlossen, das Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung durchzuführen;

besorgt darüber, dass Emissionen bestimmter Schwermetalle nationale Grenzen überschreiten und Schäden an Ökosystemen mit Bedeutung für Umwelt und Wirtschaft verursachen und sich schädlich auf die menschliche Gesundheit auswirken können;

in Anbetracht dessen, dass Verbrennungs- und Industrieprozesse die vorrangigen anthropogenen Quellen von Emissionen von Schwermetallen in die Atmosphäre sind;

im Bewusstsein, dass Schwermetalle natürliche Bestandteile der Erdrinde sind und dass viele Schwermetalle in bestimmten Formen und angemessenen Konzentrationen lebensnotwendig sind;

unter Berücksichtigung vorhandener wissenschaftlicher und technischer Daten über die Emissionen, geochemischen Prozesse, den atmosphärischen Transport und die Auswirkungen von Schwermetallen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt sowie über Minderungsverfahren und -kosten;

im Bewusstsein, dass es Techniken und Verfahren zur Reduzierung der durch die Schwermetallemissionen verursachten Luftverunreinigung gibt;

im Bewusstsein, dass die wirtschaftlichen Bedingungen von Ländern im Zuständigkeitsbereich der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE) unterschiedlich sind und sich die Wirtschaft in bestimmten Ländern im Übergang zur Marktwirtschaft befindet;

entschlossen, Massnahmen zur Vorbeugung, Verhinderung oder Minimierung der Emissionen bestimmter Schwermetalle und ihrer entsprechenden Verbindungen unter Berücksichtigung des Vorsorgegrundsatzes gemäss Grundsatz 15 der Erklärung von Rio zu Umwelt und Entwicklung zu treffen;

in Bekräftigung dessen, dass die Staaten nach der Charta der Vereinten Nationen und den Grundsätzen des Völkerrechts das souveräne Recht haben, ihre eigenen Naturschätze gemäss ihrer eigenen Umwelt- und Entwicklungspolitik zu nutzen, sowie die Pflicht, dafür zu sorgen, dass durch Tätigkeiten, die unter ihrer Hoheitsgewalt oder Aufsicht ausgeübt werden, der Umwelt in anderen Staaten oder Gebieten ausserhalb der Grenzen der staatlichen Hoheitsgewalt kein Schaden zugefügt wird;

im Bewusstsein, dass Massnahmen zur Begrenzung der Emissionen von Schwermetallen auch zum Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit in Gebieten

<sup>1</sup> Übersetzung des französischen Originaltextes.

ausserhalb des Zuständigkeitsbereichs der UN-ECE einschliesslich der Arktis und internationaler Gewässer beitragen würden;

in der Erkenntnis, dass die Minderung der Emissionen bestimmter Schwermetalle zusätzlichen Nutzen für die Minderung der Emissionen anderer Schadstoffe mit sich bringen kann;

im Bewusstsein, dass weitere und effektivere Massnahmen zur Begrenzung und Verringerung der Emissionen bestimmter Schwermetalle erforderlich sein können und dass beispielsweise von den Auswirkungen ausgehende Studien eine Grundlage für weitere Massnahmen darstellen können;

in Anbetracht des wichtigen Beitrags des privaten Sektors und der Nichtregierungsorganisationen zu den Kenntnissen über die mit Schwermetallen in Verbindung gebrachten Auswirkungen, vorhandene Alternativen und Minderungsverfahren und ihre Rolle bei der Reduzierung der Emissionen von Schwermetallen;

im Bewusstsein der Massnahmen zur Begrenzung von Schwermetallen auf nationaler Ebene und in internationalen Foren;

sind wie folgt übereingekommen:

#### **Art. 1**            Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieses Protokolls

1. bedeutet „Übereinkommen“, das am 13. November 1979 in Genf geschlossene Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung;
2. bedeutet „EMEP“, das Programm über die Zusammenarbeit bei der Messung und Bewertung der weiträumigen Übertragung von Luft verunreinigenden Stoffen in Europa;
3. bedeutet „Exekutivorgan“, das gemäss Artikel 10 Absatz 1 des Übereinkommens gebildete Exekutivorgan für das Übereinkommen;
4. bedeutet „Kommission“, die Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa;
5. bedeutet „Vertragsparteien“, die Vertragsparteien dieses Protokolls, soweit der Zusammenhang nichts anderes erfordert;
6. bedeutet „geografischer Anwendungsbereich des EMEP“, das Gebiet, das in Artikel 1 Absatz 4 des am 28. September 1984 in Genf angenommenen Protokolls zum Übereinkommen von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung betreffend die langfristige Finanzierung des Programms über die Zusammenarbeit bei der Messung und Bewertung der weiträumigen Übertragung von Luft verunreinigenden Stoffen in Europa (EMEP) festgelegt ist;
7. bedeutet "Schwermetalle" die Metalle bzw. in einigen Fällen Metalloide, die beständig sind und eine Dichte grösser als 4,5 g/cm<sup>3</sup> aufweisen, sowie ihre Verbindungen;

8. bedeutet „Emission,, die Freisetzung aus einer Punktquelle oder einer diffusen Quelle in die Atmosphäre;
9. bedeutet „ortsfeste Quelle,, jedes feste Gebäude oder Bauwerk, jede feste Einrichtung, Anlage oder Ausrüstung, das bzw. die ein in Anhang I aufgeführtes Schwermetall direkt oder indirekt in die Atmosphäre freisetzt oder freisetzen kann;
10. bedeutet „neue ortsfeste Quelle,, jede ortsfeste Quelle, deren Bau oder wesentliche Modifikation nach Ablauf von zwei Jahren nach dem Inkrafttreten
  - i) dieses Protokolls oder
  - ii) einer Änderung von Anhang I oder II begonnen wurde, wobei die ortsfeste Quelle erst auf Grund dieser Änderung unter dieses Protokoll fällt. Es ist Angelegenheit der zuständigen nationalen Behörden, unter Berücksichtigung solcher Faktoren wie des Umweltnutzens einer Modifikation zu entscheiden, ob diese wesentlich ist;
11. bedeutet „Kategorie grösserer ortsfester Quellen,, jede Kategorie ortsfester Quellen, die in Anhang II aufgeführt ist und mindestens mit einem Prozent an den Gesamtemissionen eines in Anhang I aufgeführten Schwermetalls aus ortsfesten Quellen einer Vertragspartei für das gemäss Anhang I festgelegte Bezugsjahr beteiligt ist.

## **Art. 2** Ziel

Ziel dieses Protokolls ist die Begrenzung von anthropogenen Schwermetall-emissionen, die weiträumig und über Ländergrenzen hinweg übertragen werden und bei denen die Wahrscheinlichkeit besteht, dass sie der Gesundheit des Menschen oder der Umwelt erheblichen Schaden zufügen, gemäss den folgenden Artikeln.

## **Art. 3** Grundlegende Verpflichtungen

1. Jede Vertragspartei verringert ihre jährlichen Gesamtemissionen aller der in Anhang I aufgeführten Schwermetalle in die Atmosphäre vom Stand der Emissionen in einem gemäss diesem Anhang festgelegten Bezugsjahr durch wirksame Massnahmen, die ihren speziellen Gegebenheiten angemessen sind.
2. Jede Vertragspartei wendet spätestens nach Ablauf der in Anhang IV angegebenen Fristen Folgendes an:
  - a) die unter Berücksichtigung von Anhang III besten verfügbaren Techniken für jede neue ortsfeste Quelle innerhalb einer Kategorie grösserer ortsfester Quellen, für die Anhang III beste verfügbare Techniken ausweist;
  - b) die in Anhang V festgelegten Grenzwerte für jede neue ortsfeste Quelle innerhalb einer Kategorie grösserer ortsfester Quellen. Als Alternative kann eine Vertragspartei andere Strategien zur Emissionsminderung anwenden, die zu äquivalenten Gesamtemissionen führen;
  - c) die unter Berücksichtigung von Anhang III besten verfügbaren Techniken für jede bestehende ortsfeste Quelle innerhalb einer Kategorie grösserer ortsfester Quellen, für die Anhang III beste verfügbare Techniken ausweist.

Als Alternative kann eine Vertragspartei andere Strategien zur Emissionsminderung anwenden, die zu äquivalenten Gesamtemissionsminderungen führen;

- d) die Grenzwerte, die in Anhang V für jede bestehende ortsfeste Quelle innerhalb einer Kategorie grösserer ortsfester Quellen festgelegt sind, sofern dies technisch und wirtschaftlich machbar ist. Als Alternative kann eine Vertragspartei andere Strategien zur Emissionsminderung anwenden, die zu äquivalenten Gesamtemissionsminderungen führen.

3. Jede Vertragspartei wendet gemäss den in Anhang VI festgelegten Bedingungen und Fristen Produktkontrollmassnahmen an.

4. Jede Vertragspartei erwägt unter Berücksichtigung von Anhang VII die Anwendung zusätzlicher Produktmanagementmassnahmen.

5. Jede Vertragspartei erstellt und unterhält Emissionsverzeichnisse für die in Anhang I aufgeführten Schwermetalle, wobei für die Vertragsparteien im geografischen Anwendungsbereich des EMEP als Minimum die vom Lenkungsorgan des EMEP festgelegten Methoden zur Anwendung kommen und für die Vertragsparteien ausserhalb des geografischen Anwendungsbereichs des EMEP als Richtschnur die im Arbeitsplan des Exekutivorgans entwickelten Methoden dienen.

6. Eine Vertragspartei, die nach Anwendung von Absatz 2 und Absatz 3 den Anforderungen von Absatz 1 für ein in Anhang I aufgeführtes Schwermetall nicht entsprechen kann, wird für dieses Schwermetall von ihren Verpflichtungen in Absatz 1 befreit.

7. Eine Vertragspartei, deren Gesamtfläche 6 000 000 km<sup>2</sup> überschreitet, wird von ihren Verpflichtungen gemäss Absatz 2 Buchstaben b, c und d befreit, wenn sie nachweisen kann, dass sie nicht später als acht Jahre nach dem Inkrafttreten dieses Protokolls ihre jährlichen Gesamtemissionen jedes der in Anhang I aufgeführten Schwermetalle aus den in Anhang II aufgeführten Kategorien von Quellen um mindestens 50 Prozent gegenüber dem Emissionsniveau dieser Kategorien in dem in Anhang I festgelegten Bezugsjahr verringert haben wird. Eine Vertragspartei, die diesen Absatz geltend machen möchte, gibt dies bei der Unterzeichnung oder beim Beitritt zu diesem Protokoll an.

#### **Art. 4** Informations- und Technologieaustausch

1. Die Vertragsparteien erleichtern in Übereinstimmung mit ihren Gesetzen, sonstigen Rechtsvorschriften und Gepflogenheiten den Austausch von Technologien und Techniken, die zur Verringerung der Emissionen von Schwermetallen ausgelegt sind, einschliesslich – ohne darauf beschränkt zu sein – des Austauschs, mit dem die Entwicklung von Produktmanagementmassnahmen und die Anwendung bester verfügbarer Techniken unterstützt wird, indem sie insbesondere Folgendes fördern:

- a) den gewerblichen Austausch verfügbarer Technologie;
- b) direkte Kontakte und Zusammenarbeit der Industrie im wirtschaftlichen Bereich einschliesslich Joint Ventures;

- c) den Austausch von Informationen und Erfahrungen; und
- d) die Bereitstellung technischer Hilfe.

2. Bei der Förderung der in Absatz 1 aufgeführten Tätigkeiten schaffen die Vertragsparteien günstige Bedingungen durch Erleichterung von Kontakten und Zusammenarbeit zwischen geeigneten Organisationen und Einzelpersonen im privatwirtschaftlichen und öffentlichen Sektor, die in der Lage sind, Technologien, Konstruktions- und Ingenieurleistungen, Ausrüstungen oder Finanzmittel bereitzustellen.

#### **Art. 5** Strategien, Politiken, Programme und Massnahmen

1. Jede Vertragspartei entwickelt unverzüglich Strategien, Politiken und Programme, um ihren Verpflichtungen aus diesem Protokoll nachzukommen.

2. Eine Vertragspartei kann ausserdem:

- a) ökonomische Instrumente zur Förderung kostengünstiger Konzepte zur Ver-ringerung von Schwermetallemissionen anwenden;
- b) Verträge zwischen Staat und Industrie sowie freiwillige Vereinbarungen fördern;
- c) die effizientere Nutzung von Ressourcen und Rohstoffen unterstützen;
- d) den Einsatz weniger umweltbelastender Energiequellen fördern;
- e) Massnahmen zur Entwicklung und Einführung von Transportsystemen mit geringerer Umweltbelastung ergreifen;
- f) Massnahmen zur allmählichen Ablösung bestimmter, Schwermetalle frei-setzender Verfahren ergreifen, wenn im industriellen Massstab anwendbare Ersatzverfahren zur Verfügung stehen;
- g) Massnahmen zur Entwicklung und Nutzung sauberer Verfahren zur Verhin-derung und Begrenzung von Umweltbelastungen ergreifen.

3. Die Vertragsparteien können strengere als die in diesem Protokoll geforderten Massnahmen ergreifen.

#### **Art. 6** Forschung, Entwicklung und Überwachung

Die Vertragsparteien fördern mit Schwerpunkt auf die in Anhang I aufgeführten Schwermetalle Forschung, Entwicklung, Überwachung und Zusammenarbeit unter anderem in Bezug auf:

- a) Emissionen, weiträumige Verfrachtung, Deposition und ihre Modellierung, bestehende Konzentrationen in der biotischen und abiotischen Umwelt, die Erarbeitung von Verfahren für die Harmonisierung relevanter Methoden;
- b) Schadstoffpfade und -verzeichnisse in repräsentativen Ökosystemen;
- c) relevante Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt einschliesslich der Quantifizierung solcher Auswirkungen;

- d) beste verfügbare Techniken und Praktiken sowie Emissionsbegrenzungsverfahren, die derzeit bei den Vertragsparteien angewendet werden oder in Entwicklung sind;
- e) Einsammlung, Verwertung und erforderlichenfalls Entsorgung von Produkten oder Abfällen, die ein Schwermetall oder mehrere Schwermetalle enthalten;
- f) Methoden, die die Berücksichtigung sozioökonomischer Faktoren bei der Bewertung alternativer Begrenzungsstrategien gestatten;
- g) ein von den Auswirkungen ausgehendes Konzept, das zweckdienliche Informationen einschliesslich der unter den Buchstaben a) bis f) gewonnenen Informationen über gemessene oder modellierte Umweltkonzentrationen, Übertragungspfade und Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt integriert, zum Zwecke der Formulierung künftiger Begrenzungsstrategien, die auch wirtschaftliche und technologische Faktoren berücksichtigen;
- h) Alternativen zur Verwendung von Schwermetallen in den in den Anhängen VI und VII aufgeführten Produkten;
- i) Sammeln von Informationen über Konzentrationen von Schwermetallen in bestimmten Produkten, über das Emissionspotenzial dieser Metalle während der Herstellung, Verarbeitung, des Vertriebs im Handel, der Verwendung und der Entsorgung des Produkts sowie über Verfahren zur Verringerung dieser Emissionen.

#### **Art. 7** Berichterstattung

1. In Übereinstimmung mit ihren Rechtsvorschriften über die Vertraulichkeit gewerblicher Informationen

- a) übermittelt jede Vertragspartei dem Exekutivorgan über den Exekutivsekretär der Kommission in regelmässigen Abständen, die von den im Exekutivorgan zusammentretenden Vertragsparteien festgelegt werden, Informationen über Massnahmen, die sie zur Durchführung dieses Protokolls getroffen hat;
- b) übermittelt jede Vertragspartei im geografischen Anwendungsbereich des EMEP diesem über den Exekutivsekretär der Kommission in regelmässigen, vom Lenkungsorgan des EMEP festzulegenden und von den Vertragsparteien auf einer Tagung des Exekutivorgans zu billigen Abständen Informationen über das Niveau der Emissionen der in Anhang I aufgeführten Schwermetalle und hält sich dabei zumindest an die Methoden sowie die zeitliche und räumliche Auflösung, die vom Lenkungsorgan des EMEP festgelegt worden sind. Vertragsparteien ausserhalb des geografischen Anwendungsbereichs des EMEP stellen dem Exekutivorgan auf Anforderung ähnliche Informationen zur Verfügung. Ausserdem sammelt jede Vertragspartei gegebenenfalls einschlägige Informationen über ihre Emissionen anderer Schwermetalle und berichtet darüber unter Berücksichtigung der Leitlinien

zu den Methoden und zur zeitlichen und räumlichen Auflösung des Lenkungsremiums des EMEP und des Exekutivorgans.

2. Form und Inhalt der gemäss Absatz 1 Buchstabe a vorzulegenden Informationen werden in einem Beschluss festgelegt, der von den Vertragsparteien auf einer Tagung des Exekutivorgans angenommen wird. Bei Ergänzungen bezüglich Format oder Inhalt der Informationen, die in die Berichte aufzunehmen sind, wird dieser Beschluss erforderlichenfalls überarbeitet.

3. Rechtzeitig vor jeder Jahrestagung des Exekutivorgans legt das EMEP Informationen über den weiträumigen Transport und die Deposition von Schwermetallen vor.

#### **Art. 8** Berechnungen

Das EMEP stellt dem Exekutivorgan unter Verwendung geeigneter Modelle und Messungen und rechtzeitig vor jeder Jahrestagung des Exekutivorgans Berechnungen grenzüberschreitender Flüsse und Depositionen von Schwermetallen im geografischen Anwendungsbereich des EMEP zur Verfügung. Ausserhalb des geografischen Anwendungsbereichs des EMEP werden den besonderen Gegebenheiten der Vertragsparteien des Übereinkommens angemessene Modelle benutzt.

#### **Art. 9** Einhaltung des Protokolls

Die Einhaltung der Verpflichtungen der Vertragsparteien im Rahmen dieses Protokolls wird regelmässig überprüft. Der durch den Beschluss 1997/2 des Exekutivorgans auf seiner fünfzehnten Tagung eingesetzte Durchführungsausschuss führt diese Überprüfungen durch und erstattet den im Exekutivorgan zusammentretenden Vertragsparteien gemäss dem Anhang zu diesem Beschluss, einschliesslich seiner Änderungen, Bericht.

#### **Art. 10** Überprüfung durch die Vertragsparteien auf Tagungen des Exekutivorgans

1. Die Vertragsparteien überprüfen auf Tagungen des Exekutivorgans nach Artikel 10 Absatz 2 Buchstabe a des Übereinkommens die von den Vertragsparteien, dem EMEP und anderen Nebenorganen vorgelegten Informationen und die Berichte des Durchführungsausschusses im Sinne von Artikel 9 dieses Protokolls.

2. Die Vertragsparteien überprüfen auf Tagungen des Exekutivorgans, welche Fortschritte auf dem Weg zur Erfüllung der Verpflichtungen aus diesem Protokoll gemacht worden sind.

3. Die Vertragsparteien überprüfen auf Tagungen des Exekutivorgans, ob die in diesem Protokoll festgelegten Verpflichtungen ausreichend und wirksam sind.

- a) Bei diesen Überprüfungen werden die besten verfügbaren wissenschaftlichen Informationen über die Auswirkungen der Deposition von Schwermetallen, Bewertungen technologischer Entwicklungen und sich verändernde wirtschaftliche Bedingungen berücksichtigt;

- b) Bei diesen Überprüfungen wird vor dem Hintergrund der Forschung, Entwicklung, Überwachung und Zusammenarbeit im Rahmen dieses Protokolls
    - i) der Fortschritt auf dem Weg zur Erreichung des Ziels dieses Protokolls bewertet;
    - ii) beurteilt, ob zusätzliche Emissionsminderungen über die in diesem Protokoll geforderten Werte hinaus gerechtfertigt sind, um die nachteiligen Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen oder die Umwelt weiter zu verringern; und
    - iii) berücksichtigt, in welchem Masse eine zufriedenstellende Grundlage für die Anwendung eines von den Auswirkungen ausgehenden Konzepts besteht;
  - c) Die Verfahren, die Methoden und der Zeitplan für diese Überprüfungen werden von den Vertragsparteien auf einer Tagung des Exekutivorgans festgelegt.
4. Die Vertragsparteien erstellen anhand der Schlussfolgerungen aus den Überprüfungen gemäss Absatz 3 und so bald wie möglich nach Abschluss der Überprüfung einen Arbeitsplan über weitere Schritte zur Verringerung der Emissionen der in Anhang I aufgeführten Schwermetalle in die Atmosphäre.

#### **Art. 11** Beilegung von Streitigkeiten

1. Im Falle einer Streitigkeit zwischen zwei oder mehr Vertragsparteien über die Auslegung oder Anwendung dieses Protokolls bemühen sich die betroffenen Vertragsparteien um eine Beilegung der Streitigkeit durch Verhandlungen oder andere friedliche Mittel ihrer Wahl. Die Streitparteien unterrichten das Exekutivorgan über ihre Streitigkeit.
2. Bei der Ratifikation, der Annahme oder der Genehmigung dieses Protokolls oder beim Beitritt zu diesem Protokoll oder jederzeit danach kann eine Vertragspartei, die keine Organisation der regionalen Wirtschaftsintegration ist, in einer dem Verwahrer vorgelegten schriftlichen Urkunde erklären, dass sie in Bezug auf jede Streitigkeit über die Auslegung oder Anwendung des Protokolls eines oder beide der folgenden Mittel der Streitbeilegung gegenüber jeder Vertragspartei, welche dieselbe Verpflichtung übernimmt, von Rechts wegen und ohne besondere Übereinkunft als obligatorisch anerkennt:
  - a) Vorlage der Streitigkeit an den Internationalen Gerichtshof;
  - b) ein Schiedsverfahren gemäss Verfahren, die von den Vertragsparteien so bald wie möglich auf einer Tagung des Exekutivorgans in einer Anlage über ein Schiedsverfahren beschlossen werden.

Eine Vertragspartei, die eine Organisation der regionalen Wirtschaftsintegration ist, kann in Bezug auf ein Schiedsverfahren nach dem unter Buchstabe b vorgesehenen Verfahren eine Erklärung mit gleicher Wirkung abgeben.

3. Eine nach Absatz 2 abgegebene Erklärung bleibt in Kraft, bis sie gemäss den darin enthaltenen Bestimmungen erlischt, oder bis zum Ablauf von drei Monaten nach Hinterlegung einer schriftlichen Rücknahmenotifikation beim Verwahrer.

4. Eine neue Erklärung, eine Rücknahmenotifikation oder das Erlöschen einer Erklärung berührt nicht die beim Internationalen Gerichtshof oder bei dem Schiedsgericht anhängigen Verfahren, sofern die Streitparteien nichts anderes vereinbaren.

5. Vorbehaltlich der Einigung der Streitparteien auf die Mittel der Streitbeilegung gemäss Absatz 2 wird die Streitigkeit auf Ersuchen einer der Streitparteien einem Vergleichsverfahren unterworfen, wenn nach Ablauf von zwölf Monaten, nachdem eine Vertragspartei einer anderen notifiziert hat, dass eine Streitigkeit zwischen ihnen besteht, die betreffenden Vertragsparteien ihre Streitigkeit nicht durch die in Absatz 1 genannten Mittel beilegen konnten.

6. Für die Zwecke des Absatzes 5 wird eine Vergleichskommission gebildet. Die Kommission besteht aus einer jeweils gleichen Anzahl von Mitgliedern, die durch die betreffenden Parteien oder, falls mehrere Parteien des Vergleichsverfahrens eine Streitgenossenschaft bilden, durch die Gesamtheit dieser Parteien ernannt werden, sowie einem Vorsitzenden, der gemeinsam von den auf diese Weise ernannten Mitgliedern gewählt wird. Die Kommission fällt einen Spruch mit Empfehlungscharakter, den die Parteien nach Treu und Glauben prüfen.

## **Art. 12**            Anhänge

Die Anhänge dieses Protokolls sind Bestandteil dieses Protokolls. Die Anhänge III und VII haben Empfehlungscharakter.

## **Art. 13**            Änderungen des Protokolls

1. Jede Vertragspartei kann Änderungen dieses Protokolls vorschlagen.

2. Vorgeschlagene Änderungen werden schriftlich beim Exekutivsekretär der Kommission eingereicht, der sie allen Vertragsparteien übermittelt. Die im Exekutivorgan zusammenkommenden Vertragsparteien erörtern die vorgeschlagenen Änderungen auf ihrer folgenden Tagung, vorausgesetzt, die Vorschläge wurden vom Exekutivsekretär mindestens neunzig Tage vorher an die Vertragsparteien weitergeleitet.

3. Änderungen des Protokolls und der Anhänge I, II bis IV, V und VI bedürfen der einvernehmlichen Annahme durch die auf einer Tagung des Exekutivorgans anwesenden Vertragsparteien und treten für die Vertragsparteien, die sie angenommen haben, am neunzigsten Tag nach dem Zeitpunkt, zu dem zwei Drittel der Vertragsparteien ihre Annahmearkunden beim Verwahrer hinterlegt haben, in Kraft. Für jede andere Vertragspartei treten Änderungen am neunzigsten Tag nach dem Zeitpunkt in Kraft, zu dem die Vertragspartei ihre Urkunde über die Annahme derselben hinterlegt hat.

4. Änderungen der Anhänge III und VII bedürfen der einvernehmlichen Annahme durch die auf einer Tagung des Exekutivorgans anwesenden Vertragsparteien. Eine Änderung einer dieser Anhänge wird nach Ablauf von neunzig Tagen nach dem Zeitpunkt, zu dem sie der Exekutivsekretär an alle Vertragsparteien weitergeleitet hat, für die Vertragsparteien wirksam, die dem Verwahrer keine Notifikation gemäss Absatz 5 vorgelegt haben, sofern mindestens sechzehn Vertragsparteien keine solche Notifikation eingereicht haben.

5. Jede Vertragspartei, die eine Änderung von Anhang III oder Anhang VII nicht genehmigen kann, notifiziert dies dem Verwahrer schriftlich innerhalb von neunzig Tagen ab dem Zeitpunkt der Mitteilung ihrer Annahme. Der Verwahrer setzt unverzüglich alle Vertragsparteien über jede dieser eingegangenen Notifikationen in Kenntnis. Eine Vertragspartei kann jederzeit ihre frühere Notifikation durch eine Annahme ersetzen; mit Hinterlegung einer Annahmeerkunde beim Verwahrer wird die Änderung des betreffenden Anhangs für diese Vertragspartei wirksam.

6. Im Falle eines Vorschlags zur Änderung von Anhang I, VI oder VII durch Hinzufügen eines Schwermetalls, einer Produktkontrollmassnahme oder eines Produkts bzw. einer Produktkategorie zu diesem Protokoll

- a) legt der Antragsteller dem Exekutivorgan die Informationen entsprechend dem Beschluss des Exekutivorgans 1998/2, einschliesslich aller Änderungen, vor; und
- b) beurteilen die Vertragsparteien den Vorschlag nach den im Beschluss des Exekutivorgans 1998/2 festgelegten Verfahren einschliesslich aller Änderungen.

7. Beschlüsse zur Änderung des Beschlusses des Exekutivorgans 1998/2 bedürfen der einvernehmlichen Annahme durch die im Exekutivorgan zusammentretenden Vertragsparteien und werden sechzig Tage nach dem Tag der Annahme wirksam.

#### **Art. 14**            Unterzeichnung

1. Dieses Protokoll liegt vom 24. bis zum 25. Juni 1998 in Aarhus (Dänemark) und danach bis zum 21. Dezember 1998 am Sitz der Vereinten Nationen in New York für die Mitgliedstaaten der Kommission, für Staaten, die in der Kommission nach Absatz 8 der Entschliessung 36 (IV) des Wirtschafts- und Sozialrats vom 28. März 1947 beratenden Status haben, sowie für Organisationen der regionalen Wirtschaftsintegration, die von souveränen Staaten, die Mitglieder der Kommission sind, gebildet werden und für die Aushandlung, den Abschluss und die Anwendung internationaler Übereinkünfte in Angelegenheiten zuständig sind, die in den Geltungsbereich dieses Protokolls fallen, zur Unterzeichnung auf, vorausgesetzt, dass die betreffenden Staaten und Organisationen Vertragsparteien des Übereinkommens sind.

2. Solche Organisationen der regionalen Wirtschaftsintegration üben in Angelegenheiten, die in ihren Zuständigkeitsbereich fallen, in ihrem eigenen Namen die Rechte aus und nehmen die Pflichten wahr, die dieses Protokoll ihren Mitgliedstaaten überträgt. In diesen Fällen sind die Mitgliedstaaten dieser Organisationen nicht berechtigt, solche Rechte einzeln auszuüben.

#### **Art. 15**            Ratifikation, Annahme, Genehmigung und Beitritt

1. Dieses Protokoll bedarf der Ratifikation, Annahme oder Genehmigung durch die Unterzeichner.

2. Dieses Protokoll steht ab dem 21. Dezember 1998 Staaten und Organisationen, die die Voraussetzungen des Artikels 14 Absatz 1 erfüllen, zum Beitritt offen.

**Art. 16** Verwahrer

Die Ratifikations-, Annahme-, Genehmigungs- und Beitrittsurkunden werden beim Generalsekretär der Vereinten Nationen hinterlegt, der die Aufgaben des Verwahrers erfüllt.

**Art. 17** Inkrafttreten

1. Dieses Protokoll tritt am neunzigsten Tag nach Hinterlegung der sechzehnten Ratifikations-, Annahme-, Genehmigungs- oder Beitrittsurkunde beim Verwahrer in Kraft.

2. Für jeden Staat und für jede Organisation gemäss Artikel 14 Absatz 1, der oder die nach Hinterlegung der sechzehnten Ratifikations-, Annahme-, Genehmigungs- oder Beitrittsurkunde dieses Protokoll ratifiziert, annimmt, genehmigt oder ihm beiträgt, tritt es am neunzigsten Tag nach Hinterlegung seiner oder ihrer eigenen Ratifikations-, Annahme-, Genehmigungs- oder Beitrittsurkunde in Kraft.

**Art. 18** Rücktritt

Eine Vertragspartei kann jederzeit nach Ablauf von fünf Jahren nach dem Zeitpunkt, zu dem dieses Protokoll für sie in Kraft getreten ist, durch eine an den Verwahrer gerichtete schriftliche Notifikation von dem Protokoll zurücktreten. Der Rücktritt wird am neunzigsten Tag nach dem Eingang der Rücktrittsnotifikation beim Verwahrer oder zu einem gegebenenfalls in der Rücktrittsnotifikation genannten späteren Zeitpunkt wirksam.

**Art. 19** Verbindliche Wortlaute

Die Urschrift dieses Protokolls, dessen englischer, französischer und russischer Wortlaut gleichermassen verbindlich ist, wird beim Generalsekretär der Vereinten Nationen hinterlegt.

*Zu Urkund dessen* haben die hierzu gehörig befugten Unterzeichneten dieses Protokoll unterschrieben.

Geschehen zu Aarhus (Dänemark) am 24. Juni 1998.

**Schwermetalle, auf die in Artikel 3 Absatz 1 Bezug genommen wird,  
und das Bezugsjahr für die Verpflichtung**

---

Schwermetall	Bezugsjahr
Cadmium (Cd)	1990 oder ein beliebiges anderes Jahr von 1985 bis einschliesslich 1995, das von einer Vertragspartei bei der Ratifikation, der Annahme, der Genehmigung oder beim Beitritt angegeben wird.
Blei (Pb)	1990 oder ein beliebiges anderes Jahr von 1985 bis einschliesslich 1995, das von einer Vertragspartei bei der Ratifikation, der Annahme, der Genehmigung oder beim Beitritt angegeben wird.
Quecksilber (Hg)	1990 oder ein beliebiges anderes Jahr von 1985 bis einschliesslich 1995, das von einer Vertragspartei bei der Ratifikation, der Annahme, der Genehmigung oder beim Beitritt angegeben wird.

---

## Kategorien ortsfester Quellen

### I. Einleitung

1. Nicht in diesem Anhang inbegriffen sind Anlagen oder Teile von Anlagen für die Erforschung, Entwicklung und Prüfung neuer Erzeugnisse und Verfahren.
2. Die im Folgenden angegebenen Schwellenwerte beziehen sich im Allgemeinen auf Produktionskapazitäten oder -mengen. Führt ein Betreiber bei der gleichen Anlage oder am gleichen Standort verschiedene Tätigkeiten aus, die unter die gleiche Unterüberschrift fallen, so werden die Kapazitäten für diese Tätigkeiten addiert.

### II. Verzeichnis der Kategorien

---

Kategorie	Beschreibung der Kategorie
1	Feuerungsanlagen mit einer berechneten Feuerungswärmeleistung über 50 MW.
2	Anlagen zum Rösten oder Sintern von Metallerz (einschliesslich Sulfiderz) oder Konzentraten mit einer Kapazität über 150 Tonnen Sintergut pro Tag bei Eisenerz oder -konzentrat und 30 Tonnen Sintergut pro Tag beim Rösten von Kupfer, Blei oder Zink oder bei der Gold- und Quecksilbererz-aufbereitung.
3	Anlagen für die Erzeugung von Roheisen oder Stahl (Primär- oder Sekundärschmelzbetrieb, inklusive Elektrolichtbogenöfen) einschliesslich Strangiessen mit einer Kapazität über 2,5 Tonnen je Stunde.
4	Eisengiessereien mit einer Produktionskapazität über 20 Tonnen je Tag.
5	Anlagen zur Erzeugung von Kupfer, Blei und Zink aus Erz, Konzentraten oder Sekundärrohstoffen durch metallurgische Verfahren mit einer Kapazität über 30 Tonnen Metall je Tag im Primärbereich und 15 Tonnen Metall je Tag im Sekundärbereich oder zur Primärerzeugung von Quecksilber.
6	Anlagen zum Schmelzen (Raffinieren, Giessen usw.), einschliesslich Legieren, von Kupfer, Blei und Zink, einschliesslich rückgewonnener Einsatzstoffe, mit einer Schmelzkapazität über 4 Tonnen je Tag bei Blei bzw. 20 Tonnen je Tag bei Kupfer und Zink.
7	Anlagen zur Herstellung von Zementklinker in Drehrohröfen mit einer Produktionskapazität über 500 Tonnen je Tag oder in anderen Öfen mit einer Produktionskapazität über 50 Tonnen je Tag.
8	Anlagen zur Herstellung von Glas nach dem Bleieinsatzverfahren mit einer Schmelzkapazität über 20 Tonnen je Tag.
9	Anlagen zur Chloralkalielektrolyse nach dem Amalgamverfahren.
10	Anlagen zur Verbrennung gefährlicher oder medizinischer Abfälle mit einer Kapazität über 1 Tonne je Stunde oder zur kombinierten Verbrennung von gefährlichen oder medizinischen Abfällen gemäss Festlegung in einzelstaatlichen Rechtsvorschriften.

Weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung betreffend Schwermetalle

---

---

Kategorie	Beschreibung der Kategorie
-----------	----------------------------

---

11	Anlagen zur Verbrennung von Siedlungsabfällen mit einer Kapazität über 3 Tonnen je Stunde oder zur kombinierten Verbrennung von Siedlungsabfällen gemäss Festlegung in einzelstaatlichen Rechtsvorschriften.
----	--

---

## **Beste verfügbare Techniken zur Begrenzung der Emissionen von Schwermetallen und ihren Verbindungen aus den in Anhang II aufgeführten Kategorien von Quellen**

### **I. Einleitung**

1. Mit diesem Anhang sollen den Vertragsparteien Leitlinien zur Ermittlung bester verfügbarer Techniken für ortsfeste Quellen gegeben werden, die es ihnen ermöglichen, die Verpflichtungen des Protokolls zu erfüllen.

2. Der Begriff „Beste verfügbare Techniken,“ (Best available techniques - BAT) steht für die effektivste und am weitesten fortgeschrittene Stufe der Entwicklung von Tätigkeiten und entsprechenden Verfahren und verweist darauf, dass bestimmte Techniken praktisch dazu geeignet sind, die Grundlage für Emissionsgrenzwerte zu liefern, die so beschaffen sind, dass Emissionen und ihre Auswirkungen auf die Umwelt als Ganzes verhindert und, wo dies nicht praktikabel ist, generell reduziert werden:

- Der Begriff „Techniken,“ betrifft sowohl die eingesetzte Technologie als auch die Art und Weise, in der die Anlage geplant, gebaut, in Stand gehalten, betrieben und ausser Betrieb gesetzt wird;
- „verfügbare,“ Techniken bedeutet, dass sie in einem Massstab entwickelt wurden, der ihre Realisierung in dem relevanten Sektor der Industrie unter wirtschaftlich und technisch tragfähigen Bedingungen bei Berücksichtigung der Kosten und Vorteile erlaubt, unabhängig davon, ob die Techniken innerhalb des Territoriums der fraglichen Vertragspartei angewendet werden oder von dort stammen, solange sie für den Betreiber auf vernünftigem Wege zugänglich sind;
- „beste,“ heisst am effektivsten im Hinblick auf die Erreichung eines hohen allgemeinen Schutzniveaus der Umwelt als Ganzes.

Bei der Ermittlung der besten verfügbaren Techniken sollte generell bzw. in spezifischen Fällen den nachstehenden Faktoren besondere Beachtung geschenkt werden unter Berücksichtigung der voraussichtlichen Kosten und des Nutzens einer Massnahme sowie das Vorsorge- und Vermeidungsprinzip:

- Einsatz abfallarmer Technologien;
- Verwendung mindergefährlicher Stoffe;
- Förderung der Rückgewinnung und Verwertung von Stoffen, die im Prozess gebildet und verwendet worden sind, sowie von Abfällen;
- Vergleichbare Betriebsprozesse, -einrichtungen oder -methoden, die im industriellen Massstab erfolgreich erprobt worden sind;
- Technologische Fortschritte und Veränderungen bei den wissenschaftlichen Kenntnissen und Erkenntnissen;
- Art, Auswirkungen und Umfang der betreffenden Emissionen;
- Inbetriebnahmetermine für neue oder bestehende Anlagen;

- Zur Einführung der besten verfügbaren Technik benötigte Zeit;
- Verbrauch und Beschaffenheit der in dem Prozess verwendeten Rohstoffe (einschliesslich Wasser) und ihre Energieeffizienz;
- Notwendigkeit der Verhinderung bzw. Minimierung der Gesamtauswirkungen der Emissionen auf die Umwelt und der Risiken für sie;
- Notwendigkeit der Verhütung von Unfällen und der Minimierung ihrer Folgen für die Umwelt.

Das Konzept der besten verfügbaren Techniken zielt nicht darauf ab, eine bestimmte Technik oder Technologie vorzuschreiben; es müssen auch die technischen Merkmale der betreffenden Anlage, ihr geografischer Standort und die örtlichen Umweltbedingungen berücksichtigt werden.

3. Die Informationen zur Leistungsfähigkeit und zu den Kosten der Emissionsbegrenzung stützen sich auf amtliche Unterlagen des Exekutivorgans und seiner Nebenorgane, insbesondere auf Dokumente, die bei der Task Force für Schwermetallemissionen und der für Schwermetalle zuständigen Ad-hoc-Arbeitsgruppe eingingen und von ihnen geprüft wurden. Darüber hinaus wurden andere internationale Informationen über beste verfügbare Techniken zur Emissionsbegrenzung berücksichtigt (z.B. die technischen Hinweise der Europäischen Gemeinschaft zu BAT, die PARCOM-Empfehlungen zu BAT und die direkt von Experten zur Verfügung gestellten Informationen).

4. Die Erfahrungen mit neuen Produkten und neuen Anlagen, die mit emissionsarmen Techniken arbeiten, sowie aus der Nachrüstung vorhandener Anlagen wachsen ständig. Dies kann eine Änderung und Aktualisierung dieses Anhangs erforderlich machen.

5. In diesem Anhang ist eine Reihe von Massnahmen mit verschiedenen Kosten- und Effizienzmerkmalen aufgeführt. Welche Massnahmen für einen bestimmten Fall ausgewählt werden, ist von einer Reihe von Faktoren abhängig und kann von diesen Faktoren eingeschränkt werden, zu denen wirtschaftliche Gegebenheiten, die technologische Infrastruktur, vorhandene Einrichtungen zur Emissionsbegrenzung, die Sicherheit, der Energieverbrauch und die Frage zählen, ob es sich um eine neue oder bestehende Quelle handelt.

6. In diesem Anhang werden die Emissionen von Cadmium, Blei und Quecksilber sowie ihrer Verbindungen in fester (partikelgebundener) und/oder gasförmiger Gestalt berücksichtigt. Auf die Speziation dieser Verbindungen wird hier im Allgemeinen nicht eingegangen. Dennoch wurde die Effizienz von Einrichtungen zur Emissionsbegrenzung im Hinblick auf die physikalischen Eigenschaften des Schwermetalls insbesondere im Falle von Quecksilber berücksichtigt.

7. Die in  $\text{mg/m}^3$  ausgedrückten Emissionswerte beziehen sich auf Standardbedingungen (Volumen bei 273,15 K, 101,3 kPa, Trockengas) ohne Korrektur für den Sauerstoffgehalt – sofern nicht anders angegeben – und werden gemäss Entwurf des Europäischen Komitees für Normung (Comité européen de normalisation, CEN) und in einigen Fällen nach einzelstaatlichen Probenahme- und Überwachungsverfahren berechnet.

## **II. Allgemeine Möglichkeiten für die Verringerung der Emissionen von Schwermetallen und ihrer Verbindungen**

8. Es gibt verschiedene Möglichkeiten für die Begrenzung oder Vermeidung von Schwermetallemissionen. Die Massnahmen zur Verringerung von Emissionen konzentrieren sich auf nachgeschaltete Technologien und Prozessmodifikationen (einschliesslich Wartung und Betriebskontrolle). Folgende Massnahmen, die je nach den technischen und/oder wirtschaftlichen Bedingungen durchgeführt werden können, stehen zur Verfügung:

- a) Anwendung emissionsarmer Prozesstechnologien, insbesondere in Neuanlagen;
- b) Abgasreinigung (sekundäre Minderungsmassnahmen) mit Filtern, Wäschern, Absorbieren usw.;
- c) Wechsel oder Aufbereitung von Rohstoffen, Brennstoffen und/oder anderen Einsatzmaterialien (z.B. Verwendung von Rohstoffen mit niedrigem Schwermetallgehalt);
- d) beste Betriebsführungspraktiken wie gute Haushaltsführung, Programme zur vorbeugenden Instandhaltung oder Primärmassnahmen wie die Kapselung von stauberzeugenden Anlagen;
- e) geeignete Umweltmanagementtechniken zur Verwendung und Entsorgung bestimmter Produkte, die Cd, Pb und/oder Hg enthalten.

9. Es ist notwendig, Minderungsverfahren zu überwachen, damit geeignete Begrenzungsmassnahmen und -praktiken ordnungsgemäss durchgeführt werden und eine wirksame Emissionsminderung erreicht wird. Die Überwachung der Minderungsverfahren umfasst:

- a) die Erarbeitung eines Verzeichnisses der oben genannten Minderungsmassnahmen, die bereits verwirklicht wurden;
- b) den Vergleich der tatsächlichen Verringerung der Cd-, Pb- und Hg-Emissionen mit den Zielen des Protokolls;
- c) die Bestimmung der Cd-, Pb- und Hg-Emissionsmengen aus relevanten Quellen mit geeigneten Techniken;
- d) die regelmässige Überprüfung durch Aufsichtsbehörden, um einen weiterhin effizienten Betrieb zu gewährleisten.

10. Massnahmen zur Emissionsminderung sollten kosteneffizient sein, wobei bei den Überlegungen zur Kostenwirksamkeit von den jährlichen Gesamtkosten pro eingesparter Schadstoffeinheit (einschliesslich Kapital- und Betriebskosten) ausgegangen werden sollte. Die Kosten für die Emissionsminderung sollten auch im Verhältnis zum Gesamtprozess gesehen werden.

### III. Techniken zur Emissionsbegrenzung

11. Die wichtigsten Kategorien verfügbarer Techniken für die Minderung von Cd-, Pb- und Hg-Emissionen sind Primärmaßnahmen wie die Roh- und/oder Brennstoffsubstitution und emissionsarme Prozesstechnologien sowie Sekundärmaßnahmen wie die Begrenzung diffuser Emissionen und die Abgasreinigung. Sektorspezifische Techniken sind in Kapitel IV aufgeführt.

12. Die Angaben zur Effizienz gründen sich auf Betriebserfahrungen und gelten als aussagekräftig hinsichtlich der Leistungsfähigkeit bestehender Anlagen. Die Gesamteffizienz zur Minderung der Emissionen aus Punktquellen und diffusen Quellen ist in starkem Masse von der Effizienz der Gasreinigungs- und Staubabscheidungssysteme (z.B. Absaughauben) abhängig. Es sind Auffang-/Abscheidegrade von über 99% nachgewiesen worden. In bestimmten Fällen hat es sich gezeigt, dass die Gesamtemissionen durch Massnahmen zur Emissionsbegrenzung um 90% und mehr verringert werden können.

13. Bei partikelgebundenen Emissionen von Cd, Pb und Hg können die Metalle mittels Entstaubungsanlagen aufgefangen werden. Typische Staubkonzentrationen nach der Abgasreinigung mit ausgewählten Verfahren sind in Tabelle 1 aufgeführt. Die meisten dieser Massnahmen werden im Allgemeinen sektorübergreifend angewendet. In Tabelle 2 ist die voraussichtliche Mindestleistung ausgewählter Verfahren zur Abscheidung von gasförmigem Quecksilber angegeben. Die Anwendung dieser Massnahmen ist an bestimmte Prozesse gebunden und besonders dann von Bedeutung, wenn die Quecksilberkonzentrationen im Abgas hoch sind.

#### Leistung von Entstaubungsanlagen, ausgedrückt als Stundenmittel der Staubkonzentration im Reingas

*Tabelle 1*

---

	Staubkonzentrationen nach der Reinigung (mg/m <sup>3</sup> )
Gewebefilter	< 10
Gewebefilter, Membrantyp	< 1
elektrostatische Trockenabscheider	< 50
elektrostatische Nassabscheider	< 50
Hochleistungswäscher	< 50

---

*Anmerkung:*

Bei mittlerem und niederem Druck arbeitende Wäscher und Zyklone weisen im Allgemeinen eine niedrigere Staubabscheideleistung auf.

---

**Voraussichtliche Mindestleistung von Quecksilberabscheidern, ausgedrückt als Stundenmittel der Quecksilberkonzentration im Reingas**

*Tabelle 2*

	Quecksilbergehalt nach der Reinigung (mg/m <sup>3</sup> )
Selenfilter	< 0,01
Selenwäscher	< 0,2
Aktivkohlefilter	< 0,01
Aktivkohleindüsung + Staubabscheider	< 0,05
Odda-Norzink-Chloridprozess	< 0,1
Bleisulfidprozess	< 0,05
Bolkem-(Thiosulfat)-Prozess	< 0,1

14. Es ist dafür Sorge zu tragen, dass diese Techniken zur Emissionsbegrenzung keine anderen Umweltprobleme hervorrufen. Ein Verfahren sollte nicht allein auf Grund seiner geringen Emissionen in die Luft ausgewählt werden, wenn dessen Einsatz die Umweltauswirkungen im Hinblick auf die Schwermetallemissionen – beispielsweise auf Grund einer stärkeren Abwasserbelastung – insgesamt verschlechtert. Zu berücksichtigen ist ferner der Verbleib des aus der verbesserten Abgasreinigung stammenden abgeschiedenen Staubs. Hat der Umgang mit solchen Abfällen negative Auswirkungen auf die Umwelt zur Folge, dann verringert sich dadurch der Nutzen der geringeren Staub- und Abgasemissionen in die Luft.

15. Massnahmen zur Emissionsminderung können vorrangig auf Prozesstechniken wie auch auf die Abgasreinigung gerichtet sein. Beide Varianten bestehen nicht unabhängig voneinander; die Wahl eines speziellen Prozesses könnte die Anwendung einiger Abgasreinigungsmethoden ausschliessen.

16. Die Auswahl einer Technik zur Emissionsminderung erfolgt unter Beachtung von Parametern wie der Schadstoffkonzentration und/oder der -speziation im Rohgas, dem Gasvolumenstrom, der Gastemperatur usw. Daher können sich die Anwendungsgebiete überschneiden; in einem solchen Fall ist die am besten geeignete Technik nach fallspezifischen Gegebenheiten auszuwählen.

17. Nachstehend werden geeignete Massnahmen zur Verringerung von Abgasemissionen in verschiedenen Sektoren beschrieben. Dabei sind diffuse Emissionen zu berücksichtigen. Die Staubemissionsbegrenzung im Zusammenhang mit dem Umschlag, dem innerbetrieblichen Transport und der Lagerung von Rohstoffen oder Nebenprodukten ist für die weiträumige Verbreitung zwar nicht von Belang, kann aber für die örtliche Umwelt eine Rolle spielen. Die Emissionen lassen sich verringern, indem diese Tätigkeiten in vollkommen eingehauste Gebäude verlagert werden, die mit Lüftungs- und Entstaubungseinrichtungen, Sprühanlagen oder anderen geeigneten Mitteln zur Emissionsbegrenzung ausgestattet sein können. Bei Lagerung auf nicht überdachten Flächen sollte die Oberfläche des Materials auf andere Weise geschützt werden, damit sie nicht vom Wind mitgerissen werden. Haldenflächen und Strassen sollten sauber gehalten werden.

18. Die in den Tabellen aufgeführten Zahlen zu Investitionen und Kosten wurden von verschiedenen Quellen zusammengestellt und sind äusserst fallspezifisch. Sie sind in USD von 1990 (1 USD [1990] = 0,8 ECU [1990]) angegeben und werden von Faktoren beeinflusst wie Anlagenkapazität, Abscheideeffizienz und Rohgaskonzentration, Technologieart und der Frage, ob eine Neuanlage oder eine Nachrüstung gewählt wird.

#### **IV. Sektoren**

19. Dieses Kapitel enthält für jeden relevanten Sektor eine Tabelle mit den wichtigsten Emissionsquellen, den Emissionsbegrenzungsmaßnahmen auf der Grundlage der besten verfügbaren Techniken, dem spezifischen Abscheidegrad der Massnahmen und gegebenenfalls die damit verbundenen Kosten. Sofern nicht anders angegeben bezieht sich der Abscheidegrad in den Tabellen auf Abgasemissionen aus Kaminen.

##### *Verbrennung fossiler Brennstoffe in Kesseln von Versorgungs- und Industrieunternehmen (Anlage II, Kategorie 1)*

20. Die Verbrennung von Kohle in Kesseln von Versorgungs- und Industrieunternehmen stellt eine bedeutende Quelle anthropogener Quecksilberemissionen dar. In Kohle ist der Schwermetallgehalt normalerweise um einige Grössenordnungen höher als in Erdöl oder -gas.

21. Durch Massnahmen für einen verbesserten Wirkungsgrad der Energieumwandlung und zur Energieeinsparung wird der Brennstoffbedarf gesenkt, wodurch zugleich die Schwermetallemissionen zurückgehen. Ebenso führt die Verbrennung von Erdgas oder alternativen Brennstoffen mit einem geringen Schwermetallgehalt an Stelle von Kohle zu einer bedeutenden Verringerung der Emissionen von Schwermetallen wie Quecksilber. Die Kombiprozesstechnologie mit integrierter Kohlevergasung (integrated gasification combined-cycle IGCC) ist eine neue Anlagentechnologie im Kraftwerkssektor, die sich durch ein geringes Emissionspotenzial auszeichnet.

22. Mit Ausnahme von Quecksilber werden Schwermetalle in fester Form gebunden mit Flugaschepartikeln emittiert. Unterschiedliche Technologien zur Kohleverbrennung sind mit unterschiedlich starker Flugaschebildung verbunden: Kessel mit Rostfeuerung 20–40%, Wirbelschichtfeuerung 15%, Kesselfeuerung mit trockenem Schlackeabzug (Kohlenstauffeuerung) 70–100% Gesamtascheanfall. Es wurde festgestellt, dass der Schwermetallgehalt im Flugascheanteil mit geringer Partikelgrösse höher ist.

23. Durch Aufbereitung, z.B. „Wäsche“, oder „biologische Behandlung“, von Kohle verringert sich der Schwermetallgehalt, der auf die anorganischen Bestandteile der Kohle zurückzuführen ist. Der Umfang, in dem die Schwermetalle bei dieser Technologie entfernt werden, variiert jedoch sehr stark.

24. Mit elektrostatischen Abscheidern (ESA) oder Gewebefiltern (GF) kann ein Staubabscheidegrad von insgesamt mehr als 99,5% erzielt werden, in vielen Fällen mit Staubkonzentrationen im Reingas von etwa 20 mg/m<sup>3</sup>. Mit Ausnahme von Quecksilber lassen sich Schwermetallemissionen um mindestens 90–99% verringern, wobei der niedrigere Wert für die leichter flüchtigen Elemente zutrifft. Eine

niedrige Filtertemperatur trägt dazu bei, den Gehalt des Abgases an gasförmigem Quecksilber zu reduzieren.

25. Durch den Einsatz von Techniken zur Verringerung der Emissionen von Stickstoffoxiden, Schwefeldioxid und Partikeln aus dem Abgas können auch Schwermetalle beseitigt werden. Mittels geeigneter Abwasserbehandlung sollten eventuelle „medienübergreifende,“ Auswirkungen vermieden werden.

26. Wie aus Tabelle 3 ersichtlich ist, variiert der Grad der Quecksilberabscheidung bei Anwendung der oben genannten Techniken je nach Anlage sehr stark. Es wird weiter an der Entwicklung von Verfahren für die Quecksilberabscheidung geforscht, aber solange derartige Verfahren im industriellen Massstab nicht zur Verfügung stehen, ist die Nennung einer besten verfügbaren Technik für den spezifischen Zweck der Quecksilberabscheidung nicht möglich.

**Emissionsbegrenzungsmaßnahmen, Abscheidegrad und Kosten der Emissionsminderung bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe**

*Tabelle 3*

Emissionsquelle	Emissionsbegrenzungsmaßnahme(n)	Abscheidegrad (%)	Minderungskosten
Verbrennung von Heizöl	Umstellung von Heizöl auf Gas	Cd, Pb: 100; Hg: 70–80	äusserst fallspezifisch
Verbrennung von Kohle	Umstellung von Kohle auf Brennstoffe mit geringeren Schwermetallemissionen ESA (kaltseitig)	Staub: 70–100 Cd, Pb: > 90; Hg: 10–40	äussert fallspezifisch Spezifische Investitionen 5–10 USD/m <sup>3</sup> Abgas je Stunde (> 200,000 m <sup>3</sup> /h)
	Abgas-Nassentschwefelung <sup>a</sup>	Cd, Pb: > 90; Hg: 10–90 <sup>b</sup>	–
	Gewebefilter (GF)	Cd: > 95; Pb: > 99; Hg: 10–60	Spezifische Investitionen 8–15 USD/m <sup>3</sup> Abgas je Stunde (> 200,000 m <sup>3</sup> /h)

a Der Grad der Hg-Abscheidung wächst mit dem Anteil an ionischem Quecksilber. Anlagen zur selektiven katalytischen Reduktion (SCR – Selective Catalytic Reduction) bei rohgasseitigem Betrieb erleichtern die Hg(II)-Bildung.

b Diese Anlagen dienen in erster Linie der SO<sub>2</sub>-Reduktion. Die Verringerung des Schwermetallgehalts ist ein Nebeneffekt. (Spezifische Investitionen 60–250 USD/kW<sub>el</sub>)

*Primärbereich der Eisen- und Stahlindustrie (Anhang II, Kategorie 2)*

27. In diesem Abschnitt werden die Emissionen von Sinteranlagen, Pelletanlagen, Hochöfen und Stahlwerken mit Sauerstoffblaskonverter behandelt. Emissionen von Cd, Pb und Hg treten in Verbindung mit Partikeln auf. Der Schwermetallgehalt im

emittierten Staub ist von der Zusammensetzung der Rohstoffe und den bei der Stahlerzeugung zugesetzten Legierungsmetallen abhängig. Die wichtigsten Massnahmen zur Emissionsminderung sind in Tabelle 4 aufgeführt. Es sollten möglichst Gewebefilter verwendet werden; ist dies auf Grund der Bedingungen nicht machbar, können elektrostatische Abscheider und/oder Hochleistungswäscher eingesetzt werden.

**Emissionsquellen, Emissionsbegrenzungsmaßnahmen, Abscheidegrad und Kosten der Staubabscheidung im Primärbereich der Eisen- und Stahlindustrie**

*Tabelle 4*

Emissionsquelle	Emissionsbegrenzungsmaßnahme(n)	Staubabscheidegrad (%)	Minderungskosten (Gesamtkosten USD)
Sinteranlagen	Emissionsoptimiertes Sintern	ca. 50	–
	Wäscher und ESA	> 90	–
	Gewebefilter	> 99	–
Pelletanlagen	ESA + Kalkreaktor + Gewebefilter	> 99	–
	Wäscher	> 95	–
Hochöfen	GF / ESA	> 99	ESA: 0,24 –1/Mg Roheisen
Gichtgasreinigung	Nasswäscher	> 99	–
	elektrostatische Nassabscheider	> 99	–
Sauerstoffblaskonverter	Primärentstaubung: Nassabscheider/ESA/GF	> 99	elektrostatischer Trockenabscheider: 2,25/Mg Stahl
	Sekundärentstaubung: elektrostatischer Trockenabscheider/GF	> 97	GF: 0,26/Mg Stahl
Diffuse Emissionen	Förderbänder in geschlossener Ausführung, gekapselte Bauweise, Befeuchten von gelagertem Einsatzmaterial, Strassenreinigung	80–99	–

28. Bei der Anwendung bester verfügbarer Technologien im Primärbereich der Eisen- und Stahlindustrie können die prozessbezogenen spezifischen Gesamtstaubemissionen auf die folgenden Werte reduziert werden:

Sinteranlagen	40–120 g/Mg
Pelletanlagen	40 g/Mg
Hochofen	35–50 g/Mg
Sauerstoffblaskonverter	35–70 g/Mg.

29. Durch die Reinigung der Abgase mit Gewebefiltern wird der Staubgehalt im Reingas auf weniger als 20 mg/m<sup>3</sup> gesenkt, während bei elektrostatischen Abscheidern und Wäschern 50 mg/m<sup>3</sup> erreicht werden (im Stundenmittel). Jedoch gibt es im Primärbereich der Eisen- und Stahlindustrie viele Gewebefilteranwendungen, die weit niedrigere Werte ermöglichen.

30. Direktreduktions- und -schmelzprozesse befinden sich in der Entwicklung und könnten in der Zukunft Sinteranlagen und Hochöfen ablösen. Die Anwendung dieser Technologien erfolgt in Abhängigkeit der Eigenschaften der Erze und erfordert die Verarbeitung des entstehenden Produkts in einem Elektrolichtbogenofen, der mit geeigneten Minderungseinrichtungen ausgestattet sein sollte.

*Sekundärbereich der Eisen- und Stahlindustrie (Anhang II, Kategorie 3)*

31. Es ist sehr wichtig, alle Emissionen wirksam aufzufangen. Dies kann durch die Installation von Einhausungen oder beweglichen Abzugshauben bzw. mit Hilfe von Absaugsystemen für das gesamte Gebäude geschehen. Die gefassten Abgase müssen gereinigt werden. Für alle staubemittierenden Prozesse im Sekundärbereich der Eisen- und Stahlindustrie ist die Entstaubung mit Gewebefiltern, bei denen der Staubgehalt im Reingas auf weniger als 20 mg/m<sup>3</sup> gesenkt wird, als beste verfügbare Technik anzusehen. Kommt diese Technik auch für die Minimierung diffuser Emissionen zum Einsatz, so wird die spezifische Staubemission (einschliesslich der unmittelbar mit dem Prozess im Zusammenhang stehenden diffusen Emissionen) nicht über den Bereich von 0,1 bis 0,35 kg/Mg Stahl hinausgehen. Es gibt viele Beispiele für einen Reingas-Staubgehalt unter 10 mg/m<sup>3</sup> im Falle einer Verwendung von Gewebefiltern. Dabei liegt die spezifische Staubemission normalerweise unter 0,1 kg/Mg.

32. Zum Schmelzen von Schrott kommen zwei unterschiedliche Ofenarten zum Einsatz: Siemens-Martin-Öfen und Elektrolichtbogenöfen, wobei der Einsatz von SM-Öfen gegenwärtig ausläuft.

33. Der Gehalt an den hier untersuchten Schwermetallen im emittierten Staub hängt von der Zusammensetzung des Eisen- und Stahlschrotts und den bei der Stahlerzeugung zugesetzten Legierungsmetallen ab. Messungen am Elektrolichtbogenofen haben gezeigt, dass emittiertes Quecksilber zu 95% und Cadmiumemissionen zu 25% als Dämpfe auftreten. Die wichtigsten Massnahmen zur Emissionsminderung sind in Tabelle 5 aufgeführt.

**Emissionsquellen, Emissionsbegrenzungsmaßnahmen, Abscheidegrad und Kosten der Staubabscheidung im Sekundärbereich der Eisen- und Stahlindustrie**

*Tabelle 5*

Emissionsquelle	Emissionsbegrenzungsmaßnahme(n)	Staubabscheidegrad (%)	Minderungskosten (Gesamtkosten USD)
Lichtbogenofen	ESA	> 99	–
	GF	> 99,5	GF: 24/Mg Stahl

*Eisengiessereien* (Anhang II, Kategorie 4)

34. Es kommt vor allem darauf an, alle Emissionen wirksam zu erfassen. Dies lässt sich durch die Installation von Einhausungen oder beweglichen Abzughauben bzw. mittels Absaugsystemen für das gesamte Gebäude erreichen. Die gefassten Emissionen müssen gereinigt werden. In Eisengiessereien wird mit Kupolöfen, Elektrolichtbogenöfen und Induktionsöfen gearbeitet. Vor allem beim Schmelzen und, in geringem Masse, auch beim Giessen treten direkte Partikelemissionen und gasförmige Schwermetallemissionen auf. Diffuse Emissionen entstehen bei der Rohstoffaufbereitung, beim Schmelzen, Giessen und Gussputzen. Die wichtigsten Massnahmen zur Emissionsminderung sind in Tabelle 6 zusammen mit den erreichbaren Abscheidegraden und, sofern verfügbar, den Kosten angegeben. Mit diesen Massnahmen lassen sich die Staubkonzentrationen auf mindestens 20 mg/m<sup>3</sup> verringern.

**Emissionsquellen, Emissionsbegrenzungsmassnahmen, Abscheidegrad und Kosten der Staubabscheidung in Eisengiessereien**

*Tabelle 6*

Emissionsquelle	Emissionsbegrenzungsmassnahme(n)	Staubabscheidegrad (%)	Minderungskosten (Gesamtkosten USD)
Lichtbogenofen	ESA	> 99	–
	GF	> 99,5	GF: 24/Mg Eisen
Induktionsofen	GF/Trockenabsorption + GF	> 99	–
Kaltwindkupolofen	Abzug unter Gicht: GF	> 98	–
	Abzug über Gicht: GF + Vorentstaubung	> 97	8–12/Mg Eisen
	GF + Chemisorption	> 99	45/Mg Eisen
Heisswindkupolofen	GF + Vorentstaubung	> 99	23/Mg Eisen
	Desintegrator/Venturi-Wäscher	> 97	–

35. Die Eisengiessereiindustrie umfasst eine Vielzahl äusserst verschiedenartiger Produktionsstätten. Bei bestehenden kleineren Anlagen stellen die aufgeführten Massnahmen unter Umständen nicht die beste verfügbare Technik dar, wenn sie wirtschaftlich nicht tragbar sind.

*Primär- und Sekundärbereich der Nichteisenmetallindustrie*  
(Anhang II, Kategorien 5 und 6)

36. In diesem Abschnitt geht es um die Emissionen von Cd, Pb und Hg und ihrer Begrenzung im Primär- und Sekundärbereich der Erzeugung von Nichteisenmetallen wie Blei, Kupfer, Zink, Zinn und Nickel. Auf Grund der Vielzahl der im Einzelnen eingesetzten Rohstoffe und angewendeten Prozesse ist es möglich, dass in diesem Sektor beinahe alle Arten von Schwermetallen und Schwermetallverbindungen emittiert werden. Für die in diesem Anhang untersuchten Schwermetalle ist besonders die Produktion von Kupfer, Blei und Zink relevant.

37. Am Beginn der Verarbeitung der Quecksilbererze und -konzentrate steht das Zerkleinern und mitunter das Klassieren. Anreicherungsverfahren spielen keine grosse Rolle, obwohl in einigen Anlagen bei der Verarbeitung geringhaltiger Erze Flotationsverfahren genutzt werden. Dazu wird das zerkleinerte Erz in kleinen Betrieben in Retorten oder bei Grossbetrieben in Öfen auf jene Temperatur erwärmt, bei der Quecksilber(II)-sulfid sublimiert. Der entstehende Quecksilberdampf wird in einem Kühlsystem kondensiert und als Quecksilbermetall aufgefangen. Die sich in Kondensatoren und Becken absetzende Masse sollte entfernt, mit Kalk behandelt und in die Retorte bzw. den Ofen zurückgeführt werden.

38. Zur effizienten Rückgewinnung von Quecksilber können die folgenden Verfahren angewendet werden:

- Massnahmen zur Verringerung der Staubbildung im Bergbau und bei der Lagerung einschliesslich der Minimierung der Haldengrösse;
- indirekte Beheizung des Ofens;
- möglichst trockene Lagerung des Erzes;
- Senkung der Temperatur des Gases beim Eintritt in den Kondensator auf nur 10 bis 20°C über dem Taupunkt;
- möglichst niedrige Austrittstemperatur; und
- Leiten der Reaktionsgase durch einen der Kondensationsstufe nachgeschalteten Wäscher und/oder einen Selenfilter.

Die Staubbildung kann durch indirekte Beheizung, separate Verarbeitung von Feinkornklassen des Erzes und die Kontrolle des Erzwassergehaltes niedrig gehalten werden. Staub sollte mit Zyklonen und/oder elektrostatischen Abscheidern aus dem heissen Reaktionsgas entfernt werden, bevor es in die Quecksilberkondensationsstufe gelangt.

39. Bei der Goldgewinnung durch Amalgamierung können ähnliche Massnahmen wie bei Quecksilber angewendet werden. Die Gewinnung von Gold erfolgt auch auf anderem Wege als durch Amalgamieren; diese Verfahren sind für Neuanlagen zu bevorzugen.

40. Nichteisenmetalle werden vornehmlich aus schwefelhaltigen Erzen gewonnen. Aus technischen und Produktqualitätsgründen müssen die Abgase gründlich entstaubt ( $< 3 \text{ mg/m}^3$ ) und möglicherweise auch einer zusätzlichen Quecksilberabscheidung unterzogen werden, bevor sie einer  $\text{SO}_3$ -Kontaktanlage zugeführt werden, wodurch auch die Schwermetallemissionen abnehmen.

41. Gegebenenfalls sollten Gewebefilter verwendet werden. Es kann ein Staubgehalt im Reingas von weniger als  $10 \text{ mg/m}^3$  erzielt werden. Der bei pyrometallurgischen Produktionsprozessen anfallende Staub sollte innerhalb oder ausserhalb des Betriebes unter Beachtung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes aufgearbeitet werden.

42. Was die Primärbleiengewinnung anbelangt, so liegen erste Erkenntnisse vor, die darauf schliessen lassen, dass es interessante neue Technologien zur Direktschmelzreduktion gibt, bei denen kein Sintern der Konzentrate erfolgt. Diese Verfahren stehen für eine neue Generation autogener Direktschmelztechnologien für Blei, bei denen die Umwelt nicht so stark belastet und weniger Energie verbraucht wird.

43. Sekundärblei wird hauptsächlich aus gebrauchten Pkw- und Lkw-Batterien gewonnen, die vor dem Eintrag in den Schmelzofen demontiert werden. Bei dieser besten verfügbaren Technik sollte ein Schmelzvorgang in einem Kurztrommelofen oder Schachtofen durchgeführt werden. Mit Sauerstoff-Brennstoff-Brennern können Abgasvolumen und Flugstaubanfall um 60% gesenkt werden. Durch Reinigung des Abgases mit Gewebefiltern lassen sich Staubkonzentrationen im Reingas von 5 mg/m<sup>3</sup> erzielen.

44. Die Primärzinkproduktion erfolgt durch ein Verfahren mit Röstung, Laugung und Elektrolyse. Drucklaugung kann als Alternative zur Röstung angewendet und je nach den Konzentratmerkmalen für Neuanlagen als BAT betrachtet werden. Emissionen aus der pyrometallurgischen Zinkgewinnung im Imperial-Smelting-Schachtofen (IS-Schachtofen) können durch Verwendung einer doppelglockigen Gichtöffnung und Reinigung mit leistungsstarken Wäschern, effiziente Absaugung sowie Reinigung der bei der Schlacke- und Bleiabtrennung anfallenden Gase und gründliche Reinigung (< 10 mg/m<sup>3</sup>) der CO-reichen Ofenabgase auf ein Mindestmass abgesenkt werden.

45. Zur Gewinnung von Zink aus oxidierten Rückständen kommt ein IS-Ofen zum Einsatz. Sehr geringwertige Rückstände und Flugstaub (z.B. aus der Stahlindustrie) werden zunächst in Drehrohröfen (Wälz-Öfen) behandelt, in denen hochzinkhaltiges Oxid entsteht. Die Verwertung von metallischen Werkstoffen erfolgt durch Einschmelzen entweder in Induktionsöfen, in Öfen mit direkter oder indirekter Beheizung mit Erdgas oder flüssigen Brennstoffen oder in vertikalen New-Jersey-Retorten, die sich zur Wiederaufbereitung einer grossen Vielzahl oxidischer und metallischer Sekundärmaterialien eignen. Zudem kann Zink durch ein Schlackenverblaseverfahren auch aus Bleiöfenschlacken rückgewonnen werden.

**Emissionsquellen, Emissionsbegrenzungsmaßnahmen, Abscheidegrad und Kosten der Staubabscheidung im Primärbereich der Nichteisenmetallindustrie**

*Tabelle 7 a*

Emissionsquelle	Emissionsbegrenzungsmaßnahme(n)	Staubabscheidegrad (%)	Minderungskosten (Gesamtkosten USD)
Diffuse Emissionen	Absaughauben, Einhausung usw. Abgasreinigung durch GF	> 99	–
Rösten/Sintern	Presswind-Sintern: ESA + Wäscher (vor der Doppelkontakt-Schwefelsäureanlage) + GF für Abgase	–	7–10/Mg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Herkömmliches Schmelzen (Reduktion im Schachtofen)	Schachtofen: Gichtverschluss/ wirksame Absaugung von Abstichöffnungen + GF, Giessrinnenabdeckung, doppelglockige Gichtöffnung	–	–

Weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung betreffend Schwermetalle

Emissionsquelle	Emissionsbegrenzungsmaßnahme(n)	Staubabscheidegrad (%)	Minderungskosten (Gesamtkosten USD)
Imperial-Smelting-Verfahren	Hochleistungswäsche	> 95	–
	Venturi-Wäscher	–	–
	doppelglockige Gichtöffnung	–	4/Mg gewonnenes Metall
Drucklaugen	Anwendung in Abhängigkeit von den Laugungsmerkmalen der Konzentrate	> 99	standort-spezifisch
Direktschmelz-Reduktionsverfahren	Schwebeschmelzen, z.B. Kivcet-, Outokumpu- und Mitsubishi-Verfahren	–	–
	Badschmelzen, z.B. rotieren-der Sauerstoffblaskonverter, Ausmelt-, Isasmelt-, QSL- und Noranda-Verfahren	Ausmelt: Pb 77, Cd 97; QSL: Pb 92, Cd 93	QSL: Betriebskosten 60/Mg Pb

**Emissionsquellen, Emissionsbegrenzungsmaßnahmen, Abscheidegrad und Kosten der Staubabscheidung im Sekundärbereich der Nichteisenmetallindustrie**

*Tabelle 7 b*

Emissionsquelle	Emissionsbegrenzungsmaßnahme(n)	Staubabscheidegrad (%)	Minderungskosten (Gesamtkosten, USD)
Bleigewinnung	Kurztrommelofen: Absaughauben für Abstichöffnungen + GF; Rohrcondensator, Sauerstoff-Brennstoff-Brenner	99,9	45/Mg Pb
Zinkgewinnung	Imperial-Smelting-Verfahren	> 95	14/Mg Zn

46. Im Allgemeinen sollten die Verfahren mit einer wirksamen Staubabscheidevorrichtung sowohl für Primärgase als auch für diffuse Emissionen kombiniert werden. Die wichtigsten Massnahmen zur Emissionsminderung sind in den Tabellen 7 a) und b) aufgeführt. Durch die Verwendung von Gewebefiltern wurden in einigen Fällen Staubkonzentrationen im Reingas von unter 5 mg/m<sup>3</sup> erreicht.

*Zementindustrie (Anhang II, Kategorie 7)*

47. In Zementöfen können Sekundärbrennstoffe wie Altöl oder Altreifen zum Einsatz kommen. Beim Einsatz von Abfällen gelten unter Umständen die Emissionsbestimmungen für Abfallverbrennungsprozesse und beim Einsatz von gefährlichen Abfällen – je nach der in der Anlage verbrannten Menge – die Emissionsbestimmungen für das Verbrennen gefährlicher Abfälle. In diesem Abschnitt geht es jedoch um Öfen, die mit fossilen Brennstoffen befeuert werden.

48. In allen Stufen der Zementherstellung, die aus dem Materialtransport, der Rohstoffaufbereitung (Brecher, Trockner), dem Klinkerbrennprozess und der Zementherstellung besteht, werden Partikel emittiert. Mit den Rohstoffen, fossilen

Brennstoffen und den als Brennstoff eingesetzten Abfällen gelangen Schwermetalle in den Zementofen.

49. Für den Klinkerbrennprozess stehen folgende Öfen zur Verfügung: langer Nassdrehrohrofen, langer Trockendrehrohrofen, Drehrohrofen mit Zyklonvorwärmer, Drehrohrofen mit Rostvorwärmer, Schachtofen. Im Hinblick auf den Energiebedarf und die Möglichkeiten der Emissionsbegrenzung sind Drehrohrofen mit Zyklonvorwärmern zu bevorzugen.

50. Zur Wärmerückgewinnung werden die Abgase von Drehrohrofen durch das Vorwärmersystem und die Mahltrockner (sofern vorhanden) geführt, bevor sie entstaubt werden. Der abgeschiedene Staub wird wieder zum Einsatzmaterial zurückgeführt.

51. Mit den Abgasen werden weniger als 0,5% des in den Ofen gelangenden Bleis und Cadmiums freigesetzt. Der hohe Alkaligehalt und die Waschwirkung im Ofen begünstigen die Einbindung von Metallen im Klinker- bzw. Ofenstaub.

52. Die Schwermetallemissionen in die Luft können beispielsweise dadurch verringert werden, dass ein Teil des abgeschiedenen Staubes nicht zum Rohmaterial zurückgeführt, sondern deponiert wird. Dabei müssen jedoch im Einzelfall einer solchen Massnahme die Folgen einer Abgabe von Schwermetallen über die Deponie in die Umwelt berücksichtigt werden. Eine weitere Möglichkeit ist eine Umleitung von heissem Mehl, wobei ein Teil des kalzinierten heißen Mehls unmittelbar vor den Ofeneingang abgezogen und der Zementaufbereitung zugeführt wird. Als Alternative zur Rückführung von Einsatzmaterial kann der Staub dem Klinker zugesetzt werden. Eine weitere wichtige Massnahme ist ein sehr gut geregelter gleichmässiger Ofenbetrieb, um Notabschaltungen der elektrostatischen Abscheider zu vermeiden. Diese können durch zu hohe CO-Konzentrationen verursacht werden. Vor allem kommt es darauf an, im Falle einer Notabschaltung das Auftreten sehr hoher Schwermetallemissionen zu vermeiden.

53. Die wichtigsten Massnahmen zur Emissionsminderung sind in Tabelle 8 aufgeführt. Zur Verringerung direkter Staubemissionen von Brechern, Mühlen und Trocknern werden in erster Linie Gewebefilter verwendet, während für die Ofen- und Klinkerkühlerabgase elektrostatische Abscheider (ESA) eingesetzt werden. Mit ESA können die Staubkonzentrationen auf 50 mg/m<sup>3</sup> verringert werden. Beim Einsatz von Gewebefiltern lässt sich der Staubgehalt im Reingas auf 10 mg/m<sup>3</sup> eduzieren.

**Emissionsquellen, Emissionsbegrenzungsmaßnahmen, Abscheidegrad und Kosten der Abscheidung in der Zementindustrie**

*Tabelle 8*

Emissionsquelle	Emissionsbegrenzungs- massnahme(n)	Abscheidegrad (%)	Minderungs- kosten
Direkte Emissionen von Brechern, Mühlen, Trocknern	GF	Cd, Pb: > 95	–
Direkte Emissionen von Drehrohröfen, Klinkerkühlern	ESA	Cd, Pb: > 95	–
Direkte Emissionen von Drehrohröfen	Aktivkohleadsorption	Hg: > 95	–

*Glasindustrie (Anhang II, Kategorie 8)*

54. In Anbetracht der verschiedenen Glasarten, bei denen Blei als Rohstoff eingesetzt wird (z.B. Kristallglas, Kathodenstrahlröhren), sind in der Glasindustrie Blei-emissionen von besonderer Relevanz. Bei Kalknatronbehälterglas hängen die Blei-emissionen von der Qualität des in dem Verfahren verwendeten, wieder aufbereiteten Glases ab. Der Bleigehalt in Stäuben aus der Kristallglasschmelze liegt gewöhnlich bei etwa 20–60%.

55. Staubemissionen stammen vor allem von der Gemengemischung, den Öfen, diffusen Undichtigkeiten an den Ofenöffnungen sowie dem Endbearbeiten und Blasen der Glaserzeugnisse. Sie sind hauptsächlich von der Art des verwendeten Brennstoffs, dem Ofentyp und der Art des hergestellten Glases abhängig. Mit Sauerstoff-Brennstoff-Brennern können Abgasvolumen und Flugstaub um 60% reduziert werden. Bei elektrischer Beheizung sind die Bleiemissionen deutlich niedriger als bei Öl- oder Gasfeuerung.

56. Das Gemenge wird in Dauerwannen, Tageswannen oder Hafenöfen geschmolzen. Während des Schmelzvorgangs im periodischen Ofenbetrieb variieren die Staubemissionen sehr stark. Bei Kristallglaswannen sind die Staubemissionen höher (< 5 kg/Mg Glasschmelze) als bei anderen Wannan (< 1 kg/Mg Natron- und Kaliglasschmelze).

57. Zu den Massnahmen zur Reduzierung direkter metallhaltiger Staubemissionen zählen: die Pelletierung des Glasgemenges, die Umstellung der Beheizung von Öl/Gas-Feuerung auf Elektrisch, die Verwendung eines grösseren Anteils Scherben im Gemenge und die bessere Auswahl von Rohstoffen (Grössenverteilung) und wieder aufgearbeitetem Glas (Vermeidung bleihaltiger Anteile). Abgase können mit Gewebefiltern gereinigt werden, wodurch die Emissionskonzentrationen unter 10 mg/m<sup>3</sup> sinken. Mit elektrostatischen Abscheidern werden Reingaskonzentrationen von 30 mg/m<sup>3</sup> erreicht. Die entsprechenden Emissionsabscheidegrade sind in Tabelle 9 angegeben.

**Emissionsquellen, Emissionsbegrenzungsmaßnahmen, Abscheidegrad und Kosten der Staubabscheidung in der Glasindustrie**

*Tabelle 9*

Emissionsquelle	Emissionsbegrenzungsmaßnahme(n)	Staubabscheidegrad (%)	Minderungskosten (Gesamtkosten)
Direkte Emissionen	GF	> 98	–
	ESA	> 90	–

58. Ein Kristallglas ohne Bleiverbindungen befindet sich derzeit in der Entwicklung.

*Chloralkaliindustrie (Anhang II, Kategorie 9)*

59. In der Chloralkaliindustrie werden durch Elektrolyse einer Salzlösung  $\text{Cl}_2$ , Alkalihydroxide und Wasserstoff gewonnen. Bei bestehenden Anlagen kommen üblicherweise das Amalgamverfahren und das Diaphragmaverfahren zur Anwendung. In beiden Fällen ist zur Vermeidung von Umweltproblemen die Einführung guter Praktiken notwendig. Beim Membranverfahren entstehen keine direkten Quecksilberemissionen. Ausserdem zeichnet es sich durch eine niedrigere elektrolytische Energie und einen höheren Wärmebedarf für die Aufkonzentrierung der Alkalilauge (die Gesamtenergiebilanz zeigt einen kleinen Vorteil der Membranzellentechnologie in der Grössenordnung von 10 bis 15%) und einen kompakteren Zellenbetrieb aus. Für Neuanlagen gilt sie daher als die bevorzugte Variante. Im Beschluss 90/3 der Kommission zur Verhütung der Meeresverschmutzung vom Lande aus (PARCOM) vom 14. Juni 1990 wird empfohlen, die bestehenden, mit Amalgamzellen arbeitenden Chloralkalisanlagen so bald wie möglich abzulösen und bis 2010 vollständig abzuschaffen.

60. Die konkreten Investitionen zum Austausch der Amalgamzellen durch den Membranprozess werden mit 700 bis 1000 USD/Mg  $\text{Cl}_2$  Leistung beziffert. Obwohl sich unter anderem durch höhere Gebühren der Versorgungsunternehmen wie auch durch höhere Kosten für die Reinigung der Salzlösung zusätzliche Kosten ergeben könnten, werden die Betriebskosten in den meisten Fällen sinken. Dies ist vor allem auf Einsparungen auf Grund eines geringeren Energieverbrauchs sowie niedrigere Kosten für die Abwasserbehandlung und Abfallentsorgung zurückzuführen.

61. Beim Amalgamverfahren sind folgende Quellen für Quecksilberemissionen in die Umwelt anzuführen: Entlüftung des Zellraums, Prozessentlüftungsanlagen, Produkte – insbesondere Wasserstoff – und Abwasser. Bezüglich der Emissionen in die Luft ist besonders das diffus aus den Zellen in den Zellenraum emittierte Hg zu berücksichtigen. Vorbeugende Massnahmen und Kontrollen besitzen einen hohen Stellenwert und sollten entsprechend der Bedeutung der jeweiligen Quelle bei einer bestimmten Anlage Priorität geniessen. In jedem Falle sind spezielle Begrenzungsmaßnahmen bei der Rückgewinnung von Quecksilber aus den in den Verfahren anfallenden Schlämmen erforderlich.

62. Zur Verringerung der Emissionen aus bestehenden Anlagen für das Amalgamverfahren können folgende Massnahmen ergriffen werden:

- Prozesskontrollmassnahmen und technische Massnahmen zur Optimierung des Zellenbetriebs, Wartung und effizientere Arbeitsmethoden;

- Abdeckungen, Abdichtungen und geregelte Absaugung;
- Reinigung der Zellenräume und Massnahmen, die seine Reinhaltung erleichtern; sowie
- Reinigung gefasster Gasströme (bestimmte belastete Luftströme und Wasserstoffgas).

63. Durch diese Massnahmen können die Quecksilberemissionen auf Werte weit unter 2,0 g/Mg Cl<sub>2</sub>-Produktionskapazität (ausgedrückt als Jahresdurchschnitt) gesenkt werden. Es gibt Beispiele für Anlagen, die Emissionen weit unter 1,0 g/Mg Cl<sub>2</sub>-Produktionskapazität erreichen. Im Ergebnis des PARCOM-Beschlusses 90/3 wurde die Forderung erhoben, dass nach dem Amalgamverfahren arbeitende bestehende Chloralkalieranlagen bei Emissionen, die unter das Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung vom Lande aus fallen, bis zum 31. Dezember 1996 einen Stand von 2g Hg/Mg Cl<sub>2</sub> erreichen müssen. Da Emissionen zu einem Grossteil von guten Betriebspraktiken abhängig sind, dürften sich für den Durchschnitt Wartungszeiträume von höchstens einem Jahr als notwendig erweisen.

*Verbrennung von Siedlungsabfällen, Abfällen aus dem medizinischen Bereich und gefährlichen Abfällen (Anhang II, Kategorien 10 und 11)*

64. Bei der Verbrennung von Siedlungsabfällen sowie von medizinischen und gefährlichen Abfällen entstehen Emissionen von Cadmium, Blei und Quecksilber. Quecksilber, ein beträchtlicher Teil des Cadmiums und kleinere Anteile Blei verdampfen bei diesem Prozess. Zur Senkung der Emissionen sollten sowohl vor als auch nach der Verbrennung besondere Massnahmen ergriffen werden.

65. Als beste verfügbare Technologie zur Entstaubung gelten Gewebefilter kombiniert mit Trocken- oder Nassverfahren zur Verminderung flüchtiger Stoffe. Mit Nassabscheidern kombinierte elektrostatische Abscheider können ebenfalls für das Erreichen niedriger Staubemissionen ausgelegt werden, doch bieten sie vor allem im Vergleich mit vorbeschichteten Gewebefiltern weniger Einsatzmöglichkeiten zur Adsorption flüchtiger Schadstoffe.

66. Bei der Anwendung von BAT zur Abgasreinigung wird die Staubkonzentration im Reingas auf einen Bereich von 10 bis 20 mg/m<sup>3</sup> vermindert. In der Praxis werden noch niedrigere Konzentrationen erreicht, und in einigen Fällen sind Werte von unter 1 mg/m<sup>3</sup> genannt worden. Die Quecksilberkonzentration kann auf einen Bereich von 0,05 bis 0,10 mg/m<sup>3</sup> (bezogen auf 11% O<sub>2</sub>) reduziert werden.

67. Die wichtigsten Sekundärmassnahmen zur Emissionsminderung sind in Tabelle 10 aufgeführt. Es ist schwierig, allgemein gültige Daten bereitzustellen, da die relativen Kosten in USD/Tonne von einer besonders breiten Palette standortspezifischer Variablen, wie beispielsweise der Abfallzusammensetzung, abhängig sind.

68. Schwermetalle sind in allen Teilen des Siedlungsabfallstroms (z.B. Produkte, Papier, organisches Material) enthalten. Folglich können die Schwermetallemissionen verringert werden, wenn weniger Siedlungsabfällen verbrannt werden. Dies lässt sich durch verschiedene abfallwirtschaftliche Vorgehensweisen, darunter Programme zur Verwertung und die Kompostierung organischen Materials, erreichen. Darüber hinaus ist es in einigen UN-ECE-Ländern gestattet, Siedlungsabfällen auf geordneten Deponien abzulagern. Auf einer ordnungsgemäss bewirtschafteten Deponie

sind Cadmium- und Bleiemissionen ausgeschlossen und können Quecksilberemissionen niedriger sein als bei der Verbrennung. In verschiedenen UN-ECE-Ländern laufen Massnahmen zur Erforschung der Emission von Quecksilber aus Deponien.

**Emissionsquellen, Emissionsbegrenzungsmaßnahmen, Abscheidegrad und Kosten der Abscheidung bei der Verbrennung von Siedlungsabfällen, Abfällen aus dem medizinischen Bereich und gefährlichen Abfällen**

*Tabelle 10*

Emissionsquelle	Emissionsbegrenzungsmaßnahme(n)	Abscheidegrad (%)	Minderungskosten (Gesamtkosten USD)
Kamin	Hochleistungswäscher	Pb, Cd: > 98; Hg: ca. 50	–
	ESA (3 Felder)	Pb, Cd; 80–90	10–20/Mg Abfall
	Nass-ESA (1 Feld)	Pb, Cd: 95–99	–
	Gewebefilter	Pb, Cd: 95–99	15–30/Mg Abfall
	Aktivkohleindüsung + GF	Hg: > 85	Betriebskosten: ca. 2–3/Mg Abfall
	Filtration mittels Aktivkohlebett	Hg: > 99	Betriebskosten: ca. 50/Mg Abfall

**Fristen bis zur Anwendung von Grenzwerten und besten verfügbaren Techniken für neue und bestehende ortsfeste Quellen**

Nach Ablauf folgender Fristen sind die Grenzwerte und besten verfügbaren Techniken anzuwenden:

- a) Neue ortsfeste Quellen: zwei Jahre nach dem Zeitpunkt des Inkrafttretens dieses Protokolls;
- b) bestehende ortsfeste Quellen: acht Jahre nach dem Zeitpunkt des Inkrafttretens dieses Protokolls. Im Bedarfsfall kann diese Frist für bestimmte ortsfeste Quellen entsprechend der im innerstaatlichen Recht vorgesehenen Abschreibungsfristen verlängert werden.

## **Grenzwerte für die Begrenzung der Emissionen aus grösseren ortsfesten Quellen**

### **I. Einleitung**

1. Für die Bekämpfung der Schwermetallemissionen sind zwei Arten von Grenzwerten von Belang:

- Werte für spezifische Schwermetalle oder Kategorien von Schwermetallen und
- Werte für Partikelemissionen im Allgemeinen.

2. Prinzipiell können Grenzwerte für Partikel nicht die spezifischen Grenzwerte für Cadmium, Blei und Quecksilber ersetzen, weil die Menge der mit Partikelemissionen assoziierten Metalle je nach Verfahren unterschiedlich ausfällt. Die Einhaltung dieser Grenzwerte trägt jedoch erheblich zur Reduzierung der Schwermetallemissionen im Allgemeinen bei. Zudem ist die Überwachung von Partikelemissionen in aller Regel billiger als die Überwachung einzelner Schadstoffe, und eine kontinuierliche Überwachung der einzelnen Schwermetalle ist im Allgemeinen nicht realisierbar. Daher sind die Grenzwerte für Partikel von grosser praktischer Bedeutung und werden in diesem Anhang in den meisten Fällen auch als Ergänzung oder Ersatz für spezifische Grenzwerte für Cadmium, Blei oder Quecksilber angegeben.

3. Grenzwerte, die in  $\text{mg}/\text{m}^3$  ausgedrückt werden, beziehen sich auf Standardbedingungen (Volumen bei 273,15 K, 101,3 kPa, Trockengas) und werden als Durchschnittswert einstündiger Messungen, die sich über mehrere Betriebsstunden – in der Regel 24 Stunden – erstrecken, berechnet. Anfahr- und Abschaltzeiten sollten ausgeklammert werden. Die Mittelungszeit kann verlängert werden, falls dies zur Erzielung hinreichend genauer Überwachungsergebnisse erforderlich ist. Im Hinblick auf den Sauerstoffgehalt des Abgases gelten die für ausgewählte grosse ortsfeste Quellen angegebenen Werte. Jede Verdünnung zum Zwecke der Verringerung der Konzentrationen von Schadstoffen in Abgasen ist unzulässig. Grenzwerte für Schwermetalle beziehen sich auf den festen, den gasförmigen und den dampfförmigen Zustand des Metalls und seiner Verbindungen, angegeben als das Metall. Werden Grenzwerte für Gesamtemissionen (ausgedrückt als  $\text{g}/\text{Einheit}$  der Produktion bzw. Kapazität) angegeben, beziehen sie sich auf die Summe der als Jahreswert gefassten Abgas- und diffusen Emissionen.

4. Kann die Überschreitung angegebener Grenzwerte nicht ausgeschlossen werden, werden entweder die Emissionen oder ein Betriebsparameter, der angibt, ob eine Abgasreinigungsanlage ordnungsgemäss betrieben und gewartet wird, überwacht. Die Überwachung von Emissionen bzw. Betriebsindikatoren sollte kontinuierlich erfolgen, wenn der ausgestossene Massenfluss der Partikel grösser als  $10 \text{ kg}/\text{h}$  ist. Werden die Emissionen zur Überwachung herangezogen, müssen die Luftschadstoffkonzentrationen in Abgas führenden Kanälen auf repräsentative Weise gemessen werden. Bei diskontinuierlicher Überwachung der Partikelemissionen sollten die Konzentrationen in regelmässigen Abständen gemessen werden, mit mindestens drei unabhängigen Messungen je Überprüfung. Die Probenahme und Analyse aller Schadstoffe sowie Referenzmessungen zur Kalibrierung automatischer Messsysteme

werden nach den vom Europäischen Komitee für Normung (Comité européen de normalisation, CEN) bzw. der Internationalen Organisation für Normung (ISO) festgelegten Normen durchgeführt. Nationale Normen gelten solange, bis CEN- und ISO-Normen vorliegen. Sie können auch zu Grunde gelegt werden, wenn sie Ergebnisse liefern, die den CEN- und ISO-Normen gleichwertig sind.

5. Bei kontinuierlicher Überwachung ist von einer Einhaltung der Grenzwerte auszugehen, wenn keine der auf der Grundlage des 24-Stunden-Mittels errechneten Emissionskonzentrationen den Grenzwert überschreitet oder wenn das 24-Stunden-Mittel des überwachten Parameters nicht über dem korrelierten Wert des Parameters liegt, der bei ordnungsgemäsem Betrieb und ordnungsgemässer Wartung der Abgasreinigungsanlage während einer Überprüfung aufgestellt wurde. Bei der diskontinuierlichen Emissionsüberwachung gelten die Bestimmungen als erfüllt, wenn der gemittelte Messwert je Überprüfung nicht den Grenzwert überschreitet. Eine Übereinstimmung mit jedem der Grenzwerte, ausgedrückt als Gesamtemissionen je Produktionseinheit oder jährliche Gesamtemissionen, liegt vor, wenn der ermittelte Wert – wie oben beschrieben – nicht überschritten wird.

## II. Spezifische Grenzwerte für ausgewählte grössere ortsfeste Quellen

*Verbrennung fossiler Brennstoffe* (Anhang II, Kategorie 1):

6. Grenzwerte beziehen sich auf 6% O<sub>2</sub> in Abgas bei festen Brennstoffen und 3% O<sub>2</sub> bei flüssigen Brennstoffen.

7. Grenzwerte für Partikelemissionen bei festen und flüssigen Brennstoffen: 50 mg/m<sup>3</sup>.

*Sinteranlagen* (Anhang II, Kategorie 2):

8. Grenzwert für Partikelemissionen: 50 mg/m<sup>3</sup>.

*Pelletanlagen* (Anhang II, Kategorie 2):

9. Grenzwert für Partikelemissionen:

- a) Mahlen, Trocknen: 25 mg/m<sup>3</sup>; und
- b) Pelletieren: 25 mg/m<sup>3</sup>; oder

10. Grenzwert für Partikelgesamtemissionen: 40 g/Mg produzierte Pellets.

*Hochöfen* (Anhang II, Kategorie 3):

11. Grenzwerte für Partikelemissionen: 50 mg/m<sup>3</sup>.

*Elektrolichtbogenöfen* (Anhang II, Kategorie 3):

12. Grenzwert für Partikelemissionen: 20 mg/m<sup>3</sup>.

*Gewinnung von Kupfer und Zink, einschliesslich Imperial-Smelting-Öfen* (Anhang II, Gruppen 5 und 6):

13. Grenzwert für Partikelemissionen: 20 mg/m<sup>3</sup>.

*Gewinnung von Blei* (Anhang II, Kategorien 5 und 6):

14. Grenzwert für Partikelemissionen: 10 mg/m<sup>3</sup>.

*Zementindustrie* (Anhang II, Kategorie 7):

15. Grenzwert für Partikelemissionen: 50 mg/m<sup>3</sup>.

*Glasindustrie* (Anhang II, Kategorie 8):

16. Grenzwerte beziehen sich auf verschiedene O<sub>2</sub>-Konzentrationen im Abgas in Abhängigkeit von der Ofenart: Wannenöfen: 8%; Hafenöfen und Tageswannen: 13%.

17. Grenzwert für Bleiemissionen: 5 mg/m<sup>3</sup>.

*Chloralkaliindustrie* (Anhang II, Kategorie 9):

18. Grenzwerte beziehen sich auf die Gesamtmasse des von einer Anlage in die Luft freigesetzten Quecksilbers, und zwar unabhängig von der Emissionsquelle und ausgedrückt als Jahresmittelwert.

19. Grenzwerte bestehender Chloralkalianlagen werden von den im Exekutivorgan zusammentretenden Vertragsparteien spätestens zwei Jahre nach dem Zeitpunkt des Inkrafttretens dieses Protokolls neu bewertet.

20. Grenzwert für neue Chloralkalianlagen: 0,01 g Hg/Mg Cl<sub>2</sub>-Produktionskapazität.

*Siedlungsabfälle, medizinische Abfälle und gefährliche Abfälle*  
(Anhang II, Kategorien 10 und 11):

21. Grenzwerte beziehen sich auf eine O<sub>2</sub>-Konzentration von 11% im Abgas.

22. Grenzwert für Partikelemissionen:

- a) 10 mg/m<sup>3</sup> bei der Verbrennung gefährlicher und medizinischer Abfälle;
- b) 25 mg/m<sup>3</sup> bei der Verbrennung von Siedlungsabfällen.

23. Grenzwert für Quecksilberemissionen:

- a) 0,05 mg/m<sup>3</sup> bei der Verbrennung gefährlicher Abfälle;
- b) 0,08 mg/m<sup>3</sup> bei der Verbrennung von Siedlungsabfällen;
- c) Grenzwerte für quecksilberhaltige Emissionen, die bei der Verbrennung von medizinischen Abfällen entstehen, werden von den im Exekutivorgan zusammentretenden Vertragsparteien spätestens zwei Jahre nach dem Datum des Inkrafttretens dieses Protokolls neu bewertet.

## Produktkontrollmassnahmen

1. Sofern in diesem Anhang nichts anderes festgelegt ist und spätestens bis zum Ablauf von sechs Monaten nach dem Zeitpunkt des Inkrafttretens dieses Protokolls darf der Bleigehalt von Ottokraftstoff, der für Strassenfahrzeuge verkauft wird, 0,013 g/l nicht überschreiten. Vertragsparteien, die unverbleiten Ottokraftstoff mit einem Bleigehalt unter 0,013 g/l verkaufen, bemühen sich, diesen Wert zu halten oder zu senken.

2. Jede Vertragspartei ist bestrebt zu gewährleisten, dass sich aus der Umstellung auf Kraftstoffe mit einem Bleigehalt gemäss Absatz 1 eine Verringerung der gefährlichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt ergibt.

3. Gelangt ein Staat zu der Auffassung, dass für ihn die Begrenzung des Bleigehalts von auf dem Markt befindlichen Ottokraftstoff gemäss Absatz 1 schwerwiegende sozioökonomische oder technische Probleme zur Folge hätte bzw. unter anderem auf Grund seiner klimatischen Situation insgesamt keine Vorteile für Umwelt und Gesundheit mit sich bringen würde, so kann er den in dem genannten Absatz angegebenen Zeitraum auf maximal 10 Jahre verlängern und darf währenddessen Ottokraftstoff mit einem Bleigehalt von höchstens 0,15 g/l verkaufen. In einem solchen Fall gibt der Staat in einer zusammen mit seiner Ratifikations-, Annahme-, Genehmigungs- und Beitrittsurkunde zu hinterlegenden Erklärung an, dass er beabsichtigt, den Zeitraum zu verlängern, und legt dem Exekutivorgan schriftlich eine entsprechende Begründung vor.

4. Eine Vertragspartei ist berechtigt, kleine Mengen, d.h. bis zu 0,5% ihres Gesamtabsatzes an Ottokraftstoff, von verbleitem Ottokraftstoff mit einem Bleigehalt von höchstens 0,15 g/l für alte Strassenfahrzeuge zu verkaufen.

5. Jede Vertragspartei erreicht bis spätestens fünf Jahre bzw. zehn Jahre im Falle von Ländern im Übergang zur Marktwirtschaft, die in einer mit ihrer Ratifikations-, Annahme-, Genehmigungs- und Beitrittsurkunde zu hinterlegenden Erklärung ihre Absicht zur Übernahme eines Zehnjahreszeitraums bekunden, nach dem Datum des Inkrafttretens dieses Protokolls Konzentrationen, die folgende Werte nicht überschreiten:

- a) 0,05 Masseprozent Quecksilber in Alkali-Mangan-Batterien, die zur längeren Verwendung unter extremen Bedingungen (z.B. Temperatur unter 0°C oder über 50°C, Erschütterungen) vorgesehen sind, und
- b) 0,025 Masseprozent Quecksilber in allen anderen Alkali-Mangan-Batterien.

Diese Grenzwerte dürfen bei der Anwendung einer neuen Batterietechnologie oder bei Verwendung einer Batterie in einem neuen Produkt überschritten werden, wenn mittels angemessener Sicherheitsvorkehrungen gewährleistet ist, dass die entstehende Batterie oder das Produkt, aus dem eine Batterie nicht ohne weiteres entnommen werden kann, auf umweltgerechte Weise entsorgt wird. Ebenfalls von dieser Verpflichtung ausgenommen sind Alkali-Mangan-Knopfzellen und aus Knopfzellen zusammengesetzte Batterien.

## Produktmanagementmassnahmen

1. Mit diesem Anhang sollen den Vertragsparteien Leitlinien für Produktmanagementmassnahmen gegeben werden.

2. Die Vertragsparteien können geeignete Produktmanagementmassnahmen, wie sie beispielsweise nachstehend aufgeführt sind, in Erwägung ziehen, sofern dies auf Grund des potenziellen Risikos nachteiliger Auswirkungen von Emissionen eines oder mehrerer der in Anhang I aufgeführten Schwermetalle auf die menschliche Gesundheit oder die Umwelt gerechtfertigt ist, wobei alle relevanten Risiken und Vorteile solcher Massnahmen zu berücksichtigen sind und sichergestellt sein muss, dass jegliche Veränderungen an Produkten zu einer Verminderung der schädlichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt führen:

- a) die Substitution von Produkten, in denen eines oder mehrere der in Anhang I aufgeführten Schwermetalle bewusst eingesetzt werden, sofern eine geeignete Alternative vorhanden ist;
- b) die Minimierung oder Substitution eines oder mehrerer der in Anhang I aufgeführten, bewusst eingesetzten Schwermetalle;
- c) die Bereitstellung von Produktangaben einschliesslich Etikettierung, um zu gewährleisten, dass die Nutzer über den Gehalt an einem oder mehreren der in Anhang I aufgeführten, bewusst eingesetzten Schwermetalle und die Notwendigkeit der sicheren Verwendung und Abfallbehandlung informiert sind;
- d) die Nutzung ökonomischer Anreize oder freiwilliger Vereinbarungen zur Verringerung oder Beseitigung des Gehalts an den in Anhang I aufgeführten Schwermetallen in Produkten und
- e) die Entwicklung und Realisierung von Programmen für die umweltgerechte Erfassung, Verwertung oder Entsorgung von Produkten, die eines der Schwermetalle von Anhang I enthalten.

3. Jedes Produkt bzw. jede Produktkategorie, die nachstehend aufgeführt sind, enthält eines oder mehrere der in Anhang I aufgeführten Schwermetalle und unterliegt ordnungsrechtlichen oder freiwilligen Massnahmen durch mindestens eine Vertragspartei des Übereinkommens, die sich zu einem erheblichen Teil auf den Anteil des Produkts an den Emissionen eines oder mehrerer der Schwermetalle von Anhang I beziehen. Allerdings liegen noch keine ausreichenden Informationen vor, anhand derer bestätigt würde, dass sie bei allen Vertragsparteien eine signifikante Quelle darstellen, so dass eine Aufnahme in Anhang VI gerechtfertigt wäre. Jede Vertragspartei ist aufgerufen, die verfügbaren Informationen zu prüfen, und, wo sie überzeugt ist, dass Vorsichtsmassnahmen geboten sind, Produktmanagementmassnahmen wie die in Absatz 2 angegebenen für eines oder mehrere der im Folgenden genannten Produkte zu ergreifen:

- a) quecksilberhaltige elektrische Bauteile, d. h. Bauelemente, die einen oder mehrere Kontakte/Sensoren zur Übertragung von elektrischem Strom aufweisen, z. B. Relais, Thermostaten, Niveauewächter, Druckschalter und andere Schalter (Massnahmen sind unter anderem ein Verbot der meisten queck-

- silberhaltigen elektrischen Bauteile, freiwillige Programme zur Ablösung einiger Quecksilberschalter durch elektronische oder Spezialschalter, freiwillige Verwertungsprogramme für Schalter sowie freiwillige Verwertungsprogramme für Thermostaten);
- b) quecksilberhaltige Messgeräte wie Thermometer, Manometer, Barometer, Druckmesser, Druckschalter und Druckgeber (Massnahmen sind unter anderem ein Verbot quecksilberhaltiger Thermometer und ein Verbot von Messinstrumenten);
  - c) quecksilberhaltige Leuchtstofflampen (Massnahmen sind unter anderem Verringerungen des Quecksilbergehalts je Lampe durch freiwillige und ordnungspolitische Programme sowie freiwillige Verwertungsprogramme);
  - d) quecksilberhaltiges Dentalamalgam (Massnahmen sind unter anderem freiwillige Aktionen und ein Verbot der Verwendung von Dentalamalgam mit Ausnahmeregelungen sowie freiwillige Programme zur Förderung des Auffangens von Dentalamalgam in Zahnarztpraxen vor der Einleitung in Abwasserbehandlungsanlagen);
  - e) quecksilberhaltige Pestizide einschliesslich Saatgutbeizen (Massnahmen sind unter anderem Verbote für alle Quecksilberpestizide einschliesslich der Saatgutbehandlung und ein Verbot der Verwendung von Quecksilber als Desinfektionsmittel);
  - f) quecksilberhaltige Farben (Massnahmen sind unter anderem Verbote für alle derartigen Farben, Verbote für die Verwendung derartiger Farben im Innenbereich und für Kinderspielzeug sowie Verbote für die Verwendung in Antifouling); und
  - g) quecksilberhaltige ausser den in Anhang VI aufgeführten Batterien (Massnahmen sind unter anderem die Verringerung des Quecksilbergehalts durch freiwillige und ordnungspolitische Programme sowie Umweltabgaben und freiwillige Recyclingprogramme).