

## **Gesetzentwurf**

**der Bundesregierung**

### **Entwurf eines Gesetzes**

**zu dem Protokoll vom 19. November 1991**

**zu dem Übereinkommen von 1979**

**über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung**

**betreffend die Bekämpfung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen  
oder ihres grenzüberschreitenden Flusses**

#### **A. Zielsetzung**

Flüchtige organische Verbindungen (volatile organic compounds, VOC) und Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ) bilden zusammen unter Einwirkung von Sonnenlicht Ozon und andere Photooxidantien. Die flüchtigen organischen Verbindungen stellen deshalb eine Ursache des „Sommersmogs“ dar und tragen als Vorläufersubstanz des Treibhausgases Ozon zu den weltweiten Klimaveränderungen bei.

Das Ozonproblem kann auf Dauer nur durch eine drastische Verminderung der Vorläufersubstanzen  $\text{NO}_x$  und VOC gelöst werden. Da erhöhte Ozonkonzentrationen auch in unseren Nachbarstaaten auftreten, sind gesamteuropäische Lösungen wichtig.

Das am 19. November 1991 von der Bundesrepublik Deutschland unterzeichnete Protokoll ergänzt das Übereinkommen vom 13. November 1979.

Mit dem Vertragsgesetz sollen die verfassungsrechtlichen Voraussetzungen für die Ratifikation des Protokolls geschaffen werden.

#### **B. Lösung**

Die Vertragsparteien des Protokolls übernehmen die völkerrechtliche Verpflichtung, ihre Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen zu begrenzen und zu verringern. Die Bundesrepublik Deutschland und

---

*Fristablauf: 10. 06. 94*

die meisten anderen Unterzeichnerstaaten haben ihre jährlichen nationalen VOC-Emissionen bis 1999 gegenüber dem Niveau von 1988 oder eines anderen Jahres zwischen 1984 und 1990 um mindestens 30 Prozent zu verringern; bei der Unterzeichnung hat die Bundesrepublik Deutschland 1988 als für sie gültiges Basisjahr festgelegt. Außerdem legt das Protokoll bestimmte Maßnahmen fest, die die Parteien durchführen müssen, um ihre VOC-Emissionen nach dem Stand der Technik zu begrenzen.

In der Bundesrepublik werden die Verpflichtungen aus dem Protokoll durch den Vollzug der geltenden immissionsschutzrechtlichen Vorschriften, der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung, der Verordnung über die Beschaffenheit und die Auszeichnung der Qualitäten von Ottokraftstoffen und des Chemikaliengesetzes erfüllt werden. Die für die Berichtspflichten nach dem Protokoll benötigten nationalen Daten werden vom Umweltbundesamt bereitgestellt und von der Bundesregierung an das Exekutivorgan des Übereinkommens weitergeleitet.

### **C. Alternativen**

Keine.

### **D. Kosten**

Die von der Bundesrepublik Deutschland in Erfüllung ihrer Verpflichtungen aus den Artikeln 5 und 8 durchzuführenden Meß- und Berichtsverpflichtungen werden durch das Umweltbundesamt, die Forschungsverpflichtungen in Abstimmung zwischen dem Bundesministerium für Forschung und Technologie, dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und dem Umweltbundesamt wahrgenommen.

Hierfür sind im Umweltbundesamt ab dem Haushaltsjahr 1995 zusätzlich erforderlich:

1 Stelle höherer Dienst

1 Stelle gehobener Dienst.

Die zusätzlichen Personal- und Personalfolgekosten werden 175 000 DM betragen. Über die entsprechenden Beträge wird zu gegebener Zeit im normalen Haushaltsverfahren entschieden.

Die nach Artikel 5 durchzuführenden Forschungsvorhaben werden aus verfügbaren Haushaltsmitteln des Bundesministeriums für Forschung und Technologie sowie aus verfügbaren Haushaltsmitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Rahmen des Umweltforschungsplanes finanziert.

29. 04. 94

U – K

**Gesetzentwurf**  
**der Bundesregierung**

**Entwurf eines Gesetzes**  
**zu dem Protokoll vom 19. November 1991**  
**zu dem Übereinkommen von 1979**  
**über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung**  
**betreffend die Bekämpfung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen**  
**oder ihres grenzüberschreitenden Flusses**

Bundesrepublik Deutschland  
Der Bundeskanzler  
021 (321) – 235 24 – Üb 22/94

Bonn, den 29. April 1994

An den  
Präsidenten des Bundesrates

Hiermit übersende ich gemäß Artikel 76 Abs. 2 des Grundgesetzes den von der Bundesregierung beschlossenen

Entwurf eines Gesetzes zu dem Protokoll vom 19. November 1991 zu dem Übereinkommen von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung betreffend die Bekämpfung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen oder ihres grenzüberschreitenden Flusses

mit Begründung und Vorblatt.

Federführend ist das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

**Dr. Helmut Kohl**

---

*Fristablauf: 10. 06. 94*

356/94

**Entwurf****Gesetz**

**zu dem Protokoll vom 19. November 1991  
zu dem Übereinkommen von 1979  
über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung  
betreffend die Bekämpfung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen  
oder ihres grenzüberschreitenden Flusses**

Vom

1994

Der Bundestag hat das folgende Gesetz beschlossen:

**Artikel 1**

Dem in Genf am 19. November 1991 von der Bundesrepublik Deutschland unterzeichneten Protokoll zu dem Übereinkommen vom 13. November 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (BGBl. 1982 II S. 373) betreffend die Bekämpfung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen oder ihres grenzüberschreitenden Flusses wird zugestimmt. Das Protokoll wird nachstehend mit einer amtlichen deutschen Übersetzung veröffentlicht.

**Artikel 2**

- (1) Dieses Gesetz tritt am Tage nach seiner Verkündung in Kraft.
- (2) Der Tag, an dem das Protokoll nach seinem Artikel 16 für die Bundesrepublik Deutschland in Kraft tritt, ist im Bundesgesetzblatt bekanntzugeben.

## **Begründung zum Vertragsgesetz**

### **Zu Artikel 1**

Auf das Protokoll findet Artikel 59 Abs. 2 Satz 1 des Grundgesetzes Anwendung, da es sich auf Gegenstände der Bundesgesetzgebung bezieht.

### **Zu Artikel 2**

Die Bestimmung des Absatzes 1 entspricht dem Erfordernis des Artikels 82 Abs. 2 des Grundgesetzes.

Nach Absatz 2 ist der Zeitpunkt, zu dem das Protokoll nach seinem Artikel 16 für die Bundesrepublik Deutschland in Kraft tritt, im Bundesgesetzblatt bekanntzugeben.

### **Schlußbemerkung**

Die von der Bundesrepublik Deutschland in Erfüllung ihrer Verpflichtungen aus den Artikeln 5 und 8 durchzuführenden Meß- und Berichtsverpflichtungen werden durch das Umweltbundesamt, die Forschungsverpflichtungen in Abstimmung zwischen dem Bundesministerium für Forschung und Technologie, dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und dem Umweltbundesamt wahrgenommen.

Hierfür sind im Umweltbundesamt ab dem Haushaltsjahr 1995 zusätzlich erforderlich:

1 Stelle höherer Dienst

1 Stelle gehobener Dienst.

Die zusätzlichen Personal- und Personalfolgekosten werden 175 000 DM betragen. Über die entsprechenden Beträge wird zu gegebener Zeit im normalen Haushaltsverfahren entschieden.

Die nach Artikel 5 durchzuführenden Forschungsvorhaben werden aus verfügbaren Haushaltsmitteln des Bundesministeriums für Forschung und Technologie sowie aus verfügbaren Haushaltsmitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Rahmen des Umweltforschungsplanes finanziert.

Bei den Ländern, Gemeinden und Gemeindeverbänden entstehen durch das Gesetz keine zusätzlichen Ausgaben oder Einnahmen.

Das Gesetz hat keine Auswirkungen auf Einzelpreise und auf das Preisniveau, insbesondere das Verbraucherpreisniveau, weil die Bundesrepublik Deutschland ihre Verpflichtungen aus dem Protokoll durch den Vollzug geltender Vorschriften erfüllen wird. Deshalb müssen bei Anlagen und Produkten in der Bundesrepublik Deutschland keine neuen Maßnahmen mit zusätzlichen Kostenbelastungen für die Wirtschaft, die zu preislichen Auswirkungen führen könnten, vorgesehen werden.

**Protokoll zu dem Übereinkommen von 1979  
über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung  
betreffend die Bekämpfung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen  
oder ihres grenzüberschreitenden Flusses**

**Protocol to the 1979 Convention  
on Long-Range Transboundary Air Pollution  
concerning the Control of Emissions  
of Volatile Organic Compounds  
or their Transboundary Fluxes**

**Protocole à la Convention  
sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance,  
de 1979, relatif à la lutte contre les émissions  
de composés organiques volatils ou leurs flux transfrontières**

(Übersetzung)

**The Parties,**

Determined to implement the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution,

Concerned that present emissions of volatile organic compounds (VOCs) and the resulting secondary photochemical oxidant products are causing damage, in exposed parts of Europe and North America, to natural resources of vital environmental and economic importance and, under certain exposure conditions, have harmful effects on human health,

Noting that under the Protocol concerning the Control of Emissions of Nitrogen Oxides or their Transboundary Fluxes, adopted in Sofia on 31 October 1988, there is already agreement to reduce emissions of oxides of nitrogen,

Recognizing the contribution of VOCs and nitrogen oxides to the formation of tropospheric ozone,

Recognizing also that VOCs, nitrogen oxides and resulting ozone are transported across international boundaries, affecting air quality in neighbouring States,

Aware that the mechanism of photochemical oxidant creation is such that the reduction of emissions of VOCs is necessary in order to reduce the incidence of photochemical oxidants,

**Les Parties,**

Résolues à appliquer la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance,

Préoccupées par le fait que les émissions actuelles de composés organiques volatils (COV) et les produits oxydants photochimiques secondaires qui en résultent endommagent, dans les régions exposées d'Europe et d'Amérique du Nord, des ressources naturelles d'une importance vitale du point de vue écologique et économique, et, dans certaines conditions d'exposition, ont des effets nocifs sur la santé humaine,

Notant qu'en vertu du Protocole relatif à la lutte contre les émissions d'oxyde d'azote ou leurs flux transfrontières, adopté à Sofia le 31 octobre 1988, on s'est déjà mis d'accord pour réduire les émissions d'oxyde d'azote,

Reconnaissant la contribution des COV et des oxydes d'azote dans la formation de l'ozone troposphérique,

Reconnaissant aussi que les COV, les oxydes d'azote et l'ozone qui en résulte sont transportés à travers les frontières internationales, influant sur la qualité de l'air dans les Etats voisins,

Conscientes que le mécanisme de la création d'oxydants photochimiques est tel qu'il est indispensable de réduire les émissions de COV pour diminuer l'incidence des oxydants photochimiques,

**Die Vertragsparteien –**

entschlossen, das Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung durchzuführen,

besorgt darüber, daß die derzeitigen Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (VOCs) und die daraus entstehenden sekundären photochemischen Oxidantien in exponierten Teilen Europas und Nordamerikas Schäden an Naturschätzen von lebenswichtiger Bedeutung für Umwelt und Wirtschaft verursachen und unter bestimmten Expositionsbedingungen schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben,

in Anbetracht dessen, daß aufgrund des am 31. Oktober 1988 in Sofia angenommenen Protokolls betreffend die Bekämpfung von Emissionen von Stickstoffoxiden oder ihres grenzüberschreitenden Flusses bereits Einvernehmen über die Verringerung der Emissionen von Stickstoffoxiden besteht,

in der Erkenntnis, daß flüchtige organische Verbindungen und Stickstoffoxide zur Bildung troposphärischen Ozons beitragen,

sowie in der Erkenntnis, daß flüchtige organische Verbindungen, Stickstoffoxide und das daraus entstehende Ozon über internationale Grenzen hinweg transportiert werden und so die Luftqualität in benachbarten Staaten beeinträchtigen,

in dem Bewußtsein, daß es aufgrund des Ablaufs der Bildung photochemischer Oxidantien erforderlich ist, die Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen zu verringern, um das Auftreten photochemischer Oxidantien zu vermindern,

Further aware that methane and carbon monoxide emitted by human activities are present at background levels in the air over the ECE region and contribute to the formation of episodic peak ozone levels; that, in addition, their global-scale oxidation in the presence of nitrogen oxides contributes to the formation of the background levels of tropospheric ozone upon which photochemical episodes are superimposed; and that methane is expected to become the subject of control actions in other forums,

Recalling that the Executive Body for the Convention identified at its sixth session the need to control emissions of VOCs or their transboundary fluxes, as well as to control the incidence of photochemical oxidants, and the need for Parties that had already reduced these emissions to maintain and review their emission standards for VOCs,

Acknowledging the measures already taken by some Parties which have had the effect of reducing their national annual emissions of nitrogen oxides and VOCs,

Noting that some Parties have set air quality standards and/or objectives for tropospheric ozone and that standards for tropospheric ozone concentrations have been set by the World Health Organization and other competent bodies,

Determined to take effective action to control and reduce national annual emissions of VOCs or the transboundary fluxes of VOCs and the resulting secondary photochemical oxidant products, in particular by applying appropriate national or international emission standards to new mobile and new stationary sources and retrofitting existing major stationary sources, and also by limiting the content of components in products for industrial and domestic use that have the potential to emit VOCs,

Conscious that volatile organic compounds differ greatly from each other in their reactivity and in their potential to create tropospheric ozone and other photochemical oxidants and that, for any individual compounds, potential may vary from time to time and from place to place depending on meteorological and other factors,

Recognizing that such differences and variations should be taken into considera-

Conscientes en outre que le méthane et le monoxyde de carbone émis du fait des activités humaines sont présents à des concentrations de fond dans l'air au-dessus de la région de la CEE et contribuent à créer, par épisodes, des concentrations de pointe d'ozone; qu'en outre leur oxydation à l'échelle mondiale en présence d'oxydes d'azote contribue à former des concentrations de fond d'ozone troposphérique auxquelles se surajoutent des épisodes photochimiques; et que le méthane devrait faire l'objet de mesures de lutte dans d'autres enceintes,

Rappelant que l'Organe exécutif de la Convention a reconnu à sa sixième session, qu'il était nécessaire de lutter contre les émissions de COV ou leurs flux transfrontières et de maîtriser l'incidence des oxydants photochimiques, et que les Parties qui avaient déjà réduit ces émissions devaient maintenir et réviser leurs normes d'émission pour les COV,

Tenant compte des mesures déjà prises par plusieurs Parties qui ont eu pour effet de réduire leurs émissions annuelles nationales d'oxydes, d'azote et de COV,

Notant que certaines Parties ont fixé des normes de qualité de l'air et/ou des objectifs pour l'ozone troposphérique et que des normes relatives aux concentrations en ozone troposphérique ont été fixées par l'Organisation mondiale de la santé et d'autres organes compétents,

Résolues à prendre des mesures efficaces pour lutter contre les émissions annuelles nationales de COV ou les flux transfrontières de COV et les produits oxydants photochimiques secondaires qui en résultent et pour les réduire, en particulier en appliquant des normes nationales ou internationales appropriées d'émissions aux nouvelles sources mobiles et aux nouvelles sources fixes, en adaptant les principales sources fixes existantes, et aussi en limitant la proportion de composants susceptibles d'émettre des COV dans les produits destinés à des utilisations industrielles et domestiques,

Conscientes que les composés organiques volatils diffèrent beaucoup les uns des autres par leur réactivité et leur capacité à créer de l'ozone troposphérique et d'autres oxydants photochimiques, et que, pour tout composant individuel, ces possibilités peuvent varier d'un moment à l'autre et d'un lieu à l'autre en fonction de facteurs météorologiques et autres,

Reconnaissant qu'il faut tenir compte des différences et des variations en question si

sowie in dem Bewußtsein, daß durch menschliche Tätigkeiten emittiertes Methan und Kohlenmonoxid in der Luft über der ECE-Region in Hintergrundkonzentrationen vorhanden sind und zur Bildung episodischer Ozonspitzenwerte beitragen; daß außerdem ihre weltweit ablaufende Oxidation in Gegenwart von Stickstoffoxiden zur Bildung troposphärischen Ozons in Hintergrundkonzentrationen beiträgt, die von photochemischen Episoden überlagert werden, und daß Methan voraussichtlich Gegenstand von Bekämpfungsmaßnahmen in anderen Gremien werden wird,

eingedenk dessen, daß das Exekutivorgan für das Übereinkommen auf seiner sechsten Tagung die Notwendigkeit anerkannt hat, Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen oder ihren grenzüberschreitenden Fluß und das Auftreten photochemischer Oxidantien zu bekämpfen, sowie die Notwendigkeit, daß Vertragsparteien, welche diese Emissionen bereits verringert haben, ihre Emissionsgrenzwerte für flüchtige organische Verbindungen beibehalten und überprüfen,

eingedenk der von einigen Vertragsparteien bereits ergriffenen Maßnahmen, die eine Verringerung ihrer jährlichen nationalen Emissionen von Stickstoffoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen bewirkt haben,

in Anbetracht dessen, daß einige Vertragsparteien Luftqualitätsgrenzwerte und/oder -ziele für troposphärisches Ozon festgelegt haben und daß die Weltgesundheitsorganisation und andere zuständige Gremien Grenzwerte für Konzentrationen troposphärischen Ozons festgelegt haben,

entschlossen, wirksame Maßnahmen zur Bekämpfung und Verringerung der jährlichen nationalen Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen oder des grenzüberschreitenden Flusses flüchtiger organischer Verbindungen und der daraus entstehenden sekundären photochemischen Oxidantien zu ergreifen, insbesondere durch die Anwendung geeigneter nationaler oder internationaler Emissionsgrenzwerte für neue bewegliche und neue ortsfeste Quellen und die Nachrüstung bestehender größerer ortsfester Quellen sowie durch die Begrenzung der Bestandteile, die flüchtige organische Verbindungen emittieren können, in Produkten für den industriellen oder häuslichen Gebrauch,

in dem Bewußtsein, daß sich flüchtige organische Verbindungen in ihrer Reaktivität und in ihrem Potential, troposphärisches Ozon und andere photochemische Oxidantien zu bilden, stark unterscheiden und daß dieses Potential bei jeder einzelnen Verbindung je nach den meteorologischen Bedingungen und anderen Faktoren von einem Zeitpunkt zum anderen und von einem Ort zum anderen schwanken kann,

in der Erkenntnis, daß solche Unterschiede und Schwankungen berücksichtigt wer-

tion if action to control and reduce emissions and transboundary fluxes of VOCs is to be as effective as possible in minimizing the formation of tropospheric ozone and other photochemical oxidants,

Taking into consideration existing scientific and technical data on emissions, atmospheric movements and effects on the environment of VOCs and photochemical oxidants, as well as on control technologies,

Recognizing that scientific and technical knowledge of these matters is developing and that it will be necessary to take such developments into account when reviewing the operation of the present Protocol and deciding on further action,

Noting that the elaboration of an approach based on critical levels is aimed at the establishment of an effect-oriented scientific basis to be taken into account when reviewing the operation of the present Protocol, and at deciding on further internationally agreed measures to limit and reduce emissions of VOCs or the transboundary fluxes of VOCs and photochemical oxidants,

l'on veut que les mesures prises pour lutter contre les émissions et les flux transfrontières de COV et pour les réduire soient aussi efficaces que possible et aboutissent à réduire au minimum la formation d'ozone troposphérique et d'autres oxydants photochimiques,

Prenant en considération les données scientifiques et techniques existantes relatives aux émissions, aux déplacements atmosphériques et aux effets sur l'environnement des COV et des oxydants photochimiques, ainsi qu'aux techniques de lutte,

Reconnaissant que les connaissances scientifiques et techniques sur ces questions se développent et qu'il faudra tenir compte de cette évolution lorsque l'on examinera l'application du présent Protocole et que l'on décidera des mesures ultérieures à prendre,

Notant que l'élaboration d'une approche fondée sur les niveaux critiques vise à établir une base scientifique axée sur les effets, dont il faudra tenir compte lors de l'examen de l'application du présent Protocole et avant de décider de nouvelles mesures agréées à l'échelon international qui seront destinées à limiter et réduire les émissions de COV ou les flux transfrontières de COV et d'oxydants photochimiques,

den müssen, damit die Maßnahmen zur Bekämpfung und Verringerung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen und ihres grenzüberschreitenden Flusses so wirksam wie möglich sind und dazu führen, die Bildung troposphärischen Ozons und anderer photochemischer Oxidantien auf ein Mindestmaß zu beschränken,

unter Berücksichtigung vorhandener wissenschaftlicher und technischer Daten über Emissionen, Luftbewegungen und Auswirkungen flüchtiger organischer Verbindungen und photochemischer Oxidantien auf die Umwelt sowie Daten über Technologien zur Bekämpfung von Emissionen,

in der Erkenntnis, daß sich die wissenschaftlichen und technischen Kenntnisse über diese Fragen weiterentwickeln und daß diese Entwicklung bei der Überprüfung der Anwendung dieses Protokolls und bei der Entscheidung über weitere Maßnahmen zu berücksichtigen ist,

in der Erkenntnis, daß die Ausarbeitung eines auf kritischen Werten beruhenden Lösungsansatzes die Erstellung einer wirkungsorientierten wissenschaftlichen Grundlage zum Ziel hat, die bei der Überprüfung der Anwendung dieses Protokolls und bei der Entscheidung über weitere international vereinbarte Maßnahmen zur Begrenzung und Verringerung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen oder des grenzüberschreitenden Flusses flüchtiger organischer Verbindungen und photochemischer Oxidantien zu berücksichtigen ist –

Have agreed as follows:

#### Article 1 Definitions

For the purposes of the present Protocol,

1. "Convention" means the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, adopted in Geneva on 13 November 1979;
2. "EMEP" means the Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe;
3. "Executive Body" means the Executive Body for the Convention constituted under article 10, paragraph 1, of the Convention;
4. "Geographical scope of EMEP" means the area defined in article 1, paragraph 4, of the Protocol to the 1979 Convention on Long-range Transboundary Air Pollution on Long-term Financing of the Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe (EMEP), adopted in Geneva on 28 September 1984;

Sont convenues de ce qui suit:

#### Article premier Définitions

Aux fins du présent Protocole,

1. On entend par «Convention», la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, adoptée à Genève le 13 novembre 1979;
2. On entend par «EMEP» le Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe;
3. On entend par «Organe exécutif», l'Organe exécutif de la Convention, constitué en vertu du paragraphe 1 de l'article 10 de la Convention;
4. On entend par «zone géographique des activités de l'EMEP», la zone définie au paragraphe 4 de l'article premier du Protocole à la Convention de 1979 sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, relatif au financement à long terme du Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe (EMEP), adopté à Genève le 28 septembre 1984;

sind wie folgt übereingekommen:

#### Artikel 1 Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieses Protokolls

1. bedeutet „Übereinkommen“ das am 13. November 1979 in Genf angenommene Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung;
2. bedeutet „EMEP“ das Programm über die Zusammenarbeit bei der Messung und Bewertung der weiträumigen Übertragung von luftverunreinigenden Stoffen in Europa;
3. bedeutet „Exekutivorgan“ das nach Artikel 10 Absatz 1 des Übereinkommens gebildete Exekutivorgan für das Übereinkommen;
4. bedeutet „geographischer Anwendungsbereich des EMEP“ 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 luftverunreinigenden Stoffen in Europa (EMEP) definierte Gebiet;

5. "Tropospheric ozone management area" (TOMA) means an area specified in annex I under conditions laid down in article 2, paragraph 2(b);
5. On entend par «zone de gestion de l'ozone troposphérique» (ZGOT), une zone spécifiée dans l'annexe I conformément aux conditions exposées à l'alinéa b) du paragraphe 2 de l'article 2;
5. bedeutet „Gebiet, in dem Maßnahmen zur Verminderung der troposphärischen Ozonkonzentrationen durchgeführt werden (Tropospheric Ozone Management Area [TOMA])“ ein in Anhang I unter den in Artikel 2 Absatz 2 Buchstabe b aufgestellten Bedingungen festgelegtes Gebiet;
6. "Parties" means, unless the context otherwise requires, the Parties to the present Protocol;
6. On entend par «Parties», sauf incompatibilité avec le contexte, les Parties au présent Protocole;
6. bedeutet „Vertragsparteien“ die Vertragsparteien dieses Protokolls, soweit der Zusammenhang nichts anderes erfordert;
7. "Commission" means the United Nations Economic Commission for Europe;
7. On entend par «Commission», la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe;
7. bedeutet „Kommission“ die Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa;
8. "Critical levels" means concentrations of pollutants in the atmosphere for a specified exposure time below which direct adverse effects on receptors, such as human beings, plants, ecosystems or materials do not occur according to present knowledge;
8. On entend par «niveaux critiques», des concentrations de polluants dans l'atmosphère, pour une durée d'exposition spécifiée, au-dessous desquelles, en l'état actuel des connaissances, il ne se produit pas d'effets néfastes directs sur des récepteurs tels que l'homme, les végétaux, les écosystèmes ou les matériaux;
8. bedeutet „kritische Werte“ in der Atmosphäre während einer bestimmten Expositionszeit auftretende Konzentrationen luftverunreinigender Stoffe, unterhalb deren nach dem heutigen Wissensstand keine unmittelbaren schädlichen Auswirkungen auf Rezeptoren wie Menschen, Pflanzen, Ökosysteme oder Material auftreten;
9. "Volatile organic compounds", or "VOCs", means, unless otherwise specified, all organic compounds of anthropogenic nature, other than methane, that are capable of producing photochemical oxidants by reactions with nitrogen oxides in the presence of sunlight;
9. On entend par «composés organiques volatils» ou «COV», sauf indication contraire, tous les composés organiques artificiels, autres que le méthane, qui peuvent produire des oxydants photochimiques par réaction avec les oxydes d'azote en présence de lumière solaire;
9. bedeutet „flüchtige organische Verbindungen“ oder „VOCs“, sofern nichts anderes festgelegt ist, alle organischen Verbindungen anthropogener Art – außer Methan –, die in der Lage sind, durch Reaktionen mit Stickstoffoxiden in Gegenwart von Sonnenlicht photochemische Oxidantien zu erzeugen;
10. "Major source category" means any category of sources which emit air pollutants in the form of VOCs, including the categories described in annexes II and III, and which contribute at least 1% of the total national emissions of VOCs on an annual basis, as measured or calculated in the first calendar year after the date of entry into force of the present Protocol, and every fourth year thereafter;
10. On entend par «grande catégorie de sources», toute catégorie de sources qui émettent des polluants atmosphériques sous la forme de COV, notamment les catégories décrites dans les annexes techniques II et III, et qui contribuent pour au moins 1 % au total annuel des émissions nationales de COV, mesuré ou calculé sur la première année civile qui suit la date d'entrée en vigueur du présent Protocole, et tous les quatre ans par la suite;
10. bedeutet „größere Kategorie von Quellen“ jede Kategorie von Quellen, die luftverunreinigende Stoffe in Form flüchtiger organischer Verbindungen emittieren, einschließlich der in den Anhängen II und III beschriebenen Kategorien, und die mindestens 1 v. H. zu den gesamten jährlichen Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen des Landes beitragen, gemessen oder berechnet im ersten Kalenderjahr, das auf den Tag des Inkrafttretens dieses Protokolls folgt, und danach alle vier Jahre;
11. "New stationary source" means any stationary source of which the construction or substantial modification is commenced after the expiry of two years from the date of entry into force of the present Protocol;
11. On entend par «source fixe nouvelle», toute source fixe que l'on commence à construire ou que l'on entreprend de modifier sensiblement à l'expiration d'un délai de deux ans à partir de la date d'entrée en vigueur du présent Protocole;
11. bedeutet „neue ortsfeste Quelle“ jede ortsfeste Quelle, mit deren Bau oder mit deren wesentlicher Veränderung nach Ablauf von zwei Jahren nach dem Tag des Inkrafttretens dieses Protokolls begonnen wird;
12. "New mobile source" means any on-road motor vehicle which is manufactured after the expiry of two years from the date of entry into force of the present Protocol;
12. On entend par «source mobile nouvelle», tout véhicule routier automobile construit après l'expiration d'un délai de deux ans à partir de la date d'entrée en vigueur du présent Protocole;
12. bedeutet „neue bewegliche Quelle“ jedes Straßenkraftfahrzeug, das nach Ablauf von zwei Jahren nach dem Tag des Inkrafttretens dieses Protokolls hergestellt wird;
13. "Photochemical ozone creation potential" (POCP) means the potential of an individual VOC, relative to that of other VOCs, to form ozone by reaction with oxides of nitrogen in the presence of sunlight, as described in annex IV.
13. On entend par «potentiel de création d'ozone photochimique» (PCOP), le potentiel d'un COV donné, par rapport à celui d'autres COV, de former de l'ozone en réagissant avec des oxydes d'azote en présence de lumière solaire, tel qu'il est décrit dans l'annexe IV.
13. bedeutet „photochemisches Ozonbildungspotential“ (POCP) das Potential einer einzelnen flüchtigen organischen Verbindung, bezogen auf das anderer flüchtiger organischer Verbindungen, durch Reaktion mit Stickstoffoxiden in Gegenwart von Sonnenlicht Ozon zu bilden, wie in Anhang IV beschrieben.

## Article 2

## Basic obligations

1. The Parties shall control and reduce their emissions of VOCs in order to reduce their transboundary fluxes and the fluxes of the resulting secondary photochemical oxidant products so as to protect human health and the environment from adverse effects.

2. Each Party shall, in order to meet the requirements of paragraph 1 above, control and reduce its national annual emissions of VOCs or their transboundary fluxes in any one of the following ways to be specified upon signature:

(a) It shall, as soon as possible and as a first step, take effective measures to reduce its national annual emissions of VOCs by at least 30% by the year 1999, using 1988 levels as a basis or any other annual level during the period 1984 to 1990, which it may specify upon signature of or accession to the present Protocol; or

(b) Where its annual emissions contribute to tropospheric ozone concentrations in areas under the jurisdiction of one or more other Parties, and such emissions originate only from areas under its jurisdiction that are specified as TOMAs in annex I, it shall, as soon as possible and as a first step, take effective measures to:

(i) Reduce its annual emissions of VOCs from the areas so specified by at least 30% by the year 1999, using 1988 levels as a basis or any other annual level during the period 1984-1990, which it may specify upon signature of or accession to the present Protocol; and

(ii) Ensure that its total national annual emissions of VOCs by the year 1999 do not exceed the 1988 levels; or

(c) Where its national annual emissions of VOCs were in 1988 lower than 500,000 tonnes and 20 kg/inhabitant and 5 tonnes/km<sup>2</sup>, it shall, as soon as possible and as a first step, take effective measures to ensure at least that at the latest by the year 1999 its national annual emissions of VOCs do not exceed the 1988 levels.

## Article 2

## Obligations fondamentales

1. Les Parties maîtrisent et restreignent leurs émissions de COV afin de réduire les flux transfrontières de ces composés et les flux des produits oxydants photochimiques secondaires qui en résultent et protéger ainsi la santé et l'environnement d'effets nocifs.

2. Afin de satisfaire aux prescriptions du paragraphe 1 ci-dessus, chaque Partie maîtrise et réduit ses émissions annuelles nationales de COV, ou leurs flux transfrontières selon l'une des modalités suivantes à préciser lors de la signature:

a) Elle prend, dans un premier temps et dès que possible, des mesures efficaces pour réduire ses émissions annuelles nationales de COV d'au moins 30 % d'ici 1999, en retenant comme base les niveaux de 1988 ou tout autre niveau annuel de la période 1984-1990 qu'elle peut spécifier lorsqu'elle signe le présent Protocole ou y adhère; ou

b) Si ses émissions annuelles contribuent aux concentrations d'ozone troposphérique dans des zones placées sous la juridiction d'une ou plusieurs autres Parties et proviennent uniquement des zones relevant de sa juridiction spécifiées en tant que ZGOT à l'annexe I, elle prend, dans un premier temps et dès que possible, des mesures efficaces pour

i) Réduire ses émissions annuelles de COV en provenance des zones ainsi spécifiées d'au moins 30 % d'ici 1999 en retenant comme base les niveaux de 1988 ou tout autre niveau annuel de la période 1984-1990 qu'elle peut spécifier lorsqu'elle signe le présent Protocole ou y adhère;

ii) Faire en sorte que ses émissions annuelles nationales totales de COV d'ici 1999 ne dépassent pas les niveaux de 1988;

c) Si ses émissions annuelles nationales de COV ont été en 1988 inférieures à 500 000 tonnes et 20 kg par habitant et 5 tonnes par km<sup>2</sup>, elle prend, dans un premier temps et dès que possible, des mesures efficaces pour faire au moins en sorte que, au plus tard en 1999, ses émissions annuelles nationales de COV ne dépassent pas les niveaux de 1988.

## Artikel 2

## Grundlegende Verpflichtungen

(1) Die Vertragsparteien begrenzen und verringern ihre Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen, um den grenzüberschreitenden Fluß dieser flüchtigen organischen Verbindungen und den Fluß der aus diesen entstehenden sekundären photochemischen Oxidantien zu verringern mit dem Ziel, die menschliche Gesundheit und die Umwelt vor schädlichen Auswirkungen zu schützen.

(2) Um den Anforderungen des Absatzes 1 zu entsprechen, begrenzt und verringert jede Vertragspartei ihre jährlichen nationalen Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen oder ihren grenzüberschreitenden Fluß auf eine der folgenden Arten, die bei der Unterzeichnung anzugeben ist:

a) Sie ergreift so bald wie möglich als ersten Schritt wirksame Maßnahmen, um ihre jährlichen nationalen Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bis 1999 um mindestens 30 v. H. zu verringern, wobei sie das Niveau von 1988 oder das eines anderen Jahres in dem Zeitraum von 1984 bis 1990 zugrunde legt, das sie bei der Unterzeichnung dieses Protokolls oder dem Beitritt zum Protokoll angeben kann, oder

b) in den Fällen, in denen ihre jährlichen Emissionen zu troposphärischen Ozonkonzentrationen in Gebieten unter der Hoheitsgewalt einer oder mehrerer anderer Vertragsparteien beitragen und diese Emissionen ausschließlich aus Gebieten unter ihrer Hoheitsgewalt stammen, die in Anhang I als Gebiete, in denen Maßnahmen zur Verminderung der troposphärischen Ozonkonzentrationen durchgeführt werden, festgelegt sind, ergreift sie so bald wie möglich als ersten Schritt wirksame Maßnahmen,

i) um ihre jährlichen Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen aus den so bestimmten Gebieten bis zum Jahr 1999 um mindestens 30 v. H. zu verringern, wobei sie das Niveau von 1988 oder das eines anderen Jahres in dem Zeitraum von 1984 bis 1990 zugrunde legt, das sie bei der Unterzeichnung dieses Protokolls oder dem Beitritt zum Protokoll angeben kann, und

ii) um sicherzustellen, daß die gesamten jährlichen Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen des Landes bis 1999 das Niveau von 1988 nicht überschreiten, oder

c) in den Fällen, in denen ihre jährlichen nationalen Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen 1988 geringer waren als 500 000 Tonnen und 20 kg/Einwohner und 5 Tonnen/km<sup>2</sup>, ergreift sie so bald wie möglich als ersten Schritt wirksame Maßnahmen, um mindestens sicherzustellen, daß ihre jährlichen nationalen Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen spätestens 1999 das Niveau von 1988 nicht überschreiten.

3.

(a) Furthermore, no later than two years after the date of entry into force of the present Protocol, each Party shall:

- (i) Apply appropriate national or international emission standards to new stationary sources based on the best available technologies which are economically feasible, taking into consideration annex II;
- (ii) Apply national or international measures to products that contain solvents and promote the use of products that are low in or do not contain VOCs, taking into consideration annex II, including the labelling of products specifying their VOC content;
- (iii) Apply appropriate national or international emission standards to new mobile sources based on the best available technologies which are economically feasible, taking into consideration annex III; and
- (iv) Foster public participation in emission control programmes through public announcements, encouraging the best use of all modes of transportation and promoting traffic management schemes.

(b) Furthermore, no later than five years after the date of entry into force of the present Protocol, in those areas in which national or international tropospheric ozone standards are exceeded or where transboundary fluxes originate or are expected to originate, each Party shall:

- (i) Apply the best available technologies that are economically feasible to existing stationary sources in major source categories, taking into consideration annex II;
- (ii) Apply techniques to reduce VOC emissions from petrol distribution and motor vehicle refuelling operations, and to reduce volatility of petrol, taking into consideration annexes II and III.

4. In carrying out their obligations under this article, Parties are invited to give highest priority to reduction and control of emissions of substances with the greatest PCOP, taking into consideration the information contained in annex IV.

3.

a) En outre, deux ans au plus tard après la date d'entrée en vigueur du présent Protocole, les Parties :

- i) Appliquent aux sources fixes nouvelles des normes nationales ou internationales d'émission appropriées fondées sur les meilleures techniques disponibles qui sont économiquement viables, compte tenu de l'annexe II;
- ii) Appliquent des mesures nationales ou internationales pour les produits contenant des solvants et encouragent l'emploi de produits à teneur en COV faible ou nulle, compte tenu de l'annexe II, y compris l'adoption d'un étiquetage précisant la teneur des produits en COV;
- iii) Appliquent aux sources mobiles nouvelles des normes nationales ou internationales d'émission appropriées fondées sur les meilleures techniques disponibles qui sont économiquement viables, compte tenu de l'annexe III;
- iv) Incitent la population à participer aux programmes de lutte contre les émissions grâce à des annonces publiques, en encourageant la meilleure utilisation de tous les modes de transport et en lançant des programmes de gestion de la circulation;

b) En outre, cinq ans au plus tard après la date d'entrée en vigueur du présent Protocole, dans les zones où les normes nationales ou internationales concernant l'ozone troposphérique sont dépassées ou dans lesquelles des flux transfrontières ont ou pourraient avoir leur origine, les Parties:

- i) Appliquent aux sources fixes existantes dans les grandes catégories de sources les meilleures techniques disponibles et économiquement viables, compte tenu de l'annexe II;
- ii) Appliquent des techniques propres à réduire les émissions de COV provenant de la distribution des produits pétroliers et des opérations de ravitaillement en carburant des véhicules automobiles et à réduire la volatilité des produits pétroliers, compte tenu des annexes II et III.

4. En s'acquittant des obligations qui leur incombent en application du présent article, les Parties sont invitées à accorder la plus haute priorité à la réduction ou à la maîtrise des émissions de substances présentant le plus fort PCOP, compte tenu des données présentées à l'annexe IV.

(3)

a) Außerdem wird jede Vertragspartei spätestens zwei Jahre nach dem Tag des Inkrafttretens dieses Protokolls

- i) geeignete nationale oder internationale Emissionsgrenzwerte auf neue ortsfeste Quellen anwenden, und zwar auf der Grundlage der besten verfügbaren Technologien, die wirtschaftlich vertretbar sind, unter Berücksichtigung des Anhangs II;
- ii) nationale oder internationale Maßnahmen auf Produkte anwenden, die Lösungsmittel enthalten, und die Verwendung von Produkten fördern, die arm an oder frei von flüchtigen organischen Verbindungen sind, unter Berücksichtigung des Anhangs II, einschließlich der Kennzeichnung der Produkte unter Angabe ihres Gehalts an flüchtigen organischen Verbindungen;
- iii) geeignete nationale oder internationale Emissionsgrenzwerte auf neue bewegliche Quellen anwenden, und zwar auf der Grundlage der besten verfügbaren Technologien, die wirtschaftlich vertretbar sind, unter Berücksichtigung des Anhangs III, und
- iv) die Beteiligung der Öffentlichkeit an den Emissionsbekämpfungsprogrammen durch öffentliche Bekanntmachungen verstärken und dabei die beste Nutzung der verschiedenen Verkehrsarten sowie verkehrlenkende und -planende Maßnahmen fördern.

b) In den Gebieten, in denen die nationalen oder internationalen Grenzwerte für troposphärisches Ozon überschritten werden oder aus denen grenzüberschreitende Flüsse kommen oder voraussichtlich kommen werden, wird jede Vertragspartei außerdem spätestens fünf Jahre nach dem Tag des Inkrafttretens dieses Protokolls

- i) die besten verfügbaren Technologien, die wirtschaftlich vertretbar sind, auf bestehende ortsfeste Quellen in größeren Kategorien von Quellen anwenden, unter Berücksichtigung des Anhangs II;
- ii) technische Verfahren zur Verringerung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei Benzinverteilungs- und Betankungsvorgängen und zur Verringerung der Flüchtigkeit des Benzins anwenden, unter Berücksichtigung der Anhänge II und III.

(4) Die Vertragsparteien werden aufgefordert, bei der Erfüllung ihrer Verpflichtungen aus diesem Artikel der Verringerung und Begrenzung von Emissionen von Stoffen mit dem größten photochemischen Ozonbildungspotential unter Berücksichtigung der in Anhang IV enthaltenen Informationen höchsten Vorrang einzuräumen.

5. In implementing the present Protocol, and in particular any product substitution measures, Parties shall take appropriate steps to ensure that toxic and carcinogenic VOCs, and those that harm the stratospheric ozone layer, are not substituted for other VOCs.

6. The Parties shall, as a second step, commence negotiations, no later than six months after the date of entry into force of the present Protocol, on further steps to reduce national annual emissions of volatile organic compounds or transboundary fluxes of such emissions and their resulting secondary photochemical oxidant products, taking into account the best available scientific and technological developments, scientifically determined critical levels and internationally accepted target levels, the role of nitrogen oxides in the formation of photochemical oxidants and other elements resulting from the work programme undertaken under article 5.

7. To this end, the Parties shall cooperate in order to establish:

- (a) More detailed information on the individual VOCs and their PÖCP values;
- (b) Critical levels for photochemical oxidants;
- (c) Reductions in national annual emissions or transboundary fluxes of VOCs and their resulting secondary photochemical oxidant products, especially as required to achieve agreed objectives based on critical levels;
- (d) Control strategies, such as economic instruments, to obtain overall cost-effectiveness to achieve agreed objectives;
- (e) Measures and a timetable commencing no later than 1 January 2000 for achieving such reductions.

8. In the course of these negotiations, the Parties shall consider whether it would be appropriate for the purposes specified in paragraph 1 to supplement such further steps with measures to reduce methane.

### Article 3

#### Further measures

1. Measures required by the present Protocol shall not relieve Parties from their other obligations to take measures to reduce total gaseous emissions that may contribute significantly to climate change, to the formation of tropospheric background

5. Pour appliquer le présent Protocole, et en particulier toute mesure de substitution de produits, les Parties prennent les dispositions voulues afin de faire en sorte que des COV toxiques et cancérigènes ou encore qui attaquent la couche d'ozone stratosphérique ne viennent pas remplacer d'autres COV.

6. Dans un deuxième temps, les Parties engagent des négociations, six mois au plus tard après la date d'entrée en vigueur du présent Protocole, sur les mesures ultérieures à prendre pour réduire les émissions annuelles nationales de composés organiques volatils ou les flux transfrontières de ces émissions et des produits oxydants photochimiques secondaires qui en résultent, en tenant compte des meilleures innovations scientifiques et techniques disponibles, des niveaux critiques déterminés scientifiquement et des niveaux cibles acceptés sur le plan international, du rôle des oxydes d'azote dans la formation d'oxydants photochimiques et d'autres éléments résultant du programme de travail entrepris au titre de l'article 5.

7. A cette fin, les Parties coopèrent en vue de définir

- a) Des données plus détaillées sur les divers COV et leurs potentiels de création d'ozone photochimique;
- b) Des niveaux critiques pour les oxydants photochimiques;
- c) Des réductions des émissions annuelles nationales ou des flux transfrontières de COV et des produits oxydants photochimiques secondaires en résultant, en particulier dans la mesure où cela est nécessaire pour atteindre les objectifs convenus sur la base de niveaux critiques;
- d) Des stratégies de lutte, par exemple des instruments économiques, permettant d'assurer la rentabilité globale nécessaire pour atteindre les objectifs convenus;
- e) Des mesures et un calendrier commençant au plus tard le 1er janvier 2000 pour parvenir à réaliser lesdites réductions.

8. Au cours de ces négociations, les Parties examinent l'opportunité qu'il y aurait, aux fins de l'application du paragraphe 1, de compléter les mesures ultérieures par des mesures destinées à réduire les émissions de méthane.

### Article 3

#### Autres mesures

1. Les mesures prescrites par le présent Protocole ne dispensent pas les Parties de leurs autres obligations de prendre des mesures pour réduire les émissions gazeuses totales pouvant contribuer sensiblement au changement du climat, à la formation d'ozone

(5) Die Vertragsparteien unternehmen geeignete Schritte, um bei der Durchführung dieses Protokolls und insbesondere bei allen Maßnahmen zum Ersatz bestimmter Produkte durch andere sicherzustellen, daß einzelne flüchtige organische Verbindungen nicht durch andere ersetzt werden, die toxisch oder karzinogen sind oder die stratosphärische Ozonschicht schädigen.

(6) Als zweiten Schritt nehmen die Vertragsparteien spätestens sechs Monate nach dem Tag des Inkrafttretens dieses Protokolls Verhandlungen über weitere Schritte zur Verringerung der jährlichen nationalen Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen oder des grenzüberschreitenden Flusses solcher Emissionen und der daraus entstehenden sekundären photochemischen Oxidantien auf, wobei die besten verfügbaren wissenschaftlichen und technischen Entwicklungen, wissenschaftlich bestimmte kritische Werte und international anerkannte Zielwerte, die Rolle der Stickstoffoxide bei der Bildung photochemischer Oxidantien und andere Faktoren zu berücksichtigen sind, die sich aus dem nach Artikel 5 durchgeführten Arbeitsprogramm ergeben.

(7) Zu diesem Zweck arbeiten die Vertragsparteien zusammen, um

- a) genauere Informationen über die einzelnen flüchtigen organischen Verbindungen und ihr photochemisches Ozonbildungspotential zu gewinnen;
- b) kritische Werte für photochemische Oxidantien zu bestimmen;
- c) die Verringerungen der jährlichen nationalen Emissionen oder des grenzüberschreitenden Flusses flüchtiger organischer Verbindungen und der daraus entstehenden sekundären photochemischen Oxidantien zu bestimmen, insbesondere soweit sie erforderlich sind, um auf kritischen Werten beruhende vereinbarte Ziele zu erreichen;
- d) Bekämpfungsstrategien, wie zum Beispiel ökonomische Instrumente, zu entwickeln, um bei der Erreichung der vereinbarten Ziele insgesamt Kostenwirksamkeit sicherzustellen;
- e) zur Erreichung dieser Verringerungen Maßnahmen und einen Zeitplan zu bestimmen, der spätestens am 1. Januar 2000 beginnt.

(8) Im Verlauf dieser Verhandlungen prüfen die Vertragsparteien, ob es für die in Absatz 1 genannten Zwecke angebracht wäre, diese weiteren Schritte durch Maßnahmen zur Verringerung der Methanemissionen zu ergänzen.

### Artikel 3

#### Weitere Maßnahmen

(1) Die in diesem Protokoll geforderten Maßnahmen entbinden die Vertragsparteien nicht von ihren sonstigen Verpflichtungen, Maßnahmen zur Verringerung der gesamten gasförmigen Emissionen zu ergreifen, die wesentlich zu Klimaverände-

ozone or to the depletion of stratospheric ozone, or that are toxic or carcinogenic.

2. Parties may take more stringent measures than those required by the present Protocol.

3. The Parties shall establish a mechanism for monitoring compliance with the present Protocol. As a first step based on information provided pursuant to article 8 or other information, any Party which has reason to believe that another Party is acting or has acted in a manner inconsistent with its obligations under this Protocol may inform the Executive Body to that effect and, simultaneously, the Parties concerned. At the request of any Party, the matter may be taken up at the next meeting of the Executive Body.

#### Article 4

##### Exchange of technology

1. The Parties shall, consistent with their national laws, regulations and practices, facilitate the exchange of technology to reduce emissions of VOCs, particularly through the promotion of:

- (a) The commercial exchange of available technology;
- (b) Direct industrial contacts and cooperation, including joint ventures;
- (c) The exchange of information and experience;
- (d) The provision of technical assistance.

2. In promoting the activities specified in paragraph 1 of this article, the Parties shall create favourable conditions by facilitating contacts and cooperation among appropriate organizations and individuals in the private and public sectors that are capable of providing technology, design and engineering services, equipment or finance.

3. The Parties shall, no later than six months after the date of entry into force of the present Protocol, commence consideration of procedures to create more favourable conditions for the exchange of technology to reduce emissions of VOCs.

#### Article 5

##### Research and monitoring to be undertaken

The Parties shall give high priority to research and monitoring related to the development and application of methods to achieve national or international tropo-

ne de fond dans la troposphère, à l'appauvrissement de l'ozone dans la stratosphère ou qui sont toxiques ou cancérogènes.

2. Les Parties peuvent prendre des mesures plus rigoureuses que celles qui sont prescrites par le présent Protocole.

3. Les Parties établissent un mécanisme pour surveiller l'application du présent Protocole. Dans un premier temps, en se fondant sur des renseignements fournis en application de l'article 8 ou d'autres renseignements, toute Partie qui est fondée à croire qu'une autre Partie agit ou a agi de manière incompatible avec ses obligations contractées en vertu du présent Protocole peut en informer l'Organe exécutif et, en même temps, les Parties intéressées. A la demande de toute Partie, la question peut être présentée pour examen à la session suivante de l'Organe exécutif.

#### Article 4

##### Echange de technologie

1. Les Parties facilitent, conformément à leurs lois, réglementations et pratiques nationales, l'échange de technologie en vue de réduire les émissions de COV, en particulier en encourageant:

- a) L'échange commercial des techniques disponibles;
- b) Des contacts et une coopération directs dans le secteur industriel, y compris les coentreprises;
- c) L'échange d'informations et de données d'expérience;
- d) La fourniture d'une assistance technique.

2. Pour encourager les activités indiquées au paragraphe 1 du présent article, les Parties créent des conditions favorables en facilitant les contacts et la coopération entre les organismes et les particuliers compétents des secteurs privé et public qui sont en mesure de fournir la technologie, les services de conception et d'ingénierie, le matériel ou le financement nécessaires.

3. Six mois au plus tard après la date d'entrée en vigueur du présent Protocole, les Parties entreprennent d'examiner ce qu'il y a lieu de faire pour créer des conditions plus favorables à l'échange de techniques permettant de réduire les émissions de COV.

#### Article 5

##### Activités de recherche et de surveillance à entreprendre

Les Parties accordent un rang de priorité élevé aux activités de recherche et de surveillance concernant l'élaboration et l'application de méthodes permettant de mettre

rungen, zur Bildung troposphärischen Hintergrundozons oder zum Abbau stratosphärischen Ozons beitragen oder die toxisch oder karzinogen sind.

(2) Die Vertragsparteien können strengere als die in diesem Protokoll geforderten Maßnahmen ergreifen.

(3) Die Vertragsparteien richten einen Mechanismus zur Überwachung der Einhaltung dieses Protokolls ein. Als ersten Schritt auf der Grundlage der nach Artikel 8 zur Verfügung gestellten Informationen oder anderer Informationen kann jede Vertragspartei, die Grund zu der Annahme hat, daß eine andere Vertragspartei in einer Weise handelt oder gehandelt hat, die mit ihren Verpflichtungen aus diesem Protokoll nicht vereinbar ist, das Exekutivorgan und gleichzeitig die betroffenen Vertragsparteien davon unterrichten. Auf Ersuchen einer Vertragspartei kann die Angelegenheit auf der nächsten Sitzung des Exekutivorgans behandelt werden.

#### Artikel 4

##### Technologieaustausch

(1) Die Vertragsparteien erleichtern in Übereinstimmung mit ihren innerstaatlichen Gesetzen, sonstigen Vorschriften und Gepflogenheiten den Austausch von Technologien zur Verringerung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen, insbesondere durch die Förderung

- a) des kommerziellen Austausches verfügbarer Technologien;
- b) direkter Kontakte und Zusammenarbeit der Industrien, einschließlich Gemeinschaftsunternehmen;
- c) des Austausches von Informationen und Erfahrungen und
- d) der Gewährung technischer Unterstützung.

(2) Bei der Förderung der in Absatz 1 bezeichneten Tätigkeiten schaffen die Vertragsparteien günstige Voraussetzungen, indem sie Kontakte und Zusammenarbeit zwischen geeigneten Organisationen und Personen des privaten und öffentlichen Sektors erleichtern, die Technologien, Planungs- und Konstruktionsdienste, Ausrüstung oder Finanzierung zur Verfügung stellen können.

(3) Die Vertragsparteien beginnen spätestens sechs Monate nach dem Tag des Inkrafttretens dieses Protokolls mit der Prüfung von Verfahren zur Schaffung günstigerer Voraussetzungen für den Austausch von Technologien zur Verringerung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen.

#### Artikel 5

##### Durchzuführende Forschungs- und Überwachungsaufgaben

Die Vertragsparteien räumen solchen Forschungs- und Überwachungsaufgaben besonderen Vorrang ein, die mit der Entwicklung und Anwendung von Methoden

spheric ozone standards and other goals to protect human health and the environment. The Parties shall, in particular, through national or international research programmes, in the work-plan of the Executive Body and through other cooperative programmes within the framework of the Convention, seek to:

- (a) Identify and quantify effects of emissions of VOCs, both anthropogenic and biogenic, and photochemical oxidants on human health, the environment and materials;
- (b) Determine the geographical distribution of sensitive areas;
- (c) Develop emission and air quality monitoring and model calculations including methodologies for the calculation of emissions, taking into account, as far as possible, the different VOC species, both anthropogenic and biogenic, and their reactivity, to quantify the long-range transport of VOCs, both anthropogenic and biogenic, and related pollutants involved in the formation of photochemical oxidants;
- (d) Improve estimates of the performance and costs of technologies for control of emissions of VOCs and record the development of improved and new technologies;
- (e) Develop, within the context of the approach based on critical levels, methods to integrate scientific, technical and economic data in order to determine appropriate rational strategies for limiting VOC emissions and obtain overall cost-effectiveness to achieve agreed objectives;
- (f) Improve the accuracy of inventories of emissions of VOCs, both anthropogenic and biogenic, and harmonize the methods of their calculation or estimation;
- (g) Improve their understanding of the chemical processes involved in the creation of photochemical oxidants;
- (h) Identify possible measures to reduce emissions of methane.

#### Article 6

##### Review process

1. The Parties shall regularly review the present Protocol, taking into account the

au point des normes nationales ou internationales relatives à l'ozone troposphérique et d'atteindre d'autres objectifs pour protéger la santé et l'environnement. Les Parties s'attachent en particulier, par des programmes de recherche nationaux ou internationaux, dans le plan de travail de l'Organe exécutif et par d'autres programmes de coopération entrepris dans le cadre de la Convention, à:

- a) Recenser et quantifier les effets des émissions de COV d'origine anthropique et biotique et des oxydants photochimiques sur la santé, l'environnement et les matériaux;
- b) Déterminer la répartition géographique des zones sensibles;
- c) Mettre au point des systèmes de surveillance et de modélisation des émissions et de la qualité de l'air, y compris des méthodes de calcul des émissions, en tenant compte, autant que possible, des différentes espèces de COV d'origine anthropique et biotique, et de leur réactivité, afin de quantifier le transport à longue distance des COV d'origine anthropique et biotique et des polluants connexes qui interviennent dans la formation d'oxydants photochimiques;
- d) Affiner les évaluations de l'efficacité et du coût des techniques de lutte contre les émissions de COV et tenir un relevé des progrès réalisés dans la mise au point de techniques améliorées ou nouvelles;
- e) Mettre au point dans le contexte de l'approche fondée sur les niveaux critiques, des méthodes permettant d'intégrer les données scientifiques, techniques et économiques, afin de déterminer des stratégies rationnelles appropriées pour limiter les émissions de COV et assurer la rentabilité d'ensemble nécessaire pour atteindre les objectifs convenus;
- f) Améliorer l'exactitude des inventaires des émissions de COV d'origine anthropique et biotique, et harmoniser les méthodes utilisées pour les calculer ou les évaluer;
- g) Mieux comprendre les processus chimiques entrant en jeu dans la formation d'oxydants photochimiques;
- h) Définir des mesures appropriées pour réduire les émissions de méthane.

#### Article 6

##### Processus d'examen

1. Les Parties examinent périodiquement le présent Protocole en tenant compte des

zur Erreichung nationaler oder internationaler Grenzwerte für troposphärisches Ozon oder anderer Ziele zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt in Zusammenhang stehen. Die Vertragsparteien bemühen sich insbesondere durch nationale oder internationale Forschungsprogramme, innerhalb des Arbeitsplans des Exekutivorgans und durch andere Programme der Zusammenarbeit im Rahmen des Übereinkommens

- a) die Auswirkungen sowohl anthropogener als auch biogener Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen und photochemischer Oxidantien auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt und Materialien festzustellen und zu quantifizieren;
- b) die geographische Verteilung empfindlicher Gebiete zu ermitteln;
- c) Überwachungssysteme und Modellrechnungen für Emissionen und Luftqualität, einschließlich Methoden zur Berechnung von Emissionen, zu entwickeln, wobei die verschiedenen Arten anthropogener und biogener flüchtiger organischer Verbindungen und ihre Reaktivität soweit wie möglich berücksichtigt werden, um den weiträumigen Transport anthropogener und biogener flüchtiger organischer Verbindungen und ähnlicher luftverunreinigender Stoffe, die bei der Bildung photochemischer Oxidantien eine Rolle spielen, zu quantifizieren;
- d) Leistungs- und Kostenschätzungen von Technologien zur Bekämpfung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen zu verfeinern und die Entwicklung verbesserter und neuer Technologien aufzuzeichnen;
- e) im Rahmen eines auf kritischen Werten beruhenden Lösungsansatzes Methoden zur Zusammenführung wissenschaftlicher, technischer und wirtschaftlicher Daten zu entwickeln, um geeignete rationale Strategien zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen zu bestimmen und bei der Erreichung der vereinbarten Ziele insgesamt Kostenwirksamkeit sicherzustellen;
- f) die Genauigkeit der Emissionskataster für anthropogene und biogene flüchtige organische Verbindungen zu verbessern und die entsprechenden Berechnungs- oder Schätzungsmethoden zu harmonisieren;
- g) ihr Verständnis für die bei der Bildung photochemischer Oxidantien ablaufenden chemischen Prozesse zu verbessern;
- h) mögliche Maßnahmen zur Verringerung der Emissionen von Methan zu bestimmen.

#### Artikel 6

##### Überprüfungsverfahren

(1) Die Vertragsparteien überprüfen dieses Protokoll in regelmäßigen Abständen

best available scientific substantiation and technological development.

2. The first review shall take place no later than one year after the date of entry into force of the present Protocol.

arguments scientifiques les plus probants et des meilleures innovations techniques disponibles.

2. Le premier examen aura lieu un an au plus tard après la date d'entrée en vigueur du présent Protocole.

und tragen dabei den besten verfügbaren wissenschaftlichen Grundlagen und technischen Entwicklungen Rechnung.

(2) Die erste Überprüfung erfolgt spätestens ein Jahr nach dem Tag des Inkrafttretens dieses Protokolls.

#### Article 7

##### National programmes, policies and strategies

The Parties shall develop without undue delay national programmes, policies and strategies to implement the obligations under the present Protocol that shall serve as a means of controlling and reducing emissions of VOCs or their transboundary fluxes.

#### Article 7

##### Programmes, politiques et stratégies nationales

Les Parties élaborent sans délai excessif des programmes, politiques et stratégies nationaux d'exécution des obligations découlant du présent Protocole, qui permettront de combattre et de réduire les émissions de COV ou leurs flux transfrontières.

#### Artikel 7

##### Nationale Programme, Politiken und Strategien

Die Vertragsparteien stellen zur Erfüllung der Verpflichtungen aus diesem Protokoll unverzüglich nationale Programme, Politiken und Strategien auf, die als Mittel dazu dienen, die Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen oder ihren grenzüberschreitenden Fluß zu begrenzen und zu verringern.

#### Article 8

##### Information exchange and annual reporting

1. The Parties shall exchange information by notifying the Executive Body of the national programmes, policies and strategies that they develop in accordance with article 7, and by reporting to it progress achieved under, and any changes to, those programmes, policies and strategies. In the first year after entry into force of this Protocol, each Party shall report on the level of emissions of VOCs in its territory and any TOMA in its territory, by total and, to the extent feasible, by sector of origin and by individual VOC, according to guidelines to be specified by the Executive Body for 1988 or any other year taken as the base year for article 2.2 and on the basis upon which these levels have been calculated.

#### Article 8

##### Echange de renseignements et rapports annuels

1. Les Parties échangent des renseignements en faisant connaître à l'Organe exécutif les politiques, stratégies et programmes nationaux qu'elles élaborent conformément à l'article 7 et en lui faisant rapport sur les progrès réalisés dans l'application desdits programmes, politiques et stratégies et, le cas échéant, sur les modifications qui y sont apportées. Au cours de la première année suivant l'entrée en vigueur du présent Protocole, chaque Partie présente un rapport sur le niveau des émissions de COV sur son territoire et sur toute ZGOT qui en ferait partie, globalement et, dans toute la mesure possible, par secteur d'origine et par COV, conformément à des directives à préciser par l'Organe exécutif pour 1988 ou toute autre année retenue comme année de référence aux fins de l'article 2.2 et sur la base de laquelle ces niveaux ont été calculés.

#### Artikel 8

##### Informationsaustausch und jährliche Berichterstattung

(1) Die Vertragsparteien tauschen Informationen aus, indem sie dem Exekutivorgan die nationalen Programme, Politiken und Strategien mitteilen, die sie nach Artikel 7 aufstellen, und ihm über die Fortschritte im Rahmen dieser Programme, Politiken und Strategien sowie über Änderungen derselben berichten. Im ersten Jahr nach Inkrafttreten dieses Protokolls berichtet jede Vertragspartei über das Niveau der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen in ihrem Hoheitsgebiet und in jedem in ihrem Hoheitsgebiet gelegenen Gebiet, in dem Maßnahmen zur Verminderung der troposphärischen Ozonkonzentrationen durchgeführt werden, insgesamt und soweit möglich nach Herkunftssektoren und den einzelnen flüchtigen organischen Verbindungen entsprechend den vom Exekutivorgan festzulegenden Richtlinien für das Jahr 1988 oder für ein anderes für die Zwecke des Artikels 2 Absatz 2 zugrunde gelegtes Jahr sowie über die Grundlage, auf der diese Niveaus berechnet worden sind.

2. Furthermore each Party shall report annually:

- (a) On the matters specified in paragraph 1 for the previous calendar year, and on any revision which may be necessary to the reports already made for earlier years;
- (b) On progress in applying national or international emission standards and the control techniques required under article 2, paragraph 3;
- (c) On measures taken to facilitate the exchange of technology.

2. En outre, chaque Partie fera rapport annuellement sur

- a) Les questions énumérées au paragraphe 1 pour l'année civile précédente, et sur les révisions qu'il y aurait lieu d'apporter aux rapports déjà présentés pour les années précédentes;
- b) Les progrès réalisés dans l'application des normes nationales d'émission et les techniques antipollution prescrites au paragraphe 3 de l'article 2;
- c) Les mesures prises pour faciliter l'échange de technologie.

(2) Außerdem berichtet jede Vertragspartei jährlich

- a) über die in Absatz 1 genannten Punkte für das vorausgehende Kalenderjahr und über jede sich als notwendig erweisende Überarbeitung der bereits für frühere Jahre erstatteten Berichte;
- b) über Fortschritte bei der Anwendung nationaler oder internationaler Emissionsgrenzwerte und der in Artikel 2 Absatz 3 vorgeschriebenen Emissionsbekämpfungstechniken;
- c) über die zur Erleichterung des Technologieaustausches ergriffenen Maßnahmen.

3. In addition, Parties within the geographical scope of EMEP shall report, at intervals to be specified by the Executive Body, information on VOC emissions by sector of origin, with a spatial resolution, to be specified by the Executive Body, appropriate for purposes of modelling the forma-

3. En outre, les Parties dans la zone géographique des activités de l'EMEP présentent, à des intervalles que doit préciser l'Organe exécutif, des renseignements sur les émissions de COV par secteur d'origine, avec une résolution spatiale, à spécifier par l'Organe exécutif, répondant aux fins de

(3) Ferner übermitteln Vertragsparteien innerhalb des geographischen Anwendungsbereichs des EMEP in vom Exekutivorgan zu bestimmenden Zeitabständen Informationen über Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen, aufgeschlüsselt nach Herkunftssektoren, mit einer vom Exe-

tion and transport of secondary photochemical oxidant products.

4. Such information shall, as far as possible, be submitted in accordance with a uniform reporting framework.

#### Article 9

##### Calculations

EMEP shall, utilizing appropriate models and measurements, provide to the annual meetings of the Executive Body relevant information on the long-range transport of ozone in Europe. In areas outside the geographical scope of EMEP, models appropriate to the particular circumstances of Parties to the Convention therein shall be used.

#### Article 10

##### Annexes

The annexes to the present Protocol shall form an integral part of the Protocol. Annex I is mandatory while annexes II, III and IV are recommendatory.

#### Article 11

##### Amendments to the Protocol

1. Any Party may propose amendments to the present Protocol.

2. Proposed amendments shall be submitted in writing to the Executive Secretary of the Commission, who shall communicate them to all Parties. The Executive Body shall discuss the proposed amendments at its next annual meeting, provided that those proposals have been circulated by the Executive Secretary to the Parties at least 90 days in advance.

3. Amendments to the Protocol, other than amendments to its annexes, shall be adopted by consensus of the Parties present at a meeting of the Executive Body, and shall enter into force for the Parties which have accepted them on the ninetieth day after the date on which two thirds of the Parties have deposited their instruments of acceptance thereof. Amendments shall enter into force for any Party which has accepted them after two thirds of the Parties have deposited their instruments of acceptance of the amendment, on the ninetieth day after the date on which that Party deposited its instrument of acceptance of the amendments.

4. Amendments to the annexes shall be adopted by consensus of the Parties present at a meeting of the Executive Body and shall become effective 30 days after the date on which they have been commu-

modélisation de la formation et du transport des produits oxydants photochimiques secondaires.

4. Ces renseignements sont communiqués, autant que possible, conformément à un cadre de présentation uniforme des rapports.

#### Article 9

##### Calculs

A l'aide de modèles et de mesures appropriés, l'EMEP communique des renseignements pertinents sur le transport à longue distance de l'ozone en Europe aux réunions annuelles de l'Organe exécutif. Dans les régions situées en dehors de la zone géographique des activités de l'EMEP, des modèles adaptés aux circonstances particulières des Parties à la Convention qui se trouvent dans ces régions sont utilisés.

#### Article 10

##### Annexes techniques

Les annexes du présent Protocole font partie intégrante du Protocole. L'annexe I est de nature obligatoire, tandis que les annexes II, III et IV ont un caractère de recommandation.

#### Article 11

##### Amendements au Protocole

1. Toute Partie peut proposer des amendements au présent Protocole.

2. Les propositions d'amendements sont soumises par écrit au Secrétaire exécutif de la Commission, qui les communique à toutes les Parties. L'Organe exécutif examine les propositions d'amendements à sa réunion annuelle suivante, à condition que le Secrétaire exécutif les ait distribuées aux Parties au moins 90 jours à l'avance.

3. Les amendements au Protocole, autres que les amendements à ses annexes, sont adoptés par consensus des Parties présentes à une réunion de l'Organe exécutif, et entrent en vigueur à l'égard des Parties qui les ont acceptés le quatre-vingt-dixième jour qui suit la date à laquelle deux tiers des Parties ont déposé leurs instruments d'acceptation de ces amendements. Les amendements entrent en vigueur à l'égard de toute Partie qui les a acceptés après que deux tiers des Parties ont déposé leurs instruments d'acceptation de ces amendements, le quatre-vingt-dixième jour qui suit la date à laquelle ladite Partie a déposé son instrument d'acceptation des amendements.

4. Les amendements aux annexes sont adoptés par consensus des Parties présentes à une réunion de l'Organe exécutif et prennent effet le trentième jour qui suit la date à laquelle ils ont été communiqués

kutivorgan zu bestimmenden räumlichen Auflösung, die sich für die modellhafte Darstellung der Bildung und des Transports sekundärer photochemischer Oxidantien eignen.

(4) Diese Informationen werden nach Möglichkeit entsprechend einem einheitlichen Berichtssystem übermittelt.

#### Artikel 9

##### Berechnungen

Das EMEP stellt für die jährlichen Sitzungen des Exekutivorgans einschlägige Informationen über den weiträumigen Transport von Ozon in Europa zur Verfügung, wobei geeignete Modelle und Messungen verwendet werden. In Gebieten außerhalb des geographischen Anwendungsbereichs des EMEP werden Modelle verwendet, die im Hinblick auf die besonderen Verhältnisse der dort gelegenen Vertragsparteien geeignet sind.

#### Artikel 10

##### Anhänge

Die Anhänge zu diesem Protokoll sind Bestandteil des Protokolls. Anhang I ist verbindlich, die Anhänge II, III und IV haben Empfehlungscharakter.

#### Artikel 11

##### Änderungen des Protokolls

(1) Jede Vertragspartei kann Änderungen dieses Protokolls vorschlagen.

(2) Die vorgeschlagenen Änderungen werden dem Exekutivsekretär der Kommission schriftlich unterbreitet; dieser übermittelt sie allen Vertragsparteien. Das Exekutivorgan erörtert die vorgeschlagenen Änderungen auf seiner nächsten jährlichen Sitzung, sofern die Vorschläge den Vertragsparteien vom Exekutivsekretär mindestens neunzig Tage vorher mitgeteilt worden sind.

(3) Änderungen des Protokolls, ausgenommen Änderungen der Anhänge, werden von den auf einer Sitzung des Exekutivorgans vertretenen Vertragsparteien durch Konsens beschlossen; sie treten für die Vertragsparteien, die sie angenommen haben, am neunzigsten Tag nach dem Zeitpunkt in Kraft, zu dem zwei Drittel der Vertragsparteien ihre Urkunde über die Annahme der Änderungen hinterlegt haben. Die Änderungen treten für jede Vertragspartei, die sie angenommen hat, nachdem zwei Drittel der Vertragsparteien ihre Urkunde über die Annahme der Änderungen hinterlegt haben, am neunzigsten Tag nach dem Zeitpunkt in Kraft, zu dem die betreffende Vertragspartei ihre Urkunde über die Annahme der Änderung hinterlegt hat.

(4) Änderungen der Anhänge werden von den auf einer Sitzung des Exekutivorgans vertretenen Vertragsparteien durch Konsens beschlossen; sie treten dreißig Tage nach dem Zeitpunkt in Kraft, zu dem sie

nicated, in accordance with paragraph 5 of this article.

5. Amendments under paragraphs 3 and 4 of this article shall, as soon as possible after their adoption, be communicated by the Executive Secretary to all Parties.

#### Article 12

##### Settlement of disputes

If a dispute arises between two or more Parties as to the interpretation or application of the present Protocol, they shall seek a solution by negotiation or by any other method of dispute settlement acceptable to the parties to the dispute.

#### Article 13

##### Signature

1. The present Protocol shall be open for signature at Geneva from 18 November 1991 until 22 November 1991 inclusive, then at the United Nations Headquarters in New York until 22 May 1992, by the States members of the Commission as well as States having consultative status with the Commission, pursuant to paragraph 8 of Economic and Social Council resolution 36 (IV) of 28 March 1947, and by regional economic integration organizations, constituted by sovereign States members of the Commission, which have competence in respect of the negotiation, conclusion and application of international agreements in matters covered by the Protocol, provided that the States and organizations concerned are Parties to the Convention.

2. In matters within their competence, such regional economic integration organizations shall, on their own behalf, exercise the rights and fulfil the responsibilities which the present Protocol attributes to their member States. In such cases, the member States of these organizations shall not be entitled to exercise such rights individually.

#### Article 14

##### Ratification, acceptance, approval and accession

1. The present Protocol shall be subject to ratification, acceptance or approval by Signatories.

2. The present Protocol shall be open for accession as from 22 May 1992 by the States and organizations referred to in article 13, paragraph 1.

#### Article 15

##### Depositary

The instruments of ratification, acceptance, approval or accession shall be deposited with the Secretary-General of the United Nations, who will perform the functions of Depositary.

conformément au paragraphe 5 du présent article.

5. Les amendements visés aux paragraphes 3 et 4 ci-dessus sont communiqués à toutes les Parties par le Secrétaire exécutif le plus tôt possible après leur adoption.

#### Article 12

##### Règlement des différends

Si un différend surgit entre deux ou plusieurs Parties quant à l'interprétation ou à l'application du présent Protocole, ces Parties recherchent une solution par voie de négociation ou par toute autre méthode de règlement des différends qu'elles jugent acceptable.

#### Article 13

##### Signature

1. Le présent Protocole est ouvert à la signature des Etats membres de la Commission ainsi que des Etats dotés du statut consultatif auprès de la Commission en vertu du paragraphe 8 de la résolution 36 (IV) du Conseil économique et social du 28 mars 1947, et des organisations d'intégration économique régionale constituées par des Etats souverains membres de la Commission, ayant compétence pour négocier, conclure et appliquer des accords internationaux dans les matières visées par le présent Protocole, sous réserve que les Etats et organisations concernés soient Parties à la Convention, à Genève du 18 novembre 1991 au 22 novembre 1991 inclus, puis au Siège de l'Organisation des Nations Unies à New York, jusqu'au 22 mai 1992.

2. Dans les matières qui relèvent de leur compétence, ces organisations d'intégration économique régionale exercent en propre les droits et s'acquittent en propre des responsabilités que le présent Protocole attribue à leurs Etats membres. En pareil cas, les Etats membres de ces organisations ne peuvent exercer ces droits individuellement.

#### Article 14

##### Ratification, acceptation, approbation et adhésion

1. Le présent Protocole est soumis à la ratification, l'acceptation ou l'approbation des Signataires.

2. Le présent Protocole est ouvert à l'adhésion des Etats et organisations visés au paragraphe 1 de l'article 13 à compter du 22 mai 1992.

#### Article 15

##### Dépositaire

Les instruments de ratification, d'acceptation, d'approbation ou d'adhésion sont déposés auprès du Secrétaire général de l'Organisation des Nations Unies, qui exerce les fonctions de dépositaire.

nach Absatz 5 mitgeteilt worden sind.

(5) Änderungen nach den Absätzen 3 und 4 werden vom Exekutivsekretär allen Vertragsparteien so bald wie möglich nach der Beschlußfassung mitgeteilt.

#### Artikel 12

##### Beilegung von Streitigkeiten

Entsteht zwischen zwei oder mehr Vertragsparteien eine Streitigkeit über die Auslegung oder Anwendung dieses Protokolls, so bemühen sich diese Vertragsparteien um eine Lösung durch Verhandlungen oder durch ein anderes Verfahren der Beilegung, das für die Streitparteien annehmbar ist.

#### Artikel 13

##### Unterzeichnung

(1) Dieses Protokoll liegt vom 18. bis zum 22. November 1991 in Genf und danach bis zum 22. Mai 1992 am Sitz der Vereinten Nationen in New York für die Mitgliedstaaten der Kommission, für Staaten, die in der Kommission nach Absatz 8 der Entschliebung 36 (IV) des Wirtschafts- und Sozialrats vom 28. März 1947 beratenden Status haben, sowie für die Organisationen der regionalen Wirtschaftsintegration, die von den souveränen Staaten, die Mitglieder der Kommission sind, gebildet werden und für die Aushandlung, den Abschluß und die Anwendung internationaler Übereinkünfte über 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 Verantwortlichkeiten wahr, die dieses Protokoll den Mitgliedstaaten dieser Organisationen überträgt. In diesen Fällen sind die Mitgliedstaaten dieser Organisationen nicht berechtigt, solche Rechte einzeln auszuüben.

#### Artikel 14

##### Ratifikation, Annahme, Genehmigung und Beitritt

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

(2) Dieses Protokoll steht vom 22. Mai 1992 an für die in Artikel 13 Absatz 1 genannten Staaten und Organisationen zum Beitritt offen.

#### Artikel 15

##### Verwahrer

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

**Article 16****Entry into force**

1. The present Protocol shall enter into force on the ninetieth day following the date on which the sixteenth instrument of ratification, acceptance, approval or accession has been deposited.

2. For each State and organization referred to in article 13, paragraph 1, which ratifies, accepts or approves the present Protocol or accedes thereto after the deposit of the sixteenth instrument of ratification, acceptance, approval or accession, the Protocol shall enter into force on the ninetieth day following the date of deposit by such Party of its instrument of ratification, acceptance, approval or accession.

**Article 16****Entrée en vigueur**

1. Le présent Protocole entre en vigueur le quatre-vingt-dixième jour qui suit la date du dépôt du seizième instrument de ratification, d'acceptation, d'approbation ou d'adhésion.

2. A l'égard de chaque Etat ou organisation visé au paragraphe 1 de l'article 13 qui ratifie, accepte ou approuve le présent Protocole ou y adhère après le dépôt du seizième instrument de ratification, d'acceptation, d'approbation ou d'adhésion, le Protocole entre en vigueur le quatre-vingt-dixième jour qui suit la date du dépôt par cette Partie de son instrument de ratification, d'acceptation, d'approbation ou d'adhésion.

**Artikel 16****Inkrafttreten**

(1) Dieses Protokoll tritt am neunzigsten Tag nach dem Zeitpunkt der Hinterlegung der sechzehnten Ratifikations-, Annahme-, Genehmigungs- oder Beitrittsurkunde in Kraft.

(2) Für alle in Artikel 13 Absatz 1 bezeichneten Staaten und Organisationen, die nach der Hinterlegung der sechzehnten Ratifikations-, Annahme-, Genehmigungs- oder Beitrittsurkunde dieses Protokoll ratifizieren, annehmen, genehmigen oder ihm beitreten, tritt das Protokoll am neunzigsten Tag nach dem Zeitpunkt der Hinterlegung der Ratifikations-, Annahme-, Genehmigungs- oder Beitrittsurkunde durch die betreffende Vertragspartei in Kraft.

**Article 17****Withdrawal**

At any time after five years from the date on which the present Protocol has come into force with respect to a Party, that Party may withdraw from it by giving written notification to the Depositary. Any such withdrawal shall take effect on the ninetieth day following the date of its receipt by the Depositary, or on such later date as may be specified in the notification of the withdrawal.

**Article 17****Dénonciation**

A tout moment après l'expiration d'un délai de cinq ans commençant à courir à la date à laquelle le présent Protocole entre en vigueur à l'égard d'une Partie, cette Partie peut dénoncer le Protocole par notification écrite adressée au Dépositaire. La dénonciation prend effet le quatre-vingt-dixième jour qui suit la date de sa réception par le Dépositaire, ou à toute autre date ultérieure qui peut être spécifiée dans la notification de dénonciation.

**Artikel 17****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 Notifikation bei dem Verwahrer oder zu einem in der Rücktrittsnotifikation angegebenen späteren Zeitpunkt wirksam.

**Article 18****Authentic texts**

The original of the present Protocol, of which the English, French and Russian texts are equally authentic, shall be deposited with the Secretary-General of the United Nations.

**Article 18****Textes faisant foi**

L'original du présent Protocole, dont les textes anglais, français et russe font également foi, est déposé auprès du Secrétaire général de l'Organisation des Nations Unies.

**Artikel 18****Verbindliche Wortlaute**

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

In witness whereof the undersigned, being duly authorized thereto, have signed the present Protocol.

Done at Geneva this eighteenth day of November one thousand nine hundred and ninety-one.

En foi de quoi les soussignés, à ce dûment autorisés, ont signé le présent Protocole.

Fait à Genève, le dix-huitième jour du mois de novembre mil neuf cent quatre-vingt-onze.

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

Geschehen zu Genf am 18. November 1991.

Anhang I  
Bezeichnete Gebiete,  
in denen Maßnahmen zur Verminderung  
der troposphärischen Ozonkonzentrationen durchgeführt werden  
(Tropospheric Ozone Management Areas [TOMAs])

Annexe I  
Zones de gestion  
de l'Ozone troposphérique (ZGOT) désignées

Annex I  
Designated tropospheric ozone management areas (TOMAs)

The following TOMAs are specified for the purposes of this Protocol:

**Canada**

**TOMA No. 1:** The Lower Fraser Valley in the Province of British Columbia.

This is a 16,800-km<sup>2</sup> area in the southwestern corner of the Province of British Columbia averaging 80 km in width and extending 200 km up the Fraser River Valley from the mouth of the river in the Strait of Georgia to Boothroyd, British Columbia. Its southern boundary is the Canada/United States international boundary and it includes the Greater Vancouver Regional District.

**TOMA No. 2:** The Windsor-Quebec Corridor in the Provinces of Ontario and Quebec.

This is a 157,000-km<sup>2</sup> area consisting of a strip of land 1,100 km long and averaging 140 km in width stretching from the City of Windsor (adjacent to Detroit in the United States) in the Province of Ontario to Quebec City in the Province of Quebec. The Windsor-Quebec Corridor TOMA is located along the north shore of the Great Lakes and the St. Lawrence River in Ontario and straddles the St. Lawrence River from the Ontario-Quebec border to Quebec City in Quebec. It includes the urban centres of Windsor, London, Hamilton, Toronto, Ottawa, Montreal, Trois-Rivières and Quebec City.

**Norway**

The total Norwegian mainland as well as the exclusive economic zone south of 62°N latitude in the region of the Economic Commission for Europe (ECE), covering an area of 466,000 km<sup>2</sup>.

Les ZGOT ci-après sont spécifiées aux fins du présent Protocole:

**Canada**

**ZGOT No 1:** Vallée inférieure du Fraser dans la province de la Colombie britannique

Il s'agit d'une portion de 16 800 km<sup>2</sup> de la vallée du Fraser dans la partie sud-ouest de la province de la Colombie britannique, large en moyenne de 80 km et s'étendant sur 200 km de l'embouchure du fleuve Fraser, dans le détroit de Georgia, à Boothroyd, Colombie britannique. Elle est limitée au sud par la frontière internationale entre le Canada et les États-Unis et englobe le district régional de l'agglomération de Vancouver.

**ZGOT No 2:** Corridor Windsor-Québec dans les provinces de l'Ontario et du Québec

Zone de 157 000 km<sup>2</sup> consistant en une bande de 1 100 km de long et de 140 km de large en moyenne, s'étendant de la ville de Windsor (en face de la ville de Détroit aux États-Unis) dans la province de l'Ontario jusqu'à la ville de Québec, dans la province du Québec. La ZGOT du corridor Windsor-Québec s'étend le long de la rive nord des Grands Lacs et du fleuve St-Laurent, dans l'Ontario, et de part et d'autre du St-Laurent, de la frontière Ontario-Québec à la ville de Québec, dans la province du Québec. Elle englobe les centres urbains de Windsor, London, Hamilton, Toronto, Ottawa, Montréal, Trois-Rivières et Québec.

**Norvège**

L'ensemble du territoire norvégien ainsi que la zone économique exclusive au sud de 62° de latitude nord, dans la région de la Commission Economique pour l'Europe (CEE), recouvrant une superficie de 466 000 km<sup>2</sup>.

Die folgenden TOMAs werden für die Zwecke dieses Protokolls festgelegt:

**Kanada**

**TOMA Nr. 1:** Das Lower Fraser Valley (Unteres Frasertal) in der Provinz British Columbia.

Hierbei handelt es sich um ein 16 800 km<sup>2</sup> großes Gebiet in der Südwestecke der Provinz British Columbia, das durchschnittlich 80 km breit ist und sich im Fraser-Tal 200 km von der Mündung des Flusses in der Meerenge von Georgia bis Boothroyd, British Columbia, erstreckt. Seine südliche Grenze ist die Staatsgrenze zwischen Kanada und den Vereinigten Staaten, und es schließt den Greater Vancouver Regional District (Landkreis von Groß-Vancouver) ein.

**TOMA Nr. 2:** Der Windsor-Quebec-Korridor in den Provinzen Ontario und Quebec.

Hierbei handelt es sich um ein 157 000 km<sup>2</sup> großes Gebiet, das aus einem Landstreifen von 1 100 km Länge und durchschnittlich 140 km Breite besteht, der sich von der Stadt Windsor (angrenzend an Detroit in den Vereinigten Staaten) in der Provinz Ontario bis Quebec-City in der Provinz Quebec erstreckt. Das TOMA Windsor-Quebec-Korridor erstreckt sich entlang dem Nordufer der Großen Seen und des Sankt-Lorenz-Stroms in Ontario und zu beiden Seiten des Sankt-Lorenz-Stroms von der Grenze von Ontario bis Quebec-City in Quebec. Es schließt die Städte Windsor, London, Hamilton, Toronto, Ottawa, Montreal, Trois-Rivières und Quebec-City ein.

**Norwegen**

Das gesamte norwegische Festland sowie die ausschließliche Wirtschaftszone südlich 62° nördlicher Breite innerhalb der ECE-Region mit einer Fläche von 466 000 km<sup>2</sup>.

## Anhang II

Maßnahmen zur Bekämpfung der Emissionen  
flüchtiger organischer Verbindungen (VOCs) aus ortsfesten Quellen

## Annex II

Control measures for emissions  
of volatile organic compounds (VOCs) from stationary sources

## Annexe II

Mesures de réduction des émissions de composés organiques  
volatils (COV) provenant de sources fixes

## Introduction

1. The aim of this annex is to provide the Parties to the Convention with guidance in identifying best available technologies to enable them to meet the obligations of the Protocol.
2. Information regarding emission performance and costs is based on official documentation of the Executive Body and its subsidiary bodies, in particular documents received and reviewed by the Task Force on Emissions of VOCs from Stationary Sources. Unless otherwise indicated, the techniques listed are considered to be well established on the basis of operational experience.
3. Experience with new products and new plants incorporating low-emission techniques, as well as with the retrofitting of existing plants, is continuously growing; the regular elaboration and amendment of the annex will therefore be necessary. Best available technologies identified for new plants can be applied to existing plants after an adequate transition period.
4. The annex lists a number of measures spanning a range of costs and efficiencies. The choice of measures for any particular case will depend on a number of factors, including economic circumstances, technological infrastructure and any existing VOC control implemented.
5. This annex does not, in general, take into account the specific species of VOC emitted by the different sources, but deals with best available technologies for VOC reduction. When measures are planned for some sources, it is worthwhile to consider giving priority to those activities which

## Introduction

1. La présente annexe a pour but d'aider les Parties à la Convention à recenser les meilleures technologies disponibles afin de leur permettre de satisfaire aux obligations découlant du Protocole.
2. Les informations relatives à la production et au coût des émissions sont basées sur la documentation officielle de l'Organe exécutif et de ses organes subsidiaires, notamment sur des documents reçus et examinés par l'Equipe spéciale des émissions de COV provenant de sources fixes. Sauf indication contraire, les techniques énumérées sont jugées bien établies compte tenu de l'expérience acquise dans leur application.
3. Le recours aux nouveaux produits et aux nouvelles usines comportant des techniques à faible émission, ainsi qu'à l'adaptation des installations existantes, ne cesse de se développer; il sera donc nécessaire de compléter et de modifier périodiquement l'annexe. Les meilleures technologies disponibles identifiées pour les nouvelles installations peuvent être appliquées aux installations existantes après une période de transition adéquate.
4. L'annexe énumère un certain nombre de mesures couvrant un éventail de coûts et de rendements. Le choix des mesures à appliquer dans tel ou tel cas dépendra de plusieurs facteurs, dont les circonstances économiques, l'infrastructure technique et toute opération en cours pour maîtriser les émissions de COV.

5. La présente annexe ne prend généralement pas en compte les espèces spécifiques de COV émises par les différentes sources, mais traite des meilleures technologies disponibles de réduction des COV. Quant on projette des mesures pour certaines sources, il vaut la peine d'envisager de donner la

## Einleitung

1. Ziel dieses Anhangs ist es, den Vertragsparteien des Übereinkommens bei der Bestimmung der besten verfügbaren Technologien eine Orientierungshilfe zu geben, um es ihnen zu ermöglichen, die Verpflichtungen aus dem Protokoll zu erfüllen.
2. Die Angaben über Emissionsverhalten und Kosten beruhen auf offiziellen Unterlagen des Exekutivorgans und seiner Nebenorgane, insbesondere auf den Dokumenten, welche die Arbeitsgruppe für VOC-Emissionen aus ortsfesten Quellen erhalten und überarbeitet hat. Wenn nicht anders angegeben, wird vorausgesetzt, daß es sich hierbei um praktisch erprobte Techniken handelt.
3. Es ergeben sich fortlaufend neue Erfahrungen mit neuen Produkten und neuen Anlagen, bei denen emissionsarme Techniken angewendet werden, sowie mit der Nachrüstung bestehender Anlagen; aus diesem Grund wird es notwendig sein, diesen Anhang in regelmäßigen Abständen zu überarbeiten und zu ändern. Die für neue Anlagen festgelegten besten verfügbaren Technologien können nach einer angemessenen Übergangszeit auf bestehende Anlagen angewendet werden.
4. In diesem Anhang wird eine Reihe von Maßnahmen aufgeführt, die ein Spektrum an Kosten und Wirkungsgraden abdecken. Die Entscheidung für eine Maßnahme in einem bestimmten Fall hängt von einer Reihe von Faktoren ab, einschließlich der wirtschaftlichen Umstände, der technologischen Infrastruktur und der bereits durchgeführten Maßnahmen zur Bekämpfung von VOC-Emissionen.
5. Dieser Anhang berücksichtigt im allgemeinen nicht die spezifischen VOC-Arten, die von den verschiedenen Quellen emittiert werden, sondern behandelt die besten verfügbaren Technologien zur VOC-Verringerung. Wenn Maßnahmen für bestimmte Quellen geplant werden, lohnt es sich, zu er-

emit reactive rather than non-reactive VOCs (e. g. in the solvent-using sector). However, when such compound-specific measures are designed, other effects on the environment (e. g. global climate change) and on human health should also be taken into account.

priorité aux activités qui émettent des COV réactifs plutôt que des COV non réactifs (par exemple dans le secteur qui utilise des solvants). Mais lorsque l'on conçoit ces mesures spécifiques à certains composés, il convient aussi de prendre en considération d'autres effets sur l'environnement (par exemple le changement du climat mondial) et sur la santé humaine.

wägen, denjenigen Tätigkeiten Vorrang einzuräumen, die eher reaktionsfähige als nichtreaktionsfähige flüchtige organische Verbindungen emittieren (z. B. im Lösungsmittel verwendenden Sektor). Jedoch sollten bei der Entwicklung solcher verbindungspezifischer Maßnahmen auch andere Auswirkungen auf die Umwelt (z. B. die globale Klimaveränderung) und auf die menschliche Gesundheit berücksichtigt werden.

## I. Major sources of VOC emissions from stationary sources

6. The major sources of anthropogenic non-methane VOC emissions from stationary sources are the following:

- (a) Use of solvents;
- (b) Petroleum industry including petroleum-product handling;
- (c) Organic chemical industry;
- (d) Small-scale combustion sources (e. g. domestic heating and small industrial boilers);
- (e) Food industry;
- (f) Iron and steel industry;
- (g) Handling and treatment of wastes;
- (h) Agriculture.

7. The order of the list reflects the general importance of the sources subject to the uncertainties of emission inventories. The distribution of VOC emissions according to different sources depends greatly on the fields of activity within the territory of any particular Party.

## II. General options for VOC-emission reduction

8. There are several possibilities for the control or prevention of VOC emissions. Measures for the reduction of VOC emissions focus on products and/or process modifications (including maintenance and operational control) and on the retrofitting of existing plants. The following list gives a general outline of measures available, which may be implemented either singly or in combination:

- (a) Substitution of VOCs, e. g. the use of water-based degreasing baths, and paints, inks, glues or adhesives which are low in or do not contain VOCs;
- (b) Reduction by best management practices such as good housekeeping, preventive maintenance pro-

## I. Principales origines des émissions de COV provenant de sources fixes

6. Les émissions artificielles de COV autres que le méthane provenant de sources fixes ont principalement pour origine:

- a) L'utilisation des solvants;
- b) L'industrie du pétrole, y compris la manutention des produits pétroliers;
- c) L'industrie de la chimie organique;
- d) Les petits foyers de combustion (par exemple, le chauffage domestique et les petites chaudières industrielles);
- e) L'industrie alimentaire;
- f) La sidérurgie;
- g) La manutention et le traitement des déchets;
- h) L'agriculture.

7. L'ordre dans lequel ces sources sont énumérées reflète leur importance générale sous réserve des incertitudes liées aux inventaires d'émissions. La répartition des émissions de COV selon leur source dépend dans une large mesure des domaines d'activité sur le territoire de chaque Etat partie.

## II. Options générales pour la réduction des émissions de COV

8. Il existe plusieurs possibilités de maîtriser ou d'empêcher les émissions de COV. Les mesures visant à réduire les émissions de COV sont axées sur les produits et/ou la modification des procédés (y compris l'entretien et le contrôle de l'exploitation), ainsi que sur l'adaptation des installations existantes. La liste suivante donne un aperçu général de ces mesures, qui peuvent être appliquées isolément ou associées:

- a) Le remplacement des COV par d'autres substances, par exemple l'emploi de bains de dégraissage en phase aqueuse ou de peintures, encres, colles ou adhésifs contenant peu de COV ou sans COV;
- b) La réduction des émissions par des pratiques de gestion optimale (bonne gestion, programmes d'entre-

## I. Die Hauptquellen von VOC-Emissionen aus ortsfesten Quellen

6. Die Hauptquellen anthropogener VOC-Emissionen außer Methan aus ortsfesten Quellen sind folgende:

- a) Einsatz von Lösungsmitteln,
- b) Erdölindustrie einschließlich Umschlag von Erdölprodukten,
- c) organische chemische Industrie,
- d) Kleinfeuerungsanlagen (z. B. Heizungen in Haushalten, kleine Dampfkessel in der Industrie),
- e) Nahrungsmittelindustrie,
- f) Eisen- und Stahlindustrie,
- g) Handhabung und Behandlung von Abfall,
- h) Landwirtschaft.

7. Die Reihenfolge der Quellen entspricht ihrer allgemeinen Bedeutung vorbehaltlich der Unsicherheitsfaktoren von Emissionskatastern. Die Aufteilung der VOC-Emissionen auf unterschiedliche Quellen hängt weitgehend von den Tätigkeitsbereichen im Hoheitsgebiet jeder einzelnen Vertragspartei ab.

## II. Allgemeine Optionen für die Verringerung von VOC-Emissionen

8. Für die Begrenzung oder Vermeidung von VOC-Emissionen gibt es mehrere Möglichkeiten. Maßnahmen zur Verringerung von VOC-Emissionen konzentrieren sich auf Produkte und/oder Verfahrensänderungen (einschließlich Wartung und Betriebsüberwachung) sowie auf die Nachrüstung bestehender Anlagen. Die folgende Liste gibt einen Überblick über verfügbare Maßnahmen, die entweder einzeln oder kombiniert durchgeführt werden können:

- a) Ersatz flüchtiger organischer Verbindungen, z. B. Verwendung entfettender Bäder auf Wasserbasis und VOC-armer oder -freier Farben, Tinten, Leime und Klebstoffe,
- b) Verringerung durch bestmögliche Formen des Wirtschaftens, z. B. sauberes Arbeiten, vorbeugende

grammes, or by changes in processes such as closed systems during utilization, storage and distribution of low-boiling organic liquids;

(c) Recycling and/or recovery of efficiently collected VOCs by control techniques such as adsorption, absorption, condensation and membrane processes; ideally, organic compounds can be reused on-site;

(d) Destruction of efficiently collected VOCs by control techniques such as thermal or catalytic incineration or biological treatment.

9. The monitoring of abatement procedures is necessary to ensure that appropriate control measures and practices are properly implemented for an effective reduction of VOC emissions. Monitoring of abatement procedures will include:

(a) The development of an inventory of those VOC-emission reduction measures, identified above, that have already been implemented;

(b) The characterization and quantification of VOC emissions from relevant sources by instrumental or other techniques;

(c) Periodic auditing of abatement measures implemented to ensure their continued efficient operation;

(d) Regularly scheduled reporting on (a), (b) and (c), using harmonized procedures, to regulatory authorities;

(e) Comparison, with the objectives of the Protocol, of VOC-emission reductions achieved in practice.

10. The investment/cost figures have been collected from various sources. On account of the many influencing factors, investment/cost figures are highly case-specific. If the unit "cost per tonne of VOC abated" is used for cost-efficient strategy considerations, it must be borne in mind that such specific figures are highly dependent on factors such as plant capacity, removal efficiency and raw gas VOC concentration, type of technology, and the choice of new installations as opposed to retrofitting. Illustrative cost figures should also be based on process-specific

tien préventif) ou la modification des procédés, par exemple le recours à des systèmes en circuit fermé pour l'emploi, le stockage et la distribution de liquides organiques à bas point d'ébullition;

(c) Le recyclage ou la récupération des COV recueillis de façon efficace par des techniques telles que l'adsorption, l'absorption, la condensation et la séparation transmembranaire; la solution idéale est de réutiliser les composés organiques sur place;

(d) La destruction des COV recueillis de façon efficace au moyen de techniques telles que l'incinération thermique ou catalytique ou le traitement biologique.

9. Il est nécessaire de surveiller les procédés de réduction des émissions de COV afin de s'assurer que les mesures et pratiques appropriées sont bien appliquées pour obtenir une réduction efficace. La surveillance des procédés de réduction comporte les aspects suivants:

a) L'élaboration d'un inventaire des mesures de réduction des émissions de COV énumérées plus haut qui ont déjà été mises en œuvre;

b) La détermination de la nature et du volume des émissions de COV provenant des sources pertinentes au moyen d'instruments ou d'autres techniques;

c) Le contrôle périodique des mesures de réduction mises en œuvre afin d'assurer qu'elles continuent d'être appliquées d'une manière efficace;

d) La présentation aux autorités chargées de la réglementation de rapports périodiques sur les aspects a), b) et c) selon des procédures harmonisées;

e) La comparaison des réductions d'émissions de COV réalisées dans la pratique avec les objectifs du Protocole.

10. Les chiffres relatifs à l'investissement et aux coûts proviennent de diverses sources. Ils sont hautement spécifiques de chaque cas en raison des multiples facteurs qui interviennent. Si l'on utilise dans l'optique d'une stratégie de rentabilité l'unité «coût par tonne de réduction des émissions de COV», il ne faut pas oublier que des chiffres aussi spécifiques dépendent dans une large mesure de facteurs tels que la capacité des installations, le rendement des procédés d'élimination et la concentration de COV dans les gaz bruts, le type de technique et le choix

Wartungsprogramme, oder durch Änderungen in den Verfahren, z. B. geschlossene Systeme während des Einsatzes, der Lagerung und der Verteilung leichtsiedender organischer Flüssigkeiten,

c) Wiederverwertung und/oder Rückgewinnung von durch Techniken wie Adsorption, Absorption, Kondensation und Membranverfahren wirksam abgeschiedenen flüchtigen organischen Verbindungen; im Idealfall können organische Verbindungen vor Ort wiederverwertet werden,

d) Vernichtung von wirksam abgeschiedenen flüchtigen organischen Verbindungen durch Techniken wie thermische oder katalytische Nachverbrennung oder biologische Behandlung.

9. Die Verfahren zur Bekämpfung der VOC-Emissionen müssen überwacht werden, um sicherzustellen, daß die entsprechenden Maßnahmen und Methoden ordnungsgemäß angewendet werden und zu einer wirksamen Verringerung führen. Diese Überwachung umfaßt

a) die Aufstellung eines Verzeichnisses derjenigen oben aufgeführten Maßnahmen zur Verringerung von VOC-Emissionen, die bereits angewendet worden sind,

b) die Bestimmung und Quantifizierung der VOC-Emissionen aus relevanten Quellen durch meßtechnische oder andere Verfahren,

c) die regelmäßige Überprüfung der bereits angewendeten Bekämpfungsmaßnahmen, um sicherzustellen, daß diese weiterhin wirksam eingesetzt werden,

d) die regelmäßige Berichterstattung zu den Buchstaben a, b und c nach einem einheitlichen Verfahren, an die Vollzugsbehörden,

e) einen Vergleich der in der Praxis erzielten Verringerung der VOC-Emissionen mit den im Protokoll genannten Zielen.

10. Die Zahlen für Investitionen/Kosten stammen aus verschiedenen Quellen. Aufgrund der Vielzahl der mitwirkenden Faktoren sind diese Zahlen stark fallspezifisch. Wird die Einheit „Kosten je Tonne beseitigte VOC-Emissionen“ für Überlegungen hinsichtlich einer Kosten-Nutzen Strategie verwendet, so muß stets berücksichtigt werden, daß diese spezifischen Zahlen in hohem Maße von Faktoren wie z. B. der Kapazität der Anlage, Effizienz des Beseitigungsverfahrens und VOC-Konzentration im Rohgas, Art der Technologie sowie Neuanlage oder Nachrüstung

parameters, e. g. mg/m<sup>2</sup> treated (paints), kg/m<sup>3</sup> product or kg/unit.

de nouvelles installations au lieu d'une modification des installations existantes. Les coûts illustratifs devraient aussi être basés sur des paramètres spécifiques du procédé, par exemple mg/m<sup>2</sup> traité (peintures), kg/m<sup>3</sup> de produit ou kg/unité.

abhängen. Veranschaulichende Kostenzahlen sollten ebenfalls auf verfahrensspezifischen Parametern beruhen, z. B. mg/m<sup>2</sup> behandelter Fläche (Farben), kg/m<sup>3</sup> Produkt oder kg/Einheit.

11. Cost-efficient strategy considerations should be based on total costs per year (including capital and operational costs). VOC-emission reduction costs should also be considered within the framework of the overall process economics, e. g. the impact of control measures and costs on the costs of production.

11. Toute stratégie de rentabilité doit se fonder sur les coûts annuels totaux (comprenant l'investissement et les frais d'exploitation). D'autre part, le coût de la réduction des émissions de COV doit être considéré en fonction des caractéristiques économiques globales d'un procédé, par exemple l'impact des mesures antiémissions et de leurs coûts sur les coûts de production.

11. Überlegungen hinsichtlich einer Kosten-Nutzen-Strategie sollten auf den Gesamtkosten im Jahr beruhen (einschließlich Kapital- und Betriebskosten). Die bei der Verringerung der VOC-Emissionen entstehenden Kosten sollten auch im Rahmen der Wirtschaftlichkeit des Gesamtprozesses gesehen werden, z. B. die Auswirkungen von Bekämpfungsmaßnahmen und -kosten auf die Herstellungskosten.

### III. Control techniques

12. The major categories of available control techniques for VOC abatement are summarized in table 1. Those techniques chosen for inclusion in the table have been successfully applied commercially and are now well established. For the most part, they have been applied generally across sectors.

### III. Techniques antiémissions

12. Le tableau 1 récapitule les principales catégories de techniques existant pour la réduction des émissions de COV. Les techniques qu'il a été décidé d'inclure dans le tableau ont été appliquées commercialement avec succès et sont désormais largement adoptées. La plupart d'entre elles ont été appliquées à la fois dans plusieurs secteurs.

### III. Emissionsbekämpfungstechniken

12. Die Hauptkategorien der verfügbaren Techniken zur Verringerung der VOC-Emissionen sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Die in die Tabelle aufgenommenen Techniken sind kommerziell erfolgreich angewandt worden und sind nunmehr allgemein anerkannt. Zum größten Teil sind sie sektorenübergreifend angewandt worden.

13. Sector-specific techniques, including the limitation of the solvent content of products, are given in sections IV and V.

13. Les sections IV et V indiquent les techniques spécifiques de tel ou tel secteur, y compris la limitation de la teneur des produits en solvant.

13. Sektorenspezifische Techniken, einschließlich der Begrenzung des Lösungsmittelgehalts von Produkten, sind in den Kapiteln IV und V aufgeführt.

14. Care should be taken to ensure that the implementation of these control techniques does not create other environmental problems. If incineration has to be used, it should be combined with energy recovery, where appropriate.

14. Il faudrait aussi s'assurer que l'application de ces techniques ne crée pas d'autres problèmes d'ordre écologique. S'il faut recourir à l'incinération, celle-ci doit aller de pair avec une récupération d'énergie, lorsque c'est possible.

14. Es sollte darauf geachtet werden, daß die Anwendung dieser Techniken keine anderen Umweltprobleme schafft. Ist eine Verbrennung erforderlich, so sollte sie, wenn möglich, mit einer Energierückgewinnung gekoppelt sein.

15. Using such techniques, concentrations of below 150 mg/m<sup>3</sup> (as total carbon, standard conditions) can usually be achieved in exhaust air flows. In most cases, emission values of 10–50 mg/m<sup>3</sup> can be achieved.

15. Ces techniques permettent habituellement d'obtenir dans les flux d'air rejeté des concentrations inférieures à 150 mg/m<sup>3</sup> (carbone total, conditions normalisées). Dans la plupart des cas, les valeurs d'émissions se situent entre 10 et 50 mg/m<sup>3</sup>.

15. Beim Einsatz solcher Techniken können allgemein Konzentrationen von unter 150 mg/m<sup>3</sup> (als Gesamtkohlenstoff, Standardbedingungen) in Abluftströmen erzielt werden. In den meisten Fällen können Emissionswerte von 10–50 mg/m<sup>3</sup> erreicht werden.

16. Another common procedure for destroying non-halogenated VOCs is to use VOC-laden gas streams as secondary air or fuel in existing energy-conversion units. However, this usually requires site-specific process modifications and therefore it too is excluded from the following table.

16. Une autre méthode courante de destruction des COV non halogénés consiste à utiliser les flux de gaz chargés de COV comme air ou combustible secondaire dans les installations existantes de conversion de l'énergie. Toutefois, cela nécessite habituellement des modifications propres à chaque installation, si bien que cette méthode n'est pas non plus incluse dans le tableau qui suit.

16. Ein weiteres allgemein verbreitetes Verfahren zur Vernichtung nicht halogener flüchtiger organischer Verbindungen ist der Einsatz von VOC-haltigen Gasströmen als Zusatzluft oder Brennstoff in bestehenden Energieumwandlungseinheiten. Dies erfordert jedoch in der Regel standortspezifische Verfahrensänderungen und ist deshalb ebenfalls nicht in der folgenden Tabelle enthalten.

17. Data on efficiency are derived from operational experience and are considered to reflect the capabilities of current installations.

17. Les données relatives au rendement sont basées sur des expériences concrètes et l'on estime qu'elles reflètent le potentiel des installations existantes.

17. Die Angaben über den Wirkungsgrad werden aus Betriebserfahrungen abgeleitet und spiegeln die Leistungsfähigkeit bestehender Anlagen wider.

18. Cost data are more subject to uncertainty due to interpretation of costs, accountancy practices and site-specific conditions. Therefore the data pro-

18. Les données relatives aux coûts comportent plus d'incertitudes liées à l'interprétation des coûts, aux méthodes de comptabilité et aux conditions

18. Die Angaben über die Kosten sind unsicherer aufgrund der unterschiedlichen Kosteninterpretationen, der Usancen im Rechnungswesen und der

vided are case-specific. They cover the cost ranges for the different techniques. The costs do, however, accurately reflect the relationships between the costs of the different techniques. Differences in costs between new and retrofit applications may in some cases be significant but do not differ sufficiently to change the order in table 1.

propres à chaque emplacement. Les données fournies sont donc spécifiques de chaque cas. Elles englobent l'éventail des coûts pour les différentes techniques. Cependant, elles reflètent de façon exacte les relations entre les coûts des différentes techniques. Les différences de coûts entre des installations nouvelles ou adaptées peuvent être assez marquées dans certains cas, mais pas assez pour modifier l'ordre indiqué dans le tableau 1.

standortspezifischen Bedingungen. Aus diesem Grund sind die vorgelegten Angaben fallspezifisch. Sie decken die Kostenbereiche für die verschiedenen Techniken ab. Sie geben jedoch das Verhältnis zwischen den Kosten der verschiedenen Techniken genau wieder. Die Unterschiede zwischen den Kosten für neue und nachzurückstende Einrichtungen können in einigen Fällen beträchtlich sein, sind jedoch nicht so groß, daß die Reihenfolge in Tabelle 1 geändert werden müßte.

19. The choice of a control technique will depend on parameters such as the concentration of VOCs in the raw gas, gas volume flow, the type of VOCs, and others. Therefore, some overlap in the fields of application may occur; in that case, the most appropriate technique must be selected according to case-specific conditions.

19. Le choix d'une technique antiémissions dépendra de paramètres tels que la concentration de COV dans le gaz brut, le débit de gaz, le type de COV, etc. Il peut donc se produire quelques chevauchements entre les champs d'application, auquel cas il faut choisir la technique qui convient le mieux eu égard à la situation.

19. Die Wahl einer Emissionsbekämpfungstechnik hängt von Parametern wie der VOC-Konzentration im Rohgas, dem Gasvolumenstrom, der VOC-Art usw. ab. Deshalb kann eine gewisse Überschneidung bei den Anwendungsbereichen auftreten; in einem solchen Fall muß die am besten geeignete Technik je nach Sachlage ausgewählt werden.

Table 1

A summary of available VOC control techniques, their efficiencies and costs

| Technique                                  | Lower concentration<br>in air flow |        | Higher concentration<br>in air flow |        | Application                                                   |
|--------------------------------------------|------------------------------------|--------|-------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------|
|                                            | Efficiency                         | Cost   | Efficiency                          | Cost   |                                                               |
| Thermal incineration**)                    | High                               | High   | High                                | Medium | Wide for high concentration flows                             |
| Catalytic incineration**)                  | High                               | Medium | Medium                              | Medium | More specialized<br>for lower concentration flows             |
| Adsorption*)<br>(activated carbon filters) | High                               | High   | Medium                              | Medium | Wide for low concentration flows                              |
| Absorption<br>(waste gas washing)          | —                                  | —      | High                                | Medium | Wide for high concentration flows                             |
| Condensation*)                             | —                                  | —      | Medium                              | Low    | Special cases of high<br>concentration flows only             |
| Biofiltration                              | Medium<br>to high                  | Low    | Low***)                             | Low    | Mainly in low concentration flows,<br>including odour control |

|                |        |                                                                                         |
|----------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Concentration: | Lower  | < 3 g/m <sup>3</sup> (in many cases < 1 g/m <sup>3</sup> ); Higher > 5 g/m <sup>3</sup> |
| Efficiency:    | High   | > 95%                                                                                   |
|                | Medium | 80–95%                                                                                  |
|                | Low    | < 80%                                                                                   |
| Total cost:    | High   | > 500 ECU/t VOC abated                                                                  |
|                | Medium | 150–500 ECU/t VOC abated                                                                |
|                | Low    | < 150 ECU/t VOC abated                                                                  |

\*) These processes can be combined with solvent recovery systems. Cost savings then ensue.

\*\*\*) Savings due to energy recovery are not included; these can reduce the costs considerably.

\*\*\*) With buffering filters to dampen emission peaks, medium to high efficiencies are achieved at medium to low costs.

Tableau 1

Brève présentation des techniques existantes de réduction des émissions de COV, de leur rendement et de leur coût

| Technique                                 | Concentration plus faible dans le débit d'air |       | Concentration plus forte dans le débit d'air |       | Application                                                                              |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------|----------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           | Rendement                                     | Coût  | Rendement                                    | Coût  |                                                                                          |
| Incinération thermique**)                 | Elevé                                         | Elevé | Elevé                                        | Moyen | Générale pour les débits à concentration                                                 |
| Incinération catalytique**)               | Elevé                                         | Moyen | Moyen                                        | Moyen | Plus spécialisée pour les débits à faible concentration                                  |
| Adsorption*)<br>(filtres à charbon actif) | Elevé                                         | Elevé | Moyen                                        | Moyen | Générale pour les débits à faible concentration                                          |
| Absorption<br>(lavage des gaz résiduels)  | —                                             | —     | Elevé                                        | Moyen | Générale pour les débits à forte concentration                                           |
| Condensation*)                            | —                                             | —     | Moyen                                        | Bas   | Uniquement dans des cas spéciaux de flux à forte concentration                           |
| Filtration biologique                     | Moyen à élevé                                 | Bas   | Bas***)                                      | Bas   | Principalement pour les flux à faible concentration, notamment pour combattre les odeurs |

Concentration: Plus faible: &lt; 3 g/m³ (dans de nombreux cas &lt; 1 g/m³); Plus forte &gt; 5 g/m³

Rendement: Elevé > 95%  
Moyen 80–95%  
Bas < 80%Coût total: Elevé > 500 ECU/t d'émissions de COV réduites  
Moyen 150–500 ECU/t d'émissions de COV réduites  
Bas < 150 ECU/t d'émissions de COV réduites

\*) Ces procédés peuvent être associés à des systèmes de récupération des solvants, d'où une réduction des coûts.

\*\*) Les économies réalisées grâce à la récupération de l'énergie ne sont pas incluses; elles peuvent entraîner une réduction considérable des coûts.

\*\*\*) Avec des filtres tampons pour modérer les pics d'émission, un rendement moyen à élevé peut être obtenu pour un coût moyen à faible.

Tabelle 1

Zusammenfassung der verfügbaren Techniken zur Bekämpfung der VOC-Emissionen, ihres jeweiligen Wirkungsgrads und ihrer Kosten

| Technik                         | Niedrigere Konzentration im Luftstrom |        | Höhere Konzentration im Luftstrom |        | Anwendung                                                              |
|---------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------|
|                                 | Wirkungsgrad                          | Kosten | Wirkungsgrad                      | Kosten |                                                                        |
| Thermische Nachverbrennung**)   | hoch                                  | hoch   | hoch                              | mittel | breit, bei hohen Konzentrationen                                       |
| Katalytische Nachverbrennung**) | hoch                                  | mittel | mittel                            | mittel | eher bei niedrigen Konzentrationen                                     |
| Adsorption*) (Aktivkohlefilter) | hoch                                  | hoch   | mittel                            | mittel | breit, bei niedrigen Konzentrationen                                   |
| Absorption (Abgaswäsche)        | —                                     | —      | hoch                              | mittel | breit, bei hohen Konzentrationen                                       |
| Kondensation*)                  | —                                     | —      | mittel                            | gering | nur bei besonderen Fällen hoher Konzentration                          |
| Biofiltration                   | mittel bis hoch                       | gering | gering***)                        | gering | hauptsächlich bei niedrigen Konzentrationen auch zur Geruchsbekämpfung |

Konzentration: niedriger: &lt; 3 g/m³ (in vielen Fällen &lt; 1 g/m³); höher: &gt; 5 g/m³

Wirkungsgrad: hoch: > 95%  
mittel: 80–95%  
gering: < 80%Gesamtkosten: hoch: > 500 ECU/t beseitigter VOC-Emissionen  
mittel: 150–500 ECU/t beseitigter VOC-Emissionen  
gering: < 150 ECU/t beseitigter VOC-Emissionen

\*) Diese Verfahren können mit Lösungsmittelrückgewinnungssystemen kombiniert werden. Dann ergeben sich Kosteneinsparungen.

\*\*) Einsparungen aufgrund von Energierückgewinnung sind nicht eingeschlossen; diese können die Kosten erheblich senken.

\*\*\*) Mit Pufferfiltern zur Dämpfung der Emissionsspitzen werden mittlere bis hohe Wirkungsgrade bei mittleren bis geringen Kosten erzielt.

## IV. Sectors

20. In this section, each VOC-emitting sector is characterized by a table containing the main emission sources, control measures including the best available technologies, their specific reduction efficiency and the related costs.
21. An estimate is also provided of the overall potential within each sector for reducing its VOC emissions. The maximum reduction potential refers to situations in which only a low level of control is in place.
22. Process-specific reduction efficiencies should not be confused with the figures given for the reduction potential of each sector. The former are technical feasibilities, while the latter take into account the likely penetration and other factors affecting each sector. The process-specific efficiencies are given only qualitatively, as follows:

I = > 95%; II = 80–95%; III = < 80%

23. Costs depend on capacity, site-specific factors, accountancy practices and other factors. Consequently, costs may vary greatly; therefore, only qualitative information (medium, low, high) is provided, referring to comparisons of costs of different technologies mentioned for specific applications.

## A. Industrial use of solvents

24. The industrial use of solvents is in many countries the biggest contributor to VOC emissions from stationary sources. Main sectors and control measures, including best available technologies and reduction efficiencies, are listed in table 2, and the best available technology is specified for each sector. There may be differences between small and large or new and old plants. For this reason, the estimated overall reduction potential quoted is below the values implied in table 2. The estimated overall reduction potential for this sector is up to 60%. A further step to reduce episodic ozone formation potential can include the reformulation of the remaining solvents.

25. With respect to the industrial use of solvents, three approaches can in principle be used: a product-oriented approach which, for instance, leads to a

## IV. Secteurs

20. Dans la présente section, chaque secteur produisant des émissions de COV est caractérisé par un tableau indiquant les principales sources d'émissions, les mesures de réduction dont les meilleures technologies disponibles, leur rendement spécifique et le coût de la réduction.
21. Le tableau donne aussi pour chaque secteur une estimation du potentiel global de réduction des émissions de COV. Le potentiel de réduction maximal s'applique aux situations où il n'existe qu'un faible niveau de réduction.
22. Il ne faut pas confondre le rendement des mesures de réduction spécifiques de chaque procédé avec les chiffres indiquant le potentiel de réduction dans chaque secteur. Dans le premier cas, il s'agit de possibilités techniques, tandis que dans le second, il est tenu compte de la pénétration probable et d'autres facteurs qui interviennent dans chaque secteur. Le rendement spécifique de chaque procédé n'est indiqué que d'une manière qualitative, comme suit:

I = > 95 %; II = 80–95 %; III = < 80 %.

23. Les coûts dépendent de la capacité, de facteurs particuliers au site, des méthodes de comptabilité et d'autres éléments. En conséquence, les coûts peuvent être très variables; c'est pourquoi seules des informations qualitatives (moyen, bas, élevé) sont fournies quant aux coûts comparés des différentes technologies mentionnées pour des applications précises.

## A. Utilisation de solvants dans l'industrie

24. Dans de nombreux pays, c'est l'utilisation des solvants dans l'industrie qui contribue le plus aux émissions de COV provenant de sources fixes. Le tableau 2 énumère les principaux secteurs et les mesures de réduction possibles, notamment les meilleures technologies disponibles, et le rendement des dispositifs de réduction, et la meilleure technologie disponible est indiquée pour chaque secteur. Des différences peuvent apparaître entre installations petites et grandes ou neuves et anciennes. C'est pourquoi le potentiel global estimatif de réduction cité est inférieur aux valeurs présentées au tableau 2. Le potentiel global estimatif de réduction pour ce secteur peut atteindre jusqu'à 60 %. Un autre moyen de réduire le potentiel de formation épisodique d'ozone peut consister à reformuler les solvants restants.

25. En ce qui concerne l'utilisation des solvants dans l'industrie, trois approches peuvent en principe être appliquées: une approche orientée vers le produit,

## IV. Sektoren

20. In diesem Kapitel wird jeder VOC-emittierende Sektor durch eine Tabelle beschrieben, in der die Hauptemissionsquellen, die Verringerungsmaßnahmen einschließlich der besten verfügbaren Technologien, ihr spezifischer Verringerungsgrad und die damit verbundenen Kosten enthalten sind.
21. Die Tabelle enthält auch für jeden Sektor eine Schätzung des Gesamtpotentials zur Verringerung seiner VOC-Emissionen. Das größte Verringerungspotential gilt für Situationen, in denen gegenwärtig nur ein geringes Maß an Verringerung vorliegt.
22. Verfahrensspezifische Verringerungsgrade sollten nicht mit den für das Verringerungspotential eines jeden Sektors angegebenen Zahlen verwechselt werden. Bei den ersteren handelt es sich um technische Möglichkeiten, während die letzteren die wahrscheinliche Umsetzung und andere sektorspezifische Faktoren berücksichtigen. Die verfahrensspezifischen Wirksamkeitsgrade werden nur qualitativ angegeben, und zwar wie folgt:

I = > 95%; II = 80–95%; III = < 80%

23. Kosten hängen von der Kapazität, standortspezifischen Faktoren, Usancen im Rechnungswesen und sonstigen Faktoren ab. Folglich können die Kosten erheblich variieren; deshalb werden nur qualitative Angaben (mittel, gering, hoch) gemacht, die sich auf einen Vergleich zwischen den Kosten verschiedener Technologien für bestimmte Anwendungsbereiche beziehen.

## A. Verwendung von Lösungsmitteln in der Industrie

24. Durch die Verwendung von Lösungsmitteln in der Industrie werden in vielen Ländern die meisten VOC-Emissionen aus ortsfesten Quellen verursacht. In Tabelle 2 werden die Hauptsektoren, die möglichen Verringerungsmaßnahmen einschließlich der besten verfügbaren Technologien und die Verringerungsgrade aufgeführt und für jeden Sektor die beste verfügbare Technologie angegeben. Es kann Unterschiede zwischen kleinen und großen oder neuen und alten Anlagen geben. Deshalb liegt das angeführte geschätzte Gesamtverringierungspotential unter den in Tabelle 2 angegebenen Werten. Das geschätzte Gesamtverringierungspotential für diesen Sektor beträgt bis zu 60 v. H. Ein weiterer Schritt zur Verringerung des Potentials zur Bildung von Ozonepisoden kann auch die Änderung der Zusammensetzung der restlichen Lösungsmittel umfassen.

25. Im Hinblick auf die Verwendung von Lösungsmitteln in der Industrie können grundsätzlich drei Lösungsansätze angewendet werden: ein produktorien-

reformulation of the product (paint, degreasing products, etc.); process-oriented changes; and add-on control technologies. For some industrial uses of solvents only a product-oriented approach is available (in the case of painting constructions, painting buildings, the industrial use of cleaning products, etc.). In all other cases, the product-oriented approach deserves priority, inter alia, because of the positive spin-off effects on the solvent emission of the manufacturing industry. Furthermore, the environmental impact of emissions can be reduced by combining best available technology with product reformulation to replace solvents by less harmful alternatives. According to a combined approach of this kind, the maximum emission reduction potential of up to 60% could lead to an improvement in environmental performance that is significantly higher.

qui conduit par exemple à reformuler le produit (peinture, produits dégraissants, etc.); des modifications du procédé; et des technologies antiémissions supplémentaires. Pour certaines utilisations de solvants dans l'industrie, seule l'approche orientée vers le produit peut être utilisée (peinture de constructions, peinture de bâtiments, utilisation industrielle de produits de nettoyage, etc.). Dans tous les autres cas l'approche orientée vers le produit mérite la priorité, notamment du fait des retombées positives sur l'émission de solvants de l'industrie manufacturière. En outre, on peut réduire l'impact des émissions sur l'environnement en combinant la meilleure technologie disponible avec la reformulation du produit pour remplacer les solvants par des substances moins nocives. Dans une approche combinée de ce type, le potentiel maximal de réduction des émissions, jusqu'à 60 %, peut conduire à une amélioration sensiblement plus grande de la protection de l'environnement.

tierter Ansatz, der z. B. zu einer Änderung der Zusammensetzung des Produkts führt (Farben, entfettende Produkte usw.), verfahrensorientierte Veränderungen und nachgeschaltete Verringerungstechnologien. Für einige Verwendungsbereiche von Lösungsmitteln in der Industrie ist nur ein produktorientierter Ansatz möglich (im Fall des Anstreichens von Anlagen oder Gebäuden, der industriellen Verwendung von Reinigungsprodukten usw.). In allen anderen Fällen ist, unter anderem wegen der positiven Nebenwirkungen auf die Lösungsmittlemissionen der verarbeitenden Industrie, dem produktorientierten Ansatz Vorrang einzuräumen.

Darüber hinaus können die Auswirkungen der Emissionen auf die Umwelt durch eine Kombination der besten verfügbaren Technologie mit einer Änderung der Produktzusammensetzung, bei der Lösungsmittel durch weniger schädliche Alternativen ersetzt werden, verringert werden. Bei einem solchen kombinierten Ansatz könnte ein maximales Emissionsverringierungspotential von bis zu 60 v. H. zu einer erheblich stärkeren Verbesserung der Umweltsituation führen.

Table 2  
VOC-emission control measures, reduction efficiency and costs for the solvent-using sector

| Source of emission         | Emission control measures                              | Reduction efficiency | Abatement costs and savings |
|----------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Industrial surface coating | Conversion to:                                         |                      |                             |
|                            | – powder paints                                        | I                    | Savings                     |
|                            | – low in/not containing VOCs                           | I–III                | Low costs                   |
|                            | – high solids                                          | I–III                | Savings                     |
|                            | Incineration:                                          |                      |                             |
|                            | – thermal                                              | I–II                 | Medium to high costs        |
|                            | – catalytic                                            | I–II                 | Medium costs                |
| Paper surface coating      | Activated carbon adsorption                            | I–II                 | Medium costs                |
|                            | Incinerator                                            | I–II                 | Medium costs                |
|                            | Radiation cure/waterborne inks                         | I–III                | Low costs                   |
| Car manufacturing          | Conversion to:                                         |                      |                             |
|                            | – powder paints                                        | I                    |                             |
|                            | – water-based systems                                  | I–II                 | Low costs                   |
|                            | – high solid coating                                   | II                   |                             |
|                            | Activated carbon adsorption                            | I–II                 | Low costs                   |
|                            | Incineration with heat recovery                        |                      |                             |
|                            | – thermal                                              | I–II                 |                             |
| Commercial painting        | – catalytic                                            | I–II                 |                             |
|                            | Low in/not containing VOCs                             | I–II                 | Medium costs                |
|                            | Low in/not containing VOCs                             | II–III               | Medium costs                |
| Printing                   | Low-solvent/water-based inks                           | II–III               | Medium costs                |
|                            | Letterpress: radiation cure                            | I                    | Low costs                   |
|                            | Activated carbon adsorption                            | I–II                 | High costs                  |
|                            | Absorption                                             |                      |                             |
|                            | Incineration                                           | I–II                 |                             |
|                            | – thermal                                              |                      |                             |
|                            | – catalytic                                            |                      |                             |
| Metal degreasing           | Biofiltration including buffer filter                  | I                    | Medium costs                |
|                            | Change-over to systems low in/not containing VOCs      | I                    |                             |
|                            | Closed machines                                        |                      |                             |
|                            | Activated carbon adsorption                            | II                   | Low to high costs           |
| Dry-cleaning               | Cover, chilled freeboards                              | III                  | Low costs                   |
|                            | Recovery dryers and good house-keeping (closed cycles) | II–III               | Low to medium costs         |
|                            | Condensation                                           | II                   | Low costs                   |
|                            | Activated carbon adsorption                            | II                   | Low costs                   |
| Flat wood panelling        | Coatings low in/not containing VOCs                    | I                    | Low costs                   |

Tableau 2

Mesures de lutte contre les émissions de COV, rendement des dispositifs de réduction et coût pour le secteur de l'utilisation des solvants

| Source d'émission                           | Mesures antiémissions                                                  | Rendement des dispositifs de réduction | Coût de la réduction des émissions et économies |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Revêtements de surface dans l'industrie     | Conversion à l'emploi de:                                              |                                        |                                                 |
|                                             | – peintures en poudre                                                  | I                                      | Economies                                       |
|                                             | – peintures contenant peu de COV ou sans COV                           | I-III                                  | Coût faible                                     |
|                                             | – peintures à teneur élevée en solides                                 | I-III                                  | Economies                                       |
|                                             | Incinération:                                                          |                                        |                                                 |
|                                             | – thermique                                                            | I-II                                   | Coût moyen à élevé                              |
|                                             | – catalytique                                                          | I-II                                   | Coût moyen                                      |
| Application d'enduits de surface sur papier | Adsorption sur charbon actif                                           | I-II                                   | Coût moyen                                      |
|                                             | Incinération                                                           | I-II                                   | Coût moyen                                      |
|                                             | Séchage aux rayonnements/encre en solution aqueuse                     | I-III                                  | Coût faible                                     |
| Construction automobile                     | Conversion à l'emploi de:                                              |                                        |                                                 |
|                                             | – peintures en poudre                                                  | I                                      |                                                 |
|                                             | – peintures à l'eau                                                    | I-II                                   | Coût faible                                     |
|                                             | – enduits de surface à teneur élevée en solides                        | II                                     |                                                 |
|                                             | Adsorption sur charbon actif                                           | I-II                                   | Coût faible                                     |
|                                             | Incinération avec récupération de chaleur:                             |                                        |                                                 |
|                                             | – thermique                                                            | I-II                                   |                                                 |
| Peintures industrielles                     | – catalytique                                                          | I-II                                   |                                                 |
|                                             | Peintures sans COV                                                     | I                                      | Coût moyen                                      |
| Imprimerie                                  | Peintures contenant peu de COV                                         | II-III                                 | Coût moyen                                      |
|                                             | Encres contenant peu de solvant ou en solution aqueuse                 | II-III                                 | Coût moyen                                      |
|                                             | Impression typographique: séchage par rayonnement                      | I                                      | Coût faible                                     |
|                                             | Adsorption sur charbon actif                                           | I-II                                   | Coût élevé                                      |
|                                             | Absorption                                                             |                                        |                                                 |
|                                             | Incinération                                                           | I-II                                   |                                                 |
|                                             | – thermique                                                            |                                        |                                                 |
| Dégraissage des métaux                      | – catalytique                                                          |                                        |                                                 |
|                                             | Filtres biologiques, y compris filtre tampon                           | I                                      | Coût moyen                                      |
|                                             | Adoption de systèmes contenant peu de COV ou sans COV                  | I                                      |                                                 |
|                                             | Machines fonctionnant en circuit fermé                                 |                                        |                                                 |
|                                             | Adsorption sur charbon actif                                           | II                                     | Coût faible à élevé                             |
| Nettoyage à sec                             | Amélioration des couvercles et réfrigération des gaines de ventilation | III                                    | Coût faible                                     |
|                                             | Séchoirs à récupération et gestion rationnelle (circuit fermé)         | II-III                                 | Coût faible à moyen                             |
|                                             | Condensation                                                           | II                                     | Coût faible                                     |
|                                             | Adsorption sur charbon actif                                           | II                                     | Coût faible                                     |
|                                             |                                                                        |                                        |                                                 |
| Assemblage de panneaux de bois plats        | Revêtements sans COV                                                   |                                        |                                                 |
|                                             | Revêtements contenant peu de COV                                       | I                                      | Coût faible                                     |

Tabelle 2

Maßnahmen zur Bekämpfung der VOC-Emissionen, Verringerungsgrad und Kosten für den Lösungsmittel verwendenden Sektor

| Emissionsquelle                      | Maßnahmen zur Bekämpfung der Emission                                            | Verringerungsgrad | Beseitigungskosten und Einsparungen |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|
| Industrielle Oberflächenbeschichtung | Umstellung auf                                                                   |                   |                                     |
|                                      | – Pulverlacke                                                                    | I                 | Einsparungen                        |
|                                      | – VOC-arme/-freie Farben                                                         | I–III             | gering                              |
|                                      | – Farben mit hohem Feststoffanteil                                               | I–III             | Einsparungen                        |
|                                      | Nachverbrennung:                                                                 |                   |                                     |
|                                      | – thermisch                                                                      | I–II              | mittel bis hoch                     |
|                                      | – katalytisch                                                                    | I–II              | mittel                              |
| Papieroberflächenbeschichtung        | Aktivkohleadsorption                                                             | I–II              | mittel                              |
|                                      | Nachverbrennung                                                                  | I–II              | mittel                              |
|                                      | Strahlentrocknung/wäßrige Tinten                                                 | I–III             | gering                              |
| Fahrzeugherstellung                  | Umstellung auf                                                                   |                   |                                     |
|                                      | – Pulverlacke                                                                    | I                 |                                     |
|                                      | – Systeme auf Wasserbasis                                                        | I–II              | gering                              |
|                                      | – Beschichtung mit Farben mit hohem Feststoffanteil                              | II                |                                     |
|                                      | Aktivkohleadsorption                                                             | I–II              | gering                              |
|                                      | Nachverbrennung mit Wärmerückgewinnung                                           |                   |                                     |
|                                      | – thermisch                                                                      | I–II              |                                     |
| Industriefarben                      | – katalytisch                                                                    | I–II              |                                     |
|                                      | VOC-arme/-freie Farben                                                           | I–II              | mittel                              |
|                                      | VOC-arme/-freie Farben                                                           | II–III            | mittel                              |
| Druckerei                            | Lösungsmittelarme Tinten/<br>Tinten auf Wasserbasis                              | II–III            | mittel                              |
|                                      | Buchdruck: Strahlentrocknung                                                     | I                 | gering                              |
|                                      | Aktivkohleadsorption                                                             | I–II              | hoch                                |
|                                      | Absorption                                                                       |                   |                                     |
|                                      | Nachverbrennung                                                                  | I–II              |                                     |
|                                      | – thermisch                                                                      |                   |                                     |
|                                      | – katalytisch                                                                    |                   |                                     |
| Metallentfettung                     | Biofiltration einschließlich Pufferfilter                                        | I                 | mittel                              |
|                                      | Übergang auf VOC-arme/<br>-freie Systeme                                         | I                 |                                     |
|                                      | Geschlossene Anlagen                                                             |                   |                                     |
|                                      | Aktivkohleadsorption                                                             | II                | gering bis hoch                     |
|                                      | Abdeckung, Kühlung                                                               | III               | gering                              |
| Chemische Reinigung                  | Trockner mit Rückgewinnung<br>und sauberes Arbeiten<br>(geschlossene Kreisläufe) | II–III            | gering bis mittel                   |
|                                      | Kondensation                                                                     | II                | gering                              |
|                                      | Aktivkohleadsorption                                                             | II                | gering                              |
| Flachholztäfelung                    | VOC-arme/-freie Beschichtungen                                                   | I                 | gering                              |

26. There is rapid ongoing development towards low-solvent or solvent-free paints, which are among the most cost-effective solutions. For many plants, a combination of low-solvent and adsorption/incineration techniques are chosen. VOC-emission control for large-scale, industrial painting (e. g. of cars, domestic appliances) could be implemented relatively quickly. Emissions have been reduced as far as 60 g/m<sup>2</sup> in several countries. The technical possibility of reducing emissions from new plants to below 20 g/m<sup>2</sup> has been recognized by several countries.
27. For the degreasing of metal surfaces, alternative solutions are water-based treatment or closed machines with activated carbon for recovery, with low emissions.
28. For the different printing techniques, several methods to reduce VOC emissions are employed. These mainly involve the changing of inks, changes within the printing process using other printing methods, and gas cleaning techniques. Waterborne ink instead of solvent-based ink is used for flexographic printing on paper and is under development for printing on plastic. Waterborne inks for screen and rotogravure printing are available for some applications. The use of electron beam cured ink in offset eliminates VOCs and is used in the package printing industry. For some printing methods, UV-cured inks are available. Best available technology for publication rotogravure is the gas cleaning technique using carbon adsorbers. In packaging, the rotogravure recovery of solvent by adsorption (zeolites, active carbon) is practised, but incineration and absorption are also used. For heatset, the weboffset thermal or catalytic incineration of exhaust gases is used. The incineration equipment often includes a unit for heat recovery.
29. For dry-cleaning, the best available technology consists of closed machines and treatment of the exhaust ventilation air by activated carbon filters.
26. Les travaux de recherche se poursuivent rapidement pour mettre au point des peintures contenant peu de solvant ou sans solvant, cette solution étant parmi les plus rentables. Pour de nombreuses installations, on a choisi l'association de techniques exigeant peu de solvant et de techniques d'adsorption/incinération. Les mesures de réduction des émissions de COV pourraient être mises en œuvre assez rapidement pour les travaux de peinture industrielle à grande échelle (par exemple, peinture de véhicules automobiles ou d'appareils ménagers). Les émissions ont été réduites à seulement 60 g/m<sup>2</sup> dans plusieurs pays. Il a été reconnu dans plusieurs pays qu'il était techniquement possible de ramener les émissions des nouvelles installations au-dessous de 20 g/m<sup>2</sup>.
27. Pour le dégraissage des surfaces métalliques, on peut citer comme solutions de remplacement le traitement en phase aqueuse ou l'emploi de machines en circuit fermé avec récupération au moyen de charbon actif, qui donnent de faibles émissions.
28. Pour les différentes techniques d'impression, on emploie plusieurs méthodes afin de réduire les émissions de COV. Elles consistent principalement à changer les encres, à modifier le procédé d'impression en utilisant d'autres méthodes d'impression, et à épurer les gaz. On utilise de l'encre à l'eau au lieu d'encres à base de solvant pour l'impression flexographique sur papier, et cette technique est en cours de développement pour l'impression sur plastique. Il existe des encres à l'eau pour certains travaux de sérigraphie et de rotogravure. Le séchage de l'encre par un faisceau d'électrons en offset élimine les COV et est utilisé dans l'imprimerie d'emballage. Pour certaines méthodes d'impression, il existe des encres séchées aux ultraviolets. La meilleure technologie disponible pour la rotogravure est l'épuration des gaz au moyen d'adsorbants au charbon actif. Dans la rotogravure d'emballage, on pratique la récupération du solvant par adsorption (zéolites, charbon actif), mais on utilise aussi l'incinération et l'adsorption. Pour le thermofixage et l'offset à bobines, on utilise l'incinération thermique ou catalytique des gaz dégagés. Les matériels d'incinération comportent souvent une unité de récupération de la chaleur.
29. Pour le nettoyage à sec, la meilleure technologie disponible consiste en machines fonctionnant en circuit fermé avec traitement de l'air de ventilation expulsé au moyen de filtres au charbon actif.
26. Die Entwicklung vollzieht sich rasch in Richtung auf lösungsmittelfreie bzw. -freie Farben, die zu den kostenwirksamsten Lösungen zählen. Für viele Anlagen wird eine Kombination aus Lösungsmittelfreien und Adsorptions-/Nachverbrennungstechniken gewählt. Die Verringerung der VOC-Emissionen könnte bei Großanlagen für industrielle Lackierung (z. B. für Fahrzeuge, Haushaltsgeräte) relativ schnell verwirklicht werden. In mehreren Ländern sind die Emissionen bis auf 60 g/m<sup>2</sup> verringert worden. Eine Reihe von Ländern hat erkannt, daß es technisch möglich ist, Emissionen aus neuen Anlagen auf unter 20 g/m<sup>2</sup> zu verringern.
27. Für die Entfettung von Metalloberflächen bieten sich emissionsarme alternative Lösungen in Form einer Behandlung auf Wasserbasis oder des Einsatzes geschlossener Anlagen mit Aktivkohle für die Rückgewinnung an.
28. Für die verschiedenen Drucktechniken werden unterschiedliche Methoden zur Verringerung der VOC-Emissionen angewendet. Dazu gehören hauptsächlich der Einsatz anderer Tinten, Veränderungen innerhalb des Druckprozesses durch Anwendung anderer Druckmethoden sowie Gasreinigungstechniken. Wäßrige Tinten werden anstelle von Tinten auf Lösungsmittelbasis für Gummidruck auf Papier verwendet und werden gegenwärtig für den Druck auf Plastik entwickelt. Wäßrige Tinten für Sieb- und Rotationsdruck sind für einige Anwendungsbereiche verfügbar. Die Verwendung elektronenstrahlhärtender Tinten im Offsetdruck beseitigt VOC-Emissionen und wird für den Druck in der Verpackungsindustrie eingesetzt. Für einige Druckmethoden stehen UV-trocknende Tinten zur Verfügung. Die beste verfügbare Technologie für Rotationsdrucke für Publikationen ist die Gasreinigungstechnik, die Aktivkohleadsorber verwendet. In der Verpackungsindustrie wird die Lösungsmittelrückgewinnung beim Rotationsdruck durch Adsorption (Zeolith, Aktivkohle) durchgeführt, aber auch durch Nachverbrennung und durch Absorption. Zur Reinigung der bei der Thermofixierung im Rollenoffset-Verfahren anfallenden Abgase wird die thermische oder katalytische Nachverbrennung eingesetzt. Die Verbrennungsanlagen umfassen häufig eine Vorrichtung zur Wärmerückgewinnung.
29. Für die chemische Reinigung besteht die beste verfügbare Technologie aus geschlossenen Anlagen und einer Behandlung der Abluft aus der Belüftung durch Aktivkohlefilter.

## B. Petroleum industry

30. The petroleum industry is one of the major contributors to VOC emissions from stationary sources. Emissions are from both refineries and distribution (including transportation and filling stations). The following comments refer to table 3; the measures mentioned also include best available technology.

31. Refinery process emissions arise from fuel combustion, flaring of hydrocarbons, vacuum-system discharges and fugitive emissions from process units, such as flanges and connectors, opened lines and sampling systems. Other major VOC emissions within refineries and related activities result from storage, waste-water treatment processes, loading/discharging facilities such as harbours, truck- and railway-racks, pipeline terminals, and periodic operations such as shut-downs, servicing and start-ups (process-unit turnarounds).

32. Process-unit turnaround emissions may be controlled by venting vessel vapours to vapour recovery systems or controlled flaring.

33. Vacuum-system discharges may be controlled by condensation or by piping to boilers or heaters.

## B. Industrie du pétrole

30. L'industrie du pétrole figure au nombre des secteurs qui contribuent le plus aux émissions de COV, en provenance de sources fixes. Les émissions proviennent aussi bien des raffineries que du réseau de distribution (y compris les moyens de transport et les stations de distribution d'essence). Les observations qui suivent s'appliquent au tableau 3 et les mesures indiquées comprennent aussi la meilleure technologie disponible.

31. Dans les raffineries, les émissions proviennent de la combustion des combustibles, du brûlage à la torche d'hydrocarbures, des décharges des installations de vide et de fuites d'unités de processus telles que brides et raccords, lignes ouvertes et systèmes de prélèvement d'échantillons. D'autres émissions importantes de COV dans les raffineries et les activités connexes proviennent du stockage, des processus de traitement des eaux usées, des installations de chargement/déchargement telles que ports, installations routières et ferroviaires, terminaux de pipeline, et d'opérations périodiques telles que arrêts, entretiens et démarrages (révisions complètes d'unités de processus).

32. On peut maîtriser les émissions qui se produisent pendant la révision générale des unités de traitement en canalisant les vapeurs vers des dispositifs de récupération ou en assurant leur combustion contrôlée à la torche.

33. On peut maîtriser les émissions provenant de la distillation sous vide par un dispositif de condensation des vapeurs ou en canalisant celles-ci vers des chaudières ou installations de chauffe.

## B. Erdölindustrie

30. Die Erdölindustrie ist einer der Hauptverursacher von VOC-Emissionen aus ortsfesten Quellen. Die Emissionen entstehen sowohl in den Raffinerien als auch bei der Verteilung (einschließlich Transport und Tankstellen). Die folgenden Anmerkungen beziehen sich auf Tabelle 3; die angeführten Maßnahmen umfassen auch die beste verfügbare Technologie.

31. Emissionen aus Raffinerieprozessen entstehen bei der Verfeuerung von Brennstoffen, der Abfackelung von Kohlenwasserstoffen, der Absaugung aus Vakuumsystemen und durch diffuse Emissionen aus Prozesseinheiten wie Flanschen und sonstigen Verbindungen, geöffneten Leitungen und Probenahmesystemen. Weitere bedeutende VOC-Emissionen innerhalb von Raffinerien und ähnlichen Anlagen entstehen bei der Lagerung, der Abwasserbehandlung, in Be-/Entladeeinrichtungen wie Häfen, Verladestellen von Tanklastwagen und Bahn, Rohrleitungsterminals sowie bei wiederkehrenden Vorgängen wie Abfahren, Wartung und Anfahren (Revisionsstillstand der Prozesseinheiten).

32. Die bei einem Revisionsstillstand entstehenden Emissionen können durch eine Entlüftung der Dämpfe in Dampfrückgewinnungssysteme oder durch kontrollierte Abfackelung beseitigt werden.

33. Die Dämpfe aus Vakuumsystemen können durch Kondensation oder durch Einleitung in Dampf- oder Wärmeerzeuger beseitigt werden.

Table 3

VOC-emission control measures, reduction efficiency and costs for the petroleum industry

| Source of emission                       | Emission control measures                                                       | Reduction efficiency | Abatement costs and savings |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| <b>Petroleum refineries</b>              |                                                                                 |                      |                             |
| - Fugitive emissions                     | Regular inspection and maintenance                                              | III                  | Medium costs                |
| - Process-unit turnarounds               | Flares/process fumace vapour recovery                                           | I                    | not available               |
| - Waste-water separator                  | Floating cover                                                                  | II                   | Medium costs/savings        |
| - Vacuum process system                  | Surface contact condensors<br>Non-condensable VOCs piped to heaters or furnaces | I                    |                             |
| - Incineration of sludge                 | Thermal incineration                                                            | I                    |                             |
| <b>Storage of crude oil and products</b> |                                                                                 |                      |                             |
| - Petrol                                 | Internal floating roofs with secondary seals                                    | I-II                 | Savings                     |
|                                          | Floating roof tanks with secondary seals                                        | II                   | Savings                     |

| Source of emission                                                                | Emission control measures                                        | Reduction efficiency | Abatement costs and savings |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| - Crude oil                                                                       | Floating roof tanks with secondary seals                         | II                   | Savings                     |
| - Petrol marketing terminals (loading and unloading of trucks, barges and trains) | Vapour recovery unit                                             | I-II                 | Savings                     |
| - Petrol service stations                                                         | Vapour balance on tank trucks (Stage I)                          | I-II                 | Low costs/savings           |
|                                                                                   | Vapour balance during refuelling (refuelling nozzles) (Stage II) | I (-II) **)          | Medium costs*)              |

\*) Depending on capacity (station size), retrofitting or new service stations.

\*\*) Will increase with increasing penetration of standardization of vehicle filling pipes.

Tableau 3

Mesures de lutte contre les émissions de COV, rendement des dispositifs de réduction et coût dans l'industrie du pétrole

| Source d'émission                                                                                          | Mesures antiémissions                                                                                                 | Rendement des dispositifs de réduction | Coût de la réduction des émissions et économies |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Raffineries de pétrole</b>                                                                              |                                                                                                                       |                                        |                                                 |
| - Emissions dues à des fuites                                                                              | Inspection et entretien réguliers                                                                                     | III                                    | Coût moyen                                      |
| - Révision générale des unités de traitement                                                               | Brûlage à la torche/incinération, récupération des vapeurs                                                            | I                                      | Non disponible                                  |
| - Séparation des eaux usées                                                                                | Couverture flottante                                                                                                  | II                                     | Coût moyen/économies                            |
| - Distillation sous vide (pompes)                                                                          | Condenseurs surfaciques<br>Les COV non condensables sont canalisés vers des chaudières ou des fours                   | I                                      |                                                 |
| - Incinération des boues                                                                                   | Incinération thermique                                                                                                | I                                      |                                                 |
| <b>Stockage du pétrole brut et des produits pétroliers</b>                                                 |                                                                                                                       |                                        |                                                 |
| - Essence                                                                                                  | Réservoirs à toit flottant intérieur avec étanchéités secondaires                                                     | I-II                                   | Economies                                       |
|                                                                                                            | Réservoirs à toit flottant avec étanchéités secondaires                                                               | II                                     | Economies                                       |
| - Pétrole brut                                                                                             | Réservoirs à toit flottant avec étanchéités secondaires                                                               | II                                     | Economies                                       |
| - Terminaux de commercialisation de l'essence (chargement et déchargement des camions, péniches et wagons) | Dispositif de récupération des vapeurs                                                                                | I-II                                   | Economies                                       |
| - Stations de distribution d'essence                                                                       | Aspiration des vapeurs au pompage des camions-citernes (phase I)                                                      | I-II                                   | Coût faible/économies                           |
|                                                                                                            | Aspiration des vapeurs lors du remplissage du réservoir des véhicules (pistolets de distribution modifiés) (phase II) | I (-II) **)                            | Coût moyen*)                                    |

\*) Selon la capacité (importance de la station de distribution), adaptation ou construction de nouvelles stations de distribution.

\*\*) Le rendement augmentera à mesure que seront normalisés les dispositifs de remplissage des véhicules.

Tabelle 3

Maßnahmen zur Bekämpfung der VOC-Emissionen, Verringerungsgrad und Kosten für die Erdölindustrie

| Emissionsquelle                                                                          | Maßnahmen zur Bekämpfung der Emission                                                         | Verringerungsgrad | Beseitigungskosten und Einsparungen |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|
| <b>Erdölraffinerien</b>                                                                  |                                                                                               |                   |                                     |
| - Diffuse Emissionen                                                                     | Regelmäßige Inspektion und Wartung                                                            | III               | mittlere Kosten                     |
| - Revisionsstillstand der Prozeßeinheiten                                                | Fackeln/Prozeßöfen, Rückgewinnung der Dämpfe                                                  | I                 | nicht verfügbar                     |
| - Abwasserseparator                                                                      | Schwimmdecke                                                                                  | II                | mittlere Kosten/<br>Einsparungen    |
| - Vakuumsystem                                                                           | Oberflächenkontaktkondensatoren<br>Nichtkondensierbare VOCs<br>zu Brennern oder Öfen geleitet | I                 |                                     |
| - Schlammverbrennung                                                                     | Thermische Nachverbrennung                                                                    | I                 |                                     |
| <b>Lagerung von Rohöl und Produkten</b>                                                  |                                                                                               |                   |                                     |
| - Benzin                                                                                 | Interne Schwimmdächer<br>mit doppelten Dichtungen                                             | I-II              | Einsparungen                        |
|                                                                                          | Schwimmdachtanks<br>mit doppelten Dichtungen                                                  | II                | Einsparungen                        |
| - Rohöl                                                                                  | Schwimmdachtanks<br>mit doppelten Dichtungen                                                  | II                | Einsparungen                        |
| - Benzinverladeterminals<br>(Be- und Entladen von Lastwagen,<br>Schleppkähnen und Zügen) | Dampfrückgewinnungseinheit                                                                    | I-II              | Einsparungen                        |
| - Tankstellen                                                                            | Dampfrückführung<br>bei Tanklastwagen (Stufe I)                                               | I-II              | geringe Kosten/<br>Einsparungen     |
|                                                                                          | Dampfrückführung<br>während des Auftankens<br>(geänderte Zapfpistolen) (Stufe II)             | I (-II)**         | mittlere Kosten*)                   |

\*) Je nach Kapazität (Tankstellengröße) Nachrüstung oder neue Tankstellen

\*\*) Wird mit steigender Verbreitung genormter Entlüftungszunehmen

34. Fugitive emissions from process equipment in gas/vapour or light liquid service (e. g. automatic control valves, manual valves, pressure relief devices, sampling systems, pumps, compressors, flanges and connectors) can be reduced or prevented by regularly performing leak detection, repair programmes and preventive maintenance. Equipment with substantial leaks (e. g. valves, gaskets, seals, pumps, etc.) can be replaced by equipment that is more leakproof. For example, manual and automatic control valves can be changed for corresponding valves with bellow gaskets. Pumps in gas/vapour and light liquid service can be fitted with dual mechanical seals with controlled degassing vents. Compressors can be equipped with seals with a barrier fluid system that prevents leakage of the process fluid to the atmosphere, and leakage from compressors seals directed to the flares.

34. On peut réduire ou prévenir les émissions dues à des fuites d'équipements de fabrication en service gaz/vapeur ou liquide léger (par exemple vannes à commande automatique, vannes manuelles, détendeurs, systèmes de prélèvement, pompes, compresseurs, brides et connecteurs) en exécutant régulièrement des programmes de détection et de réparation des fuites et en pratiquant une maintenance préventive. Les équipements (par exemple vannes, garnitures, joints, pompes, etc.) présentant des fuites importantes peuvent être remplacés par des équipements plus étanches. Par exemple, des vannes à commande manuelle ou automatique peuvent être remplacées par des vannes analogues équipées de garnitures à soufflet. Les pompes à gaz/vapeur et à liquide léger peuvent être équipées de joints mécaniques doubles avec évènements de dégazage contrôlé. Les compresseurs peuvent être munis de joints à fluide barrière qui empêchent le fluide de processus de fuir dans l'atmosphère et de dispositifs qui envoient à la torche les émissions dues aux fuites de joints de compresseur.

34. Diffuse Emissionen aus Prozeßgeräten für Gas/Dampf oder leichtflüchtige Flüssigkeiten (z. B. Selbststeuerventile, handbetriebene Ventile, Überdrucksicherungen, Probenahmesysteme, Pumpen, Kompressoren, Flansche und Verbindungen) können durch regelmäßige Untersuchungen auf Undichtigkeiten, Reparaturprogramme und vorbeugende Wartung verringert oder vermieden werden. Geräte mit beträchtlichen Undichtigkeiten (z. B. Ventile, Dichtungen, Verschlüsse, Pumpen usw.) können durch weniger leckanfällige Teile ersetzt werden. Beispielsweise können handbetriebene und Selbststeuerventile durch entsprechende Ventile mit Ausgleichsdichtungen ersetzt werden. Pumpen für Gas/Dampf oder leichtflüchtige Flüssigkeiten können mit doppelten mechanischen Verschlüssen mit gesteuerten Entlüftungsöffnungen ausgestattet werden. Kompressoren können mit Dichtungen mit einem Flüssigkeits-sperresystem ausgerüstet werden, das verhindert, daß Flüssigkeit aus dem Prozeß in die Atmosphäre entweicht, und die aus den Kompressor-dichtungen entweichenden Stoffe können zu den Fackeln geleitet werden.

35. Pressure relief valves for media that may contain VOCs can be connected to a gas-collecting system and the gases collected burnt in process furnaces or flares.
36. VOC emissions from the storage of crude oil and products can be reduced by equipping fixed-roof tanks with internal floating roofs or by equipping floating-roof tanks with secondary seals.
37. VOC emissions from the storage of petrol and other light liquid components can be reduced by several means. Fixed-roof tanks can be equipped with internal floating roofs with primary and secondary seals or connected to a closed vent system and an effective control device, e. g. vapour recovery, flaring or combustion in process heaters. External floating-roof tanks with primary seals can be equipped with secondary seals, and/or supplemented with tight, fixed roofs, with pressure relief valves which can be connected to the flare.
38. VOC emissions in connection with waste-water handling and treatment can be reduced by several means. Water-seal controls can be installed, as can junction boxes, equipped with tight-fitting covers, in drain systems. Sewer lines can be covered. Alternatively, the drain system can be completely closed to the atmosphere. Oil-water separators, including separation tanks, skimmers, weirs, grit chambers, sludge hoppers and slop-oil facilities, can be equipped with fixed roofs and closed vent systems that direct vapours to a control device, designed either for the recovery or destruction of the VOC vapours. Alternatively, oil-water separators can be equipped with floating roofs with primary and secondary seals. The effective reduction of VOC emissions from waste-water treatment plants can be achieved by draining oil from process equipment to the slop-oil system, thus minimizing the oil-flow into the waste-water treatment plant. The temperature of incoming water can also be controlled in order to lower emissions to the atmosphere.
39. The petrol storage and distribution sector has a high reduction potential.
35. Les soupapes limiteuses de pression pour les milieux susceptibles de contenir des COV peuvent être raccordées à un système de collecte des gaz, et les gaz recueillis brûlés dans des fours de processus ou à la torche.
36. On peut réduire les émissions de COV dues au stockage du pétrole brut et des produits pétroliers en installant un toit flottant à l'intérieur des réservoirs à toit fixe ou en dotant les réservoirs à toit flottant d'une étanchéité secondaire.
37. Les émissions de COV provenant du stockage d'essence et d'autres composants liquides légers peuvent être réduites par plusieurs moyens. Les réservoirs à toit fixe peuvent être équipés d'un toit flottant interne avec joints primaires et secondaires ou raccordés à un système de ventilation fermé avec un dispositif efficace de commande, par exemple pour la récupération de vapeur, le brûlage à la torche ou la combustion dans des chaudières. Les réservoirs à toit flottant externe comportant un joint primaire peuvent être munis d'un joint secondaire et/ou complétés par un toit fixe hermétique et une vanne limiteuse de pression raccordée à la torchère.
38. Les émissions de COV liées à la manutention et au traitement des eaux usées peuvent être réduites de plusieurs manières. On peut installer des commandes à joints hydrauliques, ainsi que des boîtes de jonction équipées de couvercles hermétiques, dans les systèmes de vidange. On peut aussi prévoir un réseau d'évacuation complètement hermétique. Les séparateurs huile-eau, notamment les réservoirs de séparation, écrémurs, déverseurs, chambres à gravillons, trémies à boues et systèmes de récupération des huiles à redistiller, peuvent être équipés de toits fixes et de systèmes de ventilation fermés qui envoient les vapeurs vers un dispositif conçu pour récupérer ou pour détruire les vapeurs de COV. On peut encore équiper les séparateurs huile-eau de toits flottants avec joints primaires et secondaires. Une réduction efficace des émissions de COV des installations de traitement des eaux usées peut être assurée en envoyant l'huile des équipements de fabrication aux systèmes de récupération des huiles à redistiller, de façon à réduire le débit d'huile dans l'installation d'épuration des eaux usées. La température de l'eau d'arrivée peut aussi être contrôlée de manière à diminuer les émissions dans l'atmosphère.
39. Le secteur du stockage et de la distribution de l'essence offre un potentiel
35. Überdrucksicherungen für möglicherweise VOCs enthaltende Medien können an ein Gassammelsystem angeschlossen und die gesammelten Gase in Prozeßöfen oder Fackeln verbrannt werden.
36. VOC-Emissionen aus der Lagerung von Rohöl und Erdölprodukten können dadurch verringert werden, daß Festdach tanks mit internen Schwimmdächern ausgestattet werden oder daß Schwimmdach tanks doppelte Dichtungen erhalten.
37. VOC-Emissionen aus der Lagerung von Benzin und anderen leichtflüchtigen Flüssigkeitsbestandteilen können mit verschiedenen Mitteln verringert werden. Festdach tanks können mit internen Schwimmdächern mit primären und sekundären Dichtungen ausgestattet oder an ein geschlossenes Entlüftungssystem und eine wirksame Verringerungseinrichtung, z. B. zur Dampfrückgewinnung, Abfackelung oder Verbrennung in Prozeßöfen, angeschlossen werden. Schwimmdach tanks mit einer Dichtung können mit einer zweiten Dichtung und/oder zusätzlich mit undurchlässigen Festdächern und mit Überdruckventilen, die mit der Fackel verbunden werden können, ausgestattet werden.
38. VOC-Emissionen, die im Zusammenhang mit der Handhabung und Behandlung von Abwasser entstehen, können mit verschiedenen Mitteln verringert werden. Im Abflußsystem können Wasserdichtungen sowie Abzweigkästen eingebaut werden, die mit dichtsitzenden Abdeckungen versehen sind. Kanalisationsleitungen können abgedeckt werden. Eine andere Möglichkeit ist, das Abflußsystem vollständig gegenüber der Atmosphäre abzuschließen. Öl-Wasser-Abscheider einschließlich der Abscheidetanks, Abstreichlöf, Ablaufwehre, Abtriebkammern, Schlammtrichter und Schlicköleinrichtungen können mit Festdächern und geschlossenen Entlüftungssystemen versehen werden, welche die Dämpfe zu einer Einrichtung leiten, die entweder für die Rückgewinnung oder die Vernichtung der VOC-Dämpfe bestimmt ist. Als weitere Möglichkeit können Öl-Wasser-Abscheider mit Schwimmdächern mit primären und sekundären Dichtungen ausgestattet werden. VOC-Emissionen aus Abwasserbehandlungsanlagen können dadurch wirksam verringert werden, daß das Öl den Prozeßeinrichtungen entzogen und dem Schlickölsystem zugeführt wird, wodurch der Ölstrom in die Abwasserbehandlungsanlage verringert wird. Die Temperatur des einfließenden Wassers kann ebenfalls geregelt werden, um die Emissionen in die Atmosphäre zu senken.
39. Der Sektor Benzinlagerung und -verteilung weist ein hohes Verringerungspotential

Emission control covering the loading of petrol at the refinery (via intermediate terminals) up to its discharge at petrol service stations is defined as Stage I; control of emissions from the refuelling of cars at service stations is defined as Stage II (see para. 33 of annex III on Control Measures for Emissions of Volatile Organic Compounds (VOCs) from on-road Motor Vehicles).

de réduction élevé. Les mesures anti-émissions appliquées depuis le chargement de l'essence à la raffinerie (en passant par les terminaux intermédiaires) jusqu'à sa livraison aux stations de distribution correspondent à la phase I; la réduction des émissions provenant du ravitaillement des véhicules en essence aux postes de distribution correspond à la phase II (voir par. 33 de l'annexe III sur les mesures de réduction des émissions de composés organiques volatils (COV) provenant des véhicules routiers à moteur).

tential auf. Die das Verladen von Benzin in der Raffinerie (über zwischengeschaltete Terminals) bis zur Belieferung der Tankstellen umfassende Emissionsverringerng wird als Stufe I bezeichnet, die Verringerung beim Auftanken von Kraftwagen an Tankstellen auftretenden Emissionen als Stufe II (s. Absatz 33 des Anhangs III über Maßnahmen zur Verringerung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen [VOCs] aus Straßenkraftfahrzeugen).

40. Stage I control consists of vapour balancing and vapour collection at the loading of petrol, and recovering the vapour in recovery units. Furthermore, vapour collected at service stations from the discharge of petrol from trucks can be returned and recovered in vapour recovery units.
  41. Stage II control consists of vapour balancing between the vehicle fuel tank and the service station's underground storage tank.
  42. Stage II together with Stage I is the best available technology for reducing evaporative emissions during petrol distribution. A complementary means of reducing VOC emissions from fuel storage and handling is to reduce fuel volatility.
  43. The overall reduction potential in the petroleum industry sector is up to 80%. This maximum could be reached only where the current level of emission control is low.
- C. Organic chemical industry
44. The chemical industry also makes a considerable contribution to VOC emissions from stationary sources. The emissions are of different characters with a wide range of pollutants, because of the variety of products and production processes. Process emissions can be divided into the following major subcategories: reactor-process emissions, air-oxidation emissions and distillation, and other separation processes. Other significant emission sources are from leaks, storage and product transfer (loading/unloading).
  45. For new plants, process modifications and/or new processes often reduce emissions considerably. So-called "add-on" or "end-of-pipe" techniques such as adsorption, absorption, ther-
- de réduction élevé. Les mesures anti-émissions appliquées depuis le chargement de l'essence à la raffinerie (en passant par les terminaux intermédiaires) jusqu'à sa livraison aux stations de distribution correspondent à la phase I; la réduction des émissions provenant du ravitaillement des véhicules en essence aux postes de distribution correspond à la phase II (voir par. 33 de l'annexe III sur les mesures de réduction des émissions de composés organiques volatils (COV) provenant des véhicules routiers à moteur).
40. Les mesures de réduction de la phase I consistent à équilibrer les circuits de vapeurs et à collecter les vapeurs lors du chargement de l'essence, puis à les récupérer dans des dispositifs appropriés. D'autre part, les vapeurs d'essence recueillies dans les stations de distribution lors du déchargement des camions-citernes peuvent être renvoyées et récupérées dans des dispositifs appropriés.
  41. La phase II consiste à équilibrer les circuits de vapeurs entre le réservoir de carburant du véhicule et la citerne enterrée de la station de distribution.
  42. La combinaison du stade II et du stade I constitue la meilleure technologie disponible pour réduire les émissions par évaporation dans la distribution d'essence. Un moyen complémentaire de réduire les émissions de COV provenant des installations de stockage et de manutention des carburants consiste à abaisser la volatilité de ces derniers.
  43. Le potentiel global de réduction dans le secteur de l'industrie du pétrole peut atteindre 80 %. Ce maximum ne peut être atteint que dans les cas où le niveau actuel de réduction des émissions est faible.
- C. Industrie de la chimie organique
44. L'industrie chimique contribue aussi pour beaucoup aux émissions de COV provenant de sources fixes. Ces émissions, de différente nature, sont constituées de polluants très variés en raison de la diversité des produits et des procédés de fabrication. Les émissions résultant des processus se répartissent entre les sous-catégories principales suivantes: émissions dues au procédé de réaction, émissions dues à l'oxydation à l'air et à la distillation, émissions provenant d'autres procédés de séparation. Les autres sources d'émission notables sont les fuites, et les opérations de stockage et de transfert de produits (chargement/déchargement).
  45. Dans les installations neuves, la modification des procédés et/ou l'emploi de nouveaux peuvent souvent abaisser considérablement les émissions. Les techniques dites « additionnelles » ou
- Die Verringerungsmaßnahmen in Stufe I bestehen aus dem Rückführen und dem Auffangen der Dämpfe beim Verladen von Benzin sowie der Rückgewinnung der Dämpfe in geeigneten Einrichtungen. Außerdem können die an Tankstellen beim Entladen der Tanklastwagen aufgefangenen Dämpfe in Dampfdruckgewinnungseinrichtungen zurückgeführt und dort zurückgewonnen werden.
41. Die Verringerung in Stufe II besteht aus einer Gaspandlung zwischen dem Fahrzeugtank und dem unterirdischen Lagertank der Tankstelle.
  42. Stufe II stellt zusammen mit Stufe I die beste verfügbare Technologie zur Verringerung der bei der Verteilung von Benzin entstehenden Verdampfungsemissionen dar. Ein ergänzendes Mittel zur Verringerung der VOC-Emissionen aus der Lagerung und dem Umschlag von Kraftstoffen besteht darin, die Flüchtigkeit der Kraftstoffe zu verringern.
  43. Das Gesamtverringerngspotential im Sektor Erdölindustrie beträgt bis zu 80 v. H. Dieses Höchstmaß kann nur erreicht werden, wenn das derzeitige Niveau der Emissionsverringerng niedrig ist.
- C. Organische chemische Industrie
44. Die chemische Industrie trägt auch erheblich zu den VOC-Emissionen aus ortsfesten Quellen bei. Die Emissionen sind von unterschiedlicher Art mit einer breiten Palette von Schadstoffen aufgrund der Vielfalt der Produkte und Produktionsverfahren. Die verfahrensbedingten Emissionen lassen sich in die folgenden wichtigsten Unterkategorien unterteilen: Emissionen aus Reaktionsprozessen, aus der Luftoxidation und der Destillation sowie aus anderen Trennverfahren. Weitere wichtige Emissionsquellen sind Undichtigkeiten, Lagerung und Produktumschlag (Be-/Entladen).
  45. Bei neuen Anlagen können die Emissionen durch Verfahrensänderungen und/oder neue Verfahren häufig erheblich verringert werden. Sogenannte Zusatz- oder nachgeschaltete Techni-

mal and catalytic incineration in many cases represent alternative or complementary technologies. To reduce evaporation losses from storage tanks and emissions from loading and unloading facilities, the control measures recommended for the petroleum industry (table 3) can be applied. Control measures including best available technologies and their process-related reduction efficiencies are given in table 4.

46. The feasible overall reduction potential in the organic chemical industry is up to 70%, depending on the industry mix and the extent to which control technologies and practices are in place.

«en fin de circuit» telles que l'adsorption, l'absorption et l'incinération thermique ou catalytique représentent dans bien des cas des technologies alternatives ou complémentaires. Pour réduire les pertes par évaporation à partir des réservoirs de stockage et les émissions des installations de chargement et de déchargement, on peut appliquer les mesures recommandées pour l'industrie pétrolière (tableau 3). Le tableau 4 énumère les mesures antiémissions, y compris les meilleures technologies disponibles, ainsi que les rendements des dispositifs de réduction liés aux processus.

46. Dans l'industrie de la chimie organique, le potentiel global de réduction réalisable peut atteindre 70 % suivant le secteur industriel et la mesure dans laquelle les techniques et pratiques de réduction sont appliquées.

ken, z. B. Adsorption, Absorption und thermische oder katalytische Nachverbrennung, stellen in vielen Fällen alternative oder ergänzende Technologien dar. Um Verdampfungsverluste aus Lagertanks und Emissionen aus Be- und Entladevorrichtungen zu verringern, können die für die Erdölindustrie empfohlenen Bekämpfungsmaßnahmen (Tabelle 3) angewandt werden. Bekämpfungsmaßnahmen einschließlich der besten verfügbaren Technologie und ihres verfahrensbedingten Verringerungsgrads sind in Tabelle 4 aufgeführt.

46. Das erreichbare Gesamtverringierungspotential in der organischen chemischen Industrie beträgt bis zu 70 v. H. je nach der Art der verschiedenen Industrien und dem Ausmaß, in dem Verringerungstechnologien und -verfahren bereits angewandt werden.

Table 4

VOC-emission control measures, reduction efficiency and costs for the organic chemical industry

| Source of emission             | Emission control measures                                   | Reduction efficiency | Abatement costs and savings |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Fugitive emissions             | Leak detection and repair programme<br>– regular inspection | III                  | Low costs                   |
| Storage and handling           | – See table 3 –                                             |                      |                             |
| Process emissions              | General measures:                                           |                      |                             |
|                                | – carbon adsorption                                         | I-II                 | n. a.)*                     |
|                                | – incineration:                                             |                      |                             |
|                                | – thermal                                                   | I-II                 | Medium to high costs        |
|                                | – catalytic                                                 | I-II                 | n. a.)*                     |
|                                | – absorption                                                |                      | n. a.)*                     |
|                                | – biofiltration                                             | n. a.)*              | n. a.)*                     |
|                                | – flaring                                                   |                      |                             |
| – Formaldehyde production      | – incineration:                                             |                      |                             |
|                                | – thermal                                                   | I                    | High costs                  |
|                                | – catalytic                                                 | I                    |                             |
| – Polyethylene production      | – flaring                                                   | I                    | Medium costs                |
|                                | – catalytic incineration                                    | I-II                 |                             |
| – Polystyrene production       | – thermal incineration                                      | I                    | Medium costs                |
|                                | – flaring                                                   |                      |                             |
|                                | Process modifications (examples):                           |                      |                             |
| – Vinyl chloride production    | – substitution of air by oxygen in the oxychlorination step | II                   | n. a.)*                     |
|                                | – flaring                                                   | I                    | Medium costs                |
| – Polyvinylchloride production | – slurry stripping of monomer                               | II                   | n. a.)*                     |
|                                | – Nitro-2-methyl-1-propanol-1 absorption                    | I                    | Savings                     |
| – Polypropylene production     | – high yield catalyst                                       | I                    | n. a.)*                     |
| – Ethylene oxide production    | – substitution of air by oxygen                             | I                    | n. a.)*                     |

\*) n. a. = Not available

Tableau 4

Mesures de lutte contre les émissions de COV, rendement des dispositifs de réduction et coût dans l'industrie de la chimie organique

| Source d'émission                      | Mesures antiémissions                                                     | Rendement des dispositifs de réduction | Coût de la réduction des émissions et économies |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Emissions dues à des fuites            | Programme de détection et de réparation des fuites (inspection régulière) | III                                    | Coût faible                                     |
| Stockage et manutention                | - Voir tableau 3                                                          |                                        |                                                 |
| Emissions liées au processus           | Mesures générales:                                                        |                                        |                                                 |
|                                        | - adsorption sur charbon                                                  | I-II                                   | n. d.)*                                         |
|                                        | - incinération:                                                           |                                        |                                                 |
|                                        | - thermique                                                               | I-II                                   | Coût moyen à élevé                              |
|                                        | - catalytique                                                             | I-II                                   | n. d.)*                                         |
|                                        | - absorption                                                              |                                        | n. d.)*                                         |
|                                        | - filtration biologique                                                   | n. d.)*                                | n. d.)*                                         |
|                                        | - brûlage à la torche                                                     |                                        |                                                 |
| - Production de formaldéhyde           | - incinération:                                                           |                                        |                                                 |
|                                        | - thermique                                                               | I                                      | Coût élevé                                      |
|                                        | - catalytique                                                             | I                                      |                                                 |
| - Production de polyéthylène           | - brûlage à la torche                                                     | I                                      | Coût moyen                                      |
|                                        | - incinération catalytique                                                | I-II                                   |                                                 |
| - Production de polystyrène            | - incinération thermique                                                  | I                                      | Coût moyen                                      |
|                                        | - brûlage à la torche                                                     |                                        |                                                 |
|                                        | Modification des procédés (exemples):                                     |                                        |                                                 |
| - Production de chlorure de vinyle     | - remplacement de l'air par l'oxygène pour l'oxychloration                | II                                     | n. d.)*                                         |
|                                        | - brûlage à la torche                                                     | I                                      | Coût moyen                                      |
| - Production de chlorure de polyvinyle | - rétention en suspension du monomère                                     | II                                     | n. d.)*                                         |
|                                        | - absorption par nitro-2-méthyl-1-propanol-1                              | I                                      | Economies                                       |
| - Production de polypropylène          | - catalyseur à haut rendement                                             | I                                      | n. d.)*                                         |
| - Production d'oxyde d'éthylène        | - remplacement de l'air par de l'oxygène                                  | I                                      | n. d.)*                                         |

\*) n. d. = non disponible.

Tabelle 4

Maßnahmen zur Bekämpfung der VOC-Emissionen, Verringerungsgrad und Kosten für die organische chemische Industrie

| Emissionsquelle               | Maßnahmen zur Bekämpfung der Emission                       | Verringerungsgrad | Beseitigungskosten und Einsparungen |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|
| Diffuse Emissionen            | Programme zur Feststellung und Behebung von Undichtigkeiten |                   |                                     |
|                               | – regelmäßige Inspektion                                    | III               | geringe Kosten                      |
| Lagerung und Handhabung       | – s. Tabelle 3                                              |                   |                                     |
| Verfahrensbedingte Emissionen | Allgemeine Maßnahmen:                                       |                   |                                     |
|                               | – Aktivkohleabsorption                                      | I–II              | n. v. *)                            |
|                               | – Nachverbrennung:                                          |                   |                                     |
|                               | – thermisch                                                 | I–II              | mittlere bis hohe Kosten            |
|                               | – katalytisch                                               | I–II              | n. v. *)                            |
|                               | – Absorption                                                |                   | n. v. *)                            |
|                               | – Biofiltration                                             | n. v. *)          | n. v. *)                            |
|                               | – Abfackelung                                               |                   |                                     |
| – Formaldehydproduktion       | – Nachverbrennung:                                          |                   |                                     |
|                               | – thermisch                                                 | I                 | hohe Kosten                         |
|                               | – katalytisch                                               | I                 |                                     |
| – Polyethylenproduktion       | – Abfackelung                                               | I                 | mittlere Kosten                     |
|                               | – katalytische Nachverbrennung                              | I–II              |                                     |
| – Polystyrolproduktion        | – thermische Nachverbrennung                                | I                 | mittlere Kosten                     |
|                               | – Abfackelung                                               |                   |                                     |
|                               | Verfahrensänderungen (Beispiele):                           |                   |                                     |
| – Vinylchloridproduktion      | – Ersatz von Luft durch Sauerstoff in der Oxychlorierung    | II                | n. v. *)                            |
|                               | – Abfackelung                                               | I                 | mittlere Kosten                     |
| – Polyvinylchloridproduktion  | – Schlammstripping von Monomeren                            | II                | n. v. *)                            |
|                               | – Nitro-2-methyl-1-propanol-1-Absorption                    | I                 | Einsparungen                        |
| – Polypropylenproduktion      | – Hochleistungskatalysator                                  | I                 | n. v. *)                            |
| – Ethylenoxidproduktion       | – Ersatz von Luft durch Sauerstoff                          | I                 | n. v. *)                            |

\*) n. v. = nicht verfügbar

## D. Stationary combustion

47. Optimal VOC-emission reduction from stationary combustion depends on the efficient use of fuel at the national level (table 5). It is also important to ensure the effective combustion of fuel by the use of good operational procedures, efficient combustion appliances and advanced combustion-management systems.

48. For small systems in particular, there is still a considerable reduction potential, especially in the burning of solid fuels. VOC reduction in general is achievable by the replacement of old stoves/boilers and/or fuel-switching to gas. The replacement of single room stoves by central heating systems and/or the replacement of individual heating systems in general reduces pollution; however, overall energy efficiency has to be taken into account. Fuel-switching to gas is a very effective control measure, provided the distribution system is leakproof.

49. For most countries, the VOC-reduction potential for power plants is negligible. On account of the uncertain replacement/fuel-switch involved, no figures can be given regarding the overall reduction potential and the related costs.

## D. Sources de combustion fixes

47. Pour réduire de façon optimale les émissions de COV provenant de sources de combustion fixes, il faut que le combustible soit utilisé rationnellement au niveau national (tableau 5). Il importe aussi d'assurer une combustion efficace du combustible par l'emploi de méthodes d'exploitation judicieuses, d'appareils de combustion à rendement élevé et de systèmes perfectionnés de régulation de la combustion.

48. Pour les petits foyers en particulier, il est encore possible de réduire considérablement les émissions, surtout lors de la combustion de combustibles solides. En général, on peut réduire les émissions de COV en procédant au remplacement des fours anciens et des chaudières anciennes et/ou en remplaçant le combustible utilisé par le gaz. Le remplacement de poêles chauffant une seule pièce par des systèmes de chauffage central et/ou le remplacement de systèmes de chauffage individuel réduisent en général la pollution; il faut cependant prendre en compte le rendement énergétique global. La conversion au gaz est une mesure très efficace pour réduire les émissions, à condition que le système de distribution soit étanche.

49. Dans la plupart des pays, le potentiel de réduction des émissions de COV dans les centrales électriques est négligeable. Faute de savoir avec certitude comment les matériels et les combustibles seront remplacés, il n'est pas possible de donner des chiffres concernant le potentiel global de réduction des émissions et les coûts correspondants.

## D. Ortsfeste Verbrennung

47. Die optimale Verringerung von VOC-Emissionen aus der ortsfesten Verbrennung setzt eine rationelle Nutzung der Brennstoffe auf nationaler Ebene voraus (Tabelle 5). Es ist ferner wichtig, eine wirksame Verbrennung der Brennstoffe durch den Einsatz zweckmäßiger Betriebsverfahren, wirksamer Verbrennungsgeräte und hochentwickelter Systeme zur Steuerung der Verbrennung sicherzustellen.

48. Insbesondere bei kleinen Systemen gibt es noch ein erhebliches Verringerungspotential, vor allem bei der Verbrennung fester Brennstoffe. Allgemein lassen sich die VOC-Emissionen durch das Auswechseln alter Öfen/Kessel und/oder die Umstellung auf Gas als Brennstoff verringern. Durch den Ersatz von Einzelöfen durch Zentralheizungen und/oder den Ersatz individueller Heizungssysteme wird die Luftverschmutzung allgemein verringert; jedoch muß der gesamte energetische Wirkungsgrad berücksichtigt werden. Die Brennstoffumstellung auf Gas stellt eine sehr wirksame Verringerungsmaßnahme dar, vorausgesetzt, daß das Verteilersystem dicht ist.

49. In den meisten Ländern ist das VOC-Verringerungspotential bei Kraftwerken unbedeutend. Wegen der Unsicherheiten in bezug auf das Ersetzen von Anlagen und Brennstoffen können keine Zahlen für das Gesamtverringierungspotential und die damit verbundenen Kosten angegeben werden.

Table 5

VOC-emission control measures for stationary combustion sources

| Source of emission                     | Emission control measures                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Small-scale combustion sources         | Energy savings, e. g. insulation<br>Regular inspection<br>Replacement of old furnaces<br>Natural gas and fuel oil instead of solid fuels<br>Central heating system<br>District heating system |
| Industrial and commercial sources      | Energy savings<br>Better maintenance<br>Fuel-type modification<br>Change of furnace and load<br>Change of burning conditions                                                                  |
| Stationary internal combustion sources | Catalytic converters<br>Thermal reactors                                                                                                                                                      |

**Tableau 5**  
**Mesures de réduction des émissions de COV pour les sources de combustion fixes**

| Source d'émission                           | Mesures antiémissions                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Installations de combustion peu importantes | <p>Economies d'énergie (par isolation, par exemple)</p> <p>Inspections périodiques</p> <p>Remplacement des chaudières anciennes</p> <p>Remplacement des combustibles solides par le gaz naturel et le fioul</p> <p>Système de chauffage central</p> <p>Réseau de chauffage urbain</p> |
| Sources industrielles et commerciales       | <p>Economies d'énergie</p> <p>Amélioration de l'entretien</p> <p>Modification du type de combustible</p> <p>Modification des foyers et des charges</p> <p>Modification des conditions de combustion</p>                                                                               |
| Sources fixes à combustion interne          | <p>Convertisseurs catalytiques</p> <p>Réacteurs thermiques</p>                                                                                                                                                                                                                        |

**Tabelle 5**  
**Maßnahmen zur Bekämpfung der VOC-Emissionen aus ortsfesten Verbrennungsquellen**

| Emissionsquelle                       | Maßnahmen zur Bekämpfung der Emission                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kleine Verbrennungsquellen            | <p>Energieeinsparungen, z. B. Isolierung</p> <p>Regelmäßige Inspektionen</p> <p>Austausch alter Öfen</p> <p>Erdgas und Heizöl statt fester Brennstoffe</p> <p>Zentralheizung</p> <p>Femheizung</p> |
| Industrielle und gewerbliche Quellen  | <p>Energieeinsparungen</p> <p>Bessere Wartung</p> <p>Änderung der Brennstoffart</p> <p>Änderung von Brenner und Ladung</p> <p>Änderung der Verbrennungsbedingungen</p>                             |
| Ortsfeste interne Verbrennungsquellen | <p>Katalysatoren</p> <p>Thermo-Reaktoren</p>                                                                                                                                                       |

## E. Food industry

50. The food industry sector covers a wide range of VOC-emitting processes from large and small plants (table 6). The major sources of VOC emissions are:

- (a) Production of alcoholic beverages;
- (b) Baking;
- (c) Vegetable oil extraction using mineral oils;
- (d) Animal rendering.

Alcohol is the principal VOC from (a) and (b). Aliphatic hydrocarbons are the principal VOC from (c).

51. Other potential sources include:

- (a) Sugar industry and sugar use;
- (b) Coffee and nut roasting;
- (c) Frying (chipped potatoes, crisps, etc.);
- (d) Fish meal processing;
- (e) Preparation of cooked meats, etc.

52. VOC emissions are typically odorous, of low concentration with high volume flow and water content. For this reason, the use of biofilters has been used as an abatement technique. Conventional techniques such as absorption, adsorption, thermal and catalytic incineration have also been used. The principal advantage of biofilters is their low operational cost compared with other techniques. Nevertheless, periodic maintenance is required.

53. It may be feasible for larger fermentation plants and bakeries to recover alcohol by condensation.

54. Aliphatic hydrocarbon emissions from oil extraction are minimized by using closed cycles and good housekeeping to prevent losses from valves and seals, etc. Different oil seeds require different volumes of mineral oil for extraction. Olive oil can be extracted mechanically, in which case no mineral oil is necessary.

55. The technologically feasible overall reduction potential in the food industry is estimated to be up to 35%.

## E. Industrie alimentaire

50. L'industrie alimentaire utilise une large gamme de procédés émettant des COV dans des installations petites et grandes (tableau 6). Les principales sources d'émissions de COV sont les suivantes

- a) Production de boissons alcoolisées;
- b) Boulangerie;
- c) Extraction d'huiles végétales au moyen d'huiles minérales;
- d) Extraction de graisses animales.

L'alcool est le principal COV émis par a) et b). Les hydrocarbures aliphatiques sont les principaux COV émis par c).

51. Il existe d'autres sources potentielles

- a) Industrie sucrière et utilisation du sucre;
- b) Torréfaction du café et des fruits à coque;
- c) Friture (pommes de terre frites, chips, etc.);
- d) Préparation de farine de poisson;
- e) Préparation de plats cuisinés, etc.

52. Les émissions de COV sont habituellement odorantes, de faible concentration avec un débit volumique et une teneur en eau élevés. C'est pourquoi les biofiltres ont été utilisés comme technique de réduction des émissions. Mais on a aussi eu recours à des techniques classiques telles que l'absorption, l'adsorption, l'incinération thermique et l'incinération catalytique. Le principal avantage des biofiltres est leur faible coût d'exploitation par rapport à d'autres techniques. Néanmoins, un entretien périodique est nécessaire.

53. Dans les grandes installations de fermentation et les boulangeries industrielles, on peut récupérer l'alcool par condensation.

54. Les émissions d'hydrocarbures aliphatiques résultant de l'extraction d'huiles sont réduites au minimum par l'emploi de cycles fermés et une bonne gestion des installations afin d'éviter les fuites de vannes et de joints, etc. L'extraction de l'huile des graines oléagineuses nécessite des quantités très variables d'huile minérale. L'huile d'olive peut être extraite mécaniquement, ce qui n'exige pas d'huile minérale.

55. On estime que le potentiel global de réduction technologiquement réalisable dans l'industrie alimentaire peut atteindre 35 %.

## E. Nahrungsmittelindustrie

50. Im Sektor Nahrungsmittelindustrie gibt es eine breite Palette VOC-emittierender Verfahren in großen und kleinen Anlagen (Tabelle 6). Die Hauptquellen von VOC-Emissionen sind

- a) Herstellung von alkoholischen Getränken,
- b) Backen,
- c) Pflanzenölextraktion unter Verwendung von Mineralölen
- d) Gewinnung tierischer Fette.

Alkohol ist das wichtigste VOC, das durch die Tätigkeiten unter a und b verursacht wird.

Aliphatische Kohlenwasserstoffe sind die wichtigsten VOCs, die durch die Tätigkeit unter c verursacht werden.

51. Andere potentielle Quellen sind

- a) Zuckerindustrie und -verwertung,
- b) Kaffee- und Nußrösterei,
- c) Fritieren (Pommes Frites, Kartoffelchips usw.),
- d) Herstellung von Fischmehl,
- e) Zubereitung von Fleischgerichten usw.

52. Die VOC-Emissionen sind gewöhnlich Geruchsemissionen und weisen eine geringe Konzentration mit hohem Volumenstrom und Wassergehalt auf. Deshalb wird der Einsatz von Biofiltern als Verringerungstechnik angewandt. Konventionelle Techniken wie Absorption, Adsorption, thermische und katalytische Nachverbrennung werden ebenfalls eingesetzt. Der Hauptvorteil von Biofiltern liegt darin, daß sie im Vergleich zu anderen Techniken geringe Betriebskosten mit sich bringen. Dennoch ist eine regelmäßige Wartung erforderlich.

53. In großen Gäranlagen und Großbäckereien läßt sich Alkohol möglicherweise durch Kondensierung zurückgewinnen.

54. Emissionen aliphatischer Kohlenwasserstoffe aus der Ölextraktion lassen sich durch die Anwendung geschlossener Kreisläufe, durch umsichtiges Verhalten zur Verhinderung von Verlusten durch Ventile und Dichtungen usw. auf ein Mindestmaß beschränken. Für unterschiedliche Ölsamen werden unterschiedliche Mengen an Mineralöl zur Extraktion benötigt. Olivenöl kann mechanisch gewonnen werden, so daß kein Mineralöl gebraucht wird.

55. Das technologisch mögliche Gesamtverringierungspotential in der Nahrungsmittelindustrie wird auf bis zu 35 v. H. geschätzt.

**Table 6**  
VOC-emission control measures, reduction efficiency and costs for the food industry

| Source of emission       | Emission control measures       | Reduction efficiency | Abatement costs |
|--------------------------|---------------------------------|----------------------|-----------------|
| In general               | Closed cycles                   |                      |                 |
|                          | Bio-oxidation                   | II                   | Low*)           |
|                          | Condensation and treatment      | I                    | High            |
|                          | Adsorption/absorption           |                      |                 |
|                          | Thermal/catalytic incineration  |                      |                 |
| Vegetable-oil processing | Process-integrated measures     | III                  | Low             |
|                          | Adsorption                      |                      |                 |
|                          | Membrane technique              |                      |                 |
|                          | Incineration in process furnace |                      |                 |
| Animal rendering         | Biofiltration                   | II                   | Low*)           |

\*) Owing to the fact that these processes are usually applied to gases with low VOC concentrations, the costs per cubic metre of gas are low, although VOC abatement per tonne is high.

**Tableau 6**  
Mesures de lutte contre les émissions de COV, rendement de la réduction et coûts pour l'industrie alimentaire

| Source d'émission               | Mesures antiémissions                  | Rendement des dispositifs de réduction | Coût de la réduction des émissions |
|---------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|
| En général                      | Cycles fermés                          |                                        |                                    |
|                                 | Bio-oxydation                          | II                                     | Bas*)                              |
|                                 | Condensation et traitement             | I                                      | Elevé                              |
|                                 | Adsorption/absorption                  |                                        |                                    |
|                                 | Incinération thermique/catalytique     |                                        |                                    |
| Extraction des huiles végétales | Mesures intégrées au processus         | III                                    | Bas                                |
|                                 | Adsorption                             |                                        |                                    |
|                                 | Technique membranaire                  |                                        |                                    |
|                                 | Incinération dans un four de processus |                                        |                                    |
| Fonte des graisses animales     | Biofiltration                          | II                                     | Bas*)                              |

\*) Ces procédés étant habituellement appliqués à des gaz à faible concentration de COV, les coûts par mètre cube de gaz traité sont bas, bien que le coût de la réduction par tonne de COV soit élevé.

Tabelle 6

Maßnahmen zur Bekämpfung der VOC-Emissionen, Grad der Reduzierung und Kosten für die Nahrungsmittelindustrie

| Emissionsquelle            | Maßnahmen zur Bekämpfung der Emission   | Grad der Reduzierung | Kosten der Reduzierung |
|----------------------------|-----------------------------------------|----------------------|------------------------|
| Allgemein                  | Geschlossene Kreisläufe                 |                      |                        |
|                            | Bio-Oxidation                           | II                   | gering*)               |
|                            | Kondensation und Behandlung             | I                    | hoch                   |
|                            | Adsorption/Absorption                   |                      |                        |
|                            | Thermische/katalytische Nachverbrennung |                      |                        |
| Pflanzenölextraktion       | Verfahrensintegrierte Maßnahmen         | III                  | gering                 |
|                            | Adsorption                              |                      |                        |
|                            | Membrantechnik                          |                      |                        |
|                            | Nachverbrennung im Prozeßofen           |                      |                        |
| Gewinnung tierischer Fette | Biofiltration                           | II                   | gering*)               |

\*) Aufgrund der Tatsache, daß diese Verfahren gewöhnlich auf Gase mit geringen VOC-Konzentrationen angewandt werden, sind die Kosten je Kubikmeter Gas gering, obwohl die Kosten der Verringerung je Tonne VOC hoch sind.

F. Iron and steel industry (including ferro-alloys, casting etc.)

56. In the iron and steel industry, VOC emissions may be from a variety of sources:

(a) Processing of input materials (cokeries; agglomeration plants: sintering, pelletizing, briquetting; scrap-handling);

(b) Metallurgical reactors (submerged arc furnaces; electric arc furnaces; converters, especially if using scrap; (open) cupolas; blast furnaces);

(c) Product handling (casting; reheating furnaces; and rolling mills).

57. Reducing the carbon carrier in raw materials (e. g. on sintering belts) reduces the potential of VOC emissions.

58. In the case of open metallurgical reactors, VOC emissions may occur especially from contaminated scrap and under pyrolytic conditions. Special attention has to be paid to the collection of gases from charging and tapping operations, in order to minimize fugitive VOC emissions.

59. Special attention has to be paid to scrap which is contaminated by oil, grease, paint, etc., and to the separation of fluff (non-metallic parts) from metallic scrap.

60. The processing of products usually entails fugitive emissions. In the case of casting, emissions of pyrolysis gases occur, chiefly from organically bonded

F. Sidérurgie (y compris les ferro-alliages, le moulage, etc.)

56. Dans la sidérurgie, les émissions de COV proviennent de diverses sources:

a) Traitement des matières premières (cokéfaction; production d'agglomérés: frittage, bouletage et briquetage; utilisation de ferraille);

b) Réacteurs métallurgiques (fours à arc submergé; fours à arc électrique; convertisseurs, surtout si l'on utilise de la ferraille; cubilots (ouverts); hauts fourneaux);

c) Manutention de produits (moulage; fours à réchauffer; laminiers).

57. En diminuant la teneur en carbone des matières premières (par exemple sur les bandes d'agglomération), on réduit le potentiel d'émission de COV.

58. Dans le cas de réacteurs métallurgiques ouverts, des émissions de COV peuvent se produire, surtout si l'on utilise de la ferraille contaminée et dans des conditions de pyrolyse. Il faut accorder une attention particulière à la collecte des gaz provenant des opérations de chargement et de coulée afin de réduire au minimum les émissions de COV dues à des fuites.

59. Il faut particulièrement faire attention à la ferraille contaminée par des huiles, des graisses, des peintures, etc., et à la séparation des poussières (parties non métalliques) et de la partie métallique.

60. Le traitement des produits provoque ordinairement des émissions dues à des fuites. Dans le cas du moulage, des émissions de gaz de pyrolyse se

F. Eisen- und Stahlindustrie (einschließlich Ferro-Legierungen, Gießen usw.)

56. In der Eisen- und Stahlindustrie können VOC-Emissionen aus den verschiedensten Quellen stammen:

a) Verarbeitung von Eingangsmaterial (Kokereien; Agglomerieranlagen; Sintern, Pelletisieren, Brikettieren; Schrottbehandlung);

b) metallurgische Reaktoren (Lichtbogenreduktionsöfen; elektrische Lichtbogenöfen; Konverter, insbesondere beim Einsatz von Schrott; [offene] Kupolöfen; Hochöfen);

c) Produktbehandlung (Gießen; Wärmeöfen; Walzwerke).

57. Reduzierung des Kohlenstoffträgers in Rohmaterialien (z. B. auf Sinterbändern) verringert das VOC-Emissionspotential.

58. Im Fall offener metallurgischer Reaktoren können sich VOC-Emissionen, insbesondere aus verunreinigtem Schrott und unter pyrolytischen Bedingungen ergeben. Besondere Aufmerksamkeit ist der Sammlung von Gasen aus Ladungs- und Entnahmevorgängen zuzuwenden, um die diffusen VOC-Emissionen auf ein Mindestmaß herabzusetzen.

59. Besondere Aufmerksamkeit ist dem durch Öl, Fett, Farbe usw. verunreinigten Schrott sowie der Trennung der Staubpartikel (nichtmetallische Teile) von metallischem Schrott zuzuwenden.

60. Die Verarbeitung von Produkten hat gewöhnlich diffuse Emissionen zur Folge. Beim Gießen ergeben sich Emissionen von Pyrolysegasen, vor al-

sands. These emissions can be reduced by choosing low-emission bonding resins and/or minimizing the quantity of binders. Biofilters have been tested on such flue gases. Oil mist in the air from rolling mills can be reduced to low levels by filtration.

produisent, surtout à partir des sables agglomérés par un liant organique. On peut diminuer ces émissions en choisissant des résines de liaison à faible pouvoir émissif et/ou en réduisant le plus possible la quantité de liants. Des biofiltres ont été essayés sur ces gaz de pyrolyse. La filtration permet de ramener à de faibles niveaux les brouillards d'huile dans l'air des laminoirs.

lem aus organisch gebundenen Sänden. Diese Emissionen können dadurch verringert werden, daß emissionsarme Bindeharze gewählt werden und/oder die Menge der Bindestoffe auf ein Mindestmaß beschränkt wird. Biofilter wurden an solchen Rauchgasen getestet. Ölnebel in der Luft aus Walzwerken kann durch Filtration auf ein niedriges Niveau zurückgeführt werden.

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>61. Coking plants are an important VOC emission source. Emissions arise from: coke oven gas leakage, the loss of VOCs normally diverted to an associated distillation plant, and from the combustion of coke oven gas and other fuel. VOC emissions are reduced mainly by the following measures: improved sealing between oven doors and frames and between charging holes and covers; maintaining suction from ovens even during charging; dry quenching either by direct cooling with inert gases or by indirect cooling with water; pushing directly into the dry quenching unit; and efficient hooding during pushing operations.</p> | <p>61. Les cokeries sont une source importante d'émissions de COV. Les émissions proviennent des causes suivantes: fuite de gaz des fours à coke, pertes de COV qui seraient normalement dirigés sur une installation de distillation associée, ainsi que de la combustion des gaz de four à coke et d'autres combustibles. Les principales mesures de réduction des émissions de COV sont les suivantes: meilleure étanchéité entre les portes et les cadres des fours et entre les bouches et les tampons d'enfournement; maintien de l'aspiration des fours même pendant le chargement; extinction à sec, soit par refroidissement direct avec des gaz inertes soit par refroidissement indirect à l'eau; défournement direct dans la tour d'extinction à sec et utilisation de hottes efficaces pendant les opérations de défournement.</p> | <p>61. Kokereianlagen sind eine wichtige VOC-Emissionsquelle. Emissionen ergeben sich aus dem Entweichen von Koksofengas, dem Verlust von VOCs, die normalerweise an eine angeschlossene Destillationsanlagen weitergeleitet werden, und der Verbrennung von Koksofengas und anderem Brennstoff. Die VOC-Emissionen werden in erster Linie durch folgende Maßnahmen verringert: verbesserte Abdichtung zwischen Ofentüren und Ofenrahmen und zwischen Ladungsöffnungen und Abdeckungen, Aufrechterhaltung der Absaugung aus Öfen auch während des Ladens, Trockenlöschung entweder durch direkte Kühlung mit Inertgasen oder durch indirekte Kühlung mit Wasser, Ausstoß direkt in die Trockenlöscheinheit und wirksame Abdeckung während des Ausstoßvorgangs.</p> |
| <p>G. Handling and treatment of waste</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>62. Concerning municipal solid waste control, the primary objectives are to reduce the amount of waste produced and to reduce the amount to be treated. In addition, the waste treatment should be optimized from an environmental point of view.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>62. En ce qui concerne la maîtrise des ordures ménagères, les principaux objectifs consistent à réduire la quantité de déchets produits et le volume à traiter. En outre, le traitement des déchets doit être optimisé du point de vue écologique.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>62. Bei der Begrenzung des kommunalen festen Abfalls sind die wichtigsten Ziele, die Menge des anfallenden Abfalls und die Menge des zu behandelnden Abfalls zu verringern. Außerdem sollte die Abfallbehandlung unter dem Gesichtspunkt des Umweltschutzes optimiert werden.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>63. If landfill processes are used, VOC-emission control measures for the treatment of municipal waste should be linked to an efficient collection of the gases (mostly methane).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>63. Si l'on a recours à des décharges, les mesures de lutte contre les émissions de COV lors du traitement des ordures ménagères doivent être associées à une collecte efficace des gaz (surtout du méthane).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>63. Bei der Entsorgung in Mülldeponien sollten die Maßnahmen zur Bekämpfung von VOC-Emissionen bei der Behandlung des kommunalen Abfalls mit einer wirksamen Sammlung der Gase (vorwiegend Methan) verbunden sein.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p>64. These emissions can be destroyed (incineration). Another option is the purification of the gas (bio-oxidation, absorption, activated carbon, adsorption) leading to use of the gas for energy production.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>64. Ces émissions peuvent être détruites (incinération). Une autre solution consiste à épurer les gaz (oxydation biologique, absorption, charbon actif, adsorption), ceux-ci pouvant être ensuite utilisés pour produire de l'énergie.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>64. Diese Emissionen können vernichtet werden (Verbrennung). Eine andere Möglichkeit ist die Reinigung der Gase (Bio-Oxidation, Absorption, Aktivkohle, Adsorption), so daß sie zur Energieerzeugung genutzt werden können.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>65. The landfill of industrial waste containing VOCs leads to VOC emissions. This point has to be taken into account in the definition of waste-management policies.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>65. Les décharges de déchets industriels contenant des COV produisent des émissions de COV. Il faut en tenir compte en élaborant les politiques de gestion des déchets.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>65. Die Entsorgung von VOCs enthaltendem Industrieabfall in Mülldeponien führt zu VOC-Emissionen. Diese Tatsache muß bei der Festlegung der Abfallbeseitigungspolitik berücksichtigt werden.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p>66. The overall reduction potential is estimated to be 30%, though this figure includes methane.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>66. Le potentiel global de réduction est estimé à 30 %, mais ce chiffre comprend le méthane.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>66. Das Gesamtverringierungspotential wird auf 30 v. H. geschätzt, wobei diese Zahl allerdings auch Methan umfaßt.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

## H. Agriculture

67. The principal sources of VOC emissions from agriculture are:

- (a) Burning of agricultural waste, particularly straw and stubble;
- (b) Use of organic solvents in pesticide formulations;
- (c) Anaerobic degradation of animal feeds and wastes.

68. VOC emissions are reduced by:

- (a) Controlled disposal of straw as opposed to the common practice of open-field burning;
- (b) Minimal use of pesticides with high organic solvent contents, and/or the use of emulsions and water-based formulations;
- (c) Composting of waste, combining manure with straw, etc.;
- (d) Abatement of exhaust gases from animal houses, manure drying plant, etc., by use of biofilters, adsorption, etc.

69. In addition, alterations of feed reduce emissions of gas from animals, and the recovery of gases for use as fuel is a possibility.

70. It is not currently possible to estimate the reduction potential of VOC emissions from agriculture.

## V. Products

71. In circumstances in which abatement by control techniques is not appropriate, the sole means of reducing VOC emissions is by altering the composition of products used. The main sectors and products concerned are: adhesives used in households, light industry, shops and offices; paints for use in households; household cleaning and personal care products; office products such as correcting fluids and car maintenance products. In any other situation in which products like those mentioned above are used (e. g. painting, light industry), alterations in product composition are highly preferable.

## H. Agriculture

67. Les principales sources d'émissions de COV du secteur agricole sont:

- a) Le brûlage des déchets agricoles, surtout de la paille et du chaume;
- b) L'emploi de solvants organiques dans les préparations de pesticides;
- c) La dégradation anaérobie des aliments du bétail et des déchets animaux.

68. Les moyens de réduction des émissions de COV sont:

- a) L'élimination contrôlée de la paille, remplaçant la pratique courante du brûlage à l'air libre;
- b) Une utilisation aussi faible que possible de pesticides à haute teneur en solvants organiques, et/ou l'utilisation d'émulsions et de préparations en phase aqueuse;
- c) Le compostage des déchets, le mélange paille-fumier, etc.;
- d) La réduction des gaz provenant des locaux réservés aux animaux, des installations de séchage du fumier, etc., au moyen de biofiltres, par adsorption, etc.

69. En outre, les modifications apportées à la composition des aliments permettent de réduire les émissions de gaz par les animaux, et il est possible de récupérer ces gaz pour les utiliser comme combustible.

70. On ne peut pas actuellement évaluer les possibilités de réduction des émissions de COV provenant de l'agriculture.

## V. Produits

71. Lorsque la réduction des émissions de COV par des techniques spécifiques n'est pas possible, le seul moyen de réduire ces émissions est de modifier la composition des produits utilisés. Les principaux secteurs et produits concernés sont les suivants: adhésifs utilisés dans les ménages, l'industrie légère, les ateliers et les bureaux; peintures à usage domestique; produits pour le ménage et pour la toilette; produits de bureau tels que correcteurs liquides, et produits d'entretien pour automobiles. Dans tous les autres cas où l'on utilise des produits comme ceux qui viennent d'être mentionnés (par exemple, peinture, industrie légère), il est de loin préférable de modifier la composition des produits.

## H. Landwirtschaft

67. Die Hauptquellen für VOC-Emissionen aus der Landwirtschaft sind

- a) das Verbrennen landwirtschaftlichen Abfalls, insbesondere von Stroh und Stoppeln;
- b) die Verwendung organischer Lösungsmittel in Pestizidzubereitungen;
- c) der anaerobe Abbau von Tierfutter und tierischen Abfällen.

68. Die VOC-Emissionen werden verringert durch

- a) die kontrollierte Beseitigung von Stroh statt der allgemein praktizierten Verbrennung auf offenem Feld;
- b) den möglichst geringen Einsatz von Pestiziden mit einem hohen Gehalt an organischen Lösungsmitteln und/oder den Einsatz von Emulsionen und Zubereitungen auf Wasserbasis;
- c) die Kompostierung von Abfall, wobei dem Dung Stroh beigemischt wird, usw.;
- d) die Verringerung der Abgase aus Ställen, Anlagen zur Duntrocknung usw. mittels Biofiltern, Adsorption usw.

69. Außerdem führt eine Veränderung des Futters zur Verringerung der von Tieren ausgehenden Gasemissionen, und die Rückgewinnung der Gase zur Nutzung als Brennstoff ist eine Möglichkeit.

70. Es ist gegenwärtig nicht möglich, das Verringerungspotential bei VOC-Emissionen aus der Landwirtschaft abzuschätzen.

## V. Produkte

71. Wenn die Verringerung von VOC-Emissionen durch technische Lösungen nicht möglich ist, ist die einzige Möglichkeit zur Verringerung dieser Emissionen die Änderung der Zusammensetzung der verwendeten Produkte. Die wichtigsten in Frage kommenden Sektoren und Produkte sind folgende: Klebstoffe, die im Haushalt, in der Konsumgüterindustrie, in Geschäften und Büros verwendet werden, Farben für den Gebrauch im Haushalt, Reinigungsmittel für den Haushalt und Hygieneprodukte, Büromaterial wie Korrekturflüssigkeit und Autopflegeprodukte. In allen anderen Fällen, in denen Produkte wie die oben genannten eingesetzt werden (z. B. für Farben, in der Konsumgüterindustrie) ist es vorzuziehen, die Zusammensetzung der Produkte zu ändern.

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>72. Measures aimed at reducing VOC emissions from such products are:</p> <p>(a) Product substitution;</p> <p>(b) Product reformulation;</p> <p>(c) Altering the packaging of products, especially for reformulated products.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>72. Les mesures visant à réduire les émissions de COV de ce genre de produits sont les suivantes:</p> <p>a) Remplacement du produit;</p> <p>b) Reformulation du produit;</p> <p>c) Modification du conditionnement des produits, surtout pour les produits reformulés.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>72. Maßnahmen, die eine Verringerung von VOC-Emissionen aus solchen Produkten zum Ziel haben, sind</p> <p>a) Ersatz des Produkts;</p> <p>b) Änderung der Produktzusammensetzung;</p> <p>c) Änderung der Verpackung von Produkten, insbesondere im Fall von Produkten, deren Zusammensetzung geändert wurde.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>73. Instruments designed to influence market choice include:</p> <p>(a) Labelling to ensure that consumers are well informed of the VOC content;</p> <p>(b) Active encouragement of low-VOC-content products (e. g. the "Blue Angel" scheme);</p> <p>(c) Fiscal incentives linked to VOC content.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>73. Les instruments destinés à influencer le choix du marché sont notamment les suivants</p> <p>a) Etiquetage, pour faire en sorte que les consommateurs soient bien informés de la teneur en COV;</p> <p>b) Encouragement actif à l'utilisation de produits à faible teneur en COV (par exemple, le système «Ange Bleu»);</p> <p>c) Incitations fiscales liées à la teneur en COV.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>73. Instrumente, welche die Marktauswahl beeinflussen sollen, umfassen</p> <p>a) Kennzeichnung, um sicherzustellen, daß die Verbraucher über den VOC-Gehalt hinreichend unterrichtet werden;</p> <p>b) aktive Förderung der Verwendung von VOC-armen Produkten (z. B. nach dem System „Blauer Engel“);</p> <p>c) steuerliche Anreize, die an den VOC-Gehalt geknüpft sind.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p>74. The efficiency of these measures depends on the VOC content of the products involved and the availability and acceptability of alternatives. Reformulation should be checked to ensure that products do not create problems elsewhere (e. g. increased emissions of chlorofluorocarbons [CFCs]).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>74. L'efficacité de ces mesures dépend de la teneur en COV des produits considérés ainsi que de l'existence et de l'acceptabilité de solutions de remplacement. Avant de reformuler des produits, il faut vérifier que les nouveaux produits ne créent pas de problèmes ailleurs (par exemple, émissions accrues de chlorofluorocarbones (CFC).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>74. Die Wirksamkeit dieser Maßnahmen hängt von dem VOC-Gehalt der betroffenen Produkte sowie dem Vorhandensein und der Akzeptanz von Alternativen ab. Im Fall der Änderung der Produktzusammensetzung sollte geprüft werden, ob die neuen Produkte nicht anderweitig Probleme schaffen (z. B. verstärkte Emissionen von Fluorchlorkohlenwasserstoffen [FCKW]).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>75. VOC-containing products are used for industrial as well as domestic purposes. In either case the use of low-solvent alternatives may entail changes in application equipment and in work practices.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>75. Les produits contenant des COV sont utilisés à des fins industrielles aussi bien que domestiques. Dans chaque cas, l'emploi de produits de remplacement à faible teneur en solvant peut imposer de modifier le matériel d'application et les méthodes de travail.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>75. VOC enthaltende Produkte werden sowohl in der Industrie als auch im Haushalt eingesetzt. In beiden Fällen kann der Einsatz lösungsmittelarmer Alternativen Änderungen der Arbeitsgeräte und der Arbeitsmethoden bedingen.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>76. Paints commonly used for industrial and domestic purposes have an average solvent content of about 25 to 60%. For most applications, low-solvent or solvent-free alternatives are available or under development:</p> <p>(a) Paint for use in the light industry:</p> <p style="padding-left: 20px;">Powder paint<br/>= 0% VOC content in product</p> <p style="padding-left: 20px;">Waterborne paint<br/>= 10% VOC content in product</p> <p style="padding-left: 20px;">Low-solvent paint<br/>= 15% VOC content in product</p> <p>(b) Paint for domestic use:</p> <p style="padding-left: 20px;">Waterborne paint<br/>= 10% VOC content in product</p> <p style="padding-left: 20px;">low-solvent paint<br/>= 15% VOC content in product</p> <p>Switching over to alternative paints is expected to result in an overall VOC-emission reduction of about 45 to 60%.</p> | <p>76. Les peintures couramment utilisées à des fins industrielles et domestiques ont une teneur moyenne en solvant d'environ 25 à 60 %. Pour la plupart des usages, des produits de remplacement à teneur faible ou nulle en solvant existent ou sont en cours de développement:</p> <p>a) Peinture destinée à être utilisée dans l'industrie légère:</p> <p style="padding-left: 20px;">Peinture en poudre<br/>= 0 % teneur du produit en COV</p> <p style="padding-left: 20px;">Peinture à l'eau<br/>= 10 % teneur du produit en COV</p> <p style="padding-left: 20px;">Peinture à faible teneur en solvant<br/>= 15 % teneur du produit en COV</p> <p>b) Peinture de ménage:</p> <p style="padding-left: 20px;">Peinture à l'eau<br/>= 10 % teneur du produit en COV</p> <p style="padding-left: 20px;">Peinture à faible teneur en solvant<br/>= 15 % teneur du produit en COV</p> <p>L'adoption d'autres types de peinture devrait entraîner une réduction globale des émissions de COV d'environ 45 à 60 %.</p> | <p>76. Allgemein in Industrie und Haushalt verwendete Farben haben einen durchschnittlichen Lösungsmittelgehalt von rund 25–60 v. H. Für die meisten Verwendungszwecke stehen lösungsmittelarme oder -freie Alternativen zur Verfügung oder werden gegenwärtig entwickelt:</p> <p>a) Farben für den Einsatz in der Konsumgüterindustrie:</p> <p style="padding-left: 20px;">Pulverlacke<br/>= 0 v. H. VOC-Gehalt des Produkts</p> <p style="padding-left: 20px;">wäßrige Farben<br/>= 10 v. H. VOC-Gehalt des Produkts</p> <p style="padding-left: 20px;">lösungsmittelarme Farben<br/>= 15 v. H. VOC-Gehalt des Produkts</p> <p>b) Farben für Haushaltszwecke:</p> <p style="padding-left: 20px;">wäßrige Farben<br/>= 10 v. H. VOC-Gehalt des Produkts</p> <p style="padding-left: 20px;">lösungsmittelarme Farben<br/>= 15 v. H. VOC-Gehalt des Produkts</p> <p>Die Umstellung auf alternative Farben wird voraussichtlich eine Gesamtverringerung der VOC-Emissionen von rund 45–60 v. H. ergeben.</p> |

77. Most adhesive products are used in industry, while domestic uses account for less than 10%. About 25% of the adhesives in use contain VOC solvents. For these adhesives, the solvent content varies widely and may constitute half the weight of the product. For several application areas, low-solvent/solvent-free alternatives are available. This source category therefore offers a high reduction potential.
78. Ink is mainly used for industrial printing processes, with solvent contents differing widely, up to 95%. For most printing processes, low-solvent inks are available or under development in particular for printing on paper (see para. 28).
79. About 40 to 60% of VOC emissions from consumer products (including office products and those used in car maintenance) are from aerosols. There are three basic ways of reducing VOC emissions from consumer products:
- (a) Substitution of propellants and the use of mechanical pumps;
  - (b) Reformulation;
  - (c) Change of packaging.
80. The potential reduction of VOC emissions from consumer products is estimated to be 50%.
77. La plupart des produits adhésifs sont utilisés dans l'industrie, tandis que les usages domestiques représentent moins de 10 %. Environ 25 % des adhésifs utilisés contiennent des solvants renfermant des COV. La teneur en solvant de ces adhésifs est très variable et peut atteindre la moitié du poids du produit. Dans plusieurs domaines d'application, il existe des produits de remplacement contenant peu ou pas du tout de solvant. Cette catégorie de source offre donc un potentiel de réduction élevé.
78. L'encre est principalement utilisée dans les procédés d'impression industrielle, avec des teneurs en solvant très variables, pouvant aller jusqu'à 95 %. Pour la plupart des procédés d'impression, des encres à faible teneur en solvant existent ou sont en cours de mise au point, en particulier pour l'impression sur papier (voir par. 28).
79. Environ 40 à 60 % des émissions de COV provenant de produits de consommation (y compris les produits de bureau et les produits utilisés pour l'entretien des véhicules automobiles) proviennent d'aérosols. Il y a trois moyens essentiels de réduire les émissions de COV provenant de produits de consommation:
- a) Remplacement des gaz propulseurs et utilisation de pompes mécaniques;
  - b) Reformulation;
  - c) Modification du conditionnement.
80. Le potentiel de réduction des émissions de COV provenant des produits de consommation est évalué à 50 %.
77. Die meisten Klebstoffe werden in der Industrie eingesetzt, während die Verwendung im Haushalt weniger als 10 v. H. ausmacht. Rund 25 v. H. der gebräuchlichen Klebstoffe enthalten VOC-Lösungsmittel. Bei diesen Klebstoffen variiert der Lösungsmittelgehalt stark und kann die Hälfte des Gewichts des Produkts ausmachen. In mehreren Anwendungsbereichen stehen lösungsmittelarme/-freie Alternativen zur Verfügung. In dieser Kategorie von Quellen ist deshalb ein hohes Verringerungspotential vorhanden.
78. Tinte wird hauptsächlich für industrielle Druckvorgänge eingesetzt, wobei der Lösungsmittelgehalt stark variiert, bis zu 95 v. H. Für die meisten Druckvorgänge, insbesondere für Drucken auf Papier (vgl. Absatz 28), stehen lösungsmittelarme Tinten zur Verfügung oder werden gegenwärtig entwickelt.
79. Rund 40–60 v. H. der VOC-Emissionen aus Verbrauchsgütern (einschließlich Büromaterial und Autopflegeprodukten) stammen aus Aerosolen. Es gibt drei grundlegende Möglichkeiten zur Verringerung der VOC-Emissionen aus Verbrauchsgütern:
- a) Ersatz der Treibgase und Verwendung mechanischer Pumpen;
  - b) Änderung der Produktzusammensetzung;
  - c) Änderung der Verpackung.
80. Das Verringerungspotential der VOC-Emissionen aus Verbrauchsgütern wird auf 50 v. H. geschätzt.

## Anhang III

Maßnahmen zur Bekämpfung der Emissionen  
flüchtiger organischer Verbindungen (VOCs) aus Straßenkraftfahrzeugen

## Annexe III

Mesures de réduction des émissions  
de composés organiques volatils (COV) provenant de véhicules routiers à moteur

## Annex III

Control measures for emissions  
of volatile organic compounds (VOCs) from on-road motor vehicles

## Introduction

1. This annex is based on information on emission control performance and costs contained in official documentation of the Executive Body and its subsidiary bodies; in the report on Volatile Organic Compounds from On-road Vehicles: Sources and Control Options, prepared for the Working Group on Volatile Organic Compounds; in documentation of the Inland Transport Committee of the Economic Commission for Europe (ECE) and its subsidiary bodies (in particular, documents TRANS/SC1/WP.29/R.242, 486 and 506); and on supplementary information provided by governmentally designated experts.
2. The regular elaboration and amendment of this annex will be necessary in the light of continuously expanding experience with new vehicles incorporating low-emission technology and the development of alternative fuels, as well as with retrofitting and other strategies for existing vehicles. The annex cannot be an exhaustive statement of technical options; its aim is to provide guidance to Parties in identifying economically feasible technologies for fulfilling their obligations under the Protocol. Until other data become available, this annex concentrates on on-road vehicles only.

## I. Major sources of VOC emissions from motor vehicles

3. Sources of VOC emissions from motor vehicles have been divided into:
  - (a) tailpipe emissions;
  - (b) evaporative and refuelling emissions; and
  - (c) crankcase emissions.

## Introduction

1. La présente annexe se fonde sur des informations concernant les résultats et les coûts des mesures de réduction des émissions qui figurent dans la documentation officielle de l'Organe exécutif et de ses organes subsidiaires; le rapport intitulé «Les composés organiques volatils provenant de véhicules routiers: sources et options en matière de réduction» établi pour le Groupe de travail des composés organiques volatils; la documentation du Comité des transports intérieurs de la Commission Economique pour l'Europe (CEE) et de ses organes subsidiaires (en particulier les documents TRANS/SC1/WP.29/R.242, 486 et 506); et également sur des renseignements complémentaires communiqués par des experts désignés par les gouvernements.
2. Il sera nécessaire de compléter et de modifier périodiquement la présente annexe en fonction de l'expérience progressivement acquise avec les véhicules nouveaux équipés de dispositifs à faible taux d'émission et la mise au point de carburants de substitution, ainsi qu'avec l'adaptation des véhicules existants et l'application d'autres stratégies à ces véhicules. Cette annexe ne saurait être un exposé exhaustif de toutes les options techniques; elle a pour but d'aider les Parties à recenser les techniques économiquement réalisables en vue de s'acquitter de leurs obligations découlant du Protocole. Jusqu'à ce que d'autres données soient disponibles, elle porte uniquement sur les véhicules routiers.

## I. Principales sources d'émissions de COV provenant des véhicules routiers à moteur

3. Les sources d'émissions de COV provenant de véhicules à moteur sont les suivantes: a) émissions provenant du tuyau d'échappement; b) émissions par évaporation et lors du ravitaillement en carburant; c) émissions provenant du carter.

## Einleitung

1. Dieser Anhang beruht auf Angaben über die Ergebnisse und Kosten der Maßnahmen zur Emissionsbekämpfung, die in den offiziellen Unterlagen des Exekutivorgans und seiner Nebenorgane, in dem für die Arbeitsgruppe über flüchtige organische Verbindungen ausgearbeiteten Bericht „Flüchtige organische Verbindungen aus Straßenfahrzeugen – Quellen und Verringerungsmöglichkeiten“ und in den Unterlagen des ECE-Binnenverkehrsausschusses und seiner Nebenorgane (insbesondere den Dokumenten TRANS/SC1/WP.29/R.242, 486 und 506) enthalten sind, sowie auf zusätzlichen Angaben, die von den durch die Regierungen bestellten Sachverständigen zur Verfügung gestellt wurden.
2. Da sich fortlaufend neue Erfahrungen mit neuen Fahrzeugen, die mit emissionsarmer Technologie ausgestattet sind, und mit der Entwicklung alternativer Treibstoffe sowie mit der Nachrüstung und anderen Strategien für vorhandene Fahrzeuge ergeben, wird es notwendig sein, diesen Anhang in regelmäßigen Abständen zu überarbeiten und zu ändern. Der Anhang kann keine erschöpfende Auskunft über technische Möglichkeiten geben; er soll den Vertragsparteien vielmehr eine Orientierungshilfe bei der Erkennung wirtschaftlich vertretbarer Technologien geben, damit sie ihre Verpflichtungen aus dem Protokoll erfüllen können. Bis andere Angaben verfügbar werden, wird in diesem Anhang nur auf Straßenfahrzeuge eingegangen.

## I. Hauptquellen von VOC-Emissionen aus Kraftfahrzeugen

3. Die Quellen von VOC-Emissionen aus Kraftfahrzeugen wurden unterteilt in
  - a) Auspuffemissionen,
  - b) Verdampfungs- und Betankungsemissionen und
  - c) Emissionen aus dem Motorgehäuse.

4. Road transport (excluding petrol distribution) is a major source of anthropogenic VOC emissions in most ECE countries and contributes between 30 and 45% of total man-made VOC emissions in the ECE region as a whole. By far the largest source of road transport VOC emissions is the petrol-fuelled vehicle which accounts for 90% of total traffic emissions of VOCs (of which 30 to 50% are evaporative emissions). Evaporative and refuelling emissions result primarily from petrol use, and are considered very low in the case of diesel fuels.

## II. General aspects of control technologies for VOC emissions from on-road motor vehicles

5. The motor vehicles considered in this annex are passenger cars, light-duty trucks, on-road heavy-duty vehicles, motor cycles and mopeds.

6. While this annex deals with both new and in-use vehicles, it is primarily focused on VOC-emission control for new vehicle types.

7. This annex also provides guidance on the influence of changes in petrol properties on evaporative VOC emissions. Fuel substitution (e. g. natural gas, liquefied petroleum gas (LPG), methanol) can also provide VOC-emission reductions but this is not considered in this annex.

8. Cost figures for the various technologies given are manufacturing cost estimates rather than retail prices.

9. It is important to ensure that vehicle designs are capable of meeting emission standards in service. This can be done through ensuring conformity of production, full useful-life durability, warranty of emission-control components, and recall of defective vehicles. For in-use vehicles, continued emission-control performance can also be ensured by an effective inspection and maintenance programme, and measures against tampering and misfuelling.

4. Les transports routiers (à l'exclusion de la distribution de l'essence) sont l'une des principales sources d'émissions anthropiques de COV dans la plupart des pays de la CEE, leur apport représentant de 30 à 45 % du total des émissions de COV dues à l'activité humaine dans l'ensemble de la région de la CEE. Le véhicule fonctionnant à l'essence est de loin la source la plus importante des émissions de COV provenant des transports routiers; il représente 90 % du total des émissions de COV dues à la circulation (dont 30 à 50 % sont des émissions par évaporation). Les émissions par évaporation et les émissions lors du ravitaillement en carburant résultent surtout de l'emploi de l'essence et sont tenues pour négligeables dans le cas des carburants diesel.

## II. Aspects généraux des techniques de réduction des émissions de COV provenant des véhicules routiers à moteur

5. Les véhicules à moteur dont il est question dans la présente annexe sont les voitures particulières, les camionnettes, les véhicules routiers lourds, les motocycles et les cyclomoteurs.

6. Bien que la présente annexe traite aussi bien de véhicules neufs que de véhicules en cours d'utilisation, elle est surtout axée sur la réduction des émissions de COV provenant des types de véhicules neufs.

7. La présente annexe fournit aussi des orientations sur la façon dont les modifications des caractéristiques de l'essence influent sur les émissions de COV par évaporation. Le remplacement du carburant (par exemple par du gaz naturel, du gaz de pétrole liquéfié (GPL) ou du méthanol) permet aussi de réduire les émissions de COV, mais cette possibilité n'est pas examinée dans la présente annexe.

8. Les chiffres relatifs au coût des diverses techniques indiquées sont des évaluations du coût de fabrication plutôt que des prix de détail.

9. Il importe de veiller à ce que la conception des véhicules puisse répondre aux normes en vigueur pour les émissions. Cela peut se faire en assurant la conformité de la production, la durabilité pendant toute la période d'utilisation, la garantie des équipements servant à réduire les émissions et le rappel des véhicules défectueux. Pour les véhicules en cours d'utilisation, le maintien des résultats en matière de réduction des émissions peut aussi être assuré par un programme efficace d'inspection et d'entretien et par des mesures visant à empêcher les manipulations frauduleuses et l'emploi de carburants défectueux.

4. Der Straßenverkehr (ohne Berücksichtigung der Benzinverteilung) ist eine der Hauptquellen anthropogener VOC-Emissionen in den meisten ECE-Ländern; sein Anteil an den gesamten vom Menschen verursachten VOC-Emissionen in der ECE-Region insgesamt beträgt zwischen 30 und 45 v. H. Bei weitem die größte Quelle von VOC-Emissionen im Straßenverkehr ist das benzinbetriebene Fahrzeug, auf das 90 v. H. aller durch den Verkehr verursachten VOC-Emissionen entfallen (von denen 30 bis 50 v. H. Verdampfungsemissionen sind). Verdampfungs- und Betankungsemissionen ergeben sich in erster Linie aus der Verwendung von Benzin; im Fall des Dieseltreibstoffs werden sie als sehr gering angesehen.

## II. Allgemeine Aspekte der Technologien zur Bekämpfung von VOC-Emissionen aus Straßenkraftfahrzeugen

5. Die in diesem Anhang untersuchten Kraftfahrzeuge sind Personenkraftwagen, Kleinlastwagen, schwere Straßennutzfahrzeuge, Motorräder und Mopeds.

6. Obwohl sich dieser Anhang sowohl mit neuen als auch mit bereits im Einsatz befindlichen Fahrzeugen befaßt, gilt das Hauptaugenmerk der Bekämpfung von VOC-Emissionen aus neuen Fahrzeugtypen.

7. Dieser Anhang enthält auch orientierende Informationen über den Einfluß von Änderungen in den Benzineigenschaften auf die VOC-Verdampfungsemissionen. Der Ersatz durch andere Treibstoffe (z. B. Erdgas, Flüssiggas [LPG], Methanol) kann ebenfalls zur Verringerung der VOC-Emissionen führen, aber diese Möglichkeit wird in diesem Anhang nicht behandelt.

8. Die hier angegebenen Kosten für die verschiedenen Technologien sind eher geschätzte Herstellungskosten als Einzelhandelspreise.

9. Es ist wichtig, sicherzustellen, daß die Fahrzeuge ihrer Konstruktion nach die Emissionsgrenzwerte auch im Betrieb einhalten können. Dies kann dadurch geschehen, daß die Gleichförmigkeit der Produktion, die Haltbarkeit während der gesamten Lebensdauer, die Übernahme einer Garantie für die emissionsbegrenzenden Bauteile und der Rückruf mangelhafter Fahrzeuge gewährleistet werden. Für Fahrzeuge, die bereits in Gebrauch sind, kann eine kontinuierliche Einhaltung der Emissionsgrenzwerte auch durch ein wirksames Inspektions- und Wartungsprogramm und durch Maßnahmen gegen Manipulationen und falsches Tanken gewährleistet werden.

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>10. Emissions from in-use vehicles can be reduced through programmes such as fuel volatility controls, economic incentives to encourage the accelerated introduction of desirable technology, low-level oxygenated fuel blends, and retrofitting. Fuel volatility control is the single most effective measure that can be taken to reduce VOC emissions from in-use motor vehicles.</p>                                                                                    | <p>10. Il est possible de réduire les émissions provenant des véhicules en cours d'utilisation grâce à des programmes prévoyant par exemple de réduire l'évaporation des carburants, des incitations économiques en vue d'encourager l'introduction accélérée des techniques souhaitables, l'emploi de carburants faiblement oxygénés (pour les moteurs à mélange riche) et des mesures d'adaptation. La réduction de l'évaporation des carburants est à elle seule la plus efficace des mesures qui puissent être prises pour réduire les émissions de COV provenant des véhicules en cours d'utilisation.</p>                            | <p>10. Emissionen aus Fahrzeugen, die bereits in Gebrauch sind, können durch Programme wie Verringerung der Treibstoffflüchtigkeit, wirtschaftliche Anreize zur Förderung der beschleunigten Einführung der gewünschten Technologie, nur gering mit Sauerstoff angereicherte Treibstoffgemische sowie Nachrüstung verringert werden. Die Verringerung der Treibstoffflüchtigkeit ist die wirksamste Einzelmaßnahme zur Verringerung von VOC-Emissionen aus Fahrzeugen, die bereits in Gebrauch sind.</p>                                                                                                                                                                      |
| <p>11. Technologies that incorporate catalytic converters require the use of unleaded fuel. Unleaded petrol should therefore be generally available.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>11. Les techniques faisant intervenir des pots catalytiques nécessitent l'emploi de carburant sans plomb. Il faut donc veiller à ce que l'essence sans plomb soit disponible partout.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>11. Technologien, die den Einsatz von Katalysatoren vorsehen, erfordern die Verwendung unverbleiten Treibstoffs. Aus diesem Grund sollte unverbleitetes Benzin überall verfügbar sein.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>12. Measures to reduce VOC and other emissions by the management of urban and long-distance traffic, though not elaborated in this annex, are important as an efficient additional approach to reducing VOC emissions. Key measures for traffic management aim at improving the modal split through tactical, structural, financial and restrictive elements.</p>                                                                                                           | <p>12. Bien qu'elles ne soient pas examinées en détail dans la présente annexe, les mesures visant à réduire les émissions de COV et autres par l'aménagement de la circulation urbaine ou à longue distance constituent un moyen supplémentaire efficace à cet effet. Les principales mesures d'aménagement de la circulation ont pour but d'améliorer la répartition modale par des dispositions tactiques, structurelles, financières et restrictives.</p>                                                                                                                                                                              | <p>12. Maßnahmen zur Verringerung von VOC- und anderen Emissionen durch die Beeinflussung des innerstädtischen und des Fernverkehrs sind als wirksames zusätzliches Mittel zur Verringerung von VOC-Emissionen wichtig, auch wenn in diesem Anhang nicht näher auf sie eingegangen wird. Die wichtigsten verkehrsbeeinflussenden Maßnahmen haben die Verbesserung der Aufteilung auf die verschiedenen Verkehrsarten durch taktische, strukturelle, finanzielle und restriktive Mittel zum Ziel.</p>                                                                                                                                                                          |
| <p>13. VOC emissions from uncontrolled motor vehicles contain significant levels of toxic compounds, some of which are known carcinogens. The application of VOC reduction technologies (tailpipe, evaporative, refuelling and crankcase) reduces these toxic emissions in generally the same proportion as the VOC reductions achieved. The level of toxic emissions can also be reduced by modifying certain fuel parameters (e. g., reducing benzene levels in petrol).</p> | <p>13. Les émissions de COV provenant de véhicules à moteur n'ayant fait l'objet d'aucune mesure de réduction ont une teneur non négligeable en composés toxiques, dont certains sont notoirement cancérogènes. L'application de techniques de réduction des émissions de COV (émissions à l'échappement, par évaporation, lors du ravitaillement en carburant ou provenant du carter) diminue ces émissions toxiques en général dans la même proportion que pour les COV. On peut également réduire les émissions toxiques en modifiant certains paramètres du carburant, par exemple en réduisant la teneur en benzène de l'essence.</p> | <p>13. VOC-Emissionen aus Kraftfahrzeugen, die keiner Maßnahme zur Emissionsbegrenzung unterliegen, enthalten beträchtliche Mengen toxischer Verbindungen, von denen einige bekanntermaßen karzinogen wirken. Durch die Anwendung von Technologien zur Verringerung der VOC-Emissionen (Auspuff-, Verdampfungs- und Betankungsemissionen sowie Emissionen aus dem Motorgehäuse) werden diese toxischen Emissionen im großen und ganzen in demselben Maß verringert wie die VOC-Emissionen. Das Niveau der toxischen Emissionen kann auch dadurch herabgesetzt werden, daß bestimmte Treibstoffparameter geändert werden (z. B. Verringerung des Benzolanteils im Benzin).</p> |
| <p><b>III. Control technologies for tailpipe emissions</b></p> <p>(a) Petrol-fuelled passenger cars and light-duty trucks</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p><b>III. Techniques de réduction pour les émissions à l'échappement</b></p> <p>a) Voitures particulières et camionnettes à moteur à essence</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p><b>III. Technologien zur Bekämpfung der Auspuffemissionen</b></p> <p>a) Benzinbetriebene Personenwagen und Kleinlastwagen</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p>14. The main technologies for controlling VOC emissions are listed in table 1.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>14. Le tableau 1 énumère les principales techniques de réduction des émissions de COV.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>14. Die wichtigsten Technologien zur Bekämpfung der VOC-Emissionen sind in Tabelle 1 aufgeführt.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>15. The basis for comparison in table 1 is technology option B, representing non-catalytic technology designed in response to the requirements of the United States for 1973/1974 or of ECE regulation 15-04 pursuant to the 1958 Agreement concerning the Adoption of Uniform Conditions of Approval and</p>                                                                                                                                                               | <p>15. La base de comparaison dans le tableau 1 est l'option technique B qui représente une technologie non catalytique conçue pour répondre aux prescriptions adoptées aux Etats-Unis en 1973/1974 ou au règlement 15-04 de la CEE conformément à l'Accord de 1958 concernant l'adoption de condi-</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>15. Vergleichsgrundlage in Tabelle 1 ist die Technologieoption B, die eine Technologie ohne Verwendung von Katalysatoren darstellt, welche aufgrund der Vorschriften der Vereinigten Staaten für 1973/1974 bzw. der ECE-Regelung 15-04 in Übereinstimmung mit dem Übereinkommen von 1958</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

Reciprocal Recognition of Approval for Motor Vehicles Equipment and Parts. The table also presents achievable emission levels for open- and closed-loop catalytic control as well as their cost implications.

tions uniformes d'homologation et la reconnaissance réciproque de l'homologation des équipements et pièces de véhicules à moteur. Le tableau présente aussi les taux d'émission réalisables avec des pots catalytiques en boucle ouverte ou fermée ainsi que leurs incidences du point de vue du coût.

über die Annahme einheitlicher Bedingungen für die Genehmigung der Ausstattungsgegenstände und Teile von Kraftfahrzeugen und über die gegenseitige Anerkennung der Genehmigung konzipiert wurde. In der Tabelle sind auch die erreichbaren Emissionswerte für geregelte und ungeregelte Katalysatoren sowie deren Auswirkungen auf die Kosten angegeben.

16. The "uncontrolled" level (A) in table 1 refers to the 1970 situation in the ECE region, but may still prevail in certain areas.
16. Le taux «sans réduction des émissions» (A) dans le tableau 1 s'applique à la situation en 1970 dans la région de la CEE, mais il se peut qu'il soit encore valable dans certaines zones.
16. Die Werte „ohne Emissionsverringerrung“ unter Buchstabe A in Tabelle 1 beziehen sich auf die Lage in der ECE-Region im Jahr 1970, können aber in bestimmten Gebieten auch heute noch zutreffen.
17. The emission level in table 1 reflects emissions measured using standard test procedures. Emissions from vehicles on the road may differ significantly because of the effect, *inter alia*, of ambient temperature, operating conditions, fuel properties, and maintenance. However, the reduction potential indicated in table 1 is considered representative of reductions achievable in use.
17. Le taux d'émission du tableau 1 reflète les émissions mesurées selon des méthodes d'épreuve normalisées. Les émissions provenant des véhicules sur la route peuvent être nettement différentes sous l'effet notamment de la température ambiante, des conditions d'exploitation, des caractéristiques du carburant et de l'entretien. Néanmoins, le potentiel de réduction indiqué au tableau 1 est considéré comme représentatif des réductions réalisables.
17. Die Emissionswerte in Tabelle 1 geben Emissionen an, die mit Standardtestverfahren gemessen wurden. Emissionen aus Fahrzeugen auf der Straße können erhebliche Abweichungen aufweisen, unter anderem aufgrund der Umgebungstemperatur, der Betriebsbedingungen, der Teilstoffeigenschaften und der Wartung der Fahrzeuge. Das in Tabelle 1 angegebene Verringerungspotential wird jedoch als repräsentativ für die im Betrieb erreichbaren Verringerungen angesehen.
18. The best currently available technology is option D. This technology achieves large reductions of VOC, CO and NO<sub>x</sub> emissions.
18. La meilleure technologie actuellement disponible est l'option D, qui permet de réduire considérablement les émissions de COV, de CO et de NO<sub>x</sub>.
18. Die beste gegenwärtig verfügbare Technologie ist in Option D enthalten. Durch diese Technologie wird eine starke Verringerung der VOC-, CO- und NO<sub>x</sub>-Emissionen erreicht.
19. In response to regulatory programmes for further VOC emission reductions (e.g. in Canada and the United States), advanced closed-loop three-way catalytic converters are being developed (option E). These improvements will focus on more powerful engine-management controls, improved catalysts, on-board diagnostic systems (OBD) and other advances. These systems will become best available technology by the mid-1990s.
19. Pour se conformer aux programmes de réglementation prévoyant de nouvelles réductions des émissions de COV (par exemple au Canada et aux Etats-Unis), des pots catalytiques perfectionnés à trois voies et en boucle fermée sont en cours de mise au point (option E). Ces améliorations mettront l'accent sur des systèmes plus performants de gestion du moteur, de meilleurs catalyseurs, des systèmes de diagnostic embarqués et d'autres perfectionnements. Ces systèmes deviendront les meilleures techniques disponibles d'ici le milieu des années 90.
19. Aufgrund der Reglementierungsprogramme zur weiteren Verringerung der VOC-Emissionen (z. B. in Kanada und den Vereinigten Staaten) werden verfeinerte geregelte Dreiwegekatalysatoren entwickelt (Option E). Diese Verbesserungen konzentrieren sich auf leistungsfähigere Motorbetriebsysteme, verbesserte Katalysatoren, Diagnosesysteme im Fahrzeug und andere Entwicklungen. Diese Systeme werden Mitte der neunziger Jahre die beste verfügbare Technologie darstellen.
20. A special category are two-stroke engine cars which are used in parts of Europe; these cars currently have very high VOC emissions. Hydrocarbon emissions from two-stroke engines are typically between 45.0 and 75.0 grams per test, according to the European driving cycle. Attempts are under way to apply engine modifications and catalytic after-treatment to this type of engine. Data are needed on the reduction potentials and durability of these solutions. Furthermore, different two-stroke engine designs are currently being developed that have the potential for lower emissions.
20. Les véhicules équipés d'un moteur à deux temps, qui sont actuellement utilisés dans certaines parties de l'Europe, constituent une catégorie à part; ces véhicules ont actuellement des émissions de COV très élevées. Les émissions d'hydrocarbures des moteurs à deux temps sont généralement comprises entre 45,0 et 73,7 grammes par essai, selon le cycle de conduite européen. On s'efforce actuellement de modifier le moteur et de le doter d'un dispositif à pot catalytique. Il est nécessaire d'obtenir des données sur les potentiels de réduction et la durabilité de ces solutions. De plus, divers types de moteurs à deux temps susceptibles d'avoir de faibles émissions sont actuellement mis au point.
20. Eine besondere Kategorie bilden die Fahrzeuge mit Zweitaktmotoren, die in einigen Teilen Europas verwendet werden; diese Fahrzeuge verursachen gegenwärtig sehr hohe VOC-Emissionen. Die Kohlenwasserstoffemissionen aus Zweitaktmotoren liegen nach dem europäischen Fahrzyklus in der Regel zwischen 45,0 und 75,0 Gramm je Test. Gegenwärtig werden Versuche unternommen, diesen Motor zu ändern und mit einem Katalysator auszustatten. In bezug auf das Verringerungspotential und die Dauerhaltbarkeit dieser Lösungen müssen noch Daten gewonnen werden. Außerdem werden gegenwärtig verschiedene Typen von Zweitaktmotoren entwickelt, die einen geringeren Emissionsausstoß haben.

Table 1

Tailpipe emission control technologies for petrol-fuelled passenger cars and light-duty trucks

| Technology option                                                                              | Emission level (%) |          | Cost*) (\$US) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------|---------------|
|                                                                                                | 4-stroke           | 2-stroke |               |
| A. Uncontrolled situation                                                                      | 400                | 900      | —             |
| B. Engine modifications<br>(engine design, carburetion and ignition systems,<br>air injection) | 100<br>(1.8 g/km)  | —        | **)           |
| C. Open-loop catalyst                                                                          | 50                 | —        | 150–200       |
| D. Closed-loop three-way catalyst                                                              | 10–30              | —        | 250–450***)   |
| E. Advanced closed-loop three-way catalyst                                                     | 6                  | —        | 350–600***)   |

\*) Additional production-cost estimates per vehicle, relative to technology option B.

\*\*) Costs for engine modifications from options A to B are estimated at \$US 40–100.

\*\*\*) Under technology options D and E, CO and NO<sub>x</sub> emissions are also substantially reduced, in addition to VOC reductions. Technology options B and C can also result in some CO and/or NO<sub>x</sub> control.

Tableau 1

Techniques de réduction des émissions à l'échappement pour les voitures particulières et les camionnettes à moteur à essence

| Option technique                                                                                                | Taux d'émission (%) |         | Coût (dollars E.-U.)*) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------|------------------------|
|                                                                                                                 | 4 temps             | 2 temps |                        |
| A. Situation sans réduction des émissions                                                                       | 400                 | 900     | —                      |
| B. Modifications du moteur<br>(conception du moteur, systèmes de carburation<br>et d'allumage, injection d'air) | 100<br>(1.8 g/km)   | —       | **)                    |
| C. Pot catalytique en boucle ouverte                                                                            | 50                  | —       | 150–200                |
| D. Pot catalytique à trois voies et en boucle fermée                                                            | 10–30               | —       | 250–450***)            |
| E. Pot catalytique perfectionné à trois voies et en boucle fermée                                               | 6                   | —       | 350–600***)            |

\*) Estimations du coût de production supplémentaire par véhicule par rapport à l'option technique B.

\*\*) Le coût de modification du moteur pour passer de l'option A à l'option B est estimé à 40–100 dollars E.-U.

\*\*\*) Avec les options techniques D et E, on peut aussi réduire notablement les émissions de CO et de NO<sub>x</sub> (en plus des émissions de COV). Les options B et C peuvent également autoriser une certaine réduction des émissions de CO ou de NO<sub>x</sub>.

Tabelle 1

Technologien zur Bekämpfung von Auspuffemissionen für benzinbetriebene Personenwagen und Kleinlastwagen

| Technologieoption                                                                            | Emissionswerte (v. H.) |                      | Kosten*) (US-\$) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------|------------------|
|                                                                                              | Viertakt-<br>motoren   | Zweitakt-<br>motoren |                  |
| A. Zustand ohne Emissionsverringern                                                          | 400                    | 900                  | —                |
| B. Änderungen des Motors (Motorkonstruktion,<br>Verbrennungs- und Zündsysteme, Luftpfeidung) | 100<br>(1,8 g/km)      | —                    | **)              |
| C. Ungeregelter Katalysator                                                                  | 50                     | —                    | 150–200          |
| D. Geregelter Dreiwegekatalysator                                                            | 10–30                  | —                    | 250–450***)      |
| E. Verfeinerter geregelter Dreiwegekatalysator                                               | 6                      | —                    | 350–600***)      |

\*) Schätzungen der zusätzlichen Produktionskosten je Fahrzeug in bezug auf die Technologieoption B.

\*\*) Kosten für die Motoränderungen von Option A nach B werden auf 40 bis 100 US-\$ geschätzt.

\*\*\*) Mit den Technologieoptionen D und E werden zusätzlich zu den VOC-Emissionen auch die CO- und NO<sub>x</sub>-Emissionen verringert. Die Technologieoptionen B und C können auch zu einer gewissen Verringerung der CO- und/oder NO<sub>x</sub>-Werte führen.

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>b) Diesel-fuelled passenger cars and trucks</p> <p>21. Diesel-fuelled passenger cars and light-duty trucks have very low VOC emissions, generally lower than those resulting from closed-loop catalytic control on petrol-fuelled cars. However, their emissions of particulates and NO<sub>x</sub> are higher.</p> <p>22. No ECE country currently has rigorous tailpipe VOC control programmes for heavy-duty diesel-fuelled vehicles, because of their generally low VOC emission rates. However, many countries have diesel particulate control programmes, and the technology that is employed to control particulates (e. g., combustion chamber and injection system improvements) has the net end result of lowering VOC emissions as well.</p> <p>23. Tailpipe VOC emission rates from heavy-duty diesel-fuelled vehicles are expected to be reduced by two thirds as the result of a vigorous particulate control programme.</p> <p>24. VOC species emitted from diesel-fuelled engines are different from those emitted by petrol-fuelled engines.</p> <p>(c) Motor cycles and mopeds</p> <p>25. VOC emission control technologies for motor cycles are summarized in table 2. Current ECE regulations (R.40) can normally be met without requiring reduction technologies. The future standards of Austria and Switzerland may require oxidizing catalytic converters for two-stroke engines in particular.</p> <p>26. For two-stroke mopeds with small oxidizing catalytic converters, a VOC-emission reduction of 90% is achievable, at additional production costs of \$US 30-50. In Austria and Switzerland, standards requiring this technology are already in force.</p> | <p>b) Voitures particulières et camions à moteur diesel</p> <p>21. Les émissions de COV provenant des voitures particulières et des camionnettes à moteur diesel sont très faibles, généralement inférieures à celles des véhicules fonctionnant à l'essence équipés d'un pot catalytique en boucle fermée. En revanche, les émissions de particules et de NO<sub>x</sub> sont plus élevées.</p> <p>22. Aucun pays de la CEE n'a actuellement de programme strict de réduction des COV provenant de l'échappement des poids lourds à moteur diesel parce que leurs taux d'émission de COV sont généralement bas. Cependant, de nombreux pays ont adopté des programmes de réduction des émissions de particules provenant du carburant diesel et la technique appliquée à cet effet (par exemple l'amélioration de la chambre de combustion ou du système d'injection) a pour résultat final net d'abaisser aussi les émissions de COV.</p> <p>23. On estime que les taux d'émission de COV provenant de l'échappement des poids lourds à moteur diesel seront réduits des deux tiers si l'on applique un programme énergique de réduction des émissions de particules.</p> <p>24. Les COV émis par les moteurs diesel sont différents de ceux provenant des moteurs à essence.</p> <p>c) Motocycles et cyclomoteurs</p> <p>25. Le tableau 2 récapitule les techniques de réduction des émissions de COV provenant des motocycles. Il est normalement possible de satisfaire aux prescriptions du règlement de la CEE en vigueur (R. 40) sans appliquer de techniques de réduction. Les futures normes autrichiennes et suisses nécessiteront peut-être des pots catalytiques oxydants en particulier pour les moteurs à deux temps.</p> <p>26. Sur les cyclomoteurs à deux temps équipés d'un petit pot catalytique oxydant, il est possible de réduire les émissions de COV de 90 % moyennant un coût de production supplémentaire de 30 à 50 dollars E.-U. En Autriche et en Suisse les normes en vigueur exigent déjà l'application de cette technique.</p> | <p>b) Dieseltreibene Personenwagen und Lastkraftwagen</p> <p>21. Dieseltreibene Personenwagen und Kleinlastwagen verursachen sehr geringe VOC-Emissionen, im allgemeinen weniger als benzinbetriebene Fahrzeuge mit geregelter Katalysator. Allerdings sind ihre Partikel- und NO<sub>x</sub>-Emissionen höher.</p> <p>22. Aufgrund ihrer allgemein niedrigen VOC-Emissionswerte werden gegenwärtig für dieseltreibende schwere Nutzfahrzeuge in keinem ECE-Land strenge Programme zur Bekämpfung von VOC-Auspuffemissionen durchgeführt. In vielen Ländern gibt es jedoch Programme zur Bekämpfung der Partikelemissionen aus Dieselfahrzeugen, und diese für die Bekämpfung der Partikelemissionen eingesetzte Technologie (z. B. Verbesserungen der Verbrennungskammer und des Einspritzsystems) führt letztlich auch zu einer Verminderung der VOC-Emissionen.</p> <p>23. Die Werte für VOC-Auspuffemissionen bei dieseltreibenden schweren Nutzfahrzeugen werden infolge eines strengen Programms zur Bekämpfung der Partikelemissionen voraussichtlich um zwei Drittel gesenkt werden.</p> <p>24. Die VOC-Emissionen aus Dieselmotoren unterscheiden sich von denen aus Benzinmotoren.</p> <p>c) Motorräder und Mopeds</p> <p>25. Die Technologien zur Bekämpfung von VOC-Emissionen bei Motorrädern sind in Tabelle 2 aufgeführt. Die gegenwärtigen ECE-Vorschriften (R.40) können in der Regel eingehalten werden, ohne daß Verringerungstechnologien nötig sind. Aufgrund der zukünftigen österreichischen und schweizerischen Grenzwerte werden möglicherweise Oxidationskatalysatoren insbesondere für Zweitaktmotoren notwendig.</p> <p>26. Bei Zweitaktmopeds mit einem kleinen Oxidationskatalysator läßt sich eine Verringerung der VOC-Emissionen von 90 v. H. bei einem zusätzlichen Produktionskostenaufwand von 30 bis 50 US-\$ erreichen. In Österreich und der Schweiz gelten bereits Grenzwerte, die eine solche Technologie erfordern.</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Table 2  
Tailpipe emission control technologies and performance for motor cycles

| Technology option                               | Emission level (%) |                 | Cost (\$US) *) |
|-------------------------------------------------|--------------------|-----------------|----------------|
|                                                 | 2-stroke           | 4-stroke        |                |
| A. Uncontrolled                                 | 400<br>(9.6 g/km)  | 100<br>(2 g/km) | —              |
| B. Best non-catalyst                            | 200                | 60              | —              |
| C. Oxidizing catalytic converter, secondary air | 30–50              | 20              | 50             |
| D. Closed-loop three-way catalytic converter    | not applicable     | 10**)           | 350            |

\*) Additional production-cost estimates per vehicle.

\*\*) Expected to be available by 1991 for a few specific motor cycle types (prototypes already constructed and tested).

Tableau 2  
Techniques de réduction des émissions à l'échappement et résultats obtenus pour les motocycles

| Option technique                                     | Taux d'émission (%) |                 | Coût (dollars E.-U.) *) |
|------------------------------------------------------|---------------------|-----------------|-------------------------|
|                                                      | 2 temps             | 4 temps         |                         |
| A. Sans réduction des émissions                      | 400<br>(9,6 g/km)   | 100<br>(2 g/km) | —                       |
| B. Meilleur dispositif non catalytique               | 200                 | 60              | —                       |
| C. Pot catalytique oxydant, air secondaire           | 30–50               | 20              | 50                      |
| D. Pot catalytique à trois voies et en boucle fermée | sans objet          | 10**)           | 350                     |

\*) Coût de production supplémentaire par véhicule (chiffre estimatif).

\*\*) Prévu dès 1991 pour quelques types déterminés de motocycles (prototypes déjà construits et soumis à des essais).

Tabelle 2  
Technologien zur Bekämpfung von Auspuffemissionen aus Motorrädern und deren Umsetzung

| Technologieoption                                   | Emissionswerte (v. H.) |                  | Kosten *) (US-\$) |
|-----------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------------|
|                                                     | Zweitakt-motoren       | Viertakt-motoren |                   |
| A. Ohne Emissionsverringerung                       | 400<br>(9,6 g/km)      | 100<br>(2 g/km)  | —                 |
| B. Beste Technologie ohne Einsatz von Katalysatoren | 200                    | 60               | —                 |
| C. Oxidationskatalysator, Zusatzluftzufuhr          | 30–50                  | 20               | 50                |
| D. Geregelter Dreiwegekatalysator                   | nicht<br>anwendbar     | 10**)            | 350               |

\*) Schätzungen der zusätzlichen Produktionskosten je Fahrzeug.

\*\*) Voraussichtlich bis 1991 für einige bestimmte Motorradtypen verfügbar (Prototypen sind bereits gebaut und getestet).

#### IV. Control technologies for evaporative and refuelling emissions

27. Evaporative emissions consist of fuel vapour emitted from the engine and fuel system. They are divided into:

- (a) diurnal emissions, which result from the "breathing" of the fuel tank as it is heated and cooled over the course of a day;
- (b) hot-soak emissions produced by the heat from the engine after it is shut down;
- (c) running losses from the fuel system while the vehicle is in operation; and
- (d) resting losses such as from open-bottom canisters (where used) and from some plastic fuel-system materials which are reportedly subject to permeation losses, in which petrol slowly diffuses through the material.

28. The control technology typically used for evaporative emissions from petrol-fuelled vehicles includes a charcoal canister (and associated plumbing) and a purge system to burn the VOCs in a controlled manner in the engine.

29. Experience with existing evaporative-emission control programmes in the United States indicates that evaporative-emission control systems have not provided the degree of control desired, especially during severe ozone-prone days. This is partly because the volatility of in-use petrol is much higher than that of certification-test petrol. It is also due to an inadequate test procedure that resulted in inadequate control technology. The United States evaporative-emission control programme in the 1990s will emphasize reduced-volatility fuels for use in summer and an improved test procedure to encourage advanced evaporative control systems that will result in the in-use control of the four emission sources mentioned in paragraph 27 above. For countries with high volatility petrol, the single most cost-effective measure to reduce VOC emissions is to reduce volatility of in-use petrol.

#### IV. Techniques de réduction des émissions par évaporation et lors du ravitaillement en carburant

27. Les émissions par évaporation consistent en vapeur de carburant émise à partir du moteur et du circuit d'alimentation. On distingue les émissions suivantes:

- a) les émissions diurnes qui résultent de la «respiration» du réservoir de carburant à mesure qu'il est réchauffé et qu'il se refroidit au cours de la journée;
- b) les émissions par déperdition de la chaleur du moteur après qu'il a été arrêté;
- c) les fuites provenant du circuit d'alimentation pendant que le véhicule est en marche; et
- d) les pertes au repos, par exemple à partir de cartouches filtrantes à fond ouvert (le cas échéant) ou de certaines matières plastiques du circuit d'alimentation qui seraient sujettes à des fuites dues à la perméabilité, l'essence traversant lentement le plastique.

28. La technique la plus souvent utilisée pour réduire les émissions par évaporation provenant des véhicules à moteur à essence fait intervenir une cartouche de charbon actif (avec canalisation connexe) et un système de purge pour réaliser la combustion contrôlée des COV dans le moteur.

29. Il ressort de l'expérience acquise aux Etats-Unis avec les programmes en vigueur que les systèmes de réduction des émissions par évaporation n'ont pas donné les résultats escomptés, surtout pendant les journées à forte concentration en ozone. Cela est dû en partie au fait que la volatilité de l'essence généralement utilisée est beaucoup plus élevée que celle du carburant servant aux épreuves d'homologation, et aussi au fait qu'une méthode d'essai inadéquate a abouti à l'utilisation d'une technique de réduction non satisfaisante. Le programme de réduction des émissions par évaporation que les Etats-Unis mettront en œuvre dans les années 90 insistera sur l'utilisation en été de carburants moins volatils et sur une méthode d'essai améliorée en vue d'encourager des systèmes perfectionnés de réduction des émissions par évaporation qui permettront de réduire en cours d'utilisation les émissions provenant des quatre sources mentionnées plus haut au paragraphe 27. Dans les pays où l'essence disponible est très volatile, la mesure la plus rentable pour réduire les émissions de COV consiste à abaisser la volatilité de l'essence généralement utilisée.

#### IV. Technologien zur Bekämpfung der Verdampfungs- und Betankungs-emissionen

27. Verdampfungsemissionen bestehen aus Treibstoffdämpfen aus dem Motor und dem Treibstoffsystem. Sie zerfallen in

- a) tägliche Emissionen, die sich aus dem „Atmen“ des Treibstofftanks ergeben, wenn dieser im Lauf eines Tages erwärmt wird und sich wieder abkühlt,
- b) Verlustemissionen, die durch die Hitze des Motors nach dem Abstellen verursacht werden,
- c) laufende Verluste aus dem Treibstoffsystem, während das Fahrzeug in Betrieb ist, und
- d) Ruheverluste, z. B. aus unten offenen Kanistern (soweit verwendet) und durch bestimmte für das Treibstoffsystem verwendete Plastikmaterialien, die zu Permeationsverlusten führen, bei denen das Benzin langsam das Material durchdringt.

28. Die üblicherweise zur Verringerung der Verdampfungsemissionen aus benzinbetriebenen Fahrzeugen eingesetzte Technologie umfaßt einen Aktivkohlekanister (mit entsprechenden Anschlüssen) und ein Reinigungssystem, um die flüchtigen organischen Verbindungen geregelt im Motor zu verbrennen.

29. Die in den Vereinigten Staaten gewonnenen Erfahrungen mit derzeitigen Programmen zur Verringerung der Verdampfungsemissionen zeigen, daß die Systeme zur Verringerung dieser Emissionen nicht das gewünschte Maß an Verringerung erbracht haben, insbesondere an stark ozongefährdeten Tagen. Dies ist zum Teil darauf zurückzuführen, daß die Flüchtigkeit des allgemein verwendeten Benzins sehr viel höher ist als die des Benzins, das für Zulassungstests verwendet wird. Der Grund liegt aber auch in einem unzureichenden Testverfahren, das zu unzureichender Verringerungstechnologie geführt hat. Das Programm der Vereinigten Staaten zur Verringerung der Verdampfungsemissionen für die neunziger Jahre legt das Schwerkraft auf Treibstoffe mit verringerter Flüchtigkeit für die Verwendung im Sommer und auf ein verbessertes Testverfahren, um verfeinerte Systeme zur Verringerung der Verdampfungs-emissionen zu fördern und dadurch eine Verringerung der Emissionen aus den vier in Absatz 27 genannten Emissionsquellen herbeizuführen. Für Länder mit hochflüchtigem Benzin ist die kostenwirksamste Einzelmaßnahme die Verringerung der Flüchtigkeit des allgemein verwendeten Benzins.

30. In general, effective evaporative-emission control requires the consideration of:
- (a) control of petrol volatility, adjusted to climatic conditions; and
  - (b) an appropriate test procedure.
31. A list of control options, reduction potentials and cost estimates is given in table 3, with option B as the best available control technology at present. Option C will soon become best available technology and will represent a significant improvement over option B.
32. The fuel economy benefits associated with evaporative-emission controls are estimated at less than 2%. The benefits are due to the higher energy density, and low Reid-vapour-pressure (RVP) of fuel, and to the combustion rather than venting of captured vapours.
33. In principle, emissions that are released during refuelling of vehicles can be recovered by systems installed at petrol stations (Stage II) or by systems on board of vehicles. Controls at petrol stations are a well-established technology, while on-board systems have been demonstrated using several prototypes. The question of in-use safety of on-board vapour recovery systems is presently under study. It may be appropriate to develop safety performance standards in conjunction with on-board vapour recovery systems to assure their safe design. Stage II controls can be implemented more quickly since service stations in a given area can be fitted with these controls. Stage II controls benefit all petrol-fuelled vehicles while on-board systems only benefit new vehicles.
34. While evaporative emissions from motor cycles and mopeds are at present uncontrolled in the ECE region, the same general control technologies as for petrol-fuelled cars can be applied.
30. En règle générale, toute politique efficace de réduction des émissions par évaporation doit prévoir:
- a) une réduction de la volatilité de l'essence, adaptée aux conditions climatiques; et
  - b) une méthode d'épreuve appropriée.
31. Le tableau 3 énumère les options en matière de réduction, les potentiels de réduction et les coûts estimatifs, l'option B représentant la meilleure technique de réduction existant actuellement. L'option C sera bientôt la meilleure technique disponible et représentera une amélioration considérable par rapport à l'option B.
32. On évalue à moins de 2 % les économies de carburant obtenues grâce aux mesures de réduction des émissions par évaporation. Ces économies tiennent à une densité d'énergie plus élevée, à une plus faible pression de vapeur du carburant selon Reid et à la combustion – qui remplace l'évacuation – des vapeurs captées.
33. En principe, les émissions lors du ravitaillement en carburant peuvent être récupérées par des systèmes à la pompe (deuxième phase) ou par des systèmes montés sur le véhicule. Les systèmes de réduction dans les stations de distribution d'essence font appel à une technique déjà bien maîtrisée, tandis que les systèmes embarqués ont fait l'objet d'essais de démonstration sur plusieurs prototypes. La question de la sécurité en cours d'utilisation des systèmes embarqués de récupération de vapeurs est actuellement à l'étude. Il pourrait être opportun de mettre au point des normes fonctionnelles de sécurité en association avec des systèmes embarqués de récupération de vapeurs pour en assurer la sécurité au stade de la conception. Les mesures de réduction de la deuxième phase peuvent être mises en œuvre plus rapidement puisqu'il est possible d'équiper des systèmes correspondants les stations de distribution dans un périmètre donné. Les mesures de réduction de la deuxième phase profitent à tous les véhicules à essence tandis que les systèmes embarqués ne profitent qu'aux nouveaux véhicules.
34. Bien que les émissions par évaporation provenant des motocycles et cyclomoteurs ne fassent encore l'objet d'aucun contrôle dans la région de la CEE, on peut en règle générale appliquer les mêmes techniques de réduction que pour les véhicules à moteur à essence.
30. Grundsätzlich muß eine wirksame Verringerung der Verdampfungsemissionen folgendes umfassen:
- a) die Verringerung der Flüchtigkeit des Benzins je nach den klimatischen Bedingungen und
  - b) ein angemessenes Testverfahren.
31. In Tabelle 3 ist eine Liste der Verringerungsoptionen, der Verringerungspotentiale und der Kostenschätzungen enthalten, wobei Option B die beste gegenwärtig verfügbare Technologie darstellt. Option C wird bald die beste verfügbare Technologie werden und gegenüber Option B eine beträchtliche Verbesserung darstellen.
32. Die Treibstoffersparnisse aufgrund der Verringerung der Verdampfungsemissionen werden auf weniger als 2 v. H. geschätzt. Die Ersparnisse sind auf die höhere Energiedichte und den niedrigen Dampfdruck des Treibstoffs nach Reid (RVP) sowie auf Verbrennung statt Entlüftung aufgefangener Dämpfe zurückzuführen.
33. Grundsätzlich können Betankungsemissionen durch an den Tankstellen eingebaute Systeme (Stufe II) oder durch Systeme im Fahrzeug zurückgewonnen werden. Die Systeme an den Tankstellen beruhen auf einer praktisch erprobten Technologie, während die Systeme im Fahrzeug bislang an mehreren Prototypen untersucht wurden. Gegenwärtig wird die Sicherheit von Dampfdruckgewinnungssystemen im Fahrzeug während des Betriebs untersucht. Um die Sicherheit dieser Systeme im Konstruktionsstadium zu gewährleisten, kann die gleichzeitige Entwicklung von Sicherheitsnormen angezeigt sein. Die Verringerungsmaßnahmen der Stufe II können schneller durchgeführt werden, da Tankstellen in einem bestimmten Gebiet mit solchen Systemen ausgestattet werden können. Die Verringerungsmaßnahmen der Stufe II nützen allen benzinbetriebenen Fahrzeugen, während die Systeme im Fahrzeug nur neuen Fahrzeugen nützen.
34. Obwohl Verdampfungsemissionen aus Motorrädern und Mopeds in der ECE-Region gegenwärtig keiner Verringerungsmaßnahme unterliegen, können im großen und ganzen die gleichen Technologien wie für benzinbetriebene Fahrzeuge angewandt werden.

Table 3

Evaporative-emission control measures and reduction potentials for petrol-fuelled passenger cars and light-duty trucks

| Technology option                                                                                            | VOC reduction potential (%) <sup>1)</sup> | Cost (\$US) <sup>2)</sup> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------|
| A. Small canister, lenient RVP <sup>3)</sup> limits, 1980s US Test Procedure                                 | < 80                                      | 20                        |
| B. Small canister, stringent RVP limits <sup>4)</sup> , 1980s US Test Procedure                              | 80-95                                     | 20                        |
| C. Advanced evaporative controls, stringent RVP limits <sup>4)</sup> , 1990s US Test Procedure <sup>5)</sup> | > 95                                      | 33                        |

<sup>1)</sup> Relative to uncontrolled situation.<sup>2)</sup> Additional production-cost estimates per vehicle.<sup>3)</sup> Reid vapour pressure.<sup>4)</sup> Based on United States data, assuming an RVP limit of 62 kPa during warm season at a cost of \$US 0.0038 per litre. Taking account of the fuel economy benefit associated with low RVP petrol, the adjusted cost estimate is \$US 0.0012 per litre.<sup>5)</sup> United States Test Procedure in the 1990s will be designed for the more effective control of multiple diurnal emissions, running losses, operation under high ambient temperature, hot-soak conditions following extended operation, and resting losses.

Tableau 3

Mesures de réduction des émissions par évaporation et potentiels de réduction pour les voitures particulières et les camionnettes à moteur à essence

| Options techniques                                                                                                                                                           | Potentiel de réduction des COV (%) <sup>1)</sup> | Coût (dollars E.-U.) <sup>2)</sup> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------|
| A. Petite cartouche, limites RVP souples <sup>3)</sup> , méthode d'épreuve des Etats-Unis pour les années 80                                                                 | < 80                                             | 20                                 |
| B. Petite cartouche, limites RVP strictes <sup>4)</sup> , méthode d'épreuve des Etats-Unis pour les années 80                                                                | 80-95                                            | 20                                 |
| C. Systèmes perfectionnés de réduction des émissions par évaporation, limites RVP strictes <sup>4)</sup> , méthode d'épreuve des Etats-Unis pour les années 90 <sup>5)</sup> | > 95                                             | 33                                 |

<sup>1)</sup> Par rapport à la situation sans réduction des émissions.<sup>2)</sup> Coût de production supplémentaire par véhicule (chiffre estimatif).<sup>3)</sup> Reid vapour pressure (pression de vapeur selon Reid).<sup>4)</sup> D'après les données des Etats-Unis, dans l'hypothèse d'une limite RVP de 62 kPa pendant la saison chaude pour un coût de 0,0038 dollar E.-U. par litre. Si l'on tient compte de l'économie de carburant résultant de l'utilisation d'une essence à faible RVP, le coût estimatif ajusté est de 0,0012 dollar E.-U. par litre.<sup>5)</sup> La méthode d'épreuve des Etats-Unis pour les années 90 sera conçue en vue d'une réduction plus efficace des émissions diurnes multiples, des fuites pendant la marche du véhicule, des émissions pendant l'exploitation à température ambiante élevée, des émissions par percolation après fonctionnement prolongé, et des fuites au repos.

Tabelle 3

Technologien zur Bekämpfung von Verdampfungsemissionen und Verringerungspotentiale  
für benzinbetriebene Personenwagen und Kleinstwagen

| Technologieoptionen                                                                                                                                                        | VOC-Reduzierungspotential<br>(v. H.) <sup>1)</sup> | Kosten <sup>2)</sup><br>(US-\$) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------|
| A. Kleiner Kanister,<br>großzügige RVP-Grenzwerte <sup>3)</sup> ,<br>US-Testverfahren für die achtziger Jahre                                                              | < 80                                               | 20                              |
| B. Kleiner Kanister,<br>strenge RVP-Grenzwerte <sup>4)</sup> ,<br>US-Testverfahren für die achtziger Jahre                                                                 | 80-95                                              | 20                              |
| C. Verfeinerte Systeme zur Verringerung<br>der Verdampfungsemissionen,<br>strenge RVP-Grenzwerte <sup>4)</sup> ,<br>US-Testverfahren für die neunziger Jahre <sup>5)</sup> | > 95                                               | 33                              |

<sup>1)</sup> Verglichen mit dem Zustand ohne Emissionsverringern.

<sup>2)</sup> Schätzungen der zusätzlichen Produktionskosten je Fahrzeug.

<sup>3)</sup> Dampfdruck nach Reid.

<sup>4)</sup> Auf der Grundlage von US-Daten, wobei ein RVP-Grenzwert von 62 kPa während der warmen Jahreszeit bei einem Kostenaufwand von 0,0038 US-\$ je Liter zugrundegelegt wird. Unter Berücksichtigung der Treibstoffeinsparung, die mit dem Einsatz von Benzin mit niedrigem RVP-Wert verbunden ist, betragen die geschätzten bereinigten Kosten 0,0012 US-\$ je Liter.

<sup>5)</sup> Das US-Testverfahren für die neunziger Jahre wird ausgelegt für eine wirksamere Verringerung von verschiedenen täglichen Emissionen, Verlusten während des Betriebs, Emissionen beim Betrieb in hoher Umgebungstemperatur, Verlustemissionen nach längerem Betrieb und Ruheverlusten.

## Anhang IV

Klassifizierung flüchtiger organischer Verbindungen (VOCs)  
auf der Grundlage ihres photochemischen Ozonbildungspotentials (POCP)

## Annex IV

Classification of volatile organic compounds (VOCs)  
based on their photochemical ozone creation potential (POCP)

## Annexe IV

## Classification des composés organiques volatils (COV) d'après leur potentiel de création d'ozone photochimique (PCOP)

1. This annex summarizes the information available and identifies the still existing elements to develop in order to guide the work to be carried out. It is based on information regarding hydrocarbons and ozone formation contained in two notes prepared for the Working Group on Volatile Organic Compounds (EB.AIR/WG.4/R.11 and R.13/Rev.1); on the results of further research carried out, in particular in Austria, Canada, Germany, Netherlands, Sweden, the United Kingdom, the United States of America and the EMEP Meteorological Synthesizing Centre-West (MSC-W); and on supplementary information provided by governmentally designated experts.
2. The final aim of the PCOP approach is to provide guidance on regional and national control policies for volatile organic compounds (VOCs), taking into account the impact of each VOC species as well as sectoral VOC emissions in episodic ozone formation expressed in terms of the photochemical ozone creation potential (POCP), which is defined as the change in photochemical ozone production due to a change in emission of that particular VOC. PCOP may be determined by photochemical model calculations or by laboratory experiments. It serves to illustrate different aspects of episodic oxidant formation, e. g. peak ozone or accumulated ozone production during an episode.
3. The PCOP concept is being introduced because there is a large variation between the importance of particular VOCs in the production of ozone during episodes. A fundamental feature of the concept is that, in the presence of sunlight and  $\text{NO}_x$ , each VOC produces
1. La présente annexe résume les informations disponibles et indique les éléments qui restent à élaborer, afin de guider les travaux à réaliser. Elle est fondée sur les renseignements relatifs aux hydrocarbures et à la formation de l'ozone qui figurent dans deux notes rédigées pour le Groupe de travail des composés organiques volatils (EB.AIR/WG.4/R.11 et R.13/Rev.1), sur les résultats d'autres recherches menées en particulier en Allemagne, en Autriche, au Canada, aux Etats-Unis d'Amérique, aux Pays-Bas, au Royaume-Uni, en Suède et au Centre de synthèse météorologique-Ouest de l'EMEP (CSM-O) et sur des renseignements supplémentaires fournis par des experts désignés par les gouvernements.
2. La finalité de l'approche du PCOP est de constituer un guide pour les politiques régionales et nationales de lutte contre les composés organiques volatils (COV) en tenant compte de l'impact de chaque espèce de COV ainsi que des émissions de COV par secteurs dans la formation des épisodes d'ozone; cette contribution est exprimée sous la forme d'un potentiel de création d'ozone photochimique (PCOP), lequel est défini comme suit: modification de la production d'ozone photochimique par suite d'une modification de l'émission d'un COV particulier. Le PCOP peut être déterminé par des calculs sur modèle ou par des expériences de laboratoire. Il sert à illustrer différents aspects de la formation d'oxydants lors des épisodes, par exemple les pics d'ozone ou la production cumulative d'ozone pendant un épisode.
3. La notion de PCOP est présentée ici parce qu'il existe de grandes différences en ce qui concerne la contribution respective des différents COV dans la production d'épisodes d'ozone. Cette notion comporte un élément fondamental, à savoir que, en pré-
1. In diesem Anhang werden die zur Verfügung stehenden Informationen zusammengefaßt und die Elemente bestimmt, die als Anleitung für die durchzuführenden Arbeiten noch entwickelt werden müssen. Die Grundlage bilden Informationen über Kohlenwasserstoffe und Ozonbildung in zwei für die Arbeitsgruppe für flüchtige organische Verbindungen erarbeiteten Berichten (EB.AIR/WG.4/R.11 und R.13/Rev.1), die Ergebnisse weiterer Forschungsarbeiten, die insbesondere in Deutschland, Kanada, den Niederlanden, Österreich, Schweden, den Vereinigten Staaten von Amerika, dem Vereinigten Königreich und dem EMEP Meteorological Synthesizing Centre-West (MSC-W) durchgeführt wurden, sowie zusätzliche Informationen, die von den durch die Regierungen bestellten Sachverständigen zur Verfügung gestellt wurden.
2. Der PCOP-Lösungsansatz soll letztlich eine Orientierung für regionale und nationale Strategien zur Bekämpfung flüchtiger organischer Verbindungen (VOCs) geben, wobei der Einfluß jeder VOC-Art sowie der sektorspezifischen VOC-Emissionen auf die episodische Ozonbildung, ausgedrückt als photochemisches Ozonbildungspotential (POCP), zu berücksichtigen ist; das Ozonbildungspotential ist definiert als die Änderung der photochemischen Ozonerzeugung infolge einer Änderung der Emission dieser bestimmten VOC-Art. Das photochemische Ozonbildungspotential kann bestimmt werden durch photochemische Modellrechnungen oder durch Laborversuche. Es dient dazu, die verschiedenen Aspekte bei der episodischen Bildung von Oxidantien darzustellen, z. B. Ozonspitzen oder verstärkte Ozonerzeugung während einer bestimmten Episode.
3. Das Konzept des photochemischen Ozonbildungspotentials wird hier eingeführt, weil bestimmte flüchtige organische Verbindungen für die episodische Ozonerzeugung von sehr unterschiedlicher Bedeutung sind. Charakteristisch ist dabei, daß jede flüchtige

ozone in a similar way despite large variations in the circumstances under which ozone is produced.

sence de la lumière solaire et de NO<sub>x</sub>, chaque COV produit de l'ozone d'une manière semblable bien que les circonstances dans lesquelles l'ozone est produit soient très variables.

organische Verbindung in Gegenwart von Sonnenlicht und Stickstoffoxiden Ozon auf ähnliche Weise erzeugt, selbst wenn die Umstände, unter denen Ozon erzeugt wird, große Unterschiede aufweisen.

4. Different photochemical model calculations indicate that substantial reduction of VOCs and NO<sub>x</sub> emissions are necessary (order of magnitude above 50% in order to achieve significant ozone reduction). Moreover the maximum concentrations of ozone near the ground are reduced in a less than proportional way when VOC emissions are reduced. This effect is shown in principle by theoretical scenario calculation. When all species are reduced by the same proportion, maximum ozone values (above 75 ppb hourly average) in Europe are reduced depending on the existing ozone level by only 10–15% if the mass of non-methane man-made VOC emissions is reduced by 50%. By contrast, if emissions of the most important (in terms of POCP and mass values or reactivity) non-methane man-made VOC species were reduced by 50% (by mass), the calculated result is a 20–30% reduction of peak episodic ozone concentration. This confirms the merits of a POCP approach to determine priorities for VOC emission control and clearly shows that VOCs may at least be divided into large categories, according to their importance in episodic ozone formation.
4. Différents calculs sur modèles photochimiques indiquent qu'il faut réduire très fortement les émissions de COV et de NO<sub>x</sub> (dans des proportions supérieures à 50 %) pour pouvoir réduire sensiblement la formation d'ozone. En outre, quand on diminue les émissions de COV, les concentrations maximales d'ozone près du sol sont réduites dans une mesure moins que proportionnelle. Le principe de cet effet est indiqué par des calculs théoriques de scénarios. Quand toutes les espèces sont réduites dans la même proportion, les valeurs maximales de l'ozone (plus de 75 ppb par heure en moyenne) en Europe ne sont réduites que de 10 à 15 %, selon le niveau d'ozone existant, si la quantité globale des émissions anthropiques de COV autres que le méthane est réduite de 50 %. Or, si l'on diminuait de 50 % (en valeur massique) les émissions anthropiques des espèces de COV, autres que le méthane, les plus importantes (en termes de PCOP et de valeur massique ou de réactivité), les calculs feraient apparaître une diminution de 20 à 30 % des pics d'ozone des épisodes. Ce résultat confirme les avantages de la méthode du PCOP pour établir un ordre de priorité dans la lutte contre les émissions de COV et montre clairement que les COV peuvent tout au moins être répartis en grandes catégories selon leur importance dans la formation des épisodes d'ozone.
4. Verschiedene photochemische Modellrechnungen zeigen, daß eine beträchtliche Verringerung der VOC- und NO<sub>x</sub>-Emissionen notwendig ist (in einer Größenordnung von über 50 v. H.), um eine deutliche Ozonverringern zu erreichen. Außerdem werden die Höchstkonzentrationen von Ozon in Bodennähe bei einer Verringerung der VOC-Emissionen unterproportional verringert. Diese Wirkung wird im Grundsatz durch theoretische Szenarioberechnungen verdeutlicht. Wenn die anthropogenen VOC-Emissionen außer Methan um 50 v. H. (Masse), d. h. alle VOC-Arten im gleichen Verhältnis verringert werden, verringern sich die Ozonhöchstwerte (über 75 ppb 1-Stunden-Mittelwert) in Europa je nach vorhandenem Ozonniveau nur um 10 bis 15 v. H. Dagegen würde nach den Berechnungen eine 50prozentige Verringerung (Masse) der Emissionen der wichtigsten anthropogenen VOC-Arten außer Methan (bestimmt nach dem photochemischen Ozonbildungspotential und den Massenwerten oder der Reaktivität) zu einer 20 bis 30prozentigen Verringerung der episodischen Ozonspitzenkonzentration führen. Dies bestätigt die Vorteile eines POCP-Lösungsansatzes bei der Festlegung der Prioritäten für die Bekämpfung der VOC-Emissionen und zeigt deutlich, daß flüchtige organische Verbindungen zumindest in große Kategorien entsprechend ihrer Bedeutung bei der episodischen Ozonbildung eingeordnet werden können.
5. POCP values and reactivity scales have been calculated as estimates, each based on a particular scenario (e. g. emission increases and decreases, air mass trajectories) and targeted towards a particular objective (e. g. peak ozone concentration, integrated ozone, average ozone). POCP values and reactivity scales are dependent on chemical mechanisms. Clearly there are differences between the different estimates of POCPs, which in some cases can span more than a factor of four. The POCP numbers are not constant but vary in space and time. To give an example: the calculated POCP of ortho-xylene in the so-called "France-Sweden" trajectory has a value of 41 on the first day and of 97 on the fifth day of the travelling time. According to calculations of the Meteorological Synthesizing Centre-West (MSC-W) of EMEP, the POCP of ortho-xylene for O<sub>3</sub> over 60 ppb, varies between 54 and 112 (5 to 95 percentiles) for the grids of the EMEP area. The variation of the POCP in time and space is not only
5. Les valeurs du PCOP et les échelles de réactivité ont été calculées sous forme d'estimations, chaque estimation étant fondée sur un scénario particulier (par exemple augmentations et diminutions des émissions, trajectoires des masses d'air) et orientée vers un objectif précis (par exemple pic d'ozone, ozone intégré, ozone moyen). Les valeurs du PCOP et les échelles de réactivité sont fonction de processus chimiques. Il y a manifestement des différences entre les estimations des PCOP, qui peuvent dans certains cas dépasser 400 %. Les chiffres des PCOP ne sont pas constants, mais varient dans l'espace et le temps. C'est ainsi que pour le PCOP de l'orthoxylène dans ce que l'on appelle la trajectoire «France-Suède», les calculs donnent une valeur de 41 le premier jour et de 97 le cinquième jour du temps de parcours. Selon les calculs du Centre de synthèse météorologique-Ouest de l'EMEP, le PCOP de l'orthoxylène pour une concentration d'ozone supérieure à 60 ppb varie entre 54 et 112 (5 à 95
5. Die POCP-Werte und die Reaktivitätsskalen wurden als Schätzwerte berechnet, wobei jeweils ein bestimmtes Szenarium (z. B. Anstieg und Rückgang der Emissionen, Luftmassentrajektorien) zugrunde gelegt und auf ein bestimmtes Ziel ausgerichtet wurde (z. B. Ozonspitzenkonzentration, integriertes Ozon, durchschnittliches Ozon). Die POCP-Werte und die Reaktivitätsskalen hängen von chemischen Mechanismen ab. Natürlich gibt es zwischen den verschiedenen POCP-Schätzungen Unterschiede, die in einigen Fällen mehr als 400 v. H. betragen können. Die POCP-Zahlen sind nicht konstant, sondern variieren je nach Ort und Zeit. Um ein Beispiel zu nennen: Das berechnete photochemische Ozonbildungspotential von Ortho-xylol in der sogenannten „Frankreich-Schweden“-Trajektorie hat einen Wert von 41 am ersten Tag und einen Wert von 97 am fünften Tag des Transportzeitraums. Nach den Berechnungen des Meteorological Synthesizing Centre-West (MSC-W) des EMEP variiert das

caused by the VOC composition of the air parcel due to man-made emissions but is also a result of meteorological variations. The fact is that any reactive VOC can contribute to the episodic formation of photochemical oxidants to a higher or lower extent, depending on the concentrations of  $\text{NO}_x$  and VOC and meteorological parameters. Hydrocarbons with very low reactivity, like methane, methanol, ethane and some chlorinated hydrocarbons contribute in a negligible manner to this process. There are also differences as a result of meteorological variations between particular days and over Europe as a whole. POCP values are implicitly dependent on how emission inventories are calculated. Currently there is no consistent method or information available across Europe. Clearly, further work has to be done on the POCP approach.

percentiles) pour les mailles du quadrillage EMEP. La variation du PCOP dans le temps et l'espace ne tient pas seulement aux émissions anthropiques de COV qui composent le volume d'air, mais découle également des variations météorologiques. De fait, tout COV réactif peut contribuer à la formation épisodique d'oxydants photochimiques dans des proportions plus ou moins importantes, en fonction des concentrations en oxydes d'azote et en COV et aussi en fonction de paramètres météorologiques. Les hydrocarbures très peu réactifs tels le méthane, le méthanol, l'éthane et certains hydrocarbures chlorés n'ont pratiquement aucune part dans ce processus. Il y a aussi des différences résultant des variations météorologiques entre des jours particuliers et sur l'ensemble de l'Europe. Les valeurs du PCOP dépendent implicitement de la façon dont on calcule les inventaires d'émissions. Il n'existe actuellement ni méthode ni information homogènes pour toute l'Europe. A l'évidence, la méthode du PCOP doit encore être améliorée.

photochemische Ozonbildungspotential von Ortho-xylol für  $\text{O}_3$  oberhalb von 60 ppb zwischen 54 und 112 (5 bis 95 Perzentile) für die Rasterfelder des EMEP-Gebiets. Die Unterschiedlichkeit der photochemischen Ozonbildungspotentiale je nach Ort und Zeit ist nicht nur auf die Zusammensetzung der Luftmasse in bezug auf anthropogene VOC-Emissionen zurückzuführen, sondern ist auch ein Ergebnis der Schwankungen der meteorologischen Bedingungen. In der Tat kann jede reaktive flüchtige organische Verbindung je nach den  $\text{NO}_x$ - und VOC-Konzentrationen sowie den meteorologischen Parametern in größerem oder geringerem Umfang zur episodischen Bildung photochemischer Oxidantien beitragen. Kohlenwasserstoffe mit sehr geringer Reaktivität wie Methan, Methanol, Ethan und einige Chlorkohlenwasserstoffe spielen in diesem Prozeß praktisch keine Rolle. Es gibt außerdem Unterschiede aufgrund unterschiedlicher meteorologischer Bedingungen zwischen bestimmten Tagen und über Europa als Ganzes. Die POCP-Werte hängen implizit davon ab, wie die Emissionskataster berechnet werden. Gegenwärtig gibt es keine für ganz Europa einheitliche Methode und einheitlichen Informationen. Sicherlich muß die POCP-Methode noch verbessert werden.

6. Natural isoprene emissions from deciduous trees, together with nitrogen oxides ( $\text{NO}_x$ ) mainly from man-made sources, can make a significant contribution to ozone formation in warm summer weather in areas with a large coverage of deciduous trees.

6. Les émissions naturelles d'isoprène provenant des feuillus, associées aux oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) provenant principalement de sources anthropiques, peuvent contribuer de façon importante à la formation d'ozone quand le temps est chaud en été dans les régions où les feuillus couvrent une vaste superficie.

6. Natürliche Isopren-Emissionen von Laubbäumen können zusammen mit Stickstoffoxiden ( $\text{NO}_x$ ), die hauptsächlich aus anthropogenen Quellen stammen, bei warmem Sommerwetter in Gebieten mit großem Laubbaumbestand erheblich zur Ozonbildung beitragen.

7. In table 1, VOC species are grouped according to their importance in the production of episodic peak ozone concentrations. Three groups have been selected. Importance in table 1 is expressed on the basis of VOC emission per unit mass. Some hydrocarbons, such as n-butane, become important because of their mass emission although they may not appear so according to their OH reactivity.

7. Dans le tableau 1, les espèces de COV sont groupées selon leur importance dans la production de pics d'ozone lors des épisodes. Trois groupes ont été retenus. Le degré d'importance est exprimé sur la base de l'émission de COV par quantité globale unitaire. Certains hydrocarbures comme le n-butane prennent de l'importance en raison de la quantité globale émise, bien qu'ils puissent paraître peu importants d'après leur réactivité avec les radicaux OH.

7. In Tabelle 1 werden die VOC-Arten entsprechend ihrer Bedeutung bei der Erzeugung episodischer Ozonspitzenkonzentrationen in Gruppen zusammengefaßt. Drei Gruppen wurden ausgewählt. Die Bedeutung in Tabelle 1 wird auf der Grundlage der VOC-Emissionen je Einheitsmasse ausgedrückt. Einige Kohlenwasserstoffe wie n-Butan haben aufgrund ihrer Massenemission Bedeutung erlangt, obwohl sie gemessen an ihrer OH-Reaktivität nicht sehr bedeutend erscheinen mögen.

Table 1

Classification of VOCs into three groups according to their importance in episodic ozone formation

|                          |                                                                                        |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>More important</b>    |                                                                                        |
| Alkenes                  |                                                                                        |
| Aromatics                |                                                                                        |
| Alkanes                  | > C6 alkanes except 2,3 dimethylpentane                                                |
| Aldehydes                | All aldehydes except benzaldehyde                                                      |
| Biogenics                | Isoprene                                                                               |
| <b>Less important</b>    |                                                                                        |
| Alkanes                  | C3-C5 alkanes and 2,3 dimethylpentane                                                  |
| Ketones                  | Methyl ethyl ketone and methyl t-butyl ketone                                          |
| Alcohols                 | Ethanol                                                                                |
| Esters                   | All esters except methyl acetate                                                       |
| <b>Least important</b>   |                                                                                        |
| Alkanes                  | Methane and ethane                                                                     |
| Alkynes                  | Acetylene                                                                              |
| Aromatics                | Benzene                                                                                |
| Aldehydes                | Benzaldehyde                                                                           |
| Ketones                  | Acetone                                                                                |
| Alcohols                 | Methanol                                                                               |
| Esters                   | Methyl acetate                                                                         |
| Chlorinated hydrocarbons | Methyl chloroform,<br>Methylene chloride,<br>Trichloroethylene and tetrachloroethylene |

Tableau 1

Classification des COV en trois groupes selon leur importance dans la formation des épisodes d'ozone

|                            |                                                                                          |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Assez importants</b>    |                                                                                          |
| Alcènes                    |                                                                                          |
| Aromatiques                |                                                                                          |
| Alcanes                    | Les alcanes > C6 sauf le diméthyl-2,3 pentane                                            |
| Aldéhydes                  | Tous les aldéhydes sauf le benzaldéhyde                                                  |
| COV naturels               | Isoprène                                                                                 |
| <b>Peu importants</b>      |                                                                                          |
| Alcanes                    | Alcanes en C3 à C5 et diméthyl-2,3 pentane                                               |
| Cétones                    | Méthyléthylcétone et méthyl t-butylcétone                                                |
| Alcools                    | Ethanol                                                                                  |
| Esters                     | Tous les esters sauf l'acétate de méthyle                                                |
| <b>Très peu importants</b> |                                                                                          |
| Alcanes                    | Méthane et éthane                                                                        |
| Alcynes                    | Acétylène                                                                                |
| Aromatiques                | Benzène                                                                                  |
| Aldéhydes                  | Benzaldéhyde                                                                             |
| Cétones                    | Acétone                                                                                  |
| Alcools                    | Méthanol                                                                                 |
| Esters                     | Acétate de méthyle                                                                       |
| Hydrocarbures chlorés      | Méthylchloroforme,<br>chlorure de méthylène,<br>trichloroéthylène et tétrachloroéthylène |

Tabelle 1

Einteilung der flüchtigen organischen Verbindungen in drei Gruppen entsprechend ihrer Bedeutung bei der episodischen Ozonbildung

|                          |                                                                              |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Relativ bedeutend</b> |                                                                              |
| Alkene                   |                                                                              |
| Aromatische Substanzen   |                                                                              |
| Alkane                   | > C6 Alkane außer 2,3 Dimethylpentan                                         |
| Aldehyde                 | Alle Aldehyde außer Benzaldehyd                                              |
| Biogene Stoffe           | Isopren                                                                      |
| <b>Weniger bedeutend</b> |                                                                              |
| Alkane                   | C3–C5 Alkane und 2,3 Dimethylpentan                                          |
| Ketone                   | Methylethylketon und Methyl t-Butylketon                                     |
| Alkohole                 | Ethanol                                                                      |
| Ester                    | Alle Ester außer Methylacetat                                                |
| <b>Unbedeutend</b>       |                                                                              |
| Alkane                   | Methan und Ethan                                                             |
| Alkine                   | Acetylen                                                                     |
| Aromatische Substanzen   | Benzol                                                                       |
| Aldehyde                 | Benzaldehyd                                                                  |
| Ketone                   | Aceton                                                                       |
| Alkohole                 | Methanol                                                                     |
| Ester                    | Methylacetat                                                                 |
| Chlorkohlenwasserstoffe  | Methylchloroform<br>Methylenchlorid<br>Trichlorethylen und Tetrachlorethylen |

8. Tables 2 and 3 show the impacts of individual VOCs expressed as indices relative to the impact of a single species (ethylene) which is given an index of 100. They indicate how such indices, i. e. POCPs, may give guidance for assessing the impact of different VOC emission reductions.

8. Les tableaux 2 et 3 montrent l'impact de différents COV exprimé en indices par rapport à l'impact d'une espèce (l'éthylène) à laquelle est attribué l'indice 100. Ils montrent comment ces indices, c'est-à-dire les PCOP, peuvent orienter l'évaluation de l'impact de différentes réductions des émissions de COV.

8. Aus den Tabellen 2 und 3 geht die Auswirkung einzelner flüchtiger organischer Verbindungen hervor, ausgedrückt als Index im Verhältnis zu der Auswirkung einer bestimmten Art (Ethylen), die mit dem Index 100 versehen wird. Diese Tabellen zeigen, wie anhand solcher Indizes, d. h. anhand der photochemischen Ozonbildungspotentiale, die Auswirkung verschiedener Verringerungen von VOC-Emissionen abgeschätzt werden kann.

9. Table 2 shows averaged POCPs for each major source category based on a central POCP estimate for each VOC species in each source category. Emission inventories independently determined in the United Kingdom and Canada have been used in this compilation and presentation. For many sources, e. g. motor vehicles, combustion installations, and many industrial processes, mixtures of hydrocarbons are emitted. Measures to reduce specifically the VOC compounds identified in the POCP approach as very reactive are in most cases unavailable. In practice, most of the possible reduction

9. Le tableau 2 indique le PCOP moyen pour chaque grande catégorie de sources sur la base d'une estimation centrale du PCOP pour chaque espèce de COV dans chaque catégorie de source. Pour établir et présenter ce tableau, on a utilisé des inventaires d'émissions établis de manière indépendante au Royaume-Uni et au Canada. Pour beaucoup de sources, par exemple les véhicules à moteur, les installations de combustion et de nombreux procédés industriels, il y a des émissions de mélanges d'hydrocarbures. Dans la plupart des cas, il n'existe pas de mesures visant à diminuer spécifi-

9. Tabelle 2 weist das mittlere photochemische Ozonbildungspotential für jede größere Kategorie von Quellen auf der Grundlage einer zentralen POCP-Schätzung für jede VOC-Art in jeder Kategorie von Quellen aus. Für diese Zusammenstellung und Darstellung wurden Emissionskataster verwendet, die unabhängig voneinander im Vereinigten Königreich und Kanada erstellt wurden. Bei vielen Quellen, z. B. Kraftfahrzeugen, Feuerungsanlagen und zahlreichen industriellen Prozessen, werden Kohlenwasserstoffgemische emittiert. Maßnahmen, durch die spezifisch diejenigen flüchtigen organischen

measures will reduce emissions by mass irrespective of their POCPs.

quement les COV définis comme très réactifs dans le cadre de la méthode du PCOP. Dans la pratique, la plupart des mesures de réduction possibles diminueront les émissions par quantités globales quel que soit leur PCOP.

Verbindungen verringert werden, die sich im Rahmen der POCP-Methode als besonders reaktiv erwiesen haben, stehen in den meisten Fällen nicht zur Verfügung. In der Praxis führen die meisten möglichen Verringerungsmaßnahmen zu einer Verringerung der Emissionen nach der Masse, unabhängig von ihrem photochemischen Ozonbildungspotential.

10. Table 3 compares a number of different weighting schemes for a selected range of VOC species. In assigning priorities within a national VOC control programme, a number of indices may be used to focus on particular VOCs. The simplest but least effective approach is to focus on the relative mass emission, or relative ambient concentration.
10. Dans le tableau 3 sont comparés différents systèmes de pondération pour un certain nombre d'espèces de COV. Pour établir un ordre de priorité dans un programme national de lutte contre les COV, on peut utiliser un certain nombre d'indices relatifs à des COV particuliers. La méthode la plus simple mais la moins efficace consiste à privilégier l'émission des quantités relatives, c'est-à-dire la concentration relative dans l'air ambiant.
10. In Tabelle 3 werden eine Reihe verschiedener Gewichtungssysteme für ein ausgewähltes Spektrum von VOC-Arten verglichen. Bei der Festlegung von Prioritäten innerhalb eines nationalen Programms zur Bekämpfung flüchtiger organischer Verbindungen können eine Reihe von Indizes verwendet werden, die sich auf bestimmte flüchtige organische Verbindungen beziehen. Die einfachste, aber auch am wenigsten wirksame Methode besteht darin, die relative Massenemission oder die relative Umgebungskonzentration in den Mittelpunkt zu stellen.
11. Relative weighting based on OH reactivity addresses some but by no means all of the important aspects of the atmospheric reactions which generate ozone in the presence of NO<sub>x</sub> and sunlight. The SAPRC (Statewide Air Pollution Research Centre) weightings address the situation in California. Because of differences in the model conditions appropriate to the Los Angeles basin and Europe, major differences in the fates of photochemical, labile species, such as aldehyde, result. POCPs calculated with photochemical models in the Netherlands, United States of America, United Kingdom, Sweden and by EMEP (MSC-W) address different aspects of the ozone problem in Europe.
11. La pondération relative fondée sur la réactivité avec les radicaux OH tient compte de quelques-uns (mais certainement pas de la totalité) des aspects importants des réactions atmosphériques qui produisent de l'ozone en présence de NO<sub>x</sub> et de lumière solaire. Les pondérations SAPRC (Statewide Air Pollution Research Centre) correspondent à la situation en Californie. Les conditions des modèles qui conviennent pour la cuvette de Los Angeles et celles qui conviennent pour l'Europe n'étant pas les mêmes, les espèces photochimiquement labiles comme les aldéhydes évoluent très différemment. Les PCOP calculés à l'aide de modèles photochimiques aux Etats-Unis d'Amérique, aux Pays-Bas, au Royaume-Uni et en Suède ainsi que dans le cadre de l'EMEP (CSM-O) prennent en compte des aspects différents du problème de l'ozone en Europe.
11. Die relative Gewichtung auf der Grundlage der OH-Reaktivität geht auf einige – aber bei weitem nicht alle – wichtigen Aspekte der atmosphärischen Reaktionen ein, durch die Ozon in Gegenwart von NO<sub>x</sub> und Sonnenlicht gebildet wird. Die vom SAPRC (Statewide Air Pollution Research Centre) vorgenommenen Gewichtungen beziehen sich auf die Lage in Kalifornien. Aufgrund der unterschiedlichen Modellbedingungen im Becken von Los Angeles und in Europa ergeben sich größere Unterschiede für das Verhalten photochemisch labiler Arten wie z. B. Aldehyd. Die photochemischen Ozonbildungspotentiale, die anhand photochemischer Modelle in den Niederlanden, Schweden, den Vereinigten Staaten von Amerika, dem Vereinigten Königreich und von EMEP (MSC-W) berechnet wurden, gehen auf verschiedene Aspekte des Ozonproblems in Europa ein.
12. Some of the less-reactive solvents cause other problems, e. g. they are extremely harmful to human health, difficult to handle, persistent, can cause negative environmental effects at other levels (e. g. in the free troposphere or the stratosphere). In many cases the best available technology for reducing solvent emission is the application of non-solvent using systems.
12. Certains des solvants moins réactifs posent d'autres problèmes: ils sont, par exemple, extrêmement préjudiciables à la santé de l'homme, difficiles à manipuler, tenaces, et peuvent avoir des effets négatifs sur l'environnement à d'autres niveaux (notamment dans la troposphère libre ou la stratosphère). Dans bien des cas, la meilleure technique disponible pour réduire les émissions de solvants consiste à appliquer des systèmes qui n'utilisent pas de solvants.
12. Einige der weniger reaktiven Lösungsmittel verursachen andere Probleme; beispielsweise sind sie außerordentlich schädlich für die menschliche Gesundheit, schwierig zu handhaben, persistent und können in anderen Schichten der Atmosphäre negative Umweltauswirkungen haben (z. B. in der freien Troposphäre oder der Stratosphäre). In vielen Fällen besteht die beste verfügbare Technologie zur Verringerung von Lösungsmittlemissionen in der Anwendung von Systemen, die keine Lösungsmittel verwenden.
13. Reliable VOC emission inventories are essential to the formulation of any cost-effective VOC control policies and in particular those based on the POCP approach. National VOC emissions should therefore be specified according to sectors, at least following guidelines specified by the Executive Body,
13. Des inventaires fiables des émissions de COV sont indispensables pour pouvoir élaborer des politiques de lutte contre les COV qui soient efficaces par rapport à leur coût, en particulier quand il s'agit de politiques fondées sur la méthode du PCOP. Les données nationales sur les émissions de COV de-
13. Für jede kostenwirksame Strategie zur Bekämpfung flüchtiger organischer Verbindungen und insbesondere für Strategien auf der Grundlage der POCP-Methode sind zuverlässige Kataster über die VOC-Emissionen unerlässlich. Die nationalen VOC-Emissionen sollten deshalb nach Sektoren, zu-

and should as far as possible be complemented by data on species and time variations of emissions.

vraient donc être ventilées par secteurs, en suivant tout au moins les directives spécifiées par l'Organe directeur, et devraient être complétées autant que possible par des données sur les espèces de COV et les variations des émissions dans le temps.

mindest aber entsprechend den Richtlinien des Exekutivorgans, angegeben werden und sollten soweit wie möglich durch Angaben über die Arten und die zeitlichen Schwankungen der Emissionen ergänzt werden.

Table 2

Sectoral POCPs of the various emission sectors and the percentage by mass of VOCs in each ozone creation class

| Sector                              | Sectoral POCP |                | Percentage mass in each ozone creation class |                |                 |         |
|-------------------------------------|---------------|----------------|----------------------------------------------|----------------|-----------------|---------|
|                                     | Canada        | United Kingdom | More Important                               | Less Important | Least Important | Unknown |
| Petrol-engined vehicle exhaust      | 63            | 61             | 76                                           | 16             | 7               | 1       |
| Diesel vehicle exhaust              | 60            | 59             | 38                                           | 19             | 3               | 39      |
| Petrol-engined vehicle evaporation  | -             | 51             | 57                                           | 29             | 2               | 12      |
| Other transport                     | 63            | -              | -                                            | -              | -               | -       |
| Stationary combustion               | -             | 54             | 34                                           | 24             | 24              | 18      |
| Solvent usage                       | 42            | 40             | 49                                           | 26             | 21              | 3       |
| Surface coating                     | 48            | 51             | -                                            | -              | -               | -       |
| Industrial process emissions        | 45            | 32             | 4                                            | 41             | 0               | 55      |
| Industrial chemicals                | 70            | 63             | -                                            | -              | -               | -       |
| Petroleum refining and distribution | 54            | 45             | 55                                           | 42             | 1               | 2       |
| Natural gas leakage                 | -             | 19             | 24                                           | 8              | 66              | 2       |
| Agriculture                         | -             | 40             | -                                            | -              | 100             | -       |
| Coal mining                         | -             | 0              | -                                            | -              | 100             | -       |
| Domestic waste landfill             | -             | 0              | -                                            | -              | 100             | -       |
| Dry cleaning                        | 29            | -              | -                                            | -              | -               | -       |
| Wood combustion                     | 55            | -              | -                                            | -              | -               | -       |
| Slash burn                          | 58            | -              | -                                            | -              | -               | -       |
| Food industry                       | -             | 37             | -                                            | -              | -               | -       |

Tableau 2

PCOP des divers secteurs d'émission et pourcentage de COV par quantité globale dans chaque classe de création d'ozone

| Secteur                                 | PCOP par secteur |             | Quantité globale dans chaque classe de création d'ozone (en %) |                |                     |          |
|-----------------------------------------|------------------|-------------|----------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|----------|
|                                         | Canada           | Royaume-Uni | Assez importante                                               | Peu importante | Très peu importante | Inconnue |
| Gaz d'échappement des moteurs à essence | 63               | 61          | 76                                                             | 16             | 7                   | 1        |
| Gaz d'échappement des moteurs diesel    | 60               | 59          | 38                                                             | 19             | 3                   | 39       |
| Evaporation d'essence des véhicules     | —                | 51          | 57                                                             | 29             | 2                   | 12       |
| Autres moyens de transport              | 63               | —           | —                                                              | —              | —                   | —        |
| Combustion fixe                         | —                | 54          | 34                                                             | 24             | 24                  | 18       |
| Application de solvants                 | 42               | 40          | 49                                                             | 26             | 21                  | 3        |
| Revêtements de surface                  | 48               | 51          | —                                                              | —              | —                   | —        |
| Emissions des procédés industriels      | 45               | 32          | 4                                                              | 41             | 0                   | 55       |
| Produits chimiques industriels          | 70               | 63          | —                                                              | —              | —                   | —        |
| Raffinage et distribution du pétrole    | 54               | 45          | 55                                                             | 42             | 1                   | 2        |
| Fuites de gaz naturel                   | —                | 19          | 24                                                             | 8              | 66                  | 2        |
| Agriculture                             | —                | 40          | —                                                              | —              | 100                 | —        |
| Extraction du charbon                   | —                | 0           | —                                                              | —              | 100                 | —        |
| Décharges d'ordures ménagères           | —                | 0           | —                                                              | —              | 100                 | —        |
| Nettoyage à sec                         | 29               | —           | —                                                              | —              | —                   | —        |
| Combustion du bois                      | 55               | —           | —                                                              | —              | —                   | —        |
| Agriculture sur brûlis                  | 58               | —           | —                                                              | —              | —                   | —        |
| Industrie alimentaire                   | —                | 37          | —                                                              | —              | —                   | —        |

Tabelle 2

Sektorspezifische photochemische Ozonbildungspotentiale der verschiedenen Emissionssektoren und Prozentsatz (Masse) der flüchtigen organischen Verbindungen in jeder Ozonbildungsklasse

| Sektor                                       | Sektorspezifisches photochemisches Ozonbildungspotential |                        | Masse in Prozenten in jeder Ozonbildungsklasse |                   |             |           |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------|-------------------|-------------|-----------|
|                                              | Kanada                                                   | Vereinigtes Königreich | relativ bedeutend                              | weniger bedeutend | unbedeutend | unbekannt |
| Abgase aus benzinbetriebenen Fahrzeugen      | 63                                                       | 61                     | 76                                             | 16                | 7           | 1         |
| Abgase aus dieselbetriebenen Fahrzeugen      | 60                                                       | 59                     | 38                                             | 19                | 3           | 39        |
| Verdampfung aus benzinbetriebenen Fahrzeugen | —                                                        | 51                     | 57                                             | 29                | 2           | 12        |
| Andere Verkehrsmittel                        | 63                                                       | —                      | —                                              | —                 | —           | —         |
| Ortsfeste Verbrennung                        | —                                                        | 54                     | 34                                             | 24                | 24          | 18        |
| Verwendung von Lösungsmitteln                | 42                                                       | 40                     | 49                                             | 26                | 21          | 3         |
| Oberflächenbeschichtung                      | 48                                                       | 51                     | —                                              | —                 | —           | —         |
| Emissionen aus industriellen Prozessen       | 45                                                       | 32                     | 4                                              | 41                | 0           | 55        |
| Industriechemikalien                         | 70                                                       | 63                     | —                                              | —                 | —           | —         |
| Erdölraffinerie und -verteilung              | 54                                                       | 45                     | 55                                             | 42                | 1           | 2         |
| Erdgasleckagen                               | —                                                        | 19                     | 24                                             | 8                 | 66          | 2         |
| Landwirtschaft                               | —                                                        | 40                     | —                                              | —                 | 100         | —         |
| Kohleabbau                                   | —                                                        | 0                      | —                                              | —                 | 100         | —         |
| Hausmülldeponien                             | —                                                        | 0                      | —                                              | —                 | 100         | —         |
| Chemische Reinigung                          | 29                                                       | —                      | —                                              | —                 | —           | —         |
| Holzverbrennung                              | 55                                                       | —                      | —                                              | —                 | —           | —         |
| Brandrodung                                  | 58                                                       | —                      | —                                              | —                 | —           | —         |
| Nahrungsmittelindustrie                      | —                                                        | 37                     | —                                              | —                 | —           | —         |

Table 3

Comparison between weighting schemes (expressed relative to ethylene = 100) for 85 VOC species

| VOC                                   | OH    | Canada  | SAPRC | UK    |        | Sweden              |      | EMEP   | LOTOS  |
|---------------------------------------|-------|---------|-------|-------|--------|---------------------|------|--------|--------|
|                                       | Scale | by mass | MIR   | POCP  | range  | max. diff. 0-4 days |      |        |        |
|                                       | (a)   | (b)     | (c)   | (d)   | (e)    | (f)                 | (g)  | (h)    | (i)    |
| Methane                               | 0.1   | —       | 0     | 0.7   | 0- 3   | —                   | —    | —      | —      |
| Ethane                                | 3.2   | 91.2    | 2.7   | 8.2   | 2- 30  | 17.3                | 12.6 | 5- 24  | 6- 25  |
| Propane                               | 9.3   | 100     | 6.2   | 42.1  | 16-124 | 60.4                | 50.3 | —      | —      |
| n-Butane                              | 15.3  | 212     | 11.7  | 41.4  | 15-115 | 55.4                | 46.7 | 22- 85 | 25- 87 |
| i-Butane                              | 14.2  | 103     | 15.7  | 31.5  | 19- 59 | 33.1                | 41.1 | —      | —      |
| n-Pentane                             | 19.4  | 109     | 12.1  | 40.8  | 9-105  | 61.2                | 29.8 | —      | —      |
| i-Pentane                             | 18.8  | 210     | 16.2  | 29.6  | 12- 68 | 36.0                | 31.4 | —      | —      |
| n-Hexane                              | 22.5  | 71      | 11.5  | 42.1  | 10-151 | 78.4                | 45.2 | —      | —      |
| 2-Methylpentane                       | 22.2  | 100     | 17.0  | 52.4  | 19-140 | 71.2                | 52.9 | —      | —      |
| 3-Methylpentane                       | 22.6  | 47      | 17.7  | 43.1  | 11-125 | 64.7                | 40.9 | —      | —      |
| 2,2-Dimethylbutane                    | 10.5  | —       | 7.5   | 25.1  | 12- 49 | —                   | —    | —      | —      |
| 2,3-Dimethylbutane                    | 25.0  | —       | 13.8  | 38.4  | 25- 65 | —                   | —    | —      | —      |
| n-Heptane                             | 25.3  | 41      | 9.4   | 52.9  | 13-165 | 79.1                | 51.8 | —      | —      |
| 2-Methylhexane                        | 18.4  | 21      | 17.0  | 49.2  | 11-159 | —                   | —    | —      | —      |
| 3-Methylhexane                        | 18.4  | 24      | 16.0  | 49.2  | 11-157 | —                   | —    | —      | —      |
| n-Octane                              | 26.6  | —       | 7.4   | 49.3  | 12-151 | 69.8                | 46.1 | —      | —      |
| 2-Methylheptane                       | 26.6  | —       | 16.0  | 46.9  | 12-146 | 69.1                | 45.7 | —      | —      |
| n-Nonane                              | 27.4  | —       | 6.2   | 46.9  | 10-148 | 63.3                | 35.1 | —      | —      |
| 2-Methyloctane                        | 27.3  | —       | 13.2  | 50.5  | 12-147 | 66.9                | 45.4 | —      | —      |
| n-Decane                              | 27.6  | —       | 5.3   | 46.4  | 8-156  | 71.9                | 42.2 | —      | —      |
| 2-Methylnonane                        | 27.9  | —       | 11.7  | 44.8  | 8-153  | 71.9                | 42.3 | —      | —      |
| n-Undecane                            | 29.6  | 21      | 4.7   | 43.6  | 8-144  | 66.2                | 38.6 | —      | —      |
| n-Duodecane                           | 28.4  | —       | 4.3   | 41.2  | 7-138  | 57.6                | 31.1 | —      | —      |
| Methylcyclohexane                     | 35.7  | 18      | 22.3  | —     | —      | 40.3                | 38.6 | —      | —      |
| Methylene chloride                    | —     | —       | —     | 1     | 0- 3   | 0                   | 0    | —      | —      |
| Chloroform                            | —     | —       | —     | —     | —      | 0.7                 | 0.4  | —      | —      |
| Methyl chloroform                     | —     | —       | —     | 0.1   | 0- 1   | 0.2                 | 0.2  | —      | —      |
| Trichloroethylene                     | —     | —       | —     | 6.6   | 1- 13  | 8.6                 | 11.1 | —      | —      |
| Tetrachloroethylene                   | —     | —       | —     | 0.5   | 0- 2   | 1.4                 | 1.4  | —      | —      |
| Allyl chloride                        | —     | —       | —     | —     | —      | 56.1                | 48.3 | —      | —      |
| Methanol                              | 10.9  | —       | 7     | 12.3  | 9- 21  | 16.5                | 21.3 | —      | —      |
| Ethanol                               | 25.5  | —       | 15    | 26.8  | 4- 89  | 44.6                | 22.5 | 9- 58  | 20- 71 |
| i-Propanol                            | 30.6  | —       | 7     | —     | —      | 17.3                | 20.3 | —      | —      |
| Butanol                               | 38.9  | —       | 30    | —     | —      | 65.5                | 21.4 | —      | —      |
| i-Butanol                             | 45.4  | —       | 14    | —     | —      | 38.8                | 25.5 | —      | —      |
| Ethylene glycol                       | 41.4  | —       | 21    | —     | —      | —                   | —    | —      | —      |
| Propylene glycol                      | 55.2  | —       | 18    | —     | —      | —                   | —    | —      | —      |
| But-2-diol                            | —     | —       | —     | —     | —      | 28.8                | 6.6  | —      | —      |
| Dimethyl ether                        | 22.3  | —       | 11    | —     | —      | 28.8                | 34.3 | —      | —      |
| Methyl-t-butyl ether                  | 11.1  | —       | 8     | —     | —      | —                   | —    | —      | —      |
| Ethyl-t-butyl ether                   | 25.2  | —       | 26    | —     | —      | —                   | —    | —      | —      |
| Acetone                               | 1.4   | —       | 7     | 17.8  | 10- 27 | 17.3                | 12.4 | —      | —      |
| Methyl ethyl ketone                   | 5.5   | —       | 14    | 47.3  | 17- 80 | 38.8                | 17.8 | —      | —      |
| Methyl-i-butyl ketone                 | —     | —       | —     | —     | —      | 67.6                | 31.8 | —      | —      |
| Methyl acetate                        | —     | —       | —     | 2.5   | 0- 7   | 5.8                 | 6.7  | —      | —      |
| Ethyl acetate                         | —     | —       | —     | 21.8  | 11- 56 | 29.5                | 29.4 | —      | —      |
| i-Propyl acetate                      | —     | —       | —     | 21.5  | 14- 36 | —                   | —    | —      | —      |
| n-Butyl acetate                       | —     | —       | —     | 32.3  | 14- 91 | 43.9                | 32.0 | —      | —      |
| i-Butyl acetate                       | —     | —       | —     | 33.2  | 21- 59 | 28.8                | 35.3 | —      | —      |
| Propylene glycol methyl ether         | —     | —       | —     | —     | —      | 77.0                | 49.1 | —      | —      |
| Propylene glycol methyl ether acetate | —     | —       | —     | —     | —      | 30.9                | 15.7 | —      | —      |
| Ethylene                              | 100   | 100     | 100   | 100   | 100    | 100                 | 100  | 100    | 100    |
| Propylene                             | 217   | 44      | 125   | 103   | 75-163 | 73.4                | 59.9 | 69-138 | 55-120 |
| 1-Butene                              | 194   | 32      | 115   | 95.9  | 57-185 | 79.9                | 49.5 | —      | —      |
| 2-Butene                              | 371   | —       | 136   | 99.2  | 82-157 | 78.4                | 43.6 | —      | —      |
| 1-Pentene                             | 148   | —       | 79    | 105.9 | 40-288 | 72.7                | 42.4 | —      | —      |
| 2-Pentene                             | 327   | —       | 79    | 93.0  | 65-160 | 77.0                | 38.1 | —      | —      |
| 2-Methyl-1-butene                     | 300   | —       | 70    | 77.7  | 52-113 | 69.1                | 18.1 | —      | —      |
| 2-Methyl-2-butene                     | 431   | 24      | 93    | 77.9  | 61-102 | 93.5                | 45.3 | —      | —      |
| 3-Methyl-1-butene                     | 158   | —       | 79    | 89.5  | 60-154 | —                   | —    | —      | —      |
| Isobutene                             | 318   | 50      | 77    | 64.3  | 58- 76 | 79.1                | 58.0 | —      | —      |
| Isoprene                              | 515   | —       | 121   | —     | —      | 53.2                | 58.3 | —      | —      |
| Acetylene                             | 10.4  | 82      | 6.8   | 16.8  | 10- 42 | 27.3                | 36.8 | —      | —      |
| Benzene                               | 5.7   | 71      | 5.3   | 18.9  | 11- 45 | 31.7                | 40.2 | —      | —      |

| VOC                     | OH    | Canada  | SAPRC | UK    |              | Sweden              |      | EMEP   | LOTOS  |
|-------------------------|-------|---------|-------|-------|--------------|---------------------|------|--------|--------|
|                         | Scale | by mass | MIR   | POCP  | range        | max. diff. 0-4 days |      |        |        |
|                         | (a)   | (b)     | (c)   | (d)   | (e)          | (f)                 | (g)  | (h)    | (i)    |
| Toluene                 | 23.4  | 218     | 34    | 56.3  | 41- 83       | 44.6                | 47.0 | -      | -      |
| o-Xylene                | 48.3  | 38      | 87    | 66.6  | 41- 97       | 42.4                | 16.7 | 54-112 | 26- 67 |
| m-Xylene                | 80.2  | 53      | 109   | 99.3  | 78-135       | 58.3                | 47.4 | -      | -      |
| p-Xylene                | 49.7  | 53      | 89    | 88.8  | 63-180       | 61.2                | 47.2 | -      | -      |
| Ethylbenzene            | 25    | 32      | 36    | 59.3  | 35-114       | 53.2                | 50.4 | -      | -      |
| 1,2,3-Trimethyl benzene | 89    | -       | 119   | 117   | 76-175       | 69.8                | 29.2 | -      | -      |
| 1,2,4-Trimethyl benzene | 107   | 44      | 119   | 120   | 86-176       | 68.3                | 33.0 | -      | -      |
| 1,3,5-Trimethyl benzene | 159   | -       | 140   | 115   | 74-174       | 69.1                | 33.0 | -      | -      |
| o-Ethyltoluene          | 35    | -       | 96    | 66.8  | 31-130       | 59.7                | 40.8 | -      | -      |
| m-Ethyltoluene          | 50    | -       | 96    | 79.4  | 41-140       | 62.6                | 40.1 | -      | -      |
| p-Ethyltoluene          | 33    | -       | 96    | 72.5  | 36-135       | 62.6                | 44.3 | -      | -      |
| n-Propylbenzene         | 17    | -       | 28    | 49.2  | 25-110       | 51.1                | 45.4 | -      | -      |
| i-Propylbenzene         | 18    | -       | 30    | 56.5  | 35-105       | 51.1                | 52.3 | -      | -      |
| Formaldehyde            | 104   | -       | 117   | 42.1  | 22- 58       | 42.4                | 26.1 | -      | -      |
| Acetaldehyde            | 128   | -       | 72    | 52.7  | 33-122       | 53.2                | 18.6 | -      | -      |
| Propionaldehyde         | 117   | -       | 87    | 60.3  | 28-160       | 65.5                | 17.0 | -      | -      |
| Butyraldehyde           | 124   | -       | -     | 56.8  | 16-160       | 64.0                | 17.1 | -      | -      |
| i-Butyraldehyde         | 144   | -       | -     | 63.1  | 38-128       | 58.3                | 30.0 | -      | -      |
| Valeraldehyde           | 112   | -       | -     | 68.6  | 0-268        | 61.2                | 32.1 | -      | -      |
| Acrolein                | -     | -       | -     | -     | -            | 120.1               | 82.3 | -      | -      |
| Benzaldehyde            | 43    | -       | -10   | -33.4 | -82<br>(-12) | -                   | -    | -      | -      |

(a) OH+VOC rate coefficient divided by molecular weight.

(b) Ambient VOC concentrations at 18 sites in Canada expressed on mass basics.

(c) Maximum Incremental Reactivity (MIR) based on California scenarios; Statewide Air Pollution Research Centre, Los Angeles, USA.

(d) Average POCP based on three scenarios and 9 days; FRG-Ireland, France-Sweden and UK.

(e) Range of POCPs based on three scenarios and 11 days.

(f) POCPs calculated for a single source in Sweden producing maximum ozone difference.

(g) POCPs calculated for a single source in Sweden using average difference in ozone over 4 days.

(h) Range (5th-95th percentile) of POCPs calculated over EMEP grid.

(i) Range (20th-80th percentile) of POCPs calculated over LOTOS grid.

$$\text{POCP} = \frac{(a)}{(b)} : \frac{(c)}{(d)} \times 100$$

where (a) - Change in photochemical oxidant formation due to a change in a VOC emission

(b) - Integrated VOC emission up to that time

(c) - Change in photochemical oxidant formation due to a change in ethylene emissions

(d) - Integrated ethylene emission up to that time

It is a quantity derived from a photochemical ozone model by following the photochemical ozone production with and without the presence of an individual hydrocarbon. The difference in ozone concentrations between such pairs of model calculations is a measure of the contribution that VOC makes in ozone formation.

Tableau 3

Comparaison entre les systèmes de pondération (par rapport à l'éthylène = 100) pour 85 espèces de COV

| COV                                         | OH      | Canada               | SAPRC | Royaume-Uni |                    | Suède                |      | EMEP   | LOTOS  |
|---------------------------------------------|---------|----------------------|-------|-------------|--------------------|----------------------|------|--------|--------|
|                                             | Echelle | par quantité globale | RDM   | POCP        | Intervalle du PCOP | diff. 0-4 jours max. |      |        |        |
|                                             | (a)     | (b)                  | (c)   | (d)         | (e)                | (f)                  | (g)  | (h)    | (i)    |
| Méthane                                     | 0.1     | -                    | 0     | 0.7         | 0- 3               | -                    | -    | -      | -      |
| Ethane                                      | 3.2     | 91.2                 | 2.7   | 8.2         | 2- 30              | 17.3                 | 12.6 | 5- 24  | 6- 25  |
| Propane                                     | 9.3     | 100                  | 6.2   | 42.1        | 16-124             | 60.4                 | 50.3 | -      | -      |
| n-Butane                                    | 15.3    | 212                  | 11.7  | 41.4        | 15-115             | 55.4                 | 46.7 | 22- 85 | 25- 87 |
| i-Butane                                    | 14.2    | 103                  | 15.7  | 31.5        | 19- 59             | 33.1                 | 41.1 | -      | -      |
| n-Pentane                                   | 19.4    | 109                  | 12.1  | 40.8        | 9-105              | 61.2                 | 29.8 | -      | -      |
| i-Pentane                                   | 18.8    | 210                  | 16.2  | 29.6        | 12- 68             | 36.0                 | 31.4 | -      | -      |
| n-Hexane                                    | 22.5    | 71                   | 11.5  | 42.1        | 12-151             | 78.4                 | 45.2 | -      | -      |
| Méthylpentane-2                             | 22.2    | 100                  | 17.0  | 52.4        | 19-140             | 71.2                 | 52.9 | -      | -      |
| Méthylpentane-3                             | 22.6    | 47                   | 17.7  | 43.1        | 11-125             | 64.7                 | 40.9 | -      | -      |
| Diméthylbutane-2,2                          | 10.5    | -                    | 7.5   | 25.1        | 12- 49             | -                    | -    | -      | -      |
| Diméthylbutane-2,3                          | 25.0    | -                    | 13.8  | 38.4        | 25- 65             | -                    | -    | -      | -      |
| n-Heptane                                   | 25.3    | 41                   | 9.4   | 52.9        | 13-165             | 79.1                 | 51.8 | -      | -      |
| Méthylhexane-2                              | 18.4    | 21                   | 17.0  | 49.2        | 11-159             | -                    | -    | -      | -      |
| Méthylhexane-3                              | 18.4    | 24                   | 16.0  | 49.2        | 11-157             | -                    | -    | -      | -      |
| n-Octane                                    | 26.6    | -                    | 7.4   | 49.3        | 11-151             | 69.8                 | 46.1 | -      | -      |
| Méthylheptane-2                             | 26.6    | -                    | 16.0  | 46.9        | 12-146             | 69.1                 | 45.7 | -      | -      |
| n-Nonane                                    | 27.4    | -                    | 6.2   | 46.9        | 10-148             | 63.3                 | 35.1 | -      | -      |
| Méthyl-octane-2                             | 27.3    | -                    | 13.2  | 50.5        | 12-147             | 66.9                 | 45.4 | -      | -      |
| n-Decane                                    | 27.6    | -                    | 5.3   | 46.4        | 8-156              | 71.9                 | 42.2 | -      | -      |
| Méthyl-nonane-2                             | 27.9    | -                    | 11.7  | 44.8        | 8-153              | 71.9                 | 42.3 | -      | -      |
| n-Undecane                                  | 29.6    | 21                   | 4.7   | 43.6        | 8-144              | 66.2                 | 38.6 | -      | -      |
| n-Duodécane                                 | 28.4    | -                    | 4.3   | 41.2        | 7-138              | 57.6                 | 31.1 | -      | -      |
| Méthylcyclohexane                           | 35.7    | 18                   | 22.3  | -           | -                  | 40.3                 | 38.6 | -      | -      |
| Chlorure de méthylène                       | -       | -                    | -     | 1           | 0- 3               | 0                    | 0    | -      | -      |
| Chloroforme                                 | -       | -                    | -     | -           | -                  | 0.7                  | 0.4  | -      | -      |
| Chloroforme méthylé                         | -       | -                    | -     | 0.1         | 0- 1               | 0.2                  | 0.2  | -      | -      |
| Trichloroéthylène                           | -       | -                    | -     | 6.6         | 1- 13              | 8.6                  | 11.1 | -      | -      |
| Tétrachloroéthylène                         | -       | -                    | -     | 0.5         | 0- 2               | 1.4                  | 1.4  | -      | -      |
| Chlorure d'allyle                           | -       | -                    | -     | -           | -                  | 56.1                 | 48.3 | -      | -      |
| Méthanol                                    | 10.9    | -                    | 7     | 12.3        | 9- 21              | 16.5                 | 21.3 | -      | -      |
| Ethanol                                     | 25.5    | -                    | 15    | 26.8        | 4- 89              | 44.6                 | 22.5 | 9- 58  | 20- 71 |
| i-Propanol                                  | 30.6    | -                    | 7     | -           | -                  | 17.3                 | 20.3 | -      | -      |
| Butanol                                     | 38.9    | -                    | 30    | -           | -                  | 65.5                 | 21.4 | -      | -      |
| i-Butanol                                   | 45.4    | -                    | 14    | -           | -                  | 38.8                 | 25.5 | -      | -      |
| Ethylène-glycol                             | 41.4    | -                    | 21    | -           | -                  | -                    | -    | -      | -      |
| Propylène-glycol                            | 55.2    | -                    | 18    | -           | -                  | -                    | -    | -      | -      |
| But-2-diol                                  | -       | -                    | -     | -           | -                  | 28.8                 | 6.6  | -      | -      |
| Ether méthylque                             | 22.3    | -                    | 11    | -           | -                  | 28.8                 | 34.3 | -      | -      |
| Ether méthyl-t-butyle                       | 11.1    | -                    | 8     | -           | -                  | -                    | -    | -      | -      |
| Ether éthyl-t-butyle                        | 25.2    | -                    | 26    | -           | -                  | -                    | -    | -      | -      |
| Acétone                                     | 1.4     | -                    | 7     | 17.8        | 10- 27             | 17.3                 | 12.4 | -      | -      |
| Méthyléthylcétone                           | 5.5     | -                    | 14    | 47.3        | 17- 80             | 38.8                 | 17.8 | -      | -      |
| Méthyl-i-butyle cétone                      | -       | -                    | -     | -           | -                  | 67.6                 | 31.8 | -      | -      |
| Acétate de méthyle                          | -       | -                    | -     | 2.5         | 0- 7               | 5.8                  | 6.7  | -      | -      |
| Acétate d'éthyle                            | -       | -                    | -     | 21.8        | 11- 56             | 29.5                 | 29.4 | -      | -      |
| Acétate de i-propyle                        | -       | -                    | -     | 21.5        | 14- 36             | -                    | -    | -      | -      |
| Acétate de n-butyle                         | -       | -                    | -     | 32.3        | 14- 91             | 43.9                 | 32.0 | -      | -      |
| Acétate de i-butyle                         | -       | -                    | -     | 33.2        | 21- 59             | 28.8                 | 35.3 | -      | -      |
| Ether de propylène-glycol méthyle           | -       | -                    | -     | -           | -                  | 77.0                 | 49.1 | -      | -      |
| Acétate d'éther de propylène-glycol méthyle | -       | -                    | -     | -           | -                  | 30.9                 | 15.7 | -      | -      |
| Ethylène                                    | 100     | 100                  | 100   | 100         | 100                | 100                  | 100  | 100    | 100    |
| Propylène                                   | 217     | 44                   | 125   | 103         | 75-163             | 73.4                 | 59.9 | 69-138 | 55-120 |
| Butène-1                                    | 194     | 32                   | 115   | 95.9        | 57-185             | 79.9                 | 49.5 | -      | -      |
| Butène-2                                    | 371     | -                    | 136   | 99.2        | 82-157             | 78.4                 | 43.6 | -      | -      |
| Pentène-1                                   | 148     | -                    | 79    | 105.9       | 40-288             | 72.7                 | 42.4 | -      | -      |
| Pentène-2                                   | 327     | -                    | 79    | 93.0        | 65-160             | 77.0                 | 38.1 | -      | -      |
| Méthyl-2 butène-1                           | 300     | -                    | 70    | 77.7        | 52-113             | 69.1                 | 18.1 | -      | -      |
| Méthyl-2 butène-2                           | 431     | 24                   | 93    | 77.9        | 61-102             | 93.5                 | 45.3 | -      | -      |
| Méthyl-3 butène-1                           | 158     | -                    | 79    | 89.5        | 60-154             | -                    | -    | -      | -      |
| Isobutène                                   | 318     | 50                   | 77    | 64.3        | 58- 76             | 79.1                 | 58.0 | -      | -      |
| Isoprène                                    | 515     | -                    | 121   | -           | -                  | 53.2                 | 58.3 | -      | -      |

| COV                     | OH      | Canada               | SAPRC | Royaume-Uni |                    | Suède                |      | EMEP   | LOTOS  |
|-------------------------|---------|----------------------|-------|-------------|--------------------|----------------------|------|--------|--------|
|                         | Echelle | par quantité globale | RDM   | PCOP        | Intervalle du PCOP | diff. 0-4 jours max. |      |        |        |
|                         | (a)     | (b)                  | (c)   | (d)         | (e)                | (f)                  | (g)  | (h)    | (i)    |
| Acétylène               | 10.4    | 82                   | 6.8   | 16.8        | 10- 42             | 27.3                 | 36.8 | -      | -      |
| Benzène                 | 5.7     | 71                   | 5.3   | 18.9        | 11- 45             | 31.7                 | 40.2 | -      | -      |
| Toluène                 | 23.4    | 218                  | 34    | 56.3        | 41- 83             | 44.6                 | 47.0 | -      | -      |
| o-Xylène                | 48.3    | 38                   | 87    | 66.6        | 41- 97             | 42.4                 | 16.7 | 54-112 | 26- 67 |
| m-Xylène                | 80.2    | 53                   | 109   | 99.3        | 78-135             | 58.3                 | 47.4 | -      | -      |
| p-Xylène                | 49.7    | 53                   | 89    | 88.8        | 63-180             | 61.2                 | 47.2 | -      | -      |
| Ethylbenzène            | 25      | 32                   | 36    | 59.3        | 35-114             | 53.2                 | 50.4 | -      | -      |
| Triméthyl-1,2,3 benzène | 89      | -                    | 119   | 117         | 76-175             | 69.8                 | 29.2 | -      | -      |
| Triméthyl-1,2,4 benzène | 107     | 44                   | 119   | 120         | 86-176             | 68.3                 | 33.0 | -      | -      |
| Triméthyl-1,3,5 benzène | 159     | -                    | 140   | 115         | 74-174             | 69.1                 | 33.0 | -      | -      |
| o-Ethyltoluène          | 35      | -                    | 96    | 66.8        | 31-130             | 59.7                 | 40.8 | -      | -      |
| m-Ethyltoluène          | 50      | -                    | 96    | 79.4        | 41-140             | 62.6                 | 40.1 | -      | -      |
| p-Ethyltoluène          | 33      | -                    | 96    | 72.5        | 36-135             | 62.6                 | 44.3 | -      | -      |
| n-Propylbenzène         | 17      | -                    | 28    | 49.2        | 25-110             | 51.1                 | 45.4 | -      | -      |
| i-Propylbenzène         | 18      | -                    | 30    | 56.5        | 35-105             | 51.1                 | 52.3 | -      | -      |
| Formaldéhyde            | 104     | -                    | 117   | 42.1        | 22- 58             | 42.4                 | 26.1 | -      | -      |
| Acétaldéhyde            | 128     | -                    | 72    | 52.7        | 33-122             | 53.2                 | 18.6 | -      | -      |
| Propionaldéhyde         | 117     | -                    | 87    | 60.3        | 28-160             | 65.5                 | 17.0 | -      | -      |
| Butyraldéhyde           | 124     | -                    | -     | 56.8        | 16-160             | 64.0                 | 17.1 | -      | -      |
| i-Butyraldéhyde         | 144     | -                    | -     | 63.1        | 38-128             | 58.3                 | 30.0 | -      | -      |
| Valéraldéhyde           | 112     | -                    | -     | 68.6        | 0-268              | 61.2                 | 32.1 | -      | -      |
| Acroléine               | -       | -                    | -     | -           | -                  | 120.1                | 82.3 | -      | -      |
| Benzaldéhyde            | 43      | -                    | -10   | -33.4       | -82<br>(-12)       | -                    | -    | -      | -      |

(a) Coefficient d'activité COV+OH divisé par le poids moléculaire.

(b) Concentrations de COV dans l'air ambiant dans 18 stations du Canada, pour des quantités globales de base.

(c) Réactivité différentielle maximale (RDM) d'après les scénarios californiens, Statewide Air Pollution Research Centre (Los Angeles, Etats-Unis).

(d) PCOP moyen, sur la base de trois scénarios et neuf jours; République fédérale d'Allemagne-Irlande, France-Suède et Royaume-Uni.

(e) Intervalle des PCOP, sur la base de trois scénarios et onze jours.

(f) PCOP calculés pour une seule source en Suède produisant une différence maximale d'ozone.

(g) PCOP calculés pour une seule source en Suède utilisant une différence moyenne de l'ozone sur quatre jours.

(h) Intervalle (du 5<sup>ème</sup> au 95<sup>ème</sup> centile) des PCOP calculés sur le quadrillage EMEP.

(i) Intervalle (du 20<sup>ème</sup> au 80<sup>ème</sup> centile) des PCOP calculés sur le quadrillage LOTOS.

$$PCOP = \frac{(a)}{(b)} : \frac{(c)}{(d)} \times 100$$

(a) = modification dans la formation d'oxydants photochimiques due à un changement dans une émission de COV.

(b) = émission intégrée du COV jusqu'à ce point chronologique.

(c) = modification dans la formation d'oxydants photochimiques due à un changement dans les émissions d'éthylène.

(d) = émission intégrée d'éthylène jusqu'à ce point chronologique.

On tire cette quantité d'un modèle de l'ozone photochimique en suivant la production d'ozone photochimique en présence et en l'absence d'un hydrocarbure particulier. La différence des concentrations d'ozone entre ces paires de calculs sur modèle constitue une mesure de la contribution de ce COV à la formation d'ozone.

Tabelle 3

Vergleich zwischen den Gewichtungssystemen  
(ausgedrückt im Verhältnis zu Ethylen, Ethylen = 100) für 85 Arten flüchtiger organischer Verbindungen

| Flüchtige organische Verbindung | OH    | Kanada        | SAPRC | Vereinigtes<br>Königreich |                 | Schweden            |      | EMEP   | LOTOS  |
|---------------------------------|-------|---------------|-------|---------------------------|-----------------|---------------------|------|--------|--------|
|                                 | Skala | nach<br>Masse | MIR   | POCP                      | Band-<br>breite | max. Diff. 0-4 Tage |      |        |        |
|                                 | (a)   | (b)           | (c)   | (d)                       | (e)             | (f)                 | (g)  | (h)    | (i)    |
| Methan                          | 0,1   | —             | 0     | 0,7                       | 0- 3            | —                   | —    | —      | —      |
| Ethan                           | 3,2   | 91,2          | 2,7   | 8,2                       | 2- 30           | 17,3                | 12,6 | 5- 24  | 6- 25  |
| Propan                          | 9,3   | 100           | 6,2   | 42,1                      | 16-124          | 60,4                | 50,3 | —      | —      |
| n-Butan                         | 15,3  | 212           | 11,7  | 41,4                      | 15-115          | 55,4                | 46,7 | 22- 85 | 25- 87 |
| i-Butan                         | 14,2  | 103           | 15,7  | 31,5                      | 19- 59          | 33,1                | 41,1 | —      | —      |
| n-Pentan                        | 19,4  | 109           | 12,1  | 40,8                      | 9-105           | 61,2                | 29,8 | —      | —      |
| i-Pentan                        | 18,8  | 210           | 16,2  | 29,6                      | 12- 68          | 36,0                | 31,4 | —      | —      |
| n-Hexan                         | 22,5  | 71            | 11,5  | 42,1                      | 10-151          | 78,4                | 45,2 | —      | —      |
| 2-Methylpentan                  | 22,2  | 100           | 17,0  | 52,4                      | 19-140          | 71,2                | 52,9 | —      | —      |
| 3-Methylpentan                  | 22,6  | 47            | 17,7  | 43,1                      | 11-125          | 64,7                | 40,9 | —      | —      |
| 2,2-Dimethylbutan               | 10,5  | —             | 7,5   | 25,1                      | 12- 49          | —                   | —    | —      | —      |
| 2,3-Dimethylbutan               | 25,0  | —             | 13,8  | 38,4                      | 25- 65          | —                   | —    | —      | —      |
| n-Heptan                        | 25,3  | 41            | 9,4   | 52,9                      | 13-165          | 79,1                | 51,8 | —      | —      |
| 2-Methylhexan                   | 18,4  | 21            | 17,0  | 49,2                      | 11-159          | —                   | —    | —      | —      |
| 3-Methylhexan                   | 18,4  | 24            | 16,0  | 49,2                      | 11-157          | —                   | —    | —      | —      |
| n-Octan                         | 26,6  | —             | 7,4   | 49,3                      | 11-151          | 69,8                | 46,1 | —      | —      |
| 2-Methylheptan                  | 26,6  | —             | 16,0  | 46,9                      | 12-146          | 69,1                | 45,7 | —      | —      |
| n-Nonan                         | 27,4  | —             | 6,2   | 46,9                      | 10-148          | 63,3                | 35,1 | —      | —      |
| 2-Methyloctan                   | 27,3  | —             | 13,2  | 50,5                      | 12-147          | 66,9                | 45,4 | —      | —      |
| n-Decan                         | 27,6  | —             | 5,3   | 46,4                      | 8-156           | 71,9                | 42,2 | —      | —      |
| 2-Methylnonan                   | 27,9  | —             | 11,7  | 44,8                      | 8-153           | 71,9                | 42,3 | —      | —      |
| n-Undecan                       | 29,6  | 21            | 4,7   | 43,6                      | 8-144           | 66,2                | 38,6 | —      | —      |
| n-Duodecan                      | 28,4  | —             | 4,3   | 41,2                      | 7-138           | 57,6                | 31,1 | —      | —      |
| Methylcyclohexan                | 35,7  | 18            | 22,3  | —                         | —               | 40,3                | 38,6 | —      | —      |
| Methylenchlorid                 | —     | —             | —     | 1                         | 0- 3            | 0                   | 0    | —      | —      |
| Chloroform                      | —     | —             | —     | —                         | —               | 0,7                 | 0,4  | —      | —      |
| Methylchloroform                | —     | —             | —     | 0,1                       | 0- 1            | 0,2                 | 0,2  | —      | —      |
| Trichlorethylen                 | —     | —             | —     | 6,6                       | 1- 13           | 8,6                 | 11,1 | —      | —      |
| Tetrachlorethylen               | —     | —             | —     | 0,5                       | 0- 2            | 1,4                 | 1,4  | —      | —      |
| Allylchlorid                    | —     | —             | —     | —                         | —               | 56,1                | 48,3 | —      | —      |
| Methanol                        | 10,9  | —             | 7     | 12,3                      | 9- 21           | 16,5                | 21,3 | —      | —      |
| Ethanol                         | 25,5  | —             | 15    | 26,8                      | 4- 89           | 44,6                | 22,5 | 9- 58  | 20- 71 |
| i-Propanol                      | 30,6  | —             | 7     | —                         | —               | 17,3                | 20,3 | —      | —      |
| Butanol                         | 38,9  | —             | 30    | —                         | —               | 65,5                | 21,4 | —      | —      |
| i-Butanol                       | 45,4  | —             | 14    | —                         | —               | 38,8                | 25,5 | —      | —      |
| Ethylenglycol                   | 41,4  | —             | 21    | —                         | —               | —                   | —    | —      | —      |
| Propylenglycol                  | 55,2  | —             | 18    | —                         | —               | —                   | —    | —      | —      |
| But-2-diol                      | —     | —             | —     | —                         | —               | 28,8                | 6,6  | —      | —      |
| Dimethylether                   | 22,3  | —             | 11    | —                         | —               | 28,8                | 34,3 | —      | —      |
| Methyl-t-butylether             | 11,1  | —             | 8     | —                         | —               | —                   | —    | —      | —      |
| Ethyl-t-butylether              | 25,2  | —             | 26    | —                         | —               | —                   | —    | —      | —      |
| Aceton                          | 1,4   | —             | 7     | 17,8                      | 10- 27          | 17,3                | 12,4 | —      | —      |
| Methylethylketon                | 5,5   | —             | 14    | 47,3                      | 17- 80          | 38,8                | 17,8 | —      | —      |
| Methyl-i-butylketon             | —     | —             | —     | —                         | —               | 67,6                | 31,8 | —      | —      |
| Methylacetat                    | —     | —             | —     | 2,5                       | 0- 7            | 5,8                 | 6,7  | —      | —      |
| Ethylacetat                     | —     | —             | —     | 21,8                      | 11- 56          | 29,5                | 29,4 | —      | —      |
| i-Propylacetat                  | —     | —             | —     | 21,5                      | 14- 36          | —                   | —    | —      | —      |
| n-Butylacetat                   | —     | —             | —     | 32,3                      | 14- 91          | 43,9                | 32,0 | —      | —      |
| i-Butylacetat                   | —     | —             | —     | 33,2                      | 21- 59          | 28,8                | 35,3 | —      | —      |
| Methylpropylenglycolether       | —     | —             | —     | —                         | —               | 77,0                | 49,1 | —      | —      |
| Methylpropylenglycoletheracetat | —     | —             | —     | —                         | —               | 30,9                | 15,7 | —      | —      |
| Ethylen                         | 100   | 100           | 100   | 100                       | 100             | 100                 | 100  | 100    | 100    |
| Propylen                        | 217   | 44            | 125   | 103                       | 75-163          | 73,4                | 59,9 | 69-138 | 55-120 |
| 1-Buten                         | 194   | 32            | 115   | 95,9                      | 57-185          | 79,9                | 49,5 | —      | —      |
| 2-Buten                         | 371   | —             | 136   | 99,2                      | 82-157          | 78,4                | 43,6 | —      | —      |
| 1-Penten                        | 148   | —             | 79    | 105,9                     | 40-288          | 72,7                | 42,4 | —      | —      |
| 2-Penten                        | 327   | —             | 79    | 93,0                      | 65-160          | 77,0                | 38,1 | —      | —      |
| 2-Methyl-1-buten                | 300   | —             | 70    | 77,7                      | 52-113          | 69,1                | 18,1 | —      | —      |
| 2-Methyl-2-buten                | 431   | 24            | 93    | 77,9                      | 61-102          | 93,5                | 45,3 | —      | —      |
| 3-Methyl-1-buten                | 158   | —             | 79    | 89,5                      | 60-154          | —                   | —    | —      | —      |

| Flüchtige organische Verbindung | OH    | Kanada        | SAPRC | Vereinigtes<br>Königreich |                 | Schweden            |      | EMEP   | LOTOS  |
|---------------------------------|-------|---------------|-------|---------------------------|-----------------|---------------------|------|--------|--------|
|                                 | Skala | nach<br>Masse | MIR   | POCP                      | Band-<br>breite | max. Diff. 0-4 Tage |      |        |        |
|                                 | (a)   | (b)           | (c)   | (d)                       | (e)             | (f)                 | (g)  | (h)    | (i)    |
| Isobuten                        | 318   | 50            | 77    | 64,3                      | 58- 76          | 79,1                | 58,0 | -      | -      |
| Isopren                         | 515   | -             | 121   | -                         | -               | 53,2                | 58,3 | -      | -      |
| Acetylen                        | 10,4  | 82            | 6,8   | 16,8                      | 10- 42          | 27,3                | 36,8 | -      | -      |
| Benzol                          | 5,7   | 71            | 5,3   | 18,9                      | 11- 45          | 31,7                | 40,2 | -      | -      |
| Toluol                          | 23,4  | 218           | 34    | 56,3                      | 41- 83          | 44,6                | 47,0 | -      | -      |
| o-Xylol                         | 48,3  | 38            | 87    | 66,6                      | 41- 97          | 42,4                | 16,7 | 54-112 | 26- 67 |
| m-Xylol                         | 80,2  | 53            | 109   | 99,3                      | 78-135          | 58,3                | 47,4 | -      | -      |
| p-Xylol                         | 49,7  | 53            | 89    | 88,8                      | 63-180          | 61,2                | 47,2 | -      | -      |
| Ethylbenzol                     | 25    | 32            | 36    | 59,3                      | 35-114          | 53,2                | 50,4 | -      | -      |
| 1,2,3-Trimethylbenzol           | 89    | -             | 119   | 117                       | 76-175          | 69,8                | 29,2 | -      | -      |
| 1,2,4-Trimethylbenzol           | 107   | 44            | 119   | 120                       | 86-176          | 68,3                | 33,0 | -      | -      |
| 1,3,5-Trimethylbenzol           | 159   | -             | 140   | 115                       | 74-174          | 69,1                | 33,0 | -      | -      |
| o-Ethyltoluol                   | 35    | -             | 96    | 66,8                      | 31-130          | 59,7                | 40,8 | -      | -      |
| m-Ethyltoluol                   | 50    | -             | 96    | 79,4                      | 41-140          | 62,6                | 40,1 | -      | -      |
| p-Ethyltoluol                   | 33    | -             | 96    | 72,5                      | 36-135          | 62,6                | 44,3 | -      | -      |
| n-Propylbenzol                  | 17    | -             | 28    | 49,2                      | 25-110          | 51,1                | 45,4 | -      | -      |
| i-Propylbenzol                  | 18    | -             | 30    | 56,5                      | 35-105          | 51,1                | 52,3 | -      | -      |
| Formaldehyd                     | 104   | -             | 117   | 42,1                      | 22- 58          | 42,4                | 26,1 | -      | -      |
| Acetaldehyd                     | 128   | -             | 72    | 52,7                      | 33-122          | 53,2                | 18,6 | -      | -      |
| Propionaldehyd                  | 117   | -             | 87    | 60,3                      | 28-160          | 65,5                | 17,0 | -      | -      |
| Butyraldehyd                    | 124   | -             | -     | 56,8                      | 16-160          | 64,0                | 17,1 | -      | -      |
| i-Butyraldehyd                  | 144   | -             | -     | 63,1                      | 38-128          | 58,3                | 30,0 | -      | -      |
| Valeraldehyd                    | 112   | -             | -     | 68,6                      | 0-268           | 61,2                | 32,1 | -      | -      |
| Acrolein                        | -     | -             | -     | -                         | -               | 120,1               | 82,3 | -      | -      |
| Benzaldehyd                     | 43    | -             | -10   | -33,4                     | -82<br>(-12)    | -                   | -    | -      | -      |

(a) Koeffizient von OH+VOC-Quote, dividiert durch das Molekulargewicht.

(b) VOC-Umgebungskonzentration an 18 Orten in Kanada, ausgedrückt auf der Grundlage der Masse.

(c) Maximale zusätzliche Reaktivität (MIR) auf der Grundlage kalifornischer Szenarien, Statewide Air Pollution Research Centre, Los Angeles, USA.

(d) Mittleres photochemisches Ozonbildungspotential auf der Grundlage von 3 Szenarien und 9 Tagen, Bundesrepublik Deutschland - Irland, Frankreich - Schweden und Vereinigtes Königreich.

(e) Bandbreite der photochemischen Ozonbildungspotentiale auf der Grundlage von 3 Szenarien und 11 Tagen.

(f) Photochemische Ozonbildungspotentiale, berechnet für eine einzige Quelle in Schweden, an der maximale Ozonunterschiede auftreten.

(g) Photochemische Ozonbildungspotentiale, berechnet für eine einzige Quelle in Schweden, unter Anwendung einer mittleren Ozondifferenz über 4 Tage.

(h) Bandbreite (5. bis 95. Perzentil) von photochemischen Ozonbildungspotentialen, berechnet über dem EMEP-Raster.

(i) Bandbreite (20. bis 80. Perzentil) von photochemischen Ozonbildungspotentialen, berechnet über dem LOTOS-Raster.

$$\text{Photochemisches Ozonbildungspotential} = \frac{(a) \cdot (c)}{(b) \cdot (d)} \times 100$$

wobei (a) - Änderung der Bildung photochemischer Oxidantien aufgrund einer Änderung einer VOC-Emission

(b) - Integrierte VOC-Emissionen bis zu diesem Zeitpunkt

(c) - Änderung der Bildung photochemischer Oxidantien aufgrund einer Änderung der Ethylen-Emissionen

(d) - Integrierte Ethylen-Emissionen bis zu diesem Zeitpunkt

Es handelt sich um eine Größe, die aus einem photochemischen Ozonmodell abgeleitet ist, in dem die photochemischen Ozonerzeugung bei Vorhandensein eines einzelnen Kohlenwasserstoffs und ohne einen solchen Kohlenwasserstoff untersucht wurde. Der Unterschied in den Ozonkonzentrationen zwischen zwei solchen Modellrechnungen ist ein Maßstab für den Beitrag, den flüchtige organische Verbindungen zur Ozonbildung leisten.

## Denkschrift zu dem Protokoll

### I. Allgemeines

Durch das Protokoll wird das Übereinkommen vom 13. November 1979 über die weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung erneut ergänzt.

Die Bundesrepublik Deutschland unterzeichnete das Übereinkommen am 13. November 1979 in Genf. Die gesetzgebenden Körperschaften stimmten durch Gesetz vom 29. März 1982 zu (BGBl. 1982 II S. 373). Das von 34 Staaten und der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft (EWG) unterzeichnete Übereinkommen trat am 16. März 1983 – nach Hinterlegung der 24. Ratifikationsurkunde – in Kraft; inzwischen haben 31 Staaten sowie die EWG das Übereinkommen ratifiziert.

Das gemäß Artikel 10 des Übereinkommens aus Vertretern der Vertragsparteien gebildete Exekutivorgan nahm in seiner 3. Sitzung am 8. Juli 1985 in Helsinki das erste Protokoll betreffend die Verringerung von Schwefelemissionen oder ihres grenzüberschreitenden Flusses um mindestens 30 vom Hundert an. Dieses Protokoll wurde am 8. und 9. Juli 1985 in Helsinki von 20 Staaten – darunter die Bundesrepublik Deutschland – unterzeichnet<sup>1)</sup>. Die gesetzgebenden Körperschaften stimmten durch Gesetz vom 19. Dezember 1986 zu (BGBl. 1986 II S. 1116). Das Protokoll trat am 2. September 1987 – nach Hinterlegung der 16. Ratifikationsurkunde – in Kraft; inzwischen haben alle 20 Staaten das Protokoll ratifiziert. Die entscheidende Weiche zu diesem Protokoll wurde in der Multilateralen Umweltkonferenz in München am 24. bis 27. Juni 1984 gestellt, die die Bundesregierung in Zusammenarbeit mit der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (ECE)<sup>2)</sup> veranstaltete und an der 31 Staaten aus Ost und West auf Ministerebene teilnahmen.

Ebenfalls gestützt auf die Beschlüsse der Multilateralen Umweltkonferenz hatte das Exekutivorgan des Übereinkommens in seiner 2. Sitzung 1984 die Notwendigkeit anerkannt, die gesamten jährlichen Stickstoffdioxidemissionen von stationären und mobilen Quellen oder ihren grenzüberschreitenden Fluß bis 1995 wirksam zu reduzieren. In der 6. Sitzung des Exekutivorgans am 1. November 1988 in Sofia auf Ministerebene wurde das zweite Protokoll betreffend die Bekämpfung von Emissionen von Stickstoffoxiden oder ihres grenzüberschreitenden Flusses angenommen und von inzwischen 26 Staaten<sup>3)</sup> – darunter die Bundesrepublik Deutschland – unterzeichnet. Die gesetzgebenden Körperschaften stimmten durch Gesetz vom 24. September 1990 zu (BGBl. 1990 II S. 1278). Das Protokoll trat am 14. Februar 1991 – nach Hinterlegung der 16. Ratifizierungsurkunde – in Kraft; inzwischen haben 19 Staaten das Protokoll ratifiziert.

In seiner 6. Sitzung in Sofia setzte das Exekutivorgan eine Arbeitsgruppe ein, die nach etwa dreijährigen Verhandlungen dem Exekutivorgan zu seiner 9. Sitzung in Genf am 18. bis 22. November 1991 den Entwurf eines Protokolls

zu dem Übereinkommen von 1978 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung betreffend die Bekämpfung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen oder ihres grenzüberschreitenden Flusses vorlegte. Nach der Annahme des Entwurfs durch das Exekutivorgan am 18. November 1991 wurde das dritte Protokoll am 19. November 1991 von 21 Staaten<sup>4)</sup> – einschließlich der Bundesrepublik Deutschland – unterzeichnet. Die EWG und Portugal haben das Protokoll am 2. April 1992 unterzeichnet. Das Protokoll wurde am 7. bzw. 8. Januar 1993 von Norwegen und Schweden ratifiziert. Die Niederlande haben das Protokoll am 29. September 1993 ratifiziert.

Die Vertragsparteien dieses Protokolls übernehmen eine Reihe völkerrechtlicher Verpflichtungen, durch die Artikel 2 des Übereinkommens von 1979 konkretisiert wird, wonach sich die Vertragsparteien „bemühen, die Luftverunreinigung einzudämmen und soweit wie möglich schrittweise zu verringern und zu verhindern“.

Im Mittelpunkt des Protokolls stehen die grundlegenden Verpflichtungen (Artikel 2), die wie folgt zusammengefaßt werden können:

- Die jährlichen nationalen Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen sind bis 1999 um mindestens 30 v. H. gegenüber dem Niveau von 1988 oder eines anderen Jahres zwischen 1984 und 1990 zu verringern.

Abweichend hiervon sieht das Protokoll unter bestimmten Voraussetzungen die Möglichkeit vor, daß lediglich die jährlichen Emissionen aus den festgelegten Gebieten eines Staates um mindestens 30 v. H. zu verringern sind, allerdings mit der Maßgabe, daß die gesamten jährlichen nationalen Emissionen bis 1999 auf dem Niveau von 1988 einzufrieren sind. Von dieser Ausnahmeregelung haben Kanada und Norwegen Gebrauch gemacht.

Eine weitere Abweichung von der Verpflichtung zur Verringerung der jährlichen nationalen Emissionen um 30 v. H. ist für die Staaten vorgesehen, deren Emissionen unterhalb festgelegter Schwellen liegen. Diese Staaten haben ihre jährlichen nationalen Emissionen spätestens bis 1999 auf dem Niveau von 1988 einzufrieren; von dieser Ausnahmeregelung machen Bulgarien, Griechenland und Ungarn Gebrauch.

- Auf neue stationäre und mobile Quellen sind Emissionsgrenzwerte auf der Grundlage der besten verfügbaren Technologien, die wirtschaftlich vertretbar sind, anzuwenden.
- Auf Produkte, die Lösungsmittel enthalten, sind Maßnahmen anzuwenden, und Produkte, die arm an oder frei von flüchtigen organischen Verbindungen sind, sind zu fördern.
- In bestimmten Gebieten sind die besten verfügbaren Technologien, die wirtschaftlich vertretbar sind, auch auf größere bestehende ortsfeste Quellen sowie technische Verfahren zur Verringerung der Emissionen bei Ben-

<sup>1)</sup> Die Signatarstaaten sind: Belgien, Bulgarien, CSFR, Dänemark, Bundesrepublik Deutschland, Finnland, Frankreich, Italien, Kanada, Liechtenstein, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Schweden, Schweiz, UdSSR, Ukraine, Ungarn, Weißrußland.

<sup>2)</sup> United Nations Economic Commission for Europe (ECE).

<sup>3)</sup> Die Signatarstaaten sind: Belgien, Bulgarien, CSFR, Dänemark, Bundesrepublik Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Italien, Kanada, Liechtenstein, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Schweden, Schweiz, Spanien, UdSSR, Ukraine, Ungarn, USA, Vereinigtes Königreich, Weißrußland.

<sup>4)</sup> Die Signatarstaaten sind: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Bundesrepublik Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Italien, Kanada, Liechtenstein, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Schweden, Schweiz, Spanien, Ukraine (mit Vorbehalt), Ungarn, USA, Vereinigtes Königreich.

zinverteilungs- und Betankungsvorgängen und zur Verringerung der Flüchtigkeit des Benzins anzuwenden.

In der Bundesrepublik Deutschland werden die Verpflichtungen aus dem Protokoll erfüllt durch den Vollzug

- des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – insbesondere in Verbindung mit der Verordnung über Kleinf Feuerungsanlagen (1. BImSchV), der Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen (2. BImSchV), der Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe (17. BImSchV), den Verordnungen zur Begrenzung der Kohlenwasserstoffemissionen beim Umfüllen und Lagern von Ottokraftstoffen und bei der Betankung von Kraftfahrzeugen (20. und 21. BImSchV) sowie mit der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft;
- der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung, durch die die EG-Richtlinien zur Begrenzung der Emissionen von Kfz umgesetzt werden;
- der Verordnung über die Beschaffenheit und die Auszeichnung der Qualitäten von Ottokraftstoffen und
- des Chemikaliengesetzes, insbesondere in Verbindung mit der Gefahrstoffverordnung.

Einen wichtigen Beitrag zur Erfüllung der Verpflichtungen aus dem Protokoll, insbesondere Artikel 2 Abs. 3 Buchstabe a Nr. ii, leistet die Praktizierung des Umweltzeichens, mit dem bereits 1007 einschlägige Produkte (Lacke) ausgezeichnet wurden; hierbei handelt es sich um Lacke, die nicht mehr als 10 v. H. Lösemittel enthalten.

Zusätzliche Maßnahmen vornehmlich betreffend Lösemittel werden insbesondere auf der Ebene der Europäischen Gemeinschaften angestrebt. Darüber hinaus ist die Kommission verpflichtet, Maßnahmen zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Kraftfahrzeugen vorzuschlagen; solche Maßnahmen werden gleichzeitig auch den Ausstoß flüchtiger organischer Verbindungen weiter vermindern.

Ein wichtiger zusätzlicher Beitrag zur Reduzierung der Emissionen von Schadstoffen, einschließlich flüchtiger organischer Verbindungen wird im Rahmen der weiteren ökologischen Ausrichtung der Verkehrspolitik, insbesondere durch Förderung des öffentlichen Verkehrs sowie durch die geplante Einführung der emissionsbezogenen Kfz-Steuer, geleistet werden.

Nach den neuesten Berechnungen wird in der Bundesrepublik Deutschland durch die getroffenen und eingeleiteten Maßnahmen eine Verringerung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen um 40 bis 50 v. H. bis 1999 gegenüber dem Niveau von 1988 erreicht werden.

Im Hinblick auf den in erheblichem Umfang stattfindenden grenzüberschreitenden Transport von flüchtigen organischen Verbindungen bzw. von Ozon, das sich unter Einwirkung von Sonnenlicht aus diesen Verbindungen und Stickstoffoxiden bildet, wird das Protokoll einen Beitrag zur Verringerung der Ozonbelastung und damit auch zur Bekämpfung des sog. Sommersmogs leisten. Darüber hinaus wird es aber auch einen Beitrag leisten zur Bekämpfung der Klimaveränderung, zu der flüchtige organische Verbindungen als Vorläufersubstanz des Treibhausgases Ozon beitragen.

Das Protokoll entspricht in seiner Zielsetzung der Umweltpolitik der Europäischen Gemeinschaften, wie sie in ihren Umweltaktionsprogrammen und einer Reihe von Richt-

linien, insbesondere zur Begrenzung der Emissionen von Kfz zum Ausdruck kommt.

Das Protokoll ist ein wichtiger weiterer Schritt zur Weiterentwicklung der Luftreinhaltung in der ECE-Region. Die Bundesregierung wird sich dafür einsetzen, daß die Verhandlungen über die zweite Stufe, die gemäß dem Protokoll spätestens 6 Monate nach seinem Inkrafttreten aufzunehmen sind, zu deutlich weitergehenden Verpflichtungen führen. Diese Zielsetzung verfolgt die Bundesregierung ebenfalls mit Nachdruck im Rahmen der vom Exekutivorgan in seiner 9. Sitzung in Gang gesetzten Erarbeitung einer zweiten Stufe für das Protokoll zur Reduzierung der Schwefelemissionen.

## II. Besonderes

### Zu Artikel 1

Artikel 1 enthält die Begriffsbestimmungen.

### Zu Artikel 2

Artikel 2 enthält die grundlegenden Verpflichtungen. Absatz 1 enthält die generelle Verpflichtung zur Begrenzung und Reduzierung der Emissionen und die Zielsetzung; die generelle Verpflichtung wird in den Absätzen 2 und 3 konkretisiert.

Absatz 2 enthält nach bestimmten Voraussetzungen differenzierte Verpflichtungen.

Gemäß Absatz 2 Buchstabe a sind die jährlichen nationalen Emissionen bis 1999 um mindestens 30 v. H. gegenüber dem Niveau von 1988 oder eines anderen Jahres in dem Zeitraum von 1984 bis 1990 zu verringern. Dieser Verpflichtung sind folgende Vertragsparteien unterworfen (wobei das gewählte Basisjahr jeweils in Klammern aufgeführt ist): Belgien (1988), Finnland (1988), Dänemark (1985), Frankreich (1988), Deutschland (1988), Italien (1990), Liechtenstein (1984), Luxemburg (1990), Niederlande (1988), Österreich (1988), Portugal (1988), Schweden (1988), Schweiz (1984), Spanien (1988), USA (1984), Vereinigtes Königreich (1988) und die EWG (1990).

Abweichend von Absatz 2 Buchstabe a sieht Absatz 2 Buchstabe b in Verbindung mit Anhang I vor, daß Kanada und Norwegen ihre jährlichen Emissionen aus einem bestimmten Gebiet bis 1999 um 30 v. H. zu reduzieren haben, wobei Kanada 1988 und Norwegen 1989 als Basisjahr gewählt haben. Diese Staaten müssen zudem ihre jährlichen Gesamt-Emissionen bis 1999 auf dem Niveau von 1988 einfrieren.

Eine weitere Abweichung von Absatz 2 Buchstabe a enthält Absatz 2 Buchstabe c: Danach hat ein Staat, dessen jährliche nationale Emissionen unterhalb bestimmter kumulativer Schwellen liegen, seine Emissionen bis 1999 auf dem Niveau von 1988 einzufrieren; diese Voraussetzungen werden von den Unterzeichnerstaaten Bulgarien, Griechenland und Ungarn erfüllt. Auch zur Einhaltung dieser Verpflichtung werden erhebliche Reduzierungsmaßnahmen durchzuführen sein, da es andernfalls zu einem erheblichen Anstieg der Emissionen im Zuge der wirtschaftlichen Entwicklung und insbesondere aufgrund der wachsenden Zahl der Kraftfahrzeuge sowie deren steigender Fahrleistung kommen würde.

Gemäß Absatz 3 Buchstabe a müssen die Vertragsparteien Emissionsgrenzwerte auf neue oder wesentlich veränderte stationäre Quellen und auf bewegliche Quellen auf

der Grundlage der besten verfügbaren Technologien, die wirtschaftlich vertretbar sind, anwenden; diese Technologien sind in den Anhängen II und III, die empfehlenden Charakter haben, konkretisiert. Ferner haben die Vertragsparteien Maßnahmen zu treffen im Hinblick auf Lösungsmittel enthaltende Produkte und die Verwendung von solchen Produkten, die wenig oder keine flüchtigen organischen Verbindungen enthalten, zu fördern. Darüber hinaus ist die Beteiligung der Öffentlichkeit zu verstärken; die beste Nutzung der Verkehrsmittel sowie verkehrslenkende Maßnahmen sind zu fördern.

In Absatz 3 Buchstabe b verpflichten sich die Vertragsparteien, in bestimmten Gebieten auch auf bestehende stationäre Anlagen die besten verfügbaren Technologien, die wirtschaftlich vertretbar sind, anzuwenden, wenn diese Anlagen einer „größeren Kategorie von Quellen“ (gemäß der Definition in Artikel 1 Nr. 10) zuzurechnen sind. Darüber hinaus sind technische Maßnahmen bei der Betankung von Kfz, beim Umfüllen und Lagern von Benzin sowie zur Verringerung der Flüchtigkeit des Benzins unter Berücksichtigung der Anhänge II und III zu treffen.

Gemäß Absatz 4 sollen die Vertragsparteien bei ihren Maßnahmen den Stoffen mit dem größten Ozonbildungspotential unter Berücksichtigung von Anhang IV Priorität einräumen.

Gemäß Absatz 5 sind geeignete Schritte zu unternehmen, um zu verhindern, daß flüchtige organische Verbindungen durch andere toxische, karzinogene oder die stratosphärische Ozonschicht schädigende Stoffe ersetzt werden.

In Absatz 6 verpflichten sich die Vertragsparteien, innerhalb von 6 Monaten nach Inkrafttreten des Protokolls Verhandlungen über weitere Schritte zur Emissionsverringerung auf der Basis vorgegebener Faktoren aufzunehmen. Absatz 7 legt hierfür Arbeitsschritte fest. Gemäß Absatz 8 ist in diesem Rahmen auch die Einbeziehung von Methanemissionen, die durch Artikel 1 Nr. 9 aus diesem Protokoll ausgeklammert sind, zu prüfen.

#### Zu Artikel 3

Gemäß Absatz 1 bleiben sonstige Verpflichtungen unberührt. Die Vertragsparteien können gemäß Absatz 2 strengere als die im Protokoll geforderten Maßnahmen ergreifen.

Ferner verpflichten sich die Vertragsparteien, in Absatz 3 zur Einrichtung eines Mechanismus zur Überwachung der Einhaltung des Protokolls, wobei ein erster Schritt bereits festgelegt ist, nämlich die Befassung des Exekutivorgans durch eine Vertragspartei im Falle der Annahme einer Verletzung von Verpflichtungen durch eine andere Vertragspartei.

#### Zu Artikel 4

Artikel 4 enthält eine Vorschrift über die Förderung des Austausches von Technologien.

#### Zu Artikel 5

Artikel 5 enthält ein Arbeitsprogramm für Forschungs- und Überwachungsvorhaben, die dem Ziel dienen, die wissenschaftlichen Grundlagen für die im Protokoll geforderten und für weitere Maßnahmen zu verbessern.

#### Zu Artikel 6

Artikel 6 schreibt die regelmäßige Überprüfung des Protokolls vor, die erstmalig spätestens ein Jahr nach dem Inkrafttreten zu erfolgen hat.

#### Zu Artikel 7

Artikel 7 verpflichtet die Vertragsparteien, nationale Strategien zur Erfüllung der Verpflichtungen aus diesem Protokoll zu entwickeln. In der Bundesrepublik Deutschland liegt eine solche Strategie bestehend aus dem unter I. dargestellten Bündel von bereits getroffenen und eingeleiteten Maßnahmen vor.

#### Zu Artikel 8

Artikel 8 enthält eine detaillierte jährliche Berichtspflicht der Vertragsparteien im Hinblick auf die Fortschritte in der Erfüllung ihrer Verpflichtungen aus diesem Protokoll.

#### Zu Artikel 9

Das gemäß Artikel 9 des Übereinkommens vom 13. November 1979 eingerichtete „Programm über die Zusammenarbeit bei der Messung und Bewertung der weiträumigen Übertragung von luftverunreinigenden Stoffen in Europa“ (EMEP) stellt dem Exekutivorgan gemäß Artikel 9 des Protokolls jährlich einschlägige Informationen über den weiträumigen Transport von Ozon in Europa zur Verfügung.

Auf der Basis der nationalen Berichte (Artikel 8) und der von EMEP vorzulegenden Daten wird die Einhaltung der übernommenen Verpflichtungen überwacht.

#### Zu Artikel 10

Gemäß Artikel 10 ist Anhang I verbindlich, während die Anhänge II bis IV empfehlenden Charakter haben.

#### Zu Artikel 11

Artikel 11 regelt das Verfahren zur Änderung des Protokolls. Eine Änderung des Protokolls setzt ein entsprechendes Einvernehmen der in der Sitzung des Exekutivorgans anwesenden Vertragsparteien voraus (Konsensprinzip).

#### Zu Artikel 12

Artikel 12 bestimmt, daß die Beilegung von Streitigkeiten zwischen Vertragsparteien über die Auslegung oder Anwendung des Protokolls durch Verhandlungen oder durch ein anderes, für sie annehmbares Verfahren erfolgen soll.

So können die Vertragsparteien z. B. eine Vermittlung durch Dritte, einen Vergleich, einen Schiedsspruch, eine gerichtliche Entscheidung sowie die Inanspruchnahme regionaler Einrichtungen oder Abmachungen vereinbaren.

#### Zu den Artikeln 13 bis 18

Die Artikel 13 bis 18 enthalten Bestimmungen über Unterzeichnung, Ratifizierung, Verwahrer, Inkrafttreten, Rücktritt sowie authentische Texte.

Artikel 13 Absatz 1 ermöglicht der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft (EWG) die Unterzeichnung des Protokolls. Auf die Kompetenzen der EWG und ihrer Mitgliedstaaten im Hinblick auf das Protokoll wird in Artikel 13 Absatz 2 Bezug genommen. Das Protokoll betrifft einen Bereich, in dem neben den Mitgliedstaaten auch die EWG Kompetenzen hat.

**10.06.94**

## **Stellungnahme** **des Bundesrates**

---

Entwurf eines Gesetzes zu dem Protokoll vom 19. November 1991 zu dem Übereinkommen von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung betreffend die Bekämpfung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen oder ihres grenzüberschreitenden Flusses

Der Bundesrat hat in seiner 670. Sitzung am 10. Juni 1994 gemäß Artikel 76 Abs. 2 des Grundgesetzes beschlossen, gegen den Gesetzentwurf keine Einwendungen zu erheben.