

**Zeitschrift:** Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme  
**Herausgeber:** Schweizerische Vereinigung für Landesplanung  
**Band:** 26 (1969)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Luftverunreinigung durch die Erdölindustrie  
**Autor:** Eilers, I.H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-782957>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Luftverunreinigung durch die Erdölindustrie

## A. Einleitung

Die letzten Jahrzehnte haben eine stürmische Entwicklung der Erdölindustrie gebracht. Die Weltproduktion von Rohöl (einschliesslich Benzin aus Erdgas) betrug:

1932: 180 Millionen Tonnen  
1956: 870 Millionen Tonnen  
1966: 1600 Millionen Tonnen

Die Erdölvorkommen sind sehr unregelmässig über die Erde verteilt. 1966 verteilte sich die Gewinnung ungefähr wie folgt:

Vereinigte Staaten von Amerika	27,8 %
Naher Osten	27,3 %
Sowjetunion, Osteuropa, China	17,0 %
Mittel- und Südamerika	13,5 %
Afrika	8,3 %
Kanada	2,9 %
Ferner Osten	2,0 %
Westeuropa	1,2 %

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass Westeuropa für seine Bedürfnisse weitgehend auf Importe angewiesen ist, die hauptsächlich aus dem Nahen Osten (Iran, Irak, Saudiarabien, Kuwait usw.) und Afrika (Lybien, Algerien, Nigeria) stammen.

Vor dem Krieg fand die Raffination meist in der Nähe der Produktionszentren statt. Die grössten Raffinerien entstanden in Abadan (Iran) und auf den niederländischen Antillen (Curaçao, Aruba); später wurde jedoch diese Aktivität mehr und mehr nach den Verbrauchszentren verlegt. Vor allem entstanden grosse Raffinerien in der Nähe der wichtigsten europäischen Häfen (Hamburg, Rotterdam, London, Liverpool, Rouen, Antwerpen, Marseille usw.). Die Fertigprodukte wurden von dort mit der Bahn oder mit kleineren Tankschiffen zu den Verteilzentren im Inland gebracht. Die Möglichkeit, das Rohöl durch Fernleitungen zu transportieren, hat die Errichtung von Raffinerien in der Nähe der Verbrauchsgebiete weiter gefördert; so entstanden Raffinerien im Ruhrgebiet, bei Frankfurt a. M., in Mittelbayern, in der Schweiz usw. Doch auch die Raffinationskapazität der Küstenraffinerien steigt immer noch schnell an, insbesondere wo der Hafen von Mammuttankern erreicht werden kann. So können für die Rotterdammer Raffinationskapazität folgende Zahlen erwähnt werden:

1946	0,75 Millionen Tonnen/Jahr
1950	2,00 Millionen Tonnen/Jahr
1960	23,00 Millionen Tonnen/Jahr
1968	38,00 Millionen Tonnen/Jahr
1970 (erwartet)	62,00 Millionen Tonnen/Jahr

Gleichzeitig mit dieser Entwicklung haben auch die Raffinationsverfahren ziemlich grosse Änderungen erfahren. Obwohl die Betriebe gewisse Unterschiede zeigen, abhängig vom verwendeten Rohöl und von der Marktlage für die verschiedenen Produkte, besteht eine weitgehende Übereinstimmung in den verwendeten Verfahren.

## B. Die wichtigsten Raffinationsverfahren

Rohöl ist ein Gemisch von zahlreichen organischen Verbindungen, in denen Kohlenwasserstoffstrukturen überwiegen, die jedoch auch organische Schwefel- und Stickstoffverbindungen enthalten. Das Molekulargewicht der Rohölkomponenten variiert von etwa 80 bis gegen 100 000. Es kommen sowohl paraffinische als auch naphtenische und aromatische Kohlenstoffgruppen vor. Das Verhältnis der Menge dieser Gruppen wechselt mit der Herkunft des Oels. Der Schwefelgehalt der Rohöle, wichtig wegen des Geruchs, variiert von etwa 0,1 bis 3,0 % S. Im allgemeinen ist der Schwefelgehalt hoch bei den Oelen aus dem Nahen Osten und niedrig bei den afrikanischen Oelen.

Wenn ein Oel fraktioniert wird, findet man meistens, dass der Schwefelgehalt mit dem Siedepunkt der Fraktion ansteigt, so z. B. für ein Poza-Rica-Rohöl (mexikanisch):

Rohöl	1,79 % S
Gasolin- oder Benzinfraktion	0,05 % S
Kerosin- oder Leuchtölfraktion	0,12 % S
Gasöl-, Dieselölfraktion	0,89 % S
Destillationsrückstand	2,50 % S

In allen Raffinerien ist der erste Schritt der Verarbeitung des Rohöls eine fraktionierte Destillation. Diese findet kontinuierlich statt, in der Weise, dass das Oel durch erhitzte Röhren geleitet wird, in denen ein grosser Teil seiner Komponenten verdampft.

Die flüchtigen Anteile und der Rückstand werden getrennt; die Dämpfe werden in einer Fraktionierkolonne mit zahlreichen Schüsseln verschiedener Temperatur allmählich gekühlt. In diese Schüsseln setzen sich die bei der jeweiligen Temperatur kondensierenden Anteile ab. Auf verschiedener Höhe wird das Kondensat aus der Kolonne abgezogen; man erhält so z. B. die folgenden Fraktionen:

Siedepunkt	Benzinfraktion	bis 165 °C
»	Kerosinfraktion	165 °C
»	Leichtes Gasöl	180 °C—260 °C
»	Schweres Gasöl	260 °C—325 °C
»	Leichtes Heizöl	325 °C—380 °C
»	Schweres residuales Heizöl	über 380 °C

Um hochwertige Handelsprodukte zu erzielen, müssen mehrere dieser Fraktionen weiter raffiniert werden. Eine der wichtigsten Aufgaben ist dabei die Beseitigung des üblen Geruches leichter Mercaptane in Benzin und Kerosin. In den neueren mittelgrossen Raffinerien wird jetzt fast allgemein die katalytische Entschwefelung gewisser Destillatfraktionen mit Wasserstoff durchgeführt sowie die katalytische Isomerisation der Benzinfraktion, die den im erstgenannten Verfahren benötigten Wasserstoff als Nebenprodukt liefert.

Bei der katalytischen Entschwefelung werden eine oder mehrere Destillatfraktionen (jedenfalls die Benzinfraktion) mit Wasserstoff kontinuierlich bei hoher Temperatur und hohem Druck über eine Katalysator-masse geführt.

Schwefelhaltige Komponenten reagieren wie folgt:



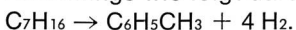
Nebenher werden aromatische Kohlenwasserstoffe zu Naften hydriert. Bei der Hauptreaktion entstehen leichtere gesättigte Kohlenwasserstoffe und Schwefelwasserstoff; ein Teil des Wasserstoffes bleibt ungenutzt. Nach Abtrennung dieser Gase von den höher siedenden Anteilen wird das Gasgemisch bei niedriger Temperatur mit einer wässrigen Lösung von organischen Aminen, meist Diethanolamin (Girbotol) in Berührung gebracht; Schwefelwasserstoff wird in dieser Lösung gebunden. Durch Erhitzen dieser Lösung wird später der Schwefelwasserstoff ausgetrieben und zur Herstellung von elementarem Schwefel nach dem Claus-Verfahren verwendet.

Die schwefelwasserstofffreien Gase werden meist durch Kühlen teilweise kondensiert, wobei die Handelsprodukte Butan und Propan abgeschieden werden; das Restgas ( $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $C_2H_6$ ) wird als Brennstoff im Raffineriebetrieb verwendet.

Der Katalysator muss ein oder zweimal jährlich durch Erhitzen in sauerstoffhaltiger Luft regeneriert werden. Es wird dabei ziemlich viel Schwefeldioxyd gebildet, das durch einen der Raffinerieschornsteine abgeführt werden muss.

Für den Transport von Schwefelwasserstoff und andern übelriechenden Gasen unter Druck benutzt man entweder Pumpen, deren Dichtungen von der Aussen-seite unter einem höheren Wasserdruck stehen, oder solche, die mit ihrem Antriebsgerät in geschlossene Gefässe eingebaut sind. Der für die Entschwefelung benötigte *Wasserstoff* entsteht beim «Reforming» (Platforming) der Benzinfraktion.

Dieses Verfahren wird benutzt, um Motorbenzin von hoher Klopffestigkeit herzustellen. Unverzweigte oder wenig verzweigte gesättigte Kohlenwasserstoffe haben eine niedrige Klopffestigkeit, stark verzweigte gesättigte sowie aromatische Kohlenwasserstoffe jedoch eine hohe. Schematisch kann man den Vorgang des Reformings wie folgt darstellen:



Wie oben schon bemerkt, wird der entstehende Wasserstoff für die Entschwefelung verschiedener Produkte benutzt.

Auch der Katalysator dieses Verfahrens soll zweimal jährlich regeneriert werden; der auf den Katalysator abgesetzte Kohlenstoff muss bei niedriger Temperatur mit wenig Luft abgebrannt werden; die Abgase können daher ziemlich reich an Kohlenmonoxyd sein. Sie müssen durch einen Schornstein abgeführt werden.

Neben diesen jetzt allgemein verwendeten Arbeitsweisen können in einer modernen Raffinerie auch noch andere benutzt werden, abhängig vom verwendeten

Rohöl und der Marktlage der verschiedenen Fraktionen. So wurde in den fünfziger Jahren in vielen grösseren Raffinerien der katalytische Abbau grosser Kohlenwasserstoffmoleküle aus Schwerdestillaten zu Benzin- und Kerosinkohlenwasserstoffen eingeführt, das

«*Fluid Bed Cracking*»-Verfahren



Olefin Aromat Propan

Diese Reaktion wird in der Dampfphase kontinuierlich in grossen Behältern bei hoher Temperatur unter Druck ausgeführt, wobei ein leichter, schwebender, körniger Aluminiumoxyd-Siliciumoxyd-Katalysator verwendet wird. Nach Trennung der Reaktionsprodukte vom Katalysator wird dieser in einem zweiten Gefäss regeneriert, d. h. die abgeschiedene Kohle, die schwefel- und stickstoffhaltig ist, muss bei niedriger Temperatur und mit wenig Luft abgebrannt werden. Die Abgase, die neben viel Kohlenmonoxyd auch übelriechende Schwefel- und Stickstoffverbindungen enthalten können, gaben in den ersten Jahren nach der Einführung dieses Verfahrens in den Niederlanden zu vielen Beschwerden wegen übler Gerüche Anlass.

Heute werden diese Gase unter Zugabe von Brennstoff in grossen Spezialöfen restlos verbrannt, wobei ihr nicht zu vernachlässigender Brennwert von den Betrieben benutzt werden kann. Während des Kreislaufes des Katalysators findet ein mechanischer Abrieb der Körnchen statt. Die feinsten Anteile können mit den Abgasen in die Atmosphäre geraten. Klagen über Staubbiederschlag dieser Herkunft sind mir jedoch nicht bekannt.

Die Reaktionsprodukte werden nach Austritt aus dem Craker fraktioniert.  $C_1$ — $C_4$ -Fraktion, die viel Schwefelwasserstoff enthalten kann, wird, wie oben bei der Hydrodesulfurisation beschrieben worden ist, aufgearbeitet, wobei der Schwefelwasserstoff abgetrennt und zu Schwefel verarbeitet wird.

In verschiedenen Produkten, wie Kerosin und Schmierölen, sind aromatische Kohlenwasserstoffe nicht erwünscht. In verschiedenen Raffinerien werden diese Komponenten durch *Extraktion* aus den primären Destillaten entfernt. Für diese Extraktion wird weitgehend das *Edeleanuverfahren* mit flüssigem Schwefeldioxyd benutzt; die aromatischen Kohlenwasserstoffe sind in  $SO_2$  besser löslich als die paraffinischen und naphthenischen. Von dieser Betriebseinheit sind bei nachlässiger Betriebsführung Luftverunreinigungen durch  $SO_2$  zu erwarten.

Ein Verfahren, das wegen der Gefahr der Luftverunreinigung noch erwähnt werden soll, ist die Fabrikation von Asphaltbitumen. Vor dem Zweiten Weltkrieg wurden die meisten Strassenbaubitumina als Rückstand bei der Dampf- oder Vacuumdestillation von schweren Anteilen aus Ölen mexikanischer oder venezolanischer Herkunft gewonnen. Diese Rohöle enthalten eine beträchtliche Menge hochmolekularer Komponenten mit aromatischen Gruppen (Asphaltene), so dass der gewonnene Destillationsrückstand die gewünschten rheologischen Eigenschaften hat. Dies ist jedoch nicht der Fall bei den Rohölen, die heute in Europa meist verwendet werden.

Durch eine mässige Oxydation des Destillationsrückstandes können die erwünschten Eigenschaften herbeigeführt werden. Bei diesem sogenannten «Blasen» von Asphalt entstehen aber auch übelriechende Dämpfe oxydierter Verbindungen, die einen erheblichen Gestank hervorrufen können. Die Abgase die-

ses Verfahrens sollen daher abgeführt werden nach Stellen im Betrieb, wo sie restlos verbrannt werden, z. B. nach den Öfen der Destillationsanlage.

### **C. Die Massnahmen gegen die Luftverunreinigung**

#### *I. Lagerung von Rohölen und Destillaten mit niedrigem Siedepunkt*

Die Lagerung der Rohöle, Halbfabrikate und Endprodukte geschah früher allgemein in einfachen zylindrischen Behältern mit einem festen flachkonischen Dach. In diesem Dach gab es verschliessbare Öffnungen für Reinigungszwecke, Probenahmen, Bestimmung der Füllungshöhe usw. sowie Ventile, um dem Auftreten von unzulässigem Ueber- oder Unterdruck vorzubeugen. Wenn ein derartiger Behälter schnell mit Rohöl gefüllt wurde, z. B. aus einem Tankschiff, entwichen die im Tank vorhandenen, von der vorherigen Füllung herrührenden Dämpfe ins Freie. Auch wenn durch intensive Sonnenstrahlung der Tankinhalt erwärmt wurde, entwichen übelriechende Dämpfe (Atmungsverluste).

Heute werden für grosse Lager von Rohölen und Benzindestillaten in den Niederlanden allgemein Behälter mit einem Schwimmdach gefordert. Sie bestehen aus einem zylindrischen Mantel und einem auf der Flüssigkeit schwimmenden, tellerförmigen Dach, das durch eine spezielle Konstruktion, z. B. aus Kunststoff, gut gegen den Mantel schliesst. Diese Behälter werden ausgeführt mit einem Inhalt bis zu 100 000 Tonnen. Wenn derartige Behälter gefüllt werden, wird das Dach gehoben, doch wird keine verschmutzte Luft ausgetrieben. Obwohl die Konstruktion dieser Behälter, auf Nutzinhalt bezogen, erheblich teurer ist als die der älteren, sind sie wahrscheinlich doch auch im Betrieb ökonomisch wegen der geringeren Oelverluste.

Kleine, relativ hohe Behälter mit Schwimmdächern bergen jedoch die Gefahr, dass sich bei niedrigem Stand des Daches in windstillen Perioden ein explosives Dampf-Luft-Gemisch oberhalb des Daches bilden kann.

Für wenig flüchtige Produkte wie Kerosin und schwerere Fraktionen sind Behälter mit festem Dach auch heute noch üblich.

#### *II. Verbrennungsgase*

Die grösste Menge Abgas, die von einer Oelraffinerie in die Atmosphäre abgegeben wird, ist zweifellos das Abgas, das in den verschiedenen Feuerungsanlagen entsteht.

Der Brennstoffverbrauch einer Raffinerie mit wenig Nebenbetrieben beträgt etwa 5 % ihres Durchsatzes an Rohöl, d. h. bei einem Durchsatz von 5 Millionen Tonnen Rohöl muss mit einem Brennstoffverbrauch äquivalent 250 000 Tonnen Oel jährlich gerechnet werden.

In vielen Raffinerien ist ein beträchtlicher Teil dieser Brennstoffe schwefelfreies Raffineriegas (Wasserstoff, C<sub>1</sub>—C<sub>4</sub>-Kohlenwasserstoffe), doch andere Betriebe verwenden diese Gase als Basismaterial für ihre petrochemischen Betriebe oder sie haben Kontrakte mit der Behörde für Stadtgaslieferung. Diese Betriebe benutzen dann als Brennstoff grosse Mengen schwefelreicher Schweröle. Nicht nur dass die Verwendung dieser Schweröle eine grössere Menge SO<sub>2</sub> in die Atmosphäre bringt, auch die Gefahr, dass Gerüche durch Produkte unvollständiger Verbrennung auftreten, ist grösser. Neben Kohlensäure und Wasser enthalten die

Verbrennungsgase eines residualen Schweröles mit 3 % Schwefel pro Kubikmeter etwa 3600 mg SO<sub>2</sub>, 300 bis 900 mg Stickstoffoxyde, etwa 100 mg Schwefelsäure, 10 bis 30 mg Russ, 10 bis 100 mg Kohlenwasserstoffe oder teilweise oxydierte Produkte und 50 bis 300 mg Aschenbestandteile (möglicherweise Vanadium-, Nickel- und Cobaltverbindungen in feinsten Verteilung).

In unserem flachen Lande betrachten wir hohe Kamine als den einfachsten Weg, um Abgase von grossen Feuerungsanlagen wie diejenigen von Erdölraffinerien oder thermischen Kraftwerken unschädlich zu machen.

Vielfach werden von der Behörde jetzt Schornsteine von 150 m Höhe gefordert; die grösste Erdölraffinerie im Rotterdamer Raum hat einen Schornstein von mehr als 200 m Höhe errichtet, um eine Anzahl Schornsteine von 60 bis 100 m zu ersetzen. Diese Lösung des Abgasproblems wird jedoch in Gebirgsgegenden nicht immer möglich sein.

#### *III. Beseitigung kohlenwasserstoffreicher Abgase*

Bei verschiedenen Spezialverfahren, z. B. Asphaltblasen, fallen geringe Mengen übelriechender Kohlenwasserstoffderivate an. Solche ständig vorkommenden belästigenden Stoffe können am besten direkt vom Apparat, in dem sie entstehen, nach den grossen Feuerungsanlagen abgeführt werden, z. B. die Öfen der Destillationsanlage, wo sie vernichtet werden.

Obwohl der ganze Raffineriebetrieb weitgehend automatisiert ist, sind vorübergehende Druckerhöhungen in der Apparatur möglich; um Unglücksfälle zu vermeiden, muss dann ein Teil ihrer Füllung durch Sicherheitsventile abgeführt werden. Die hierfür benutzten Ventile sollen nicht ins Freie blasen, sondern die entweichenden Gase oder Dämpfe dem Fackelsystem zuführen. Die hierzu benötigten Leitungen enthalten Vorrichtungen für die Abscheidung flüssiger Komponenten und zur Verhinderung von Flammenrückschlägen.

Eine Wachflamme soll die Entzündung des abgeführten Gases in der Fackel sichern; ihr Brennen muss gewährleistet sein. Die Unregelmässigkeit der Zufuhr von brennbarem Material macht die Fackel zu einem der am wenigsten befriedigenden Teile der Raffinerie. Wenn der Fackel viel brennbares Material angeboten wird, entsteht eine leuchtende Flamme, in der viel Russ gebildet wird.

Um eine bessere Verbrennung zu erzielen, wird meistens eine auf das Angebot an Kohlenwasserstoffen abgestimmte Menge Wasserdampf in die Flamme eingeblasen; die Automatisierung ist bisher jedoch noch nicht völlig gelungen wegen der starken Schwankungen in der Quantität des zu verbrennenden Materials. Man hat vorgeschlagen, die Verbrennung deswegen in einer Reihe von Brennern von zunehmender Kapazität auszuführen.

Um Explosionen möglichst zu verhüten, werden in den Niederlanden immer hohe Fackeln ausserhalb des Zentrums des Raffineriebetriebes benutzt.

Die grösste niederländische Raffinerie errichtet jetzt eine Fackel von 100 m Höhe.

#### *IV. Die Verarbeitung von Schwefelwasserstoff*

Wie oben erwähnt, fallen bei der Oelraffination bedeutende Mengen Schwefelwasserstoff an, die zu elementarem Schwefel verarbeitet werden nach dem Claus-Verfahren.

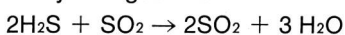


Hier ist die grösste Vorsicht geboten; der Schwefelwasserstoff ist nicht nur ein übelriechender Stoff, sondern auch in höheren Konzentrationen ein schnellwirkendes Gift. Ein Fehler bei der Schwefelwasserstoffverarbeitung in Poza Rica hat 1950 zahlreiche Todesfälle verursacht.

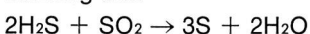
Zu beachten ist auch, dass ein hochprozentiger Schwefelwasserstoff, der Wasserdampf enthält, bei Temperaturen unterhalb zehn Grad Celsius ein festes Hydrat bildet, wodurch Leitungen verstopft werden können und Unglücksfälle möglich sind.

Die Umsetzung von Schwefelwasserstoff in Schwefel geschieht in mehreren Stufen.

Ein Teil des Schwefelwasserstoffes wird in Schwefeldioxyd umgesetzt:



Das Schwefeldioxyd wird dann mit der Hauptmenge des Schwefelwasserstoffes gemischt; bei hoher Temperatur und Druck und Anwesenheit einer Katalysator-masse (meistens Bauxit) tritt dann die folgende Umsetzung ein:



Diese Reaktion führt zu einem Gleichgewicht; immer bleibt ein schwefelwasserstoffhaltiges Restgas übrig. Man erzielt in zwei Stufen etwa 95 % Umsetzung. Die Restgase müssen nachträglich verbrannt werden, damit kein Schwefelwasserstoff in die Atmosphäre geraten kann.

Die ca. 1,5 Volumenprozent  $\text{SO}_2$  enthaltenden, wasserdampfreichen Abgase müssen durch einen hohen Kamin abgeführt werden.

#### V. Die Aufarbeitung ölhaltiger Abwässer

An verschiedenen Stellen und durch verschiedene Eingriffe kann es zu einer Verunreinigung des Wassers mit Oel kommen; übers Meer angeführtes Oel enthält öfters gewisse Mengen Wasser; Apparate und Tanks müssen von Zeit zu Zeit gereinigt werden usw.; in verschiedenen Verfahren werden wässrige Lösungen benutzt (Schwefelwasserstoffextraktion); auch werden da und dort in der Destillation barometrische Kondenser mit Wasserinjektion verwendet (viel besser sind Kondenser mit Oberflächenkühlung).

Das ölhaltige Abwasser soll in einem separaten, geschlossenen Abwassersystem gesammelt und getrennt gehalten werden von der grossen Menge des nicht oder wenig verunreinigten Kühlwassers sowie vom Haushaltabwasser.

Die flüchtigen Oelbestandteile des erstgenannten Abwassers sollen in einem «Stripper» entfernt werden, z. B. mittels Durchführen von heissen Verbrennungsgasen. Die entweichenden übelriechenden Dämpfe müssen dann in die Feuerungsanlagen der Raffinerie geführt werden, wo ihre organischen Komponenten verbrannt werden. Das im «Stripper» vorgereinigte Wasser wird später auf die übliche Weise entölt.

#### VI. Sonstige Massnahmen

In einem so komplizierten Betrieb wie einer Erdölraffinerie gibt es neben den oben erwähnten Installationen zahllose Punkte, die bei nachlässiger technischer Ausführung eine gewisse Luftverunreinigung verursachen können, die, über den ganzen Betrieb summiert, übermässig sein kann. Es ist daher notwendig, dass schon während der Konstruktion der Apparate die Möglichkeit der Luftverunreinigung durch Fehlstellen sorgfältig im Auge behalten wird; auch die Verantwortlichkeit

ten der Konstruktionsfirma und der Oelraffinerie sollen im Falle vorkommender Fehler klar sein.

Um Luftverunreinigungen während des Betriebes möglichst zu verhüten, ist es weiter notwendig, dass die Betriebsdirektion selbst davon überzeugt ist, dass die Atmosphäre möglichst rein zu halten sei, und dass sie das Personal bis zur untersten Stufe dauernd in dieser Richtung instruiert. Sonst besteht die Gefahr, dass z. B. während der Nacht Handlungen vorgenommen werden, die wohl den Arbeitsprozess vereinfachen, aber das Tageslicht scheuen. Glücklicherweise sind jetzt die Betriebsleitungen vieler europäischer Oelfirmen von dieser Notwendigkeit überzeugt. In der Nachfolge eines Komitees des American Petroleum Institutes haben europäische Oelkonzerne ein gemeinsames Büro in 's-Gravenhage gestiftet; «Stichting *Concawe*» (Studygroup for Conservation of Clean Air and Water, Western Europe), das diese Problematik studiert und die Mitglieder berät. Es gehören ihm jetzt zwölf grosse Konzerne an.

#### VII. Petrochemische Industrie

Neben der eigentlichen Oelraffination hat sich, auch in den Niederlanden, in den letzten Jahrzehnten eine sehr grosse petrochemische Aktivität entwickelt. In diesen neuen Anlagen werden, entweder von den Oelraffinerien selbst oder von Käufern ihrer Produkte, organische Verbindungen hergestellt, wie Lösungsmittel, Kunststoffe, Detergentien, Insektizide usw.

Es sind besonders die niedrig molekularen Basisstoffe, wie Aethylen, Propylen und Styren, die dabei Luftverunreinigungsprobleme aufwerfen können.

Nachdem im Herbst des Jahres 1965 die Exportgärtnerei nördlich des Raffinationszentrum bei Rotterdam einen erheblichen Verlust erlitten hat als Folge einer Episode von Luftverunreinigung vom Typus «Los Angeles Smog», hat man ähnliche Smogerscheinungen noch einige Male in dieser Gegend festgestellt, jedoch ohne Vegetationsschäden. Luftverunreinigung vom Los-Angeles-Typ entsteht bekanntlich durch photochemische Reaktionen in einer Atmosphäre, in der Stickstoffoxyde, Ozon und ungesättigte Kohlenwasserstoffe vorkommen. In Los Angeles, einem wichtigen Zentrum der Oelraffination und der petrochemischen Industrie, betrachtet man den motorisierten Verkehr als Hauptproduzenten der Basisstoffe für Smog. Im Rotterdamer Raum, wo der Gehalt der Atmosphäre an natürlichem Ozon durch die Nähe des Meeres oft ziemlich hoch ist, bleibt es noch eine offene Frage, ob der Verkehr oder die Industrie der wichtigste Lieferant der ungesättigten Kohlenwasserstoffe sei; die Abgase der Raffinerien können nur wenig ungesättigte Verbindungen enthalten; die der petrochemischen Industrie aber wohl grössere Mengen. Im letzten Jahr sind auch leichte vorübergehende Symptome von Aethylenschäden bei Tomatenpflanzen beobachtet worden.

Faktoren, die sich bei der Verhütung von Luftverunreinigungen durch die petrochemische Industrie günstig auswirken, sind:

1. dass die verarbeiteten Quantitäten viel geringer sind als in der Oelraffination;
2. dass man von Grundstoffen von hoher chemischer Reinheit ausgeht und dementsprechend wenig Abfallstoffe unbekannter Natur erzeugt;
3. dass die Preise der Grundstoffe und Endprodukte bedeutend höher liegen als im Raffineriebetrieb; Rückgewinnungsverfahren lohnen sich also besser.