

# Traitement des composés organiques volatils

Autor(en): **Glowiak, Bohdan**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **86 (1994)**

Heft 5-6

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-940790>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Traitement des composés organiques volatils

Bohdan Glowiak

*Zusammenfassung: Behandlung von flüchtigen organischen Verbindungen*

*Der Bericht beschreibt die heutigen Methoden und Massnahmen zur Verminderung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen verschiedenen Ursprungs.*

*Das Inventar der Verminderungsmethoden und -massnahmen enthält vor allem den Ersatz der Produkte, die Anwendung von sauberen Technologien, die Abänderung von Herstellungsprozessen und die Behandlung der Gase, welche die flüchtigen organischen Verbindungen enthalten, durch Kondensation, Absorption, Adsorption sowie thermische und katalytische Verbrennung.*

**Summary: Treatment of volatile organic compounds**

*The paper describes the existing techniques and measures to reduce emissions of volatile organic compounds from different sources.*

*The inventory of reduction techniques and measures comprises first of all the substitution of the products, application of no-waste technologies, modification of manufacturing process and treatment of gas containing the volatile organic compounds by condensation, absorption, adsorption, thermal and catalytic incineration.*

## 1. Introduction

Le terme de composé organique volatil (COV) englobe tout un ensemble de substances organiques dont la propriété est de s'évaporer spontanément à l'air et de participer aux réactions photochimiques provoquant la formation d'ozone dans les couches inférieures de l'atmosphère.

Dans la littérature technique et scientifique, le terme hydrocarbure (HC) est souvent utilisé comme synonyme de COV. Cependant, comme les hydrocarbures se composent uniquement d'atomes de carbone et d'hydrogène, ce terme exclut un grand nombre de composés organiques (éthers, alcools, cétones) qui contiennent dans leur molécule d'autres atomes (oxygène, azote, substances halogénées, etc.).

Par conséquent, il est préférable d'utiliser le terme COV qui englobe les hydrocarbures comme une des classes entrant dans cette définition.

Les multiples branches industrielles sont considérées comme d'importantes sources de COV.

A titre d'exemple, on peut mentionner l'utilisation générale des vernis, l'industrie chimique, l'industrie pharmaceutique, la fabrication des abrasifs, la technique d'imprégnation, le traitement des surfaces, l'industrie graphique, les dépôts pétroliers, etc.

## 2. Méthodes de réduction des émissions de COV

La réduction des émissions de COV représente un objectif majeur pour les différentes branches industrielles. La multitude des mesures visant à la réduction des émissions de COV provenant tant des sources stationnaires que des sources diffuses peut être groupée généralement de la façon suivante :

- substitution de produit

- application des procédés propres
- modification du procédé de fabrication
- traitement des gaz contenant les COV par condensation, absorption, adsorption, incinération thermique ou catalytique, etc.
- autres.

## 3. Substitution des produits

La substitution des produits ou la modification de leur composition est une mesure très efficace, spécialement dans le cas des sources diffuses. Cette démarche ne saurait être accomplie sans une collaboration étroite avec les producteurs afin d'identifier les possibilités d'utilisation des produits de substitution aux performances au moins égales aux produits initiaux.

Les fabricants de peinture et vernis par exemple, grâce aux progrès de l'industrie chimique et sous l'action de divers facteurs (protection des travailleurs, respect des limites d'émission, facilité d'emploi pour l'utilisateur, etc.) avaient déjà réduit ces dernières années la teneur en solvant dans leurs produits et s'engagent à maintenir cet effort pour développer des peintures à haut extrait sec, peintures hydrodiluable, peintures en poudre, etc.

Cela aura bien entendu une incidence directe sur les quantités des COV émis aussi bien dans l'industrie que dans les secteurs domestique ou artisanal.

L'amélioration de la technique d'application de peinture pourrait aussi réduire d'une façon significative les quantités de solvants.

Dans l'industrie automobile, où les solvants émis représentent environ 14 kg par véhicule de tourisme, l'objectif d'atteindre le chiffre de 10,5 kg de solvants émis par véhicule, c'est-à-dire une réduction d'environ 25 % par rapport aux pratiques actuelles, est tout à fait réalisable.

Les ateliers d'héliogravure et de flexographie du secteur emballage rejettent d'importantes quantités de solvants à l'atmosphère et leur taux d'équipement en installations de traitement est pratiquement nul. Les techniques à mettre en place sont fonction de la nature du support (impression

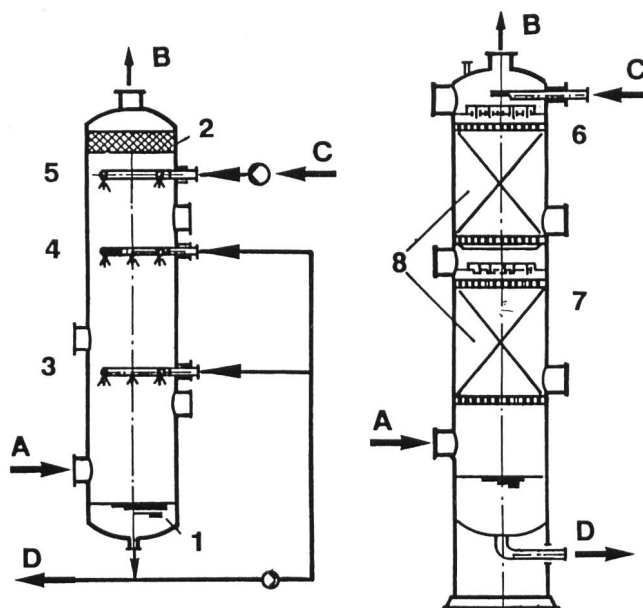


Figure 1. Absorption (appareils de gauche: laveur à jets liquides; appareil de droite: colonne garnie). A gaz à traiter, B gaz épuré, C absorbant, D absorbant saturé de COV. 1 absorbant évacué, 2 séparateur de gouttes, 3, 4, 5 pulvérisation du liquide, 6, 7 zone d'arrosage, 8 lit de garnissage.

sur carton, film plastique ou papier peint) et de la composition de l'encre utilisé. Il est néanmoins souhaitable de développer les encres monosolvants, facilement recyclables. Une diminution des rejets peut être également envisagée par l'utilisation d'encre à l'eau (teneur en alcools légers inférieure à 10 %).

#### 4. Procédés propres

Un procédé propre doit constituer un système quasiment clos dont les quelques connections avec l'extérieur sont strictement contrôlées et épurées.

Le concept de procédé propre est à priori plus facile à appliquer aux installations en continu qui dans la plupart des cas fonctionnent sous des pressions différentes de l'atmosphère ambiante et requièrent une étanchéité de l'ensemble des équipements.

Concernant les procédés batch, tels que ceux qui sont mis en œuvre dans les ateliers de chimie fine, le confinement est plus difficile à réaliser du fait des opérations de remplissage, chargement ou nettoyage qui nécessitent l'ouverture des appareils ou des emballages. La pratique généralement employée pour protéger le personnel d'exploitation et éviter la formation de mélanges inflammables consiste à ventiler énergiquement. Cette procédure est mal adaptée au confinement puisqu'elle nécessite d'épurer les COV très dilués dans des débits importants. Pour un confinement efficace, il faut au contraire éviter tant la dilution des composés volatils que le mélange par collecte des émissions et privilégier le maintien de concentrations élevées pour des traitements spécifiques aux produits à récupérer ou à éliminer.

#### 5. Modification des procédés de fabrication

La modification ou l'amélioration des procédés de fabrication existants pour réduire les émissions de COV consiste en l'optimisation de procédés existants en tenant compte de critères d'environnement qui, au moment de la conception des procédés, n'avaient pas été suffisamment pris en considération.

La démarche peut être considérée comme un compromis entre la mise au point d'un procédé propre et le traitement des effluents puisqu'elle va apporter des modifications au cœur du procédé sans toutefois le bouleverser.

La modification ou l'amélioration du procédé entraîne normalement, en plus de la réduction des émissions, d'autres avantages comme : une diminution de la consommation d'énergie, un emploi plus efficace des matières premières, une diminution des coûts de production, une approche innovatrice ou l'élaboration d'une conception unique.

#### 6. Traitement des gaz

Le traitement des gaz pour ramener les émissions polluantes au-dessus des normes en vigueur est actuellement une mesure des plus répandues dans l'industrie.

Le choix, parmi les procédés qui ont fait leurs preuves à l'échelle industrielle, de celui qui sera le mieux adapté au cas envisagé se fait en fonction des critères techniques et économiques.

Généralement, tous les procédés utilisés sont basés sur l'absorption, l'adsorption ou l'incinération. Les procédés susmentionnés peuvent être associés à une séparation préalable des COV. Ceci est possible, par exemple, par la condensation des vapeurs des solvants et par l'augmentation simultanée de la pression.

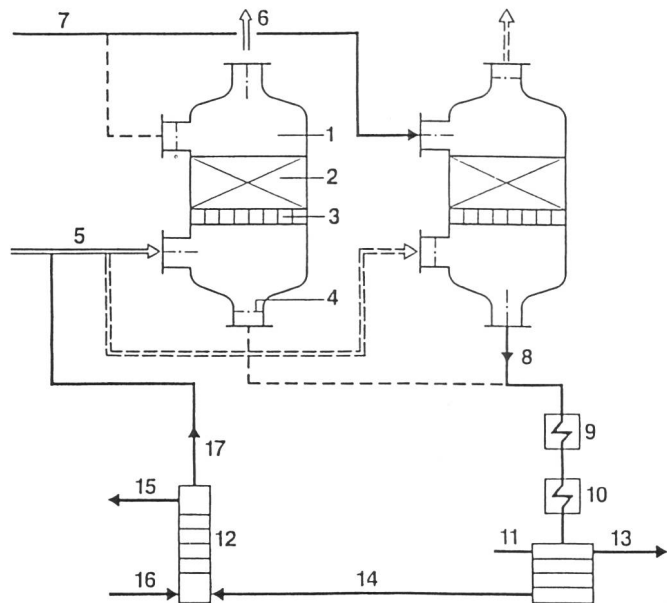


Figure 2. Adsorption avec désorption par la vapeur (appareil de gauche: adsorption; appareil de droite: désorption). 1 adsorbant, 2 charbon actif, 3 grille-support, 4 soupape de branchement, 5 gaz à traiter, 6 gaz épuré, 7 vapeur, 8 mélange (vapeur et COV), 9 condenseur, 10 refroidisseur, 11 séparation du COV, 12 épurateur de l'eau, 13 COV récupéré, 14 eau contenant des restes de COV, 15 eau épurée, 16 apport d'air, 17 air évacué contenant des restes de COV.

#### Condensation

On atteint la condensation à des températures peu élevées à la sous-pression atmosphérique, ou par synergie d'une baisse de la température et d'une augmentation de la pression.

Une augmentation simultanée de la pression renforce l'effet de condensation puisque la proportion adéquate pression partielle solvants ne s'effectue qu'à des températures très basses, et nécessite une quantité d'énergie très élevée.

En conséquence, la condensation est peu souvent utilisée pour l'épuration définitive qui permettra de respecter les valeurs limites; elle constitue un premier pas vers la réduction partielle de la concentration des polluants.

#### Absorption

Dans ce procédé, les molécules de COV se séparent par diffusion de la phase gazeuse, traversant l'interphase gaz-liquide et puis passent dans la phase liquide.

L'efficacité du procédé est fonction du transfert de masse entre le gaz et le liquide et dépend de la diffusion et des vitesses de réaction.

On distingue trois types fondamentaux d'absorption :

- Absorption physique avec régénération de l'absorbant qui peut être utilisée pour éliminer les COV solubles dans l'eau, comme l'acide formique et acétique, les glycols, le méthanol, l'éthanol, l'acétone, etc.
- Absorption chimique utilisant les liquides alcalins pour absorber les acides organiques, les phénols, les mercaptanes et les crésols, ou les liquides acides pour différents amines ou piridines.
- Absorption biologique pour la décomposition des COV (amines, alcools, cétones, esters, etc.) par le métabolisme de micro-organismes en suspension dans le liquide.

Parmi les différents types d'appareils utilisés pour l'absorption de COV, on peut citer les colonnes à garnissage.

Les colonnes garnies (tours à garnitures) sont réalisées (figure 1) sous la forme d'une enveloppe cylindrique verticale dans laquelle le gaz et le liquide circulent verticalement et à contre-courant à travers un lit de garnissage, généralement constitué par des anneaux qui peuvent être de types différents (anneaux Raschig-Pall, selles de Berl, etc.).

Le choix des anneaux et de leur diamètre est fonction de la perte de charge finale de l'installation.

Les colonnes garnies qui peuvent être réalisées en très nombreux matériaux (PVC, PE, acier doux, etc.) sont dimensionnées de manière très précise pour obtenir un fonctionnement sans risque et un bon rendement.

Il est en effet très important de déterminer un point de travail proche du point d'engorgement qui définit le diamètre, la hauteur étant fonction du rendement désiré.

Le projet d'une colonne inclut aussi le système de pulvérisation ou d'arrosage, les plateaux support d'anneaux, le système de recentrage du liquide pour éviter les effets de parois, ainsi que les accessoires comme: appareil de contrôle, appareil de mesures, échangeur de chaleur sur le circuit de recyclage, etc.

Certains appareils à pulvérisation et à force centrifuge utilisés pour le dépolluage humide (les laveurs Venturi, les laveurs à jets liquides, les laveurs cycloniques), peuvent aussi servir à absorber les COV (figure 1).

Par suite de la turbulence provoquée par le jet de liquide pulvérisé en très fines gouttelettes, un contact maximal est créé entre la phase gazeuse et la phase liquide qui permet d'obtenir de très bon rendement pour des nombreux COV.

Dans la pratique, l'absorption est plus rarement utilisée que les autres procédés. C'est dû au fait que le liquide doit subir un post-traitement compliquant l'exploitation et occasionnant des coûts supplémentaires d'installation.

### Adsorption

Les procédés d'épuration par adsorption sont basés sur les propriétés physiques de certains solides poreux à structure ultra-microscopique qui les rend capables d'attirer sélectivement les COV et de les retenir à leur surface.

L'adsorption est suivie de désorption (élimination des substances déposées au cours de l'adsorption) qui permet de récupérer les substances adsorbées. La désorption peut se faire par l'utilisation de vapeur d'eau ou d'un gaz inerte (par exemple l'azote).

L'efficacité du procédé dépend de la concentration des COV, de la surface totale de l'adsorbant, des caractéristiques physiques et chimiques des COV et de l'adsorbant, des conditions de température et de la présence d'autres substances dans le gaz traité.

Le charbon actif est l'adsorbant le plus utilisé pour traiter les vapeurs de COV, les applications principales étant l'élimination des odeurs et celle des solvants en vue de leur récupération.

Le charbon actif choisi devra présenter les caractéristiques suivantes :

- Une grande surface par unité de volume qui peut être de plusieurs centaines de m<sup>2</sup> par kg de charbon actif, la distribution du diamètre des pores influençant aussi l'efficacité de l'adsorption.
- Une résistance au passage de l'air minimale pour une efficacité d'adsorption donnée.
- Une dureté suffisante pour limiter les risques de casse et d'usure rapide par attrition mécanique, ces risques augmentant avec l'accroissement de la vitesse du gaz à travers le lit de charbon actif.

Le charbon actif peut être imprégné avec une substance produisant une réaction chimique à la surface, qui convertit le COV en un produit inoffensif ou mieux adsorbable. Par exemple, le charbon peut être imprégné avec 10 à 20 % de son poids en brome.

Dans ce cas, l'adsorption de l'éthylène, qui est un produit à faible poids moléculaire difficilement retenu par la seule adsorption, sera rendu plus facile par la présence en surface de 1,2 dibromoéthane qui est un produit facilement adsorbé.

En règle générale, l'adsorbant est un réacteur à lit solide fonctionnant en discontinu (figure 2).

Il existe également des adsorbants travaillant en continu (adsorbant à lit mobile) avec un enlèvement constant d'adsorbant saturé et un apport permanent d'adsorbant régénéré.

Une solution intéressante présente le concentrateur de solvants (figure 3).

Le système consiste en un rotor en nid d'abeille avec charbon actif, qui adsorbe les solvants présents en flux gazeux en faible concentration et les évacue fortement concentrés, avec une petite quantité d'air de traitement. Les seules parties en mouvement sont le ventilateur de traitement et le moteur actionnant le rotor.

Les solvants concentrés peuvent être ensuite récupérés ou si les coûts occasionnés par la récupération sont excessifs, on peut procéder à une combustion dans un système catalytique.

L'emploi de l'adsorption est souvent limité lorsque les compositions et les concentrations des COV subissent de fortes variations ou dans le cas où ils se résinifient facilement.

Il convient de renoncer à l'adsorption si les dépenses occasionnées par la récupération sont excessives.

### Incinération

On peut distinguer l'incinération thermique et catalytique. Lors de la combustion thermique, l'oxydation des COV les décompose en eau et en dioxyde de carbone.

Elle s'opère par un apport en combustible supplémentaire car, en règle générale, la température de l'incinération se situe entre 800 et 1000 °C.

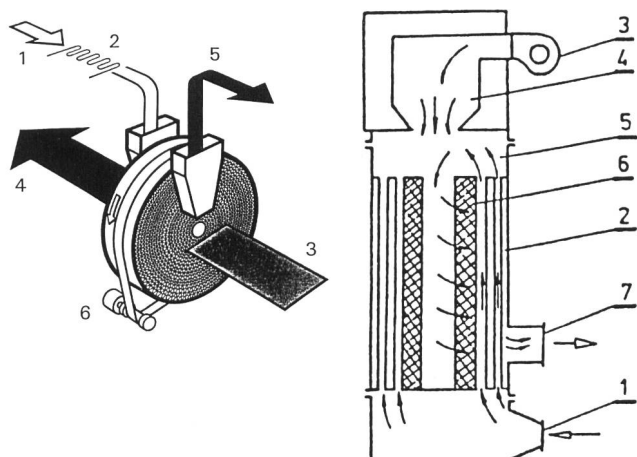


Figure 3, à gauche. Concentrateur de solvants. 1 entrée air, 2 calorifère, 3 gaz à traiter, 4 gaz dépuré, 5 air malodorant concentré, 6 moteur.

Figure 4, à droite. Installation de combustion catalytique : 1 entrée du gaz à traiter, 2 échangeur de chaleur, 3 brûleur de préchauffage, 4 chambre de combustion, 5 chambre de mélange, 6 catalyseur, 7 sortie de gaz épuré.

Méthode	Rendement en cas de concentration		Application	Remarques
	1–3 g/m <sup>3</sup>	> 5 g/m <sup>3</sup>		
Incinération thermique	> 95 %	> 95 %	Pour les concentrations importantes	Récupération d'énergie
Incinération catalytique	> 95 %	> 95 %	Spécialement pour les basses concentrations	Récupération d'énergie
Adsorption	80 – 95 %	–	Pour les basses concentrations	
Absorption	–	80 – 95 %	Pour les concentrations importantes	
Condensation	–	80 – 95 %	Seulement pour les concentrations importantes	Récupération du solvant

L'incinération catalytique peut être considérée comme une amélioration du procédé d'incinération thermique adaptée à la décomposition de faibles concentrations des COV présents dans les gaz à des températures nettement plus basses (250–400 °C).

Les procédés de combustion peuvent être utilisés pour l'incinération des plastifiants, des solvants, des vapeurs de goudron, des produits constituant la composition des résines, de vernis, etc.

En général, on recourt à l'incinération (thermique ou catalytique) lorsque l'emploi des autres procédés ne saurait produire l'effet souhaité ou soulèverait des difficultés au niveau de l'exploitation.

Le recours à l'incinération n'est cependant pas judicieux si on ne procède pas à la récupération de l'énergie pour diminuer les coûts du procédé.

Les rendements obtenus tant lors de l'incinération thermique que lors de l'incinération catalytique permettent cependant des économies de combustible, une plus grande sécurité et rendent possible la récupération de la chaleur au moyen d'un système relativement simple. La comparaison des coûts de ces deux procédés montre que malgré les coûts d'investissement plus élevés, les installations de combustion catalytique sont plus avantageuses à cause des plus bas coûts d'exploitation qui représentent environ le tiers des coûts de l'incinération thermique.

### Catalyseurs

Les catalyseurs utilisés dans le processus de combustion catalytique peuvent être divisés en trois groupes:

- Métaux (platine, palladium, nickel, argent, cuivre).
- Semiconducteurs (oxyde de cobalt, chromite de cuivre, chromite de magnésium).
- Sels (chlorure de zinc, vanadate de bismuth, vanadate d'étain).

Tous ces catalyseurs ont des caractéristiques et des propriétés assez variées. Pour obtenir une combustion complète il est avantageux de recourir au catalyseur du groupe A qui sont les plus actifs et permettent d'opérer dans les températures basses.

Les meilleurs résultats sont obtenus avec les catalyseurs à base de platine ou de palladium déposés sur un support céramique. Pour diminuer la perte de charge et augmenter en même temps la surface de contact, les catalyseurs ont la forme d'anneaux, de selles ou de sphères et sont supportés par des grilles ou par des plaques perforées. Les catalyseurs constitués par les fils ou rubans métalliques sont assemblés sous forme de clayonnage dans des éléments métalliques ressemblant à des filtres à air.

Récemment, on a utilisé de plus en plus des catalyseurs en forme de («honey-combs») nid d'abeille.

Grâce à la structure à cellules ouvertes du catalyseur, les pertes de charge du flux gazeux à travers le lit catalytique sont insignifiantes.

Le catalyseur en forme de nid d'abeille (par exemple Honeycat) peut traiter de façon efficace et économique des débits de quelque Nm<sup>3</sup>/heure jusqu'à plusieurs dizaines de milliers de Nm<sup>3</sup>/heure. La durée de vie moyenne relevée dans la majorité des installations réalisées avec le catalyseur Honeycat est de 5 à 7 ans en fonctionnement continu.

### Installations

L'installation de combustion catalytique comprend généralement un catalyseur contenu dans un réacteur ou une chambre de combustion, un système de préchauffage pour chauffer éventuellement le gaz jusqu'à la température d'amorçage de la réaction, et un dispositif pour la récupération de la chaleur.

La figure 4 donne un exemple d'une telle installation développée par Glowiak et al. Un autre exemple (figure 5) présente une installation de combustion catalytique en forme de filtre à air.

Grâce à l'extrême simplicité de son installation, il est possible de monter le catalyseur sur des systèmes de combustion à flamme directe déjà en service.

L'économie d'énergie qui en résulte est telle que l'investissement est amorti en quelques mois.

La température de fonctionnement de la combustion catalytique est considérablement inférieure (environ de moitié) à celle de l'oxydation à flamme directe, ce qui permet une réduction notable de la consommation de combustible. En outre, par rapport à la combustion à flamme directe, l'économie dérivant de l'utilisation du système catalytique est encore augmentée en réalisant une récupération d'énergie de types primaire et secondaire.

La récupération d'énergie primaire consiste dans le préchauffage de l'effluent gazeux froid, à l'entrée de l'installation, au moyen de l'effluent chaud dépuré. Dans certains cas, on peut arriver à l'autosustentation de la combustion catalytique.

La récupération d'énergie secondaire permet de produire de l'air chaud ou de la vapeur, ou bien de réchauffer un fluide diathermique.

On dispose ainsi d'énergie utilisable pour une autre opération.

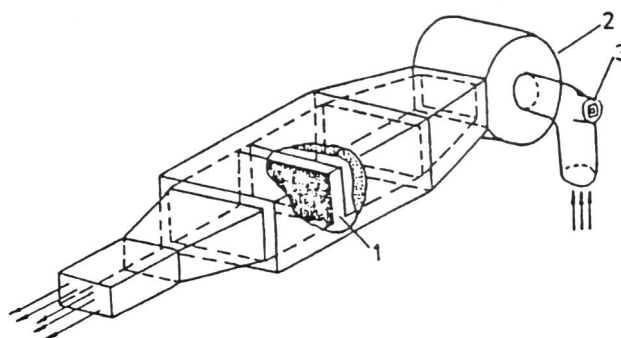


Figure 5. Installation de combustion catalytique en forme de filtre à air; 1 catalyseur, 2 ventilateur, 3 préchauffage.

## 6. Conclusion

Le tableau 1 montre la comparaison des différentes méthodes de traitement des gaz contenant des COV du point de vue de leur rendement et de leur application.

Le choix d'une installation la plus appropriée varie de cas en cas et dépend des critères suivants:

- débit de gaz,
- concentration de COV,
- température de gaz,
- possibilité de récupération de COV ou de récupération d'énergie,
- coût d'installation et coût d'opération, etc.

qui servent comme éléments de base pour l'élaboration d'une étude techno-économique.

# Entschlammung des Leewassers und des Föhnhafens Brunnen

Tino Baumann

## 1. Vorgeschichte

Die ersten Bemühungen, den Föhnhafen Brunnen und das angrenzende Leewasser zu entschlammen, liegen bereits 10 Jahre zurück.

Im Frühjahr 1984 wurde der Auftrag erteilt, den Schlamm in den tieferen Bereich des Vierwaldstättersees zu verlagern. Allerdings fand dieses Vorhaben ein baldiges Ende: Kurz nach Beginn der Arbeiten sorgte ein massiver Polizeieinsatz für einen Ausführungsstopp. Die Überlegungen, wonach der Schlamm bereits im Wasser liege und durch eine Umlagerung in tieferen Seegrund keine zusätzliche Belastung für den Vierwaldstättersee entstehen würde, sind von den zuständigen Behörden nicht geteilt worden.

## 2. Ausgangslage

Im Jahr 1988 wurde durch das Kantonale Amt für Umweltschutz (AfU) schriftlich festgehalten, dass «eine Versenkung des Schlammes im See aus gewässerschützerischen Gründen nicht in Frage käme», da die Belastung mit Schwermetallen zu hoch sei.

In einem ersten Entscheid wurde der Umfang der Entschlammungsarbeiten festgelegt. Aus verschiedenen Gründen beschränkte man sich vorerst auf den Bereich Brücke Gersauerstrasse – Föhnhafen.

Die Finanzierung musste getrennt geregelt werden. Im Hafengebiet wird sie vorwiegend über die Benutzer sichergestellt. Im oberen Teil müssen hauptsächlich die unterhaltspflichtigen Anstösser des Leewassers dafür aufkommen.

## 3. Bewilligungsverfahren

Auf Initiative der Hafenkommision wurde 1991 das Bewilligungsverfahren konkret eingeleitet. Das Entschlammungsprojekt wurde im Juni 1991 im Amtsblatt publiziert. Die wasserbautechnische Bewilligung des Baudepartementes, der Bezirk als Inhaber der Gewässerhoheit sowie das Amt für Fischerei und Jagdwesen erteilten im Herbst 1991 die Bewilligungen.

Allerdings wurde die Auflage gemacht, dass die Entschlammungsarbeiten bis spätestens Ende November beendet sein müssen. Anstösser, welche ein Absinken des Grundwasserspiegels und dadurch möglicherweise Sen-

## Bibliographie

- [1] B. Glowiak «Comment réduire l'émission des hydrocarbures», Sécurité – Environnement 1992 – No 2.
- [2] Ademe «Emissions de composés organiques volatils», Pollutec 92, Lyon 1992, Recueil des conférences.
- [3] Office fédéral de la protection de l'environnement «Comment réduire les émissions de composés organiques volatils», Le cahier de l'environnement 1987 – No 66.
- [4] Economic Commission for Europe – VOC Task Force «Emissions of Volatile Organic Compounds (VOC) from Stationary Sources and Possibility of their Control», Karlsruhe, July 1990.

Adresse de l'auteur: Dr. Ing. Bohdan Glowiak, SGI Ingénierie SA, 71, av. Louis-Casali, CH-1216 Cointrin/Genève.

kungen an den Liegenschaften befürchteten, konnten beruhigt werden.

Ein Hauptproblem in der Bewilligungsphase bestand in der Bereitstellung des notwendigen Deponieraums. Die Firma Karl Hürlimann AG erklärte sich bereit, den entwässerten Schlamm im stillgelegten Teil des Steinbruches Unterschönenbuch abzulagern. Um die Unbedenklichkeit dieser Ablagerung zu garantieren, musste ein spezielles Gutachten erstellt werden.

Die Bewilligung zur Ausführung der projektierten Entschlammung und Entsorgung wurde am 1. Mai 1992 vom Amt für Umweltschutz erteilt.

Nachdem eine bautechnische Einsprache erledigt wurde, konnte das Projekt an der ausserordentlichen Gemeindeversammlung vom 26. Mai 1992 vorgestellt und diskutiert werden. An der Abstimmung Mitte Juni 1992 erfolgte die Annahme des notwendigen Kredites durch den Stimmbürger. Diese (deutliche) Annahme war sicher darauf zurückzuführen, dass die Unkosten ausschliesslich durch die Verursacher sowie die Benutzer der Bootsplätze getragen werden und damit zu Lasten der allgemeinen Gemeinderechnung keine Aufwendungen entstehen.

Eine weitere Einsprache über Verfahrensfragen führte nach der Abstimmung zu einer zusätzlichen Verzögerung. Da der Zeitraum für die Ausführung aus verschiedenen Gründen auf die Monate Oktober und November begrenzt ist, musste der Arbeitsbeginn auf Herbst 1993 verschoben werden.

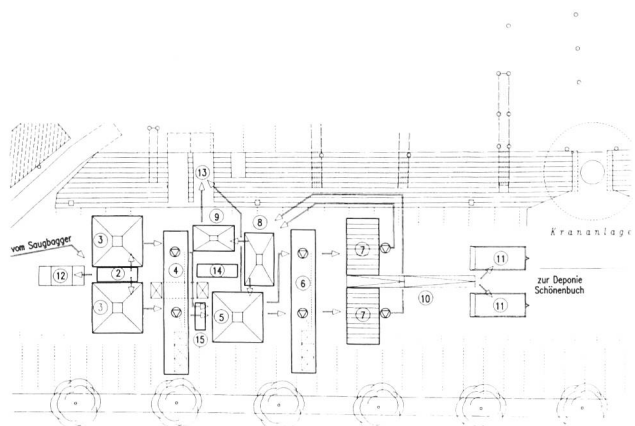


Bild 1. Schema der Schlammmentwässerungsanlage.

1 Saugbagger, 2 Grobsieb, 3 Schlammbehälter, 4 erste Flokkungsmittelanlage und Pumpen, 5 Voreindicker, 6 zweite Flokkungsmittelanlage und Pumpen, 7 Siebandpresse, 8 Nacheindicker, 9 Presswasserbehälter, 10 Förderband, 11 Mulden für Schlammkuchen auf Spezialdeponie, 12 Mulden für Feststoffe auf Spezialdeponie, 13 Rückgabe des Presswassers in den See, 14 Stromaggregat, 15 Dieseltank. Ing.-Büro BHZ, Brunnen