

**Zeitschrift:** Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme

**Herausgeber:** Schweizerische Vereinigung für Landesplanung

**Band:** 37 (1980)

**Heft:** 6

**Artikel:** Die Gefährdung der Ozonschicht der Erdatmosphäre durch Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FKW)

**Autor:** Rentsch, C.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-781889>

#### 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:** 12.02.2026

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

# Die Verwertung von Kehrichtschlacke im Strassenbau

M. Suter, dipl. Ing., Sektionschef der Abteilung Abwasser- und Abfalltechnik, Bern

Seit Bestehen der Kehrichtverbrennung wurde die Verwertung von Schlacke angestrebt. In der Schweiz gewinnt neuerdings die Verwertung von Kehrichtschlacke als Baustoff für den Strassenbau zunehmend an Interesse. Einige Kehrichtverbrennungsanlagen betreiben bereits heute eine Schlakkenaufbereitung. Aus der Schlacke einer Tonne verbrannten Kehrichts erhält man etwa 270 kg aufbereitete Schlacke und 20 kg Schrottelsteinen. Würde alle anfallende Schlacke als Fundationsmaterial für den Strassenbau verwertet, könnten in der Schweiz jährlich rund

160 000 m<sup>3</sup> Kies (bei einem Gesamtverbrauch von 40 Mio. m<sup>3</sup>) und 200 000 m<sup>3</sup> Deponievolumen eingespart werden. Gute Kehrichtschlacke entspricht in den geotechnischen Eigenschaften (Kornverteilung, Tragfähigkeit, Stabilität) einem Kies von guter Qualität. Die Verwendung von Schlacke als Fundationsschicht im Strassenbau kann jedoch nur unter bestimmten Voraussetzungen erfolgen. So stellen sich folgende Fragen:

- Wie muss die Schlacke chemisch-physikalisch beschaffen sein, damit sie bedenkenlos als Baustoff für den Strassenbau

verwendet werden darf?

- Welche Grenzen sind ihrer Verwendung als Baustoff gesetzt?
- Wie hoch sind die Kosten der Aufbereitung?

Das Bundesamt für Umweltschutz erteilte im Juni 1976 der Subkommission für die Verwendung von Kehrichtschlacke der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute VSS (Präsident: Dr. R. Hirt, Professor für forstliches Ingenieurwesen an der ETH Zürich) den Auftrag, Versuche über die Korrosionsgefährdung erdverlegter Konstruktionen aus verschiedenen metallischen Werkstoffen durch

die Verwendung von Kehrichtschlacke als Strassenbaustoff durchzuführen. Diese Versuche wurden in Zusammenarbeit mit der Kontrollstelle der Korrosionskommission und der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Versuchsanstalt für Industrie, Bauwesen und Gewerbe EMPA ausgeführt. Sie haben gezeigt, dass erdverlegte Leitungen durch die Schlackeneluate Korrosionsangriffen ausgesetzt sind, dass aber die Korrosionsprobleme beherrscht werden können, wenn beim Verlegen der Leitungen gewisse Vorsichtsmassnahmen beachtet werden.



## KVA Ibach-Luzern: Einbau einer Rauchgaswaschanlage beschlossen

Dr. A. Stettler, Sektionschef der Abteilung Luftreinhaltung, Bern

Die Kehrichtverbrennungsanlage Ibach-Luzern emittiert, neben Staub, erhebliche Mengen an Salzsäure und Fluorwasserstoff.

Sie ist lufthygienisch sanierungsbedürftig und führte schon seit einiger Zeit zu Immissionsklagen seitens der betroffenen Bevölkerung.

Nach eingehenden Projektstudien hat nun der Vorstand des Zweckverbandes für Kehrichtbeseitigung Luzern und Umgebung Ende 1979 einer Schweizer Firma den Auftrag erteilt, eine leistungsfähige Rauchgaswaschanlage einzubauen. Durch diese Rauchgaswäsche wird, neben dem Staub, vor allem der Ausstoß von Salzsäure und

Fluorwasserstoff auf rund einen Zehntel des heutigen Wertes reduziert. Damit wird die KVA Ibach-Luzern die erste in der Schweiz sein, welche die Anforderungen der deutschen «Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft» (TA-Luft) aus dem Jahre 1974 erfüllt.

Der gegenwärtige Verbrennungs-

preis von 64 Franken pro Tonne Kehricht erfährt keine Erhöhung; die aus Einbau und Betrieb der Rauchgaswäsche erwachsenden Zusatzkosten von 8 Franken pro Tonne Kehricht können durch Abschreibungen bestimmter Anlage-teile der bestehenden KVA kom-pensiert werden.

## Die Gefährdung der Ozonschicht der Erdatmosphäre durch Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FKW)

Dr. Ch. Rentsch, Mitarbeiter der Abteilung Naturwissenschaften und Fischerei, Bern

Im November 1979 wurde durch das Erscheinen eines Berichtes der Nationalen Akademie der Wissenschaften der USA (NAS-Bericht) die Frage der Gefährdung der Ozonschicht durch halogenierte Kohlenwasserstoffe, namentlich Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FKW), erneut ins Rampenlicht der Öffentlichkeit gerückt. Dies nicht zu Unrecht, denn das oft sehr vereinfachend mit dem Stichwort «Spraydose» gekennzeichnete Problem ist heute keineswegs ge-

löst, obwohl in der kurzen Zeit seit dem Erkennen der Gefahr im Jahre 1974 sehr viele wissenschaftliche, wirtschaftliche und behördliche Anstrengungen unternommen worden sind.

### Das Problem

Die Erde wird von einer Ozonschicht umgeben, die unter anderem einen Teil der von der Sonne kommenden Ultraviolett-(UV)-Strahlung absorbiert. Wäre diese Schicht geringer, würde die UV-

Strahlung vermehrt zu uns gelangen und unter anderem gesundheitliche Schädigungen bewirken; insbesondere wäre eine grösse Häufigkeit von Hautkrebs zu erwarten. Auch würde sich wahrscheinlich ein etwas anderes Klima einstellen. Es gibt nun verschiedene chemische Substanzen, unter anderem die FKW, die, wenn sie in die Luft gelangen, durch Austauschvorgänge (vor allem Strömungen) langsam nach oben geführt werden und bis in die etwa

15–45 km Höhe sich befindende Ozonschicht vordringen. Dieser Aufstieg ist bedingt durch ihre chemische Stabilität, die einen Abbau in den unteren Lufschichten verhindert. Vor allem im oberen Teil der Ozonschicht werden die FKW durch die bis dorthin gelangende kurzwellige UV-Strahlung der Sonne gespalten. Dabei werden Spaltprodukte gebildet, die das Ozon abbauen.

Dieses Verhalten der FKW ist 1974 von zwei Amerikanern theoretisch

vorausgesagt worden und hat seither eine Flut von wissenschaftlichen Experimenten und Erörterungen verursacht.

All diese Untersuchungen und Modellrechnungen haben im Herbst 1978 zu einer Beurteilung der Lage durch die OMM (Organisation météorologique mondiale) geführt, die heute noch grundsätzlich gültig ist. Eine seither erschienene englische und die eingangs erwähnte amerikanische NAS-Studie vom November 1979 bekräftigen im wesentlichen diese OMM-Prognose.

Das Ergebnis der Modellrechnungen hängt sehr stark von den Annahmen bezüglich des FKW-Verbrauchs in der Zukunft ab. Für den Fall, dass von nun an die jährliche FKW-Produktion gleich hoch bleibt wie im Jahre 1977 und zudem keine ähnlich wirkenden Stoffe in grösserem Ausmass in die Ozonschicht gelangen, ergeben die Berechnungen einen Ozonabbau von 5 bis 28 % mit einem wahrscheinlichsten Wert von 16,5 %, der sich nach etwa 200 Jahren einstellen wird. Allerdings wird die Hälfte dieser Verminderung bereits nach gut 30 Jahren erreicht. Nimmt man für die Zukunft abnehmenden oder zunehmenden FKW-Verbrauch an, ergeben sich entsprechend tiefere oder höhere Abbauprozentsätze für die Ozonschicht.

Da der Abbau der Ozonschicht sehr langsam erfolgt und die Ozonkonzentration starken natürlichen, lokalen und zeitlichen Schwankungen unterworfen ist, wird die Wirkung der FKW erst viele Jahre nach der Abgabe in die Luft messbar. Wir werden also frühestens in 10 Jahren in der Lage sein, die Richtigkeit der obigen Prognose experimentell zu überprüfen. Würde man zu diesem Zeitpunkt dann einen Verbrauchsstopp verfügen, ginge der Ozonabbau trotzdem noch 10–15 Jahre weiter und würde erst nach sehr viel längerer Zeit wieder ausgeglichen sein.

Die langfristigen Voraussagen beziehen sich also auf Mittelwerte. Zum Vergleich sei als Beispiel die Temperatur erwähnt: Obwohl wir jährlich grosse Schwankungen beobachten, hätte ein Anstieg der mittleren Temperatur auf der Erde um nur wenige Grade längerfristig verheerende Folgen, wie zum Beispiel einen Anstieg des Meeresspiegels wegen des teilweisen Schmelzens des Polareises.

Bei einer angenommenen Verringerung des Gesamtozongehaltes um etwa 15 % wird die biologisch aktive UV-Strahlung um etwa 30 % erhöht. Diese Relation ist durch Messungen und Berechnungen gesichert. Die möglichen Auswirkungen auf Menschen und andere Lebewesen werden zwar intensiv

erforscht, sind jedoch viel schwieriger zu quantifizieren. Vorläufig sind nur Schätzungen möglich. Nach amerikanischen Prognosen soll zum Beispiel eine Zunahme der UV-Strahlung um 1 % eine Erhöhung der Häufigkeit von Hautkrebs um etwa 2 % bewirken. Die Bedeutung dieser Aussage kann erst beurteilt werden, wenn der entsprechende Bericht des Nationalen Krebsinstitutes der USA, dessen Publikation kürzlich angekündigt wurde, verfügbar ist. Ob der Hautkrebsgefahr darf man jedoch nicht vergessen, dass jede dauerhafte Veränderung der Umwelt grundsätzlich ein Risiko für die verschiedenen Teile der Natur darstellt. Insbesondere muss man allfällige Einflüsse des Ozonabbaus auf die Pflanzen- und Tierwelt sowie auf das Klima berücksichtigen.

### Quellen von FKW

Weltweit wurden 1977 etwa 850 000 t FKW produziert. Knapp die Hälfte davon gelangte via Spraydosen relativ schnell in die Umwelt. Ein Viertel fand Verwendung als Kältemittel in Kühlchränken, Klimaanlagen und Wärme-pumpen; das letzte Viertel wurde zum grössten Teil zur Herstellung von Schaumstoffen verwendet. Es ist klar, dass auch die nicht direkt versprühten FKW früher oder später auf irgendeine Weise in die Umwelt gelangen.

Wegen der einseitigen Orientierung des öffentlichen Interesses auf die Spraydosen wird oft vergessen, dass noch andere Stoffe existieren, die auf ähnliche Weise wie die FKW die Ozonschicht beeinträchtigen können. Unter diesen anderen Stoffen ist besonders Methylchloroform zu nennen, das in stark steigendem Massen von der Beschichtungsindustrie (z. B. Farben und Lacke) verwendet wird. Die produzierte Menge von Methylchloroform ist heute ungefähr gleich gross wie diejenige der FKW. Welcher Anteil davon schliesslich via Atmosphäre in die Ozonschicht gelangt, ist nicht genau bekannt, doch dürfte er nicht unbedeutend sein.

### Lösungsmöglichkeiten und gesetzliche Regelungen

Als technische Massnahmen zur Verminderung des FKW-Verbrauchs kommen, je nach Anwendungsgebiet, im wesentlichen die folgenden drei Möglichkeiten in Frage:

#### 1. Ersatz der FKW durch andere Substanzen

Diese Lösung kommt vor allem für die Spraydosen und die Schaumstoffherstellung in Frage. Ein weitgehendes, wenn nicht vollständiges Umstellen in diesen Bereichen wäre heute möglich. Allerdings

eignen sich die verfügbaren Ersatzstoffe aus technischen und Sicherheitsgründen nicht für jeden Anwendungssektor gleich gut. Für Produkte, die mit Lebensmitteln in Berührung kommen oder am Menschen direkt angewendet werden (z. B. Kosmetika), gelten andere Sicherheitsanforderungen als für rein technische Anwendungen. Dazu kommen Sicherheitsvorkehrungen, die beim Verarbeiten getroffen werden müssen (z. B. Feuergefahr). Nach eingehenden Prüfungen konnte zum Beispiel anfangs 1979 Dimethyläther als weiteres Treibgas für die Verwendung in kosmetischen Artikeln zugelassen werden.

#### 2. Recycling (Wiederverwendung der FKW nach Gebrauch)

Dies wäre praktisch nur im Sektor Kältemittel möglich.

#### 3. Technisch andere Lösungen der Anwendungen

Die wohl umweltgerechteste Lösung im Bereich der Spraydosen wären nachfüllbare, von Hand betriebene Zerstäuber, was zudem auch ein Wegkommen von den energiefressenden Alu-Wegwerfdosen erlauben würde. Auf diesem Sektor sind interessante Entwicklungen im Gange. Die Bereiche Kühlchränke usw. und Schaumstoffe kommen ohne Kälte- bzw. Treibmittel nicht aus.

Die FKW/Ozon-Frage ist ein typisch weltweites Problem und kann nur auf internationaler Ebene gelöst werden. Die Schweiz hat sich von Anfang an an den Arbeiten von verschiedenen internationalen Organisationen und Konferenzen beteiligt (OMM, UNO, internationale Regierungskonferenz in München 1978), um sowohl die weitere Erforschung als auch die zu treffenden Massnahmen zu koordinieren. Bereits haben auch einige Länder Vorschriften erlassen. So ist die Verwendung der FKW als Treibgas in Spraydosen unter anderem in den USA und in Schweden weitgehend untersagt worden. Die Länder der Europäischen Gemeinschaften haben sich zum Ziel gesetzt, bis Ende 1981 den jährlichen FKW-Einsatz in

Spraydosen um 30 % unter die 1976er-Marke zu bringen.

In der Schweiz werden keine FKW produziert. 1978 wurden jedoch 5400 t der beiden wichtigsten FKW (F-11 und F-12) importiert. Dies sind etwa 0,6 % der Weltproduktion. Davon wurden etwa 85 % als Treibgas für Spraydosen verwendet. Der Gesamtverbrauch für Spraydosen konnte auf freiwilliger Basis von 5912 t im Jahr 1977 auf 4732 t im Jahr 1978 gesenkt werden, was einer Reduktion von rund 20 % entspricht. Volumenmässig betragen in der Schweiz die FKW heute noch etwa 65 % des gesamten Verbrauchs an Spraydosen-Treibgasen (FKW, Propan/Butan, Dimethyläther, Kohlendioxid u. a.). Die Bemühungen von Industrie und Behörden, den FKW-Verbrauch zu senken, werden fortgesetzt.

Für den Erlass von Vorschriften über die FKW fehlen in der Schweiz vorläufig die gesetzlichen Grundlagen. Erst das nun bei den eidgenössischen Räten zur Beratung stehende neue Umweltschutzgesetz wird die Möglichkeit geben, im Bedarf fall verbindliche Massnahmen zu treffen.

Die FKW-Ozon-Frage ist in mancher Hinsicht ein typisches Umweltschutzproblem:

1. Die negative Wirkung des in die Umwelt abgegebenen Stoffes zeigt sich erst nach vielen Jahren und kann nicht mit absoluter Sicherheit vorausgesagt werden. Der Druck der Wirtschaft, mit Massnahmen abzuwarten, bis noch mehr wissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen worden sind, ist gross.

2. Ein vollständiges Verbot der FKW würde die Industrie zu Investitionen zwingen, die oft nur für grössere Betriebe wirtschaftlich tragbar wären.

3. Bei Regelungen kann in unserer freien Marktwirtschaft kaum die für die Umwelt beste Lösung erreicht werden. Der Ersatz der einen Chemikalie durch eine weniger fragwürdige kann aber zum Beispiel eine wesentliche Verbesserung bedeuten.

(Stand: 25. Januar 1980)

The grid contains six illustrations of storage tanks:

- Lagertanks:** A large cylindrical tank standing on four legs.
- Transporttanks:** A cylindrical tank with a protective cage-like mesh around it.
- Raumspartanks:** A large, horizontal cylindrical tank supported by multiple legs.
- Chemikalentanks:** A smaller, rectangular tank with a ribbed or corrugated surface.
- Standen:** A simple rectangular tank with a flat base.
- Mehrzwecktanks:** A large, horizontal cylindrical tank with a ribbed or corrugated surface.

**Alles aus Kunststoff!**

**faser-plast**

**Faser-Plast AG**  
9532 Rickenbach / Wil SG  
(073) 23 62 23 / 23 21 44

*Bitte verlangen Sie unsere ausführliche Dokumentation. Wir bieten auch für Sie die Lösung.*