Das Absorptionsverfahren zur kontinuierlichen Lösungsmittelrückgewinnung aus Abluftströmen

Autor(en): **Bomio, P.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **106 (1988)**

Heft 16

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-85687

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Das Absorptionsverfahren zur kontinuierlichen Lösungsmittelrückgewinnung aus Abluftströmen

In vielen industriellen Betrieben entstehen lösungsmittelbeladene Abluftströme. Diese müssen heute gereinigt werden, so dass sie nachher den Grenzwerten der neuen Luftreinhalteverordnung genügen. Zur Erfüllung dieser Verordnung können verschiedene bekannte Verfahren herangezogen werden, z. B. thermische oder katalytische Nachverbrennung, Adsorption (Aktivkohle), Kondensation und Absorption. In vielen Fällen ist eine Rückgewinnung der in der Abluft enthaltenen Lösungsmittel sinnvoll. Unter der Voraussetzung, dass gewisse Bedingungen eingehalten werden, ist sogar ein wirtschaftlicher Betrieb einer solchen Umweltanlage möglich. Das Absorptionsverfahren, wie hier beschrieben, ist in vielen Fällen eine günstige Alternative für die Lösung eines Umweltproblems.

Verfahrensbeschreibung

VON Dr. P. BOMIO, WINTERTHUR

Die Absorption ist eines der ältesten Verfahren, das für die Reinigung von Abluftströmen eingesetzt wird. Allerdings wurden bis vor kurzer Zeit Absorptionskolonnen hauptsächlich für die saure, basische oder oxydative Wäsche eingesetzt (Chemisorption). Die physikalische Wäsche beschränkte sich vor allem auf den Einsatz von Wasser als Waschflüssigkeit. Bei der Entfernung von Lösungsmitteln aus Abgasen kann damit das Verfahren nur für die gut wasserlöslichen Stoffe wie z. B. Methanol, Ethanol, Aceton, Dimethylformamid usw. eingesetzt werden. Ein klassisches Beispiel sind die Anlagen für die Dimethylformamid-Rückgewinnung aus der Abluft von Trocknungsöfen für die Kunstlederherstellung. Diese Anlagen bestehen aus einer Absorptions- sowie einer oder mehreren Rektifikationskolonnen.

Bild 1 zeigt eine Anlage für die Rückgewinnung von Isopropylalkohol aus der Abluft eines Pharmabetriebes (Wirbelschichttrockner für Dragées). Diese Anlage kann 9000 m³/h Abluft reinigen.

Zur Behandlung von Gasen in der Prozesstechnik (Chemie, Raffinerien) werden allerdings schon lange die verschiedensten Arten von Absorptionsflüssigkeiten eingesetzt. Diese bekannte Technik wurde übernommen und ergänzt mit neuen Erkenntnissen, so dass dieses Absorptionsverfahren zur Schadstoffentfernung aus Abluftströmen eingesetzt werden kann. Bereits 1979 wurde z. B. eine Kolonne zur Entfernung von bleiorganischen Verbindungen aus einem Abluftstrom mittels einer organischen Absorptionsflüssigkeit installiert.

Die beladenen Abgase werden in einer Gegenstromkolonne (Bild 2) mit der Waschflüssigkeit in Kontakt gebracht und bis auf die erforderlichen Abluftwerte, d. h. Restkonzentrationen gereinigt. Die beladene Waschflüssigkeit wird in einer Rektifikations- oder Desorptionskolonne kontinuierlich regeneriert. Ein Haupt-Wärmeaustauscher im Flüssigkeitskreislauf erlaubt eine weitgehende Rückgewinnung der Heizenergie (Bild 3). Aus der Regenerationskolonne fallen die Lösungsmittel entweder als einzelne Komponenten oder als Gemisch an. Diese kondensierten Lösungsmittel können zum Teil direkt weiterverwendet werden, oder es muss eine weitere Verarbeitungsstufe nachgeschaltet werden, z. B. eine weitergehende Trocknung oder eine Auftrennung des Gemisches in einzelne Komponenten. Die Auftrennung von Lösungsmittelgemischen mit mehreren Komponenten kann sehr schwierig sein. In einzelnen Fällen wird der technische Aufwand zu gross und übersteigt bei weitem den Aufwand für die Abluftreinigung. Bei vielen Aufgaben ist eine anderweitige Entsorgung, z. B. eine Lohndestillation sinnvoller.

Die besonderen Eigenschaften dieses Absorptionsverfahrens sind:

- die kontinuierliche Fahrweise
- konstante Leistung auch bei stark schwankenden Betriebsbedingungen, z. B. bei schwankenden Abluftmengen und Lösungsmittelkonzentrationen. Die Waschmittelmenge ist bei diesem Verfahren praktisch nur von der Abluftmenge abhängig.
- Rückgewinnung der Lösungsmittel ohne Zersetzungsprodukte, dank der schonenden Behandlung (keine katalytische Wirkung von Feststoffen usw.)
- Rückgewinnung einer Vielzahl von organischen Lösungsmitteln sowie von Lösungsmittelgemischen mit einer Anlage. Durch geeignete Wahl der Absorptionsflüssigkeit können z. B. polare und apolare Lösungsmittel, chlorierte Kohlenwasserstoffe oder Gemische der verschiedenen Lösungsmittelklassen behandelt werden
- nicht empfindlich auf Verschmutzung durch schwersiedende Verbindungen in der Abluft

Bild 1. Isopropanolrückgewinnungsanlage für einen Pharmabetrieb



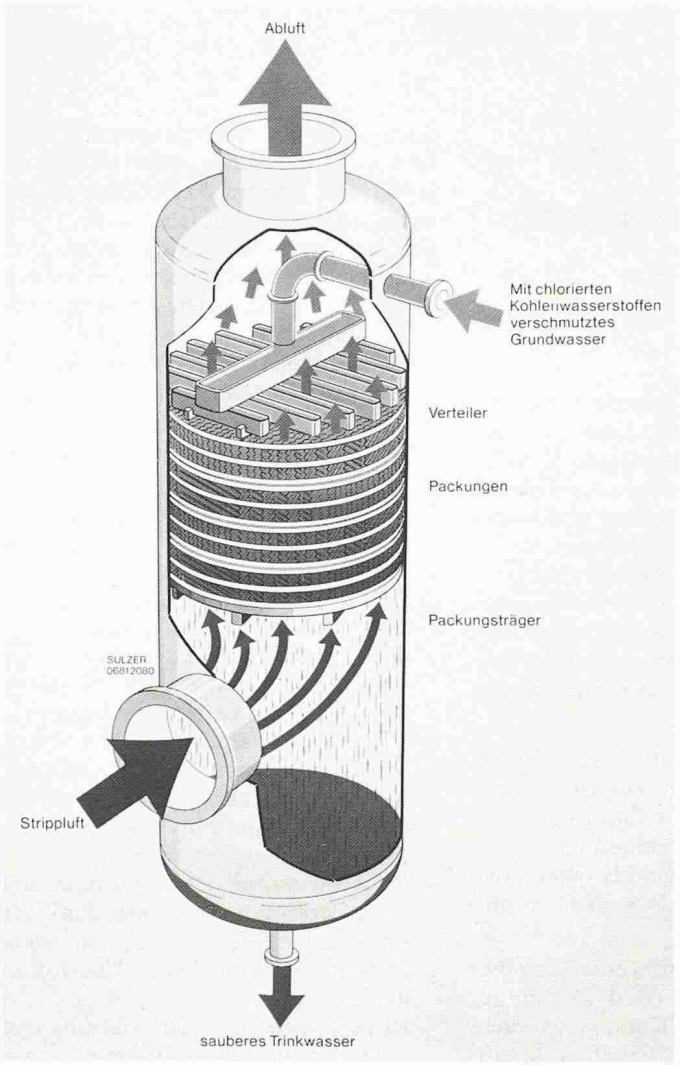


Bild 2. Schnittbild einer Gegenstromabsorptionskolonne

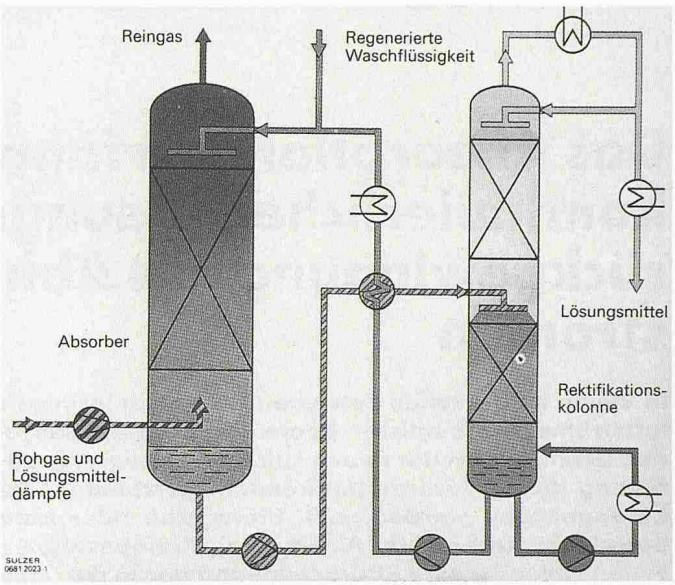


Bild 3. Fliessbild einer Rückgewinnungsanlage

- grosse Aufnahmekapazität, sowohl bei grossen als auch bei kleinen Beladungen der Abluft; jedoch bessere Wirtschaftlichkeit bei grosser Beladung
- kleiner Druckabfall, d. h. kleiner Energiebedarf für die Ventilatoren
- niedriger Wassergehalt der zurückgewonnenen Lösungsmittel
- keine Abwasserbelastung
- keine besonderen Sicherheitsvorkehrungen nötig

Als Absorptionsflüssigkeit kommen verschiedene schwersiedende organische Verbindungen in Frage. Es werden primär folgende Anforderungen gestellt:

- gute Affinität für den oder die auszuwaschenden Schadstoffe
- kleiner Dampfdruck, damit
  - der Ablufstrom nicht zusätzlich belastet wird
  - keine grossen Verluste von Waschmitteln auftreten
- toxikologisch unbedenklich
- thermische Beständigkeit
- keine korrosiven Eigenschaften
- niedrige Viskosität

Sowohl Absorber- als auch Regenerationskolonnen können mit den üblichen Berechnungsmethoden simuliert werden. Insbesondere bei Lösungsmittelgemischen ist eine Bestätigung und Optimierung mit Versuchen sehr nützlich. Die im Bild 4 gezeigte Pilotanlage erlaubt die Pilotierung des ganzen Kreislaufs (Abluftreinigung und Rückgewinnung).

In dieser Pilotanlage wurden u. a. folgende Lösemittel oder Lösemittelgemische getestet:

- Methylethylketon
- Äthylacetat
- Methanol, Äthanol und höhere Alkohole
- Toluol
- Hexan und höhere aliphatische Kohlenwasserstoffe

Tabelle 1. Beispiele von ausgeführten Anlagen

	Abluftkonzentrationen Eingang g/Nm³	Ausgang mg/Nm³
– Rückgewinnung von bleiorganischen Verbindungen (Reaktorabluft, 40 000 m³/h)	0,2	5
– Rückgewinnung von Ethanol und Trichloräthylen (Abluft aus Trocknungsofen, 6500 m³/h)	15–27	70
– Rückgewinnung von Ethanol und Ethylacetat sowie Schwersiedern (Abluft aus Druckmaschinen, 30 000 m³/h)	8–16	150
– Rückgewinnung von Methanol (Abluft aus Papierveredlung: 50 000 m³/h)	16	150
– Rückgewinnung von verschiedenen Lösungsmitteln (Abluft aus Pharmabetrieb: 400 m³/h)	1–20	75
– Rückgewinnung von Isopropanol (Abluft aus Pharmabetrieb 8000 m³/h)	11	100
– Rückgewinnung von Trichloräthylen und Trichlorethan: 8000 m³/h	35	100

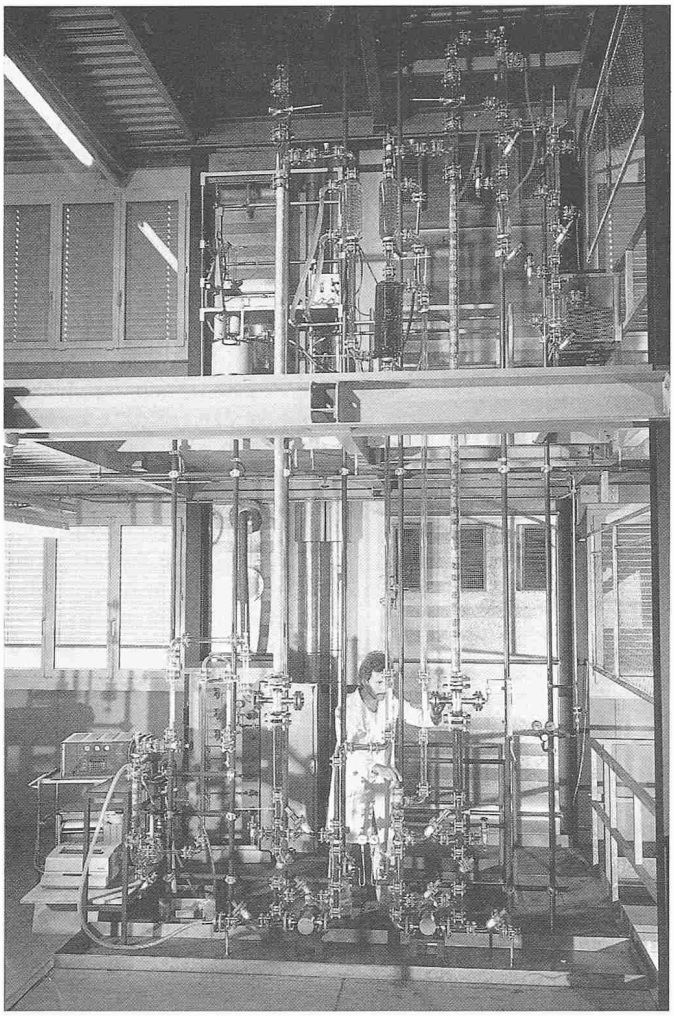


Bild 4. Pilotanlage miit Absorptions- und Regenerationskolonne



Bild 5. Anlage zur Rückgewinnung von Ethanol und Trichloräthylen aus einem Abluftstrom

- Tetrahydrofuran
- Methylenchlorid
- Trichloräthylen
- Perchloräthylen
- diverse andere chlorierte und bromierte Kohlenwasserstoffe
- verschiedene Testgemische aus Druck- und Lackierbetrieben

Der Einsatz von geordneten Sulzer-Packungen für die Kolonnen erlaubt eine sichere Auslegung der industriellen Kolonnenabmessungen anhand der einfachen Scale-Up-Gesetzmässigkeit.

Beispiel einer Anlage zur Rückgewinnung von Trichloräthylen und Ethanol aus Abluft

Zur Rückgewinnung von 175 kg/h Lösungsmitteln aus einem Abluftstrom von 6500 m³/h wurde eine Rückgewinnungsanlage erstellt, die nach dem Absorptionsverfahren arbeitet. Die Lösungsmittel bestehen aus etwa 125 kg/h Trichloräthylen und etwa 50 kg/h Ethanol. Der gasseitige Druckabfall durch die Absorptionskolonne ist klein, so dass die Ventilatorleistung weniger als 12 kW beträgt. Der Restgehalt an Lösungsmitteln im gereinigten Abluftstrom ist kleiner als 70 mg/m³. Als Waschmedium wird eine organische Absorptionsflüssigkeit im geschlossenen Kreislauf eingesetzt, die in der Desorptionskolonne regeneriert wird.

Betriebsdaten

Abluftmenge bei 45 °C	6500 m³/h
Lösungsmittelmenge max.	175 kg/h
Anteil Trichloräthylen max.	125 kg/h
Anteil Ethanol max.	50 kg/h
LM-Konzentration Eintritt max.	26,9 g/m³
LM-Konzentration Austritt max.	70 mg/m³
Betriebsstunden pro Jahr (24 h × 350 D/Y)	8400 h

Betriebsmittel

Elektrische Energie

- Rückgewinnungsanlage, allein etwa 40 kW
  - Ventilator etwa 12 kW
  - Kühlturm etwa 15 kW

Heizenergie

Bedarf	300 000 kcal/h
Erdgasbedarf dazu	30 m³/h

Kühlwasser

Kühlwassermenge	58 m³/h
Vorlauftemperatur	25 °C
Rücklauftemperatur	33 °C

Zusammenfassung

Das Absorptionsverfahren stellt in vielen Fällen eine günstige Alternative für die Reinigung von lösemittelbeladenen Abluftströmen dar. Besonders attraktiv wird es bei Abluftproblemen, die nur unter besonders schwierigen Bedingungen mit anderen Verfahren gelöst werden können.

Adresse des Verfassers: *Dr. P. Bomio*, c/o Gebr. Sulzer AG, Winterthur.