

Dipl.-Ing. Jean-Louis Philippe, Dreieich

**Lösungsmittelrückgewinnung  
aus Abluftströmen durch  
Absorption und Pervaporation**

Reihe **15**: Umwelttechnik

Nr. **192**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung und Aufgabenstellung</b>	<b>1</b>
<b>2 Vergleich konkurrierender Verfahren zur Lösungsmittelrückgewinnung</b>	<b>5</b>
2.1 Kondensation	5
2.2 Adsorption an Aktivkohle	8
2.3 Dampfpermeation	10
2.4 Absorption-Desorption	11
2.5 Absorption und Pervaporation	13
<b>3 Stand der Technik der Pervaporation</b>	<b>16</b>
3.1 Einsatzmöglichkeiten der Pervaporation	16
3.2 Pervaporationsmembranen und -module	27
3.2.1 Auswahl des Membranmaterials	27
3.2.2 Membranherstellungsverfahren	30
3.2.3 Membranmodule	32
<b>4 Theoretische Grundlagen</b>	<b>35</b>
4.1 Absorption	35
4.1.1 Kinetik der Stoffübertragung	35
4.1.2 Auslegung des Absorbers	40
4.2 Pervaporation	43
4.2.1 Anwendung der Thermodynamik der irreversiblen Prozesse zur Beschreibung des Permeatstroms	43
4.2.2 Anwendung der Theorie von Flory-Huggins	46
4.2.3 Halbempirisches Modell	50
4.3 Desorption	52
4.3.1 Rektifikation	52
4.3.2 Dampfstripping	54
<b>5 Versuchsanlage</b>	<b>55</b>
5.1 Beschreibung der Anlage	55
5.2 Betriebsparameter und Analysenmethoden	58
5.2.1 Betriebsparameter	58
5.2.2 Analysenmethode	58
<b>6 Versuchsergebnisse und Auswertung</b>	<b>61</b>
6.1 Wässrige Lösungen	61
6.1.1 Bestimmung der Membranparameter	61
6.1.2 Langzeitversuche	71
6.2 Versuche mit Glykolether	73
6.2.1 Laborversuche mit Glykolether-Dichlormethan-Wasser-Gemischen	73
6.2.2 Pilotversuche mit Glykolether-Aceton-Wasser-Gemischen	75
6.2.3 Betriebserfahrungen	79
6.3 Alternative Waschflüssigkeiten	80
6.3.1 Auswahl geeigneter Waschmittel zur Absorption von Chlorkohlen- wasserstoffen	80
6.3.2 Sorptions- und Pervaporationsversuche mit den ausgewählten Wasch- mitteln	83
6.3.2.1 Versuche mit Reinstoffen	83

---

6.3.2.2 Versuche mit dem binären Gemisch Waschmittel-Chloroform	85
<b>7 Modellierung des Verfahrens</b>	<b>87</b>
7.1 Absorption	87
7.2 Pervaporation	91
7.2.1 Anwendung des halbempirischen Modells für wässrige Lösungen	91
7.2.2 Anwendung der Theorie von Flory-Huggins für nicht wässrige Lösungen	97
7.3 Rektifikation	102
7.4 Gesamtverfahren	105
<b>8 Entwurf und Simulation einer industriellen Anlage. Kostenschätzungen</b>	<b>107</b>
8.1 Betrieb mit wässrigen Lösungen	107
8.2 Betrieb mit nichtwässrigen Lösungen	114
<b>9 Schlußfolgerung</b>	<b>118</b>
<b>Anhang</b>	<b>121</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>124</b>