

Beiträge zur Kenntnis der Lösungsmittelrückgewinnung durch Adsorption

VON DER

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN
HOCHSCHULE IN ZÜRICH

ZUR ERLANGUNG

DER WÜRDE EINES DOKTORS DER
TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

GENEHMIGTE

PROMOTIONSARBEIT

VORGELEGT VON

MICHAEL SCHNEIDER

dipl. Ingenieur-Chemiker
aus Budapest (Ungarn)

Referent: Herr Prof. Dr. A. Guyer

Korreferent: Herr Prof. Dr. W. D. Treadwell

NEUCHÂTEL 1946
IMPRIMERIE CENTRALE S. A.

IV. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit hatte zum Zweck einige Untersuchungen über die Probleme der adsorptiven Lösungsmittelrückgewinnung durchzuführen. Von den gebräuchlichen Lösungsmitteln wurde Benzol, als eine relativ indifferente Substanz, deren Rückgewinnung in grossem Masstab durchgeführt wird, gewählt. Als Adsorbentien gelangten jeweils zwei Sorten von Silicagelen und eine Sorte Aktivkohle zur Anwendung, um auf diese Weise Vergleiche zwischen diesen allgemein verbreiteten Adsorbentien ziehen zu können.

Die Untersuchungen betreffen einerseits die Adsorptionseigenschaften der verwendeten Adsorbentien, also das Adsorptionsvermögen, die Adsorptionsgeschwindigkeit, die Verteilung der adsorbierten Phase in der Adsorptionssäule und schliesslich das Verhalten gegenüber einem Gemisch, bestehend aus Benzoldampf, Wasserdampf und Wasserstoff; andererseits wurden einige Bestimmungen und Berechnungen ausgeführt, um den inneren Aufbau der Adsorbentien kennen zu lernen. So konnten die Porosität, die Kapillarstruktur und die Oberflächengrösse der Adsorbentien ermittelt werden.

Folgende Resultate wurden erhalten:

1. Das Adsorptionsvermögen eines Adsorbens gegenüber einem Adsorptiv hängt hauptsächlich vom relativen Dampfgehalt des Adsorptivs im Trägergas ab. Mit Erhöhung des Dampfgehaltes wächst auch das Adsorptionsvermögen. Vom engporigen Silicagel und von der Aktivkohle werden bei kleinen relativen Dampfgehalten grössere Adsorptivmengen aufgenommen, als vom weitporigen Silicagel. Bei hohen relativen Dampfgehalten ist das Verhältnis umgekehrt. Infolge des hohen Schüttgewichtes des engporigen Silicagels adsorbiert ein bestimmtes Volumen dieses Adsorbens bei allen relativen Dampfgehalten mehr Benzoldampf als ein gleiches Volumen der hier verwendeten Aktivkohle. Erfolgt die Ermittlung des Adsorptionsvermögens mit

gleichen Gewichtsmengen der Adsorbentien, so wird das Verhältnis umgekehrt.

2. Die Benzolkonzentration im abgehenden Gasstrom wächst mit der Erhöhung der Dampfkonzentration im Ausgangsgas, mit der Strömungsgeschwindigkeit und mit der Adsorptionstemperatur. Trotz des kleineren Adsorptionsvermögens der Aktivkohle gegenüber dem engporigen Silicagel steigt die Benzolkonzentration im Abgas bei der Adsorption mit Kohle am Anfang des Adsorptionsprozesses langsamer an, als bei der Verwendung von Silicagel. Im weiteren Verlauf der Dampfaufnahme ändern sich die Verhältnisse zugunsten des Silicagels. Die Mischung der beiden Adsorbentien erlaubt die bessere Ausnützung ihrer Adsorptionseigenschaften.

3. Die adsorbierte Phase verteilt sich, — von einer kurzen Anfangsschicht abgesehen — in der Adsorptionssäule ganz regelmässig. Ebenso regelmässig ist die Verteilung der infolge der Adsorptionswärme auftretenden Temperaturerhöhung in der Adsorptionsschicht. Diese Feststellung gilt für alle drei Sorten der Adsorbentien.

4. Die Anwesenheit von Wasserdampf neben Benzoldampf bedingt eine Störung der Benzoladsorption. Die Verschlechterung der Benzolaufnahme ist aber beim engporigen Silicagel und bei der Aktivkohle nur sehr klein. Das Verhalten dieser beiden Adsorbentien gegenüber dem Gemisch aus Benzoldampf, Wasserdampf und Wasserstoff ist ungefähr gleich.

5. Die Kapillarstruktur der Adsorbentien wurde mit Hilfe der *Thomson'schen* Formel auf Grund der Adsorptionsisotherme von Benzol und Wasser berechnet. Es ergibt sich, dass das Hohlraumvolumen des engporigen Silicagels und der Aktivkohle zum grössten Teil aus Kapillaren besteht, deren Radien in der Grössenordnung von 1μ liegen. Die Adsorbentien besitzen ausserdem noch einen Hohlraumssystem von grossen Kapillaren. Das Hohlraumvolumen des weitporigen Silicagels verteilt sich dagegen regelmässig auf Kapillaren mit verschiedenen Radien.

6. Die Oberflächengrösse der Adsorbentien wurde nach zwei Methoden bestimmt und berechnet. Als Rechnungsgrundlage dienten die Kapillarstruktur der Adsorbentien und die Grösse ihrer Benetzungswärme. Die nach den beiden Methoden berech-

neten Oberflächenwerte unterscheiden sich nur wenig. Die Mittelwerte der Oberflächengrößen betragen für engporiges Silicagel 1000 m²/g, für weitporiges Silicagel 679 m²/g und für Aktivkohle 1143 m²/g.

Für die Ausführung der Versuche wurden verschiedene Apparaturen gebaut, verwendet und beschrieben.