



Doctoral Thesis

## Ueber die dynamische Adsorption von Benzoldampf an engporigem Silicagel

**Author(s):**

Eschle, Karl Franz

**Publication Date:**

1955

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000156596> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Prom. Nr. 2340

# Über die dynamische Adsorption von Benzoldampf an engporigem Silicagel

VON DER

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN  
HOCHSCHULE IN ZÜRICH

ZUR ERLANGUNG

DER WÜRDE EINES DOKTORS DER  
TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

GENEHMIGTE

PROMOTIONSARBEIT

VORGELEGT VON

**Karl Franz Eschle**

Dipl. Ingenieur-Chemiker  
von Uster (Zürich)

Referent: Herr Prof. Dr. A. Guyer

Korreferent: Herr Priv.-Doz. Dr. H. Schütze

Kilchberg-Zch. 1955

Offsetdruck: Schmidberger & Müller

V. Zusammenfassung.

1. Es wurde versucht, einen weitgehenden Ueberblick über die Theorien der dynamischen Adsorption zu geben und anhand von systematischen Untersuchungen deren Stand, Entwicklungs- und Anwendungsmöglichkeiten auf die Praxis abzuklären.
2. Es wurden mit Hilfe einer für diesen Zweck konstruierten Apparatur umfassende dynamische Versuche unter isothermen Bedingungen, hauptsächlich mit Benzol-Luftgemischen an einem definierten engporigen Silicagel, durchgeführt.
3. Diese dynamischen Untersuchungen erstreckten sich auf die Messung der Durchbruchisoplane. Daraus waren die Bestimmungen folgender charakteristischen Grössen möglich: Durchbruchzeit, Filtergrenzwert, Halbwertszeit, tote Schicht, Durchbruchisobare, Durchbruchisochrone, Beladungsisoplane, Beladungsisochrone, Beladungsisobare, Sättigungskonzentration und Isotherme.
4. Dabei sind die folgenden Einflüsse auf den Verlauf der Durchbruchisoplanen sowie auf die daraus ableitbaren Grössen untersucht, ausgewertet und graphisch dargestellt worden:
  - a) Schichtlänge
  - b) Strömungsgeschwindigkeit
  - c) Benzolkonzentration in der Luft
  - d) Rohrdurchmesser
  - e) Adsorptionstemperatur
  - f) Korngrösse
  - g) Mikrostruktur der Silicagele

5. Es konnte festgestellt werden, dass die Durchbruchisoplane durch Aenderungen von Schichtlänge, Strömungsgeschwindigkeit, Adsorptionstemperatur sowie Oberfläche des Silicagels lediglich eine Parallelverschiebung erfährt, sich dagegen mit kleiner werdender Benzolkonzentration, grösserem Rohrdurchmesser und zunehmender Korngrösse verflacht.
6. Die Versuche bestätigen, dass sich die halbempirische Gleichung von W.Mecklenburg zur Berechnung der Abhängigkeit der Durchbruchzeit und damit auch des Filtergrenzwertes von Schichtlänge, Rohrdurchmesser, Benzolkonzentration, Strömungsgeschwindigkeit, Korngrösse und Beladungskonzentration bzw. Oberfläche des engporigen Silicagels relativ gut eignet. Allerdings setzt sie die Kenntnis der toten Schicht in Abhängigkeit von diesen Variablen voraus.
7. Die tote Schicht lässt sich nach der Theorie des Massentransportes vorausberechnen. Diese erfasst den Einfluss der Strömungsgeschwindigkeit nur ungenau, ergibt aber relativ gute Uebereinstimmung der experimentellen und theoretischen Werte in Abhängigkeit von Rohrdurchmesser und Konzentration.
8. Es konnte experimentell bestätigt werden, dass sich die Halbwertszeit nach einer Gleichung von E.Wicke annäherungsweise berechnen lässt.
9. Die Berechnungen der Durchbruchisoplanen nach der Theorie und den Standardkurven von O.A.Hougen sowie nach den expliziten Gleichungen von E.Wicke und H.Jury & W.Licht, die nur auf der Annahme einer linearen Isotherme beruhen, ergeben keine Uebereinstimmung mit dem Experiment.

10. Wie erwartet, konnte festgestellt werden, dass sich für ein gegebenes Volumen eines engporigen Silicagels die Durchbruchzeit und damit auch der Filtergrenzwert mit enger werdendem Durchmesser der Adsorptionssäule vergrößern.
11. Der Filtergrenzwert strebt bei gegebener Strömungsgeschwindigkeit mit zunehmender Benzol-Konzentration praktisch einem Endwert zu, weist aber bei kleinen Schichthöhen infolge der mehr zur Geltung kommenden toten Schicht bei relativ kleinen Dampfgehalten einen optimalen Wert auf.
12. Im Gegensatz zum engporigen Silicagel zeigen die Durchbruchisoplanen von weitporigem Silicagel eine stark unsymmetrische Form und verflachen sich mit zunehmender Schichthöhe stark, was auf Gesetzmässigkeiten hindeutet, die bis heute noch nicht näher untersucht worden sind.
13. Um einen Einblick in den Vorgang der dynamischen Adsorption zu erhalten, wurde erstmals mit Hilfe der Stickstoff-Tieftemperatur-Isotherme die Aenderung der Mikrostruktur in Abhängigkeit von verschiedenen Benzol- und Wasserbeladungen von eng- und weitporigen Silicagelen bestimmt. Trotz des Auftretens einer irreversibeln Hysteresis konnte festgestellt werden, dass sich zuerst die kleinen Poren auffüllen. Es scheint, dass auch die dynamische Adsorption auf der stufenweisen Bildung mehrmolekularer Schichten beruht.

\*\*\*\*\*