Bestimmung des Dampfdruckers von Weichmachungsmitteln und Isolierung von Weichmacherdämpfern aus der Luft

Autor(en): **Mauch, H.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **38 (1960)**

Heft 4

PDF erstellt am: **26.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-874608

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

Bibliographie

[1] *Vögtli, K.* Probleme der Bleikabelkorrosion (4. Mitteilung). Die Korrosion von Blei in salpetersaurer Bleiazetatlösung und die «Phenolkorrosion». Techn. Mitt." PTT 1957, Nr. 3, S. 106...113.
— La corrosion des câbles sous plomb (4e communication). La corrosion du plomb dans une solution d'acétate de plomb et d'acide nitrique et la «corrosion au phénol». Bull. techn. PTT 1957, No 3, p. 106...113.

[2] *Künzler, H.* und *Vögtli, K.* Probleme der Bleikabelkorrosion (6. Mitteilung). Die Korrosion von Blei in verdünnten salpetersauren Bleiazetatlösungen. Techn. Mitt." PTT 1957, Nr. 9, S. 375...386.
— La corrosion des câbles sous plomb (6e communication). La corrosion du plomb dans des solutions d'acétate de plomb et d'acide nitrique diluées. Bull. techn. PTT 1957, No 9, p. 375...386.

[3] *Vögtli, K.* Probleme der Bleikabelkorrosion (7. Mitteilung). Kabelfabrikation, Korrosion und Kabelfehlerstatistik. Techn. Mitt." PTT 1957, Nr. 12, S. 489...505.
— Problèmes de la corrosion des câbles sous plomb (7e communication). Fabrication des câbles, corrosion et statistique des défauts de câbles. Bull. techn. PTT 1957, No 12, p. 489...505.

[4] *Künzler, H.* und *Vögtli, K.* Probleme der Bleikabelkorrosion (9. Mitteilung). Die korrosionshemmende Wirkung von Teeren und anderen Stoffen. Techn. Mitt." PTT 1959, Nr. 3, S. 81...96.
— Problèmes de la corrosion (9e communication). L'action anticorrosive des goudrons et autres produits. Bull. techn. PTT 1959, No 3, p. 81...96.

[5] *Vögtli, K.* und *Meister, H.* Korrosionsbeständigkeit verschiedener Kabeltypen. Erster Zwischenbericht über den Grossversuch im Belpmoos. Techn. Mitt." PTT 1958, Nr. 3, S. 109...124.
— Résistance de divers types de câbles à la corrosion. Premier rapport intermédiaire sur l'essai en grand réalisé au Belpmoos. Bull. techn. PTT 1958, No 3, p. 109...124.

[6] *Haase, L. S.* Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. Weinheim/Bergstrasse (1954), 31 und 94...95.

[7] *Vögtli, K.* und *Brunold, A.* Probleme der Bleikabelkorrosion (8. Mitteilung). Die Bestimmung des Nitratgehaltes in Bodenwässern. Techn. Mitt." PTT 1958, Nr. 4, S. 137...142.
— La corrosion des câbles sous plomb (8e communication). La détermination de la teneur en nitrate des eaux de sol. Bull. techn. PTT 1958, No 4, p. 137...142.

[8] *Lange, B.* Kolorimetrische Analyse. Berlin (1941), 281...283.

[9] *Pallmann, H.* Anleitung zum quantitativen agrikulturchemischen Praktikum. Berlin (1938), 213 und 221...227.

[10] *Vögtli, K.* Probleme der Bleikabelkorrosion (10. Mitteilung). Korrosionsversuche mit verschiedenen Kabeltypen unter natürlichen Bedingungen. Techn. Mitt." PTT 1959, Nr. 10, S. 430...444.
— Problèmes de la corrosion des câbles sous plomb (10e communication). Essais de corrosion de divers types de câbles dans les conditions naturelles. Bull. techn. PTT 1959, No 10, p. 430...444.

H. MAUCH, Bern

Bestimmung des Dampfdruckes von Weichmachungsmitteln und Isolierung von Weichmacherdämpfen aus der Luft

543.274

Zusammenfassung. *Unter dem Einfluss organischer Dämpfe können sich auf Relaiskontakten isolierende Deckschichten bilden, die Kontaktstörungen verursachen. Für diese Erscheinung werden vor allem Weichmacherdämpfe, die aus Kunststofferzeugnissen stammen, verantwortlich gemacht. In der vorliegenden Arbeit sind Ergebnisse von Dampfdruckbestimmungen an einigen Weichmachungsmitteln zusammengestellt. Diese Versuche wurden durchgeführt, um eine Vorstellung von der Konzentration schädlicher Dämpfe in der Umgebung der Relaiskontakte von automatischen Telephonzentralen zu erhalten. Zunächst sind zwei Methoden – eine graphische und eine gravimetrische – zur Bestimmung kleiner Dampfdrucke beschrieben.*

Résumé. *Des couches isolantes provoquant des dérangements peuvent se former sur les contacts de relais, sous l'influence de vapeurs organiques. Il s'agit principalement de vapeurs de plastifiants. Le présent travail traite des résultats obtenus en déterminant la tension de vapeur de quelques plastifiants. On a fait ces expériences pour avoir une idée de la concentration des vapeurs nuisibles au voisinage des contacts de relais dans les centraux téléphoniques automatiques. Deux méthodes de détermination de faibles tensions de vapeurs sont décrites: la méthode graphique et la méthode gravimétrique.*

I. Einleitung

Es gilt heute als erwiesen, dass unter dem Einfluss von Dämpfen organischer Substanzen, sich auf Relaiskontakten isolierende Deckschichten bilden können. Die Bell-Laboratorien befassten sich in den letzten Jahren sehr eingehend mit diesem Problem. Eigene Untersuchungen, die aus der Zusammenarbeit des physikalischen und chemischen Laboratoriums der Forschungs- und Versuchsanstalt der Generaldirektion PTT hervorgingen [1], zeigten, dass ein solches auf Kontakten gefundenes Material aus 70...75% metallischem Silber, ungefähr 10% Kohlenstoffverbindungen sowie wenigen Prozenten Silberchlorid zusammengesetzt ist. Eine quantitative Elementaranalyse dieses Materials ergab in den organischen Anteilen ein Verhältnis der Kohlenstoff- zu den Wasserstoffatomen von ungefähr 1:1. Diese Kohlenstoffverbindungen entstehen aus der Gasphase, indem Dämpfe organischer Verbindungen in den Lichtbögen zwischen den Kontakten zersetzt werden. Für die Kontaktstörungen dürfen jedoch nicht nur Weichmacherdämpfe, die aus den in der Fernmeldetechnik viel verwendeten Materialien (kunststoff- und lackisolierte Drähte, Spulenkörper usw.) stammen, verantwortlich gemacht werden. Auch Kunststoffbodenbeläge und Farbanstriche können wegen ihrer grossen Oberfläche beträchtliche Mengen von Weichmacher-

dämpfen an die Raumluft abgeben. Ebenfalls erachten wir gewisse Bodenpflegemittel als gefährlich. Terpentinöl, das allgemein als Lösungsmittel für Bodenwachse dient, gilt diesbezüglich als besonders schädliche Substanz.

In der Literatur finden sich keine Angaben über die Konzentrationen an Weichmacherdämpfen, die in einem Raum entstehen können, wenn sich darin grössere Mengen von Kunststoffmaterialien befinden. Es ist nicht bekannt, ob die Raumluft weitgehend mit Weichmacherdämpfen gesättigt ist, oder ob man mit viel kleineren Konzentrationen zu rechnen hat.

Die Literatur, die sich mit den Dampfdrucken von Weichmachersubstanzen befasst, ist ebenfalls recht spärlich und bezieht sich meist auf höhere Temperaturen. Lediglich Di-n-butylphthalat, das häufig als Weichmacher für Nitrozellulose, Polyvinylchlorid, Polystyrol usw. dient, scheint ausgedehnter untersucht worden zu sein. Nach *J. G. Davidson* [2] weist dieses Weichmachungsmittel die in *Tabelle I* zusammengestellten Dampfdruckwerte auf. Für die gleiche Substanz gibt *Landolt-Börnstein* [3a] für eine Temperatur von 25° C einen Wert von $4{,}2 \cdot 10^{-5}$ mm Hg an. Dies entspricht einem volumenmässigen Anteil von 0,055 cm^3/m^3 bzw. einer Substanzmenge von $6{,}3 \cdot 10^{-4}$ g/m^3.

Dampfdrucke von Di-n-butylphthalat bei höheren Temperaturen
Tabelle I

Temperatur (° C)	Dampfdruck (mm Hg)
330	760
260	100
220	20
190	5
170	2
142	0,4
120	0,1
100	0,027

Für andere Weichmachersubstanzen fanden wir in der Literatur nur Dampfdruckwerte, die bei höheren Temperaturen bestimmt worden sind. In *Tabelle II* sind für verschiedene Weichmachungsmittel noch einige Werte angeführt. Diese wurden grösstenteils dem Werk von *F. Fritz* [4] entnommen.

Dampfdrucke lassen sich nach verschiedenen Verfahren bestimmen. Am häufigsten wird die folgende statische Methode angewandt: Man bringt eine kleine Menge der zu untersuchenden Substanz in das Vakuum eines Barometerrohres und misst die Erniedrigung des Quecksilberniveaus. Diese Differenz entspricht dem Dampfdruck der Substanz. Um den Dampfdruck bei einer höheren Temperatur messen zu können, wird das Barometerrohr mit einem zylindrischen Glasmantel umgeben, durch den man eine Heizflüssigkeit von höherer Temperatur hindurchleitet. Diese Methode eignet sich nur für die Messung von relativ grossen Dampfdrucken (mehr als einige mm Hg).

Sehr kleine Dampfdrucke bestimmt man, indem die Substanz in einem geeigneten Gefäss im Hochvakuum verdampft wird. Den Dampfdruck kann man dann mit einem empfindlichen Vakuummeter messen. Als Messinstrumente eignen sich Kompressionsvakuummeter (zum Beispiel nach *McLeod*), Wärmeleitungsvakuummeter (zum Beispiel nach *Pirani*) und Gasionisationsinstrumente.

Im weitern lassen sich sehr kleine Dampfdrucke graphisch durch Extrapolation von Messwerten, die man bei höhern Temperaturen bestimmt hat, ermitteln. Diese Methode werden wir später ausführlicher behandeln. Als direkte Bestimmung wählten wir für die vorliegende Arbeit ein gravimetrisches Verfahren, das nicht nur geeignet ist, Dampfdrucke im Laboratorium zu bestimmen, sondern auch gestattet, Dämpfe organischer Substanzen aus der Raumluft zu isolieren.

II. Graphische Bestimmung kleiner Dampfdrucke

Nach *Clausius und Clapeyron* besteht zwischen dem Dampfdruck einer Substanz und der Temperatur folgende Beziehung:

$$\lg p = -\frac{L_s}{2{,}30\, R\, T} + C \qquad (1)$$

Dabei bedeuten:

p = Dampfdruck
L_s = molare Verdampfungswärme
R = absolute Gaskonstante
T = absolute Temperatur
C = Konstante
2,30 = Umrechnungsfaktor, um den natürlichen in den dekadischen Logarithmus umzuwandeln.

Dampfdrucke von einigen wichtigen Weichmachern bei höheren Temperaturen
Tabelle II

Weichmacher	Temperatur (°C)	Dampfdruck (mm Hg)
Diäthylphthalat	172 220 243 299	20 100 200 760
Di-n-octylphthalat . .	165 216 260	1 5 20
Dinonylphthalat . . .	205 285	1 20
Tri-n-butylphosphat . .	138,5 180	6 20
Trikresylphosphat. . .	278 435	20 760
Chlordiphenyl. . . . . (Clophen, Aroclor)	200-250	12

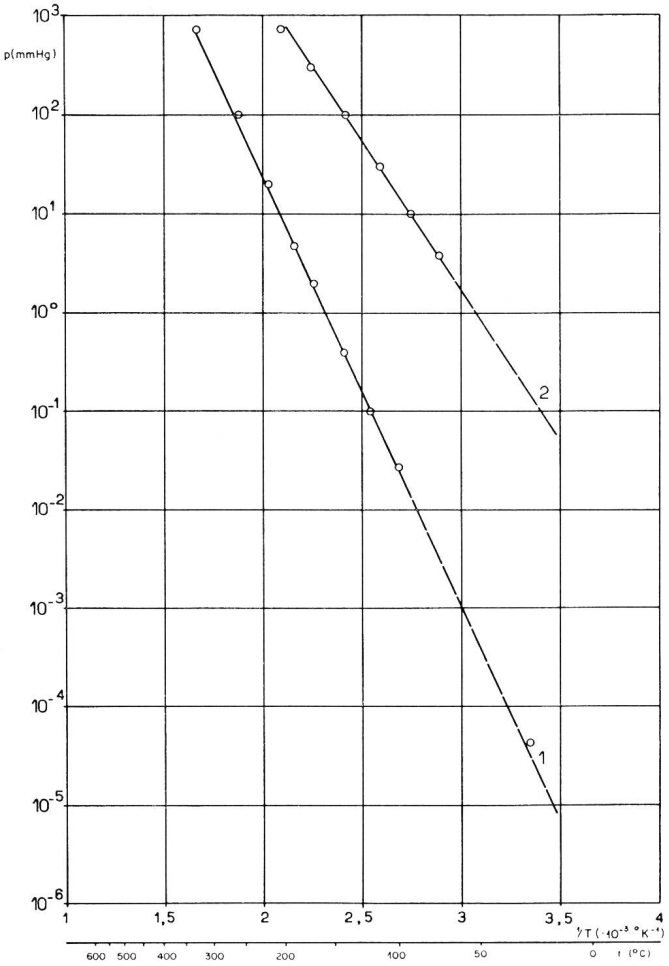

Fig. 1. Dampfdruckkurven von:
1 Di–n–butylphthalat 2 Benzylalkohol

Aus der Gleichung (1) folgt, dass eine Gerade entsteht, wenn die Logarithmen der Dampfdrucke als Funktion des reziproken Wertes der Temperatur ($1/T$ in $°K^{-1}$) aufgetragen werden. Im Prinzip genügen zwei Dampfdruckmessungen, die bei zwei verschiedenen Temperaturen durchgeführt worden sind, um den Dampfdruck einer Substanz bei jeder beliebigen Temperatur berechnen bzw. auf graphischem Wege ermitteln zu können. Diese Methode wird vorteilhaft dann angewandt, wenn die direkte Bestimmung schwierig durchzuführen ist, also wie in unserem Falle, wenn schwerflüchtige Substanzen vorliegen.

Figur 1 zeigt zwei derartig aufgetragene Dampfdruckkurven. Für Di-n-butylphthalat sind die in der *Tabelle I* angeführten Werte entsprechend eingesetzt. Die über fast drei Grössenordnungen extrapolierte Gerade weicht bei 25° C nur unwesentlich von dem oben angegebenen Literaturwert ab (3.10^{-5} statt $4{,}2.10^{-5}$ mm Hg).

In Figur 1 ist zudem die Dampfdruckkurve von Benzylalkohol aufgetragen. Bei dieser bedeutend leichter flüchtigen Substanz handelt es sich nicht um ein Weichmachungsmittel. Benzylalkohol diente uns im experimentellen Teil lediglich als Testsubstanz. Wir bestimmten daher zum Vergleich den Dampfdruck dieser Verbindung bei 20° C noch auf graphischem Wege. Die benötigten Werte wurden den Tabellen von *Landolt-Börnstein* [3b] entnommen. Aus der Kurve kann für eine Temperatur von 20° C ein Wert von 0,09 mm Hg abgelesen werden.

Figur 2 zeigt die Dampfdruckkurven von fünf in *Tabelle II* angeführten Weichmachersubstanzen. Die auf 20° C extrapolierten Werte sind in *Tabelle III* zusammengestellt. Die Dampfdruckwerte wurden noch auf den volumenmässigen Anteil an Weichmacherdampf bei 20° C und 760 mm Hg (in cm^3 je 1 m^3 Luft) und auf die Substanzmenge je 1 m^3 Luft

Graphisch bestimmte Dampfdruckdaten einiger Weichmachersubstanzen bei 20° C und 760 mm Hg

Tabelle III

Weichmacher	Dampfdruck (mm Hg)	Volumenmässiger Anteil an Weichmacher in 1 m³ Luft (cm³/m³)	Gehalt an Weichmacher in 1 m³ Luft (g/m³)
Diäthylphthalat . . .	$3{,}3.10^{-3}$	4,3	$4{,}0.10^{-2}$
Di-n-butylphthalat . .	$1{,}5.10^{-5}$	0,020	$2{,}3.10^{-4}$
Di-n-octylphthalat . .	$3{,}1.10^{-4}$	0,41	$6{,}6.10^{-3}$
Dinonylphthalat . . .	$1{,}9.10^{-6}$	0,0025	$4{,}3.10^{-5}$
Tri-n-butylphosphat . .	$4{,}5.10^{-2}$	59	$6{,}5.10^{-1}$
Trikresylphosphat. . .	$1{,}6.10^{-5}$	0,021	$3{,}2.10^{-4}$

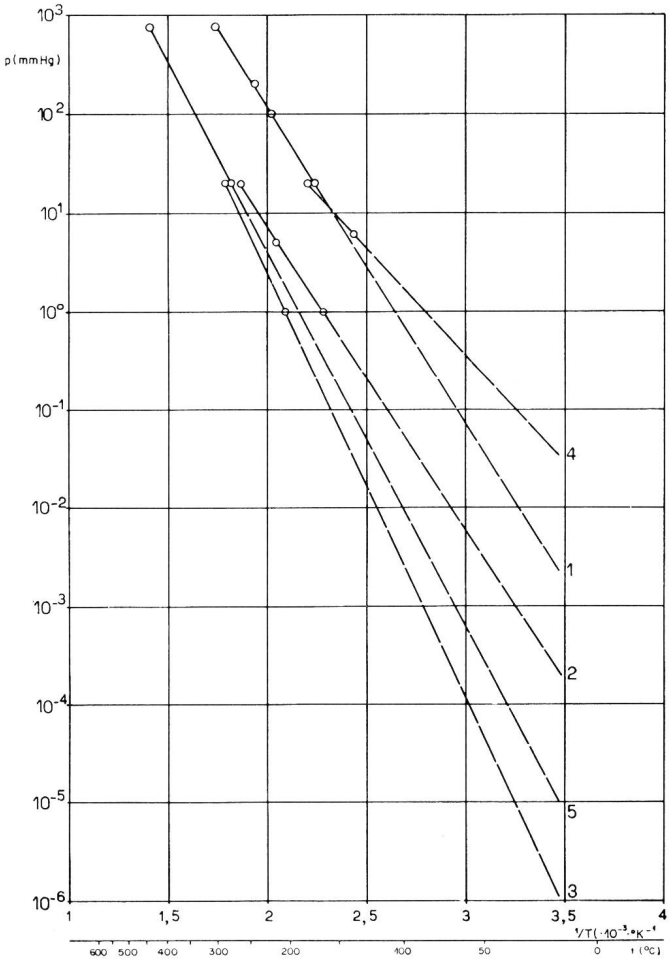

Fig. 2. Dampfdruckkurven von:
1 Diäthylphthalat 3 Dinonylphthalat
2 Di–n–octylphthalat 4 Tri–n–butylphosphat
5 Trikresylphosphat

umgerechnet. Die Genauigkeit der Werte beträgt schätzungsweise ± eine halbe Grössenordnung, da uns nur wenige und oft etwas zu nahe beieinander liegende Messwerte zur Verfügung standen.

III. Experimentelle Bestimmung kleiner Dampfdrucke

Das Prinzip der nachstehend beschriebenen Dampfdruck-Bestimmungsmethode besteht darin, dass eine bestimmte Menge mit Weichmacherdämpfen gesättigte Luft durch ein mit Aktivkohle gefülltes Rohr geleitet wird. Die von der Kohle adsorbierte Weichmachersubstanz wird anschliessend mit einem organischen Lösungsmittel extrahiert. Der Extrakt wird vorsichtig eingedampft und der Rückstand gewogen.

Der sehr naheliegende Gedanke, das Gewicht der adsorbierten Weichmachersubstanz durch eine Differenzwägung des mit Kohle gefüllten Rohres festzustellen, führte zu unbrauchbaren Ergebnissen. Die Kohle adsorbiert nämlich, abgesehen von der Weichmachersubstanz, auch Wasserdampf und andere Gase aus der Luft.

Für die vorliegende Arbeit wandten wir eine Apparatur an, die sich aus folgenden, hintereinander geschalteten Elementen zusammensetzte (s. Fig. 3):

1. U-Rohr, zur einen Hälfte mit Watte, zur andern Hälfte mit Aktivkohle gefüllt. Damit werden Staub und gasförmige Verunreinigungen der eintretenden Luft zurückgehalten.
2. 16 cm hoher Glaszylinder mit einem Durchmesser von 5 cm, gefüllt mit porösen Tonscherben, die im Vakuum mit der Weichmachersubstanz getränkt worden sind. Die durchströmende Luft wird in diesem Teil der Apparatur vollständig mit Weichmacherdämpfen gesättigt.
3. U-Rohr von 1,5 cm Innendurchmesser, gefüllt mit einer 20 cm langen Schicht von granulierter Aktivkohle. Die Kohle wurde vorher mit frisch destilliertem Aether ausgewaschen und dann abwechslungsweise im Vakuum (3 ×) und im Trockenschrank bei 160° C (2 ×) getrocknet.
   Die Füllung des U-Rohres adsorbiert die im Turm 2 verdampfte Weichmachersubstanz. Dass eine 20 cm lange Kohleschicht genügt, um die Weichmacherdämpfe restlos zurückzuhalten, zeigte ein Versuch, bei dem statt eines einzigen U-Rohres zwei nur halb gefüllte, hintereinander geschaltete U-Röhren verwendet wurden. Nach der Extraktion fanden wir im zweiten U-Rohr nur unwesentliche kleine Weichmachermengen.
4. Rotameter, zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit der Luft.
5. Glaskapillare, um den Luftstrom zu drosseln.
6. Saugflasche als Druckausgleichgefäss.
7. T-Stück mit seitlichem Hahn zum Einregulieren des Luftstromes.
8. Wasserstrahl-Saugpumpe.

In Figur 3 ist die vorgängig beschriebene Apparatur dargestellt.

Bei sämtlichen Versuchen wurde die Strömungsgeschwindigkeit der Luft auf 0,15 m^3/h eingestellt. Die Versuchsdauer betrug bis gegen 400 Stunden.

Die mit Weichmacherdämpfen beladene Aktivkohle brachten wir anschliessend in ein Chromatographierohr und extrahierten sie dreimal mit je 50 cm^3 frisch destilliertem Aether. Die Extrakte wurden durch ein feines Papierfilter filtriert und somit von feinen, suspendierten Kohlepartikelchen befreit. Hierauf wurden

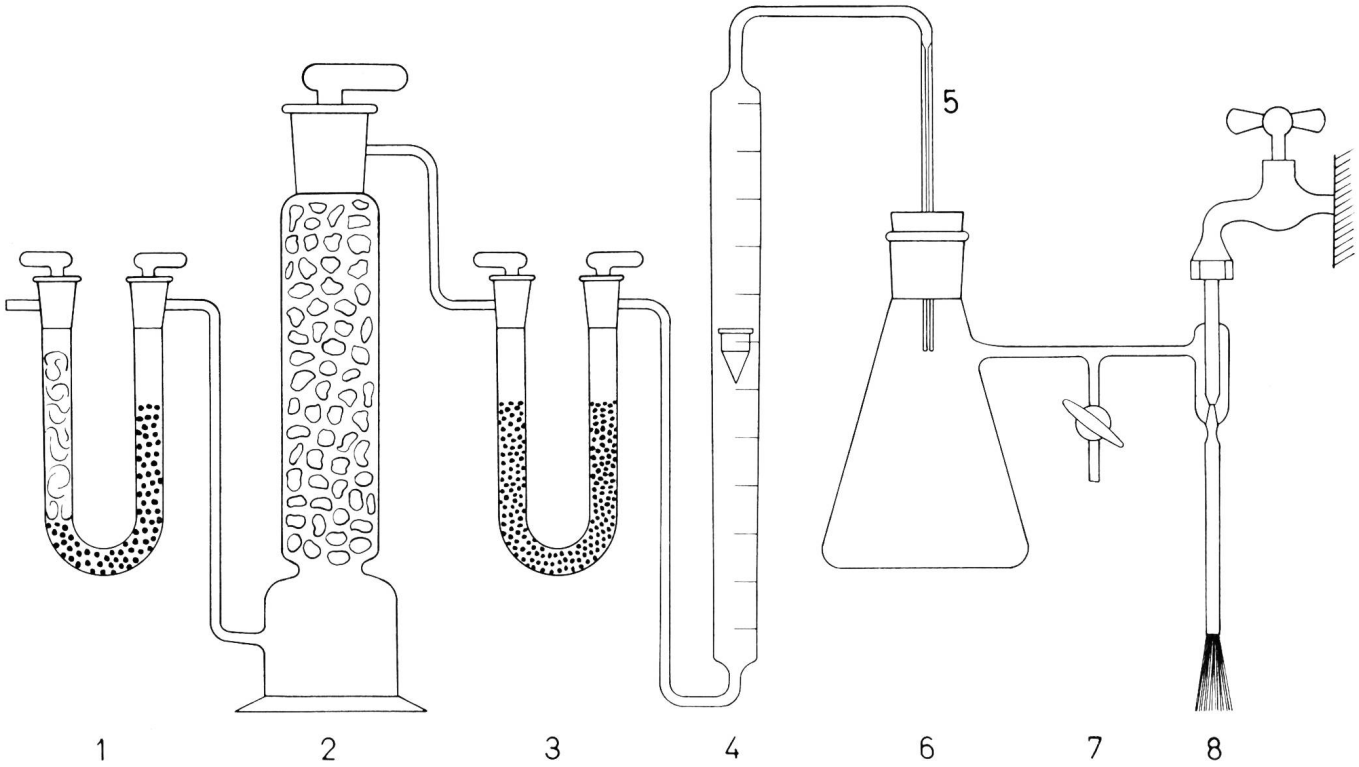

Fig. 3. Apparatur zur gravimetrischen Bestimmung kleiner Dampfdrucke

die Extrakte in einem gewogenen Rundkolben nacheinander im Vakuum eingedampft und vollständig getrocknet, wobei darauf geachtet wurde, dass möglichst keine Verdampfungsverluste entstanden. Nach der Auswaage der eingedampften Extrakte berechneten wir mit den Formeln (2) und (3) den volumenmässigen Anteil an Weichmacherdampf in 1 m³ Luft und den Dampfdruck der untersuchten Substanzen.

$$a = \frac{G\,V_m\,T}{V\,M\,T_o} \qquad (2)$$

$$p_1 = a p\,10^{-6} \qquad (3)$$

a = Volumenmässiger Anteil an Weichmacherdampf je 1 m³ Luft in cm³/m³
G = Gewicht des durch Extraktion gewonnenen Weichmachers in g
V = Volumen der durchgesaugten Luft in m³
V_m = Molvolumen (= 22 400 cm³/mol)
M = Molekulargewicht des Weichmachers in g/mol
T = absolute Temperatur der durchgesaugten Luft in °K
T_o = 273 °K (= 0° C)
p_1 = Dampfdruck des Weichmachers in mm Hg
p = Atmosphärendruck in mm Hg

Um die beschriebene Bestimmungsmethode zu überprüfen, wurde zuerst der Dampfdruck einer im Vergleich zu den Weichmachungsmitteln leichter verdampfbaren Substanz bestimmt. Wir wählten hierzu Benzylalkohol, dessen Dampfdruck wir vergleichsweise auch graphisch ermittelt hatten (siehe Fig. 1). Weiter wurde ein Versuch mit Di-n-butylphthalat durchgeführt. Von besonderem Interesse war, Aufschluss über die Verdampfbarkeit von Aroclor 1242 zu erhalten, was Anlass bot, diese Substanz ebenfalls zu untersuchen. Mit Aroclor 1242 werden nämlich gegenwärtig Versuche auf dem Gebiete des Kontaktproblems durchgeführt, da die Vertreter dieser Weichmacherklasse als schädlich für Relaiskontakte gelten [1]. Die Aroclore, die auch als Clophene bezeichnet werden, sind im Handel in mehreren Typen verschiedenen Viskositätsgrades erhältlich. Sie dienen in der Kunststoffindustrie als Weichmacher für Polyvinylchlorid und Polystyrol. Chemisch handelt es sich bei diesen Substanzen um teilweise polymerisierte, chlorierte Diphenylabkömmlinge. Wegen der uneinheitlichen Zusammensetzung dieser Weichmacher ist das mittlere Molekulargewicht der verdampfbaren Anteile unbekannt. Es ist daher nicht möglich, nach der vorliegenden Bestimmungsmethode den eigentlichen Dampfdruck zu berechnen. Es kann lediglich der gewichtsmässige Anteil des Weichmachers je Volumeneinheit Luft angegeben werden.

In *Tabelle IV* sind die nach der vorliegenden gravimetrischen Dampfdruckbestimmungsmethode ermittelten Werte angeführt.

IV. Gegenüberstellung der beiden Methoden

Nach dem graphischen Verfahren wurde für Benzylalkohol ein Dampfdruck von $9 \cdot 10^{-2}$ mm Hg (20° C) ermittelt. Auf experimentellem Wege ergab sich ein Wert von $7 \cdot 10^{-2}$ mm Hg. Man darf diese Übereinstimmung als gut bezeichnen, wenn man bedenkt, dass bei der experimentellen Bestimmung nicht bei konstanter Temperatur gearbeitet wurde. Für höhersiedende Substanzen genügt nämlich ein Temperaturunterschied von nur 5...8° C, um im Bereich der Zimmertemperatur den Dampfdruck um den Faktor 2 zu verändern.

Experimentell bestimmte Dampfdruckdaten einiger Substanzen bei Zimmertemperatur

Tabelle IV

Substanz	Durchgesaugte Luftmenge (m³)	Ausgewogene Substanzmenge (g)	Gehalt an Weichmacher in 1 m³ Luft (g/m⁻³)	Volumenmässiger Anteil an Weichmacher in 1 m³ Luft (cm³/m³)	Dampfdruck (mm Hg)
Benzylalkohol	1	0,41	0,41	91	$7{,}0 \cdot 10^{-2}$
Di-n-butylphthalat	53,6	0,025	$4{,}7 \cdot 10^{-4}$	0,040	$3{,}1 \cdot 10^{-5}$
Aroclor 1242	58,7	0,221	$3{,}8 \cdot 10^{-3}$	—	—

Die gravimetrische Dampfdruckbestimmung von Di-n-butylphthalat ergab einen Wert von $3{,}1 \cdot 10^{-5}$ mm Hg. Graphisch erhielten wir für eine Temperatur von 20° C einen Dampfdruck von $1{,}5 \cdot 10^{-5}$ mm Hg. Der der Literatur entnommene Wert für Di-n-butylphthalat, der jedoch bei einer Temperatur von 25° C bestimmt wurde, beträgt $4{,}2 \cdot 10^{-5}$ mm Hg. Bezogen auf 20° C entspricht dies einem Dampfdruck von $2{,}2 \cdot 10^{-5}$ mm Hg. Diese Vergleiche zeigen, dass auch mit einer verhältnismässig schwer verdampfbaren Substanz ein recht befriedigendes Ergebnis erzielt werden konnte.

Für die gewichtsmässige Dampfkonzentration von Aroclor 1242 ergab sich bei Zimmertemperatur ein Wert von 3,8 mg/1 m³ Luft, was diese Substanz als ein verhältnismässig leicht verdampfbares Weichmachungsmittel kennzeichnet.

V. Empfehlungen

Wie die in *Tabelle III* zusammengestellten Werte zeigen, weisen die in der Kunststoffherstellung üblichen Weichmachungsmittel sehr unterschiedliche Dampfdrucke auf. Um zu verhüten, dass sich im Betrieb auf den Relaiskontakten schädliche, isolierende Deckschichten bilden, sollte man für sämtliche in Telephonzentralen angewandte Kunststofferzeugnisse (auch Bodenbeläge) nur schwer verdampfbare Weichmachersubstanzen verarbeiten. Zu empfehlen wäre vor allem Dinonylphthalat mit seinem ausserordentlich kleinen Dampfdruck von nur ungefähr $2 \cdot 10^{-6}$ mm Hg.

Substanzen wie Aroclor 1242, das rund 100mal leichter verdampft als Dinonylphthalat, sind zu verwerfen.

VI. Schlussbetrachtungen

Die Vorversuche, die nötig waren, um die gravimetrische Bestimmungsmethode auszuarbeiten, zeigten, dass Aktivkohle Dämpfe hochsiedender Substanzen quantitativ adsorbiert. Dies war auch zu

erwarten, wenn man bedenkt, dass die Kohlefüllung eines Gasmaskenfilters sicheren Schutz bieten muss gegen Kampfstoffe, wie beispielsweise die Trilone, die in Konzentrationen von weniger als 1 mg/m³ nach längerer Einatmungsdauer noch tödlich wirken. In unserem Falle macht das gute Adsorptionsvermögen die Aktivkohle nicht nur zur experimentellen Bestimmung von Dampfdrucken geeignet, sondern auch zur näheren Untersuchung der Raumluft von Telephonzentralen. In einer derartigen Luft sind Partialdrucke an Dämpfen organischer Substanzen zu erwarten, die wahrscheinlich nur einen Bruchteil des Sättigungsdruckes ausmachen, was eine entsprechend empfindliche Methode verlangt. Vorteilhaft wirkt sich bei dem beschriebenen Verfahren noch aus, dass man zugleich die aus der Luft isolierten Dämpfe in flüssiger Form erhält. Das gewonnene Flüssigkeitsgemisch lässt sich anschliessend auf seine Zusammensetzung hin untersuchen. Dadurch sollte abzuklären sein, ob in der Raumluft von Telephonzentralen neben Weichmacherdämpfen noch Dämpfe von organischen Lösungsmitteln, wie Terpentinöl (aus Bodenwichse), existieren. Wir beabsichtigen, demnächst praktische Versuche in dieser Richtung durchzuführen.

Bibliographie

[1] *Gerber, Th.* Isolierende kohlenstoffhaltige Deckschichten an Relaiskontakten. Techn. Mitt." PTT, 1959, Nr. 8, S. 283...303.

[2] *Davidson, J. G.* The Glycol Ethers and their Use in the Lacquer Industry. Ind. Eng. Chem. **18** (1926) 674.

[3] *Landolt-Börnstein.* Physikalisch-chemische Tabellen, 5. Auflage, Berlin. a) 3. Erg.-Band, 3. Teil (1936) S. 2462; b) 2. Band (1923) S. 1923.

[4] *Fritz F.* Die wichtigsten Lösungs- und Weichmachungsmittel. Berlin 1957.

Verschiedenes - Divers - Notizie varie

Die Elektrotechnik an der Schweizer Mustermesse

Basel, 23. April bis 3. Mai 1960

Jahr für Jahr werden die Erzeugnisse der schweizerischen Elektroindustrie in geschlossenen Gruppen an der Basler Messe vorgeführt. Es liegt auf der Hand, dass diese gewichtige Veranstaltung, an der rund 160 einschlägige Firmen teilnehmen, zahlreiche Fachkreise anzieht, die mitunter von weither kommen, bietet sich ihnen hier doch eine einzigartige Gelegenheit, binnen weniger Tage zu einem klaren Bild der technischen Entwicklung auf einem Gebiet zu gelangen, auf dem die Schweiz von jeher eine in die Zukunft gerichtete Stellung einnimmt. Im nachstehenden kurzen Abriss soll auf einige Neuheiten hingewiesen werden, die im kommenden Frühjahr in Basel zu sehen sein werden.

Die Aufmerksamkeit wird sich diesmal vor allem auf den neuesten Stand der *Elektronik*, einer verhältnismässig jungen Wissenschaft, richten, die ungeahnte Fortschritte gemacht hat und mehr und mehr die Entwicklung der Elektrotechnik in zahlreichen industriellen Teilgebieten beherrscht, und nicht zuletzt einen Schlüssel zur Automatisierung bildet. Man begegnet ihren Auswirkungen und Anwendungen tatsächlich in der mannigfaltigsten Richtung, wie an Programmsteuerungen aller Arten von Maschinen und technologischen Prozessen, ohne die letzten Erscheinungen im Fernmeldewesen und in der Fernsteuerung im Eisenbahnbetrieb ausser Acht zu lassen. Die Typenreihe der Kaltkathoden-Relaisröhren, ein im wesentlichen schweizerischer Gedanke, wird dieses Jahr durch Modelle bereichert, unter welche Leistungs-Einschaltröhren für Starkstrom zur Zündung von Ignitrons zu zählen sind. Der Fabrikant, der sich mit der Herstellung dieser Bauelemente befasst, stellt ausserdem Präzisions-Stabilisierungsröhren her und hat eine interessante Lösung zum Problem der Keramik-Metall-Verlötungen gefunden. Ein von der gleichen Firma fabrizierter elektronischer Feuermelder ist jetzt für versenkte Deckenmontage lieferbar und lässt sich auch im Inneren von Windkanälen anbringen. Ein anderes Werk, das Relaisröhren mit Kaltkathode baut, zeigt einen neuartigen Sub-Miniaturtyp (12 × 35 mm), der sich besonders für Automatikschaltungen eignet. Hierher gehören auch ein elektronisches Klein-Kontaktschutzrelais mit einfachem Maximal- und Minimalkontakt und insbesondere eine Reihe von transistorierten Impulseinheiten, die in Giessharz eingebettet und auf Spindeln montiert sind. Diese Einheiten sind als zweigliedrige oder dekadische Elemente, mit oder ohne Vorwahl lieferbar und arbeiten zwischen 0 und 1,2 Mcs je Sekunde; sie sind sowohl als Impulszähler wie als Frequenzzähler verwendbar.

Im Grossapparatebau für die *Kupplung* von Netzen ist die Entwicklung weniger hervorstechend als in der Elektronik. Gleichwohl begegnet man auch hier in jedem Jahr verbesserten Bauarten, beispielsweise einem Scherentrenner für 400 000 V und 2000 A als Hinweis auf die neuesten Anforderungen der Höchstspannungsnetze sowie einem Schalter für Mittelspannungen, dessen Abmessungen und Gewichte, verglichen mit den früheren Typen, dank genauerer Kenntnis über den Löschvorgang und der Verwendung neuer Materialien auf nahezu die Hälfte reduziert werden konnten; er ist für 24 000 V und 600 A gebaut und besitzt eine Abschaltleistung von 400 MVA. Ein anderes albekanntes Werk stellt einen fahrbaren Pol eines Hochspannungsschalters für 245 000 V mit 6 Hauptabschaltstellen und mit angebautem Antriebsmechanismus aus. Mit einer erhöhten Abschaltleistung ist er imstande, leerlaufende Leitungen ohne Gefahr der Rückzündung, einem von jeher heiklen Problem, abzuschalten. Als Zugehör zu diesem Schalter stellt diese Firma ein neues Abschaltrelais mit zahlreichen zusätzlichen Kontakten aus, ferner neuartige Bauarten von Trennern, Ölstrahlschaltern, Überstromrelais und Schützen. Im Rahmen der *automatischen Überwachung* von Fabrikationsprozessen ist ausserdem eine Schalttafel mit Bedienungsschema für Mühlenbetriebe, mit vorwählbarem Programm und Sicherheitssignalisierung, hervorzuheben.

In das Gebiet der Kupplungs- und Kontrollapparate gehört ebenfalls eine neue programmgesteuerte Schaltuhr für Ölheizungen, womit ein weiterer Schritt in Richtung der Automatisierung solcher Anlagen getan wird. Der Kleinschalter oder Miniaturschalter ist zu einem wesentlichen Organ bei der Automatisierung zahlreicher Maschinen für die verschiedensten Antriebsarten geworden. Man sieht zum Beispiel unter diesen Schaltern eine vollständige Serie mit sehr interessanten Eigenschaften, wie geringste Kraftbetätigung, minimaler Schaltweg, schlagartige Unterbrechung in allen Fällen und zahlreiche sonstige Varianten. Ein anderes Modell eines Mikroschalters ist mit einem Bimetallstreifen kombiniert, der derart erwärmt wird, dass er einen temperaturkompensierten Verzögerungsschalter bildet. Bestimmte Fabrikationsprozesse, speziell in der chemischen Industrie, erfordern die Verwendung ferngesteuerter Schieber, unter denen man in Basel zahlreichen Bauarten, wie motorgesteuerten, elektromagnetisch betätigten oder pneumatisch angetriebenen begegnet. Unter anderem sei hier ein Klein-Membranventil für Gas- und Wasserleitungen, mit Magnetantrieb, für mittlere Drucke und sehr häufige Betätigung genannt. In den Bereich der Kontrollapparate gehört noch ein Lochkarten-Timer, der bei der Automatisierung gewisser Verfahren, wie Härteoperationen, beim Mischen verschiedener Substanzen, bei Inbetriebsetzungen u. a. m. grosse Dienste leisten wird; auf den Karten können 16 verschiedene Befehle registriert werden, wobei die Abmessungen der Kar-