

# UNTERSUCHUNG DER RÜCKGEWINNUNG VON LÖSUNGSMITTELN IN DER GUMMIINDUSTRIE DURCH ADSORPTION

Von

J. BURGER, A. CSERNUS und T. TARNAY

Lehrstuhl für Chemisches Apparatewesen,  
Technische Universität, Budapest

(Eingegangen am 19. September 1967)

Diese Mitteilung wurde auf Grund der Untersuchungen angefertigt, die im Auftrag des Landesunternehmens für Gummiindustrie durchgeführt wurden. Ziel der Untersuchung war, anhand der Analyse der gegenwärtigen Betriebsverhältnisse in den Stoffbearbeitungs- und Lösemittelrückgewinnungsbetrieben des Unternehmens die günstigsten Betriebsbedingungen zu bestimmen.

## Kennwerte der in der Gummiindustrie angewendeten Lösungsmittel

Bekanntlich sind das Benzol und das Benzin die Lösungsmittel, die gegenwärtig in der ungarischen Gummiindustrie am häufigsten angewendet werden. Während jedoch das Benzol ein durch seinen Namen eindeutig bestimmtes Lösemittel darstellt, ist das Benzin ein unterschiedliches Gemisch von Kohlenwasserstoffhomologen (meist Heptan, Hexan, Oktan, Nonan, Pentan) mit verschiedenen Siedepunkten und dementsprechend verschiedenen physikalischen Eigenschaften. Die Bestimmung der Zusammensetzung der verschiedenen Benzinsorten erfolgt nicht durch die Angabe der Proportionen ihrer Komponenten, sondern durch die Angabe einzelner kennzeichnender physikalischer Kennwerte, wie z. B. Dichte, Siedepunktgrenzen usw. So sind z. B. die wichtigeren physikalischen Kennwerte [5] des in der Gummiindustrie als Lösungsmittel angewendeten Mittelbenzins (Produkt Nummer: 552—26 MSZ 1621) die folgenden:

Dichte bei 20 °C minimal 0,726 g/cm<sup>3</sup>

Destillationsprobe:

Beginn der Siedetemperatur minimal °C	60
bis 100 °C durchdestilliert minimal Vol. %	75
bis 118 °C durchdestilliert minimal Vol. %	98
Destillationsrückstand maximal Vol. %	1,5

## Maximal zuläßige Konzentration des Lösemitteldampfes in der Luft

Unter den Gummierherstellungstechnologien ist mit der größten Lösemitteldampfmenge in der Luft zu rechnen, die von den Stoffgummierungs- und Imprägniermaschinen abgesogen wird. In der abgesaugten Lösemitteldampf-Luftmischung wird die Konzentration des Lösemitteldampfes — wegen dessen Feuergefährlichkeit — in den behördlichen Sicherheitsvorschriften mit 50% der unteren Explosionsgrenze des Gemisches toleriert.

Die Konzentration der unteren Explosionsgrenze wurde von uns für das aus dem erwähnten Benzin entstehende Benzindampf-Luftgemisch — auf Grund der Literatur [7] — mit 1,0 Vol. % und für das Benzoldampf-Luftgemisch ebenfalls mit 1,0 Vol. % festgestellt. Dementsprechend beträgt die maximale Lösemitteldampfkonzentration des von den Imprägnierungs- und Stoffgummiermaschinen abgesaugten Lösungsmitteldampf-Luftgemisches in Volumenprozenten ausgedrückt für beide Lösemittel 0,5 Vol. %, während dies in Gewichtsprozenten ausgedrückt — infolge der Differenz des Molekulargewichtes der beiden Lösungsmittel — für das Benzoldampf-Luftgemisch 1,39 Gewichts %, für das Benzindampf-Luftgemisch hingegen 1,73 Gewichts % ausmacht.

### Meßmethode der Lösemitteldampfkonzentration

Zum Messen des Lösemitteldampfgehaltes der Lösungsmittel-Luftmischung benützten wir das Meßgerät *Alarmik GRO 1*, in einer unseren Zwecken entsprechend modifizierten Form [6].

Das Meßgerät vom *Alarmik*-Typ eignet sich prinzipiell zur Messung sämtlicher brennbarer Gas- und Dampfkonzentrationen, seine Funktion gründet sich auf das Messen der beim Verbrennen des Gases und Dampfes entstehenden Verbrennungswärme.

In der ursprünglichen Ausführung eignete sich die Meß- und Anzeigeeinheit des Gerätes nur zur Anzeige von drei — bis zu 20, 30 und 40% der unteren Explosionsgrenze reichenden — Konzentrationsbereichen. Es war daher der Einbau einer mit entsprechenden Teilungen versehenen Skale notwendig, die die Ablesung jedes Konzentrationswertes im Meßbereich des Gerätes gestattet.

Entsprechend unseren Versuchszielen sahen wir uns veranlaßt, die Meßgrenzen des Gerätes zu vergrößern, um von den geringen Lösemitteldampfkonzentrationen ( $\sim 0,37$  Gewichts %) ganz bis zur unteren Explosionsgrenze (3,46 Gewichts %) sämtliche möglichen Konzentrationen messen zu können. Da es aber nicht zweckmäßig gewesen wäre, den Meßbereich des Instrumentes (wegen der geringeren Genauigkeit) »auseinanderzuziehen«, bauten wir unser Gerät — durch Anbringung entsprechender elektrischer

Widerstände — in ein Zweistufengerät um. In der ersten Stufe maßen wir, ohne Modifizierung des Gerätes, von den kleinen Konzentrationen bis zu 40% der unteren Explosionsgrenze, während in der zweiten Stufe die Konzentrationen gemessen wurden, die über 40% der unteren Explosionsgrenze lagen.

### Eichungsprinzip des Meßgerätes

Durch die Ausweitung der Meßgrenzen des Meßgerätes und den Einbau der mit entsprechenden Teilungen versehenen Skale wurde die Eichung des Meßgerätes notwendig.

Die Eichung wurde durch die Tatsache erleichtert, daß die auf ein kg der im Benzin vorkommenden gesättigten Kohlenwasserstoffe bezogene Verbrennungswärme innerhalb von 2% konstant ist, während die der aromatischen Kohlenwasserstoffe (Benzol) davon um 3–4% abweicht [11]. Nachdem unser Meßgerät den Lösemitteldampfgehalt des Gasgemisches proportional zu dessen Verbrennungswärme anzeigt, schien es zu entsprechen, wenn wir als Modellstoff eine der gesättigten Kohlenwasserstoffhomologen, nämlich das Isooktan (2-2-4-Trimethylpentan) wählen.

Im Laufe der Eichung führten wir mit dem Isooktan — bei verschiedenen Temperaturen — gesättigte Luft in das Meßgerät ein. In Kenntnis der Tensionskurve konnten die zu den verschiedenen Temperaturen gehörenden Vol.-%-Werte des Isooktans, unter Berücksichtigung des Molgewichtes hingegen die zugehörigen Gewichtsprozent-Werte berechnet werden. Die auf diese Weise angefertigte Eichungskurve ermöglichte die Ablesung der zur jeweiligen Zeigerstellung (Skalenteilung) des Meßgerätes gehörenden Konzentration der brennbaren Stoffe, unabhängig von ihrer Qualität.

### Untersuchung der Entstehung des Lösemitteldampf-Luftgemisches

Wie bereits erwähnt, ist unter den in der Gummiherstellung benützten Technologien mit der größten Lösemitteldampfmenge in der Luft zu rechnen, die von den Stoffgummierungs- und Imprägnierungsmaschinen abgesogen wird.

Mit dem beschriebenen Meßgerät untersuchten wir die Betriebsverhältnisse einiger Stoffgummierungs- und Imprägnierungsmaschinen, um über die zeitliche Veränderung der Zusammensetzung des entstehenden Lösemitteldampf-Luftgemisches richtige Angaben zu erhalten.

Sowohl bei den Stoffgummierungs-, wie auch bei den Imprägnierungsmaschinen wurden gemessen:

1. Die Veränderung der Zusammensetzung des aus den Maschinen abgesaugten Lösemitteldampf-Luftgemisches in Abhängigkeit von der Zeit (Zeichen: Y Gewichts%)

2. Die Temperatur der in die Maschine eintretenden Luft (Zeichen:  $t_{LA}$  °C).

3. Temperatur des über den Absaugstutzen austretenden Lösemitteldampf-Luftgemisches (Zeichen:  $t_{LB}$  °C).

Die Meßresultate enthalten die Abbildungen 1—3.

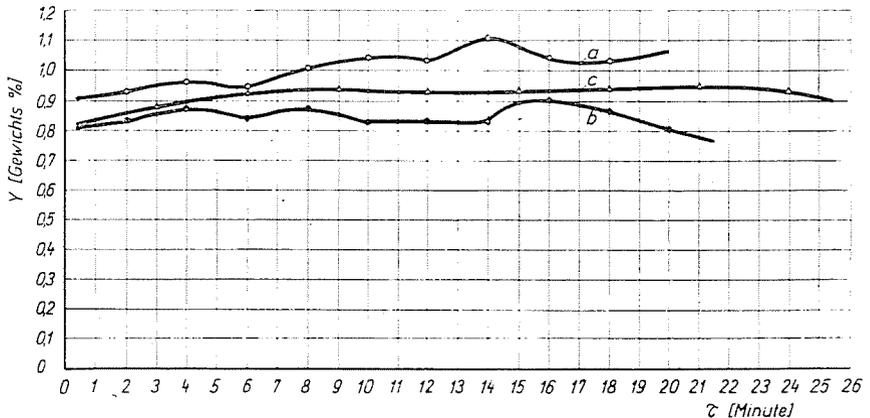


Abb. 1. Veränderung der Zusammensetzung des aus der Stoffgummierungsmaschine austretenden Lösemitteldampf-Luftgemisches in Abhängigkeit von der Zeit. Kurve a: Lösungsmittelbenzin,  $t_{LA} = 26.5$  °C.  $t_{LB} = 33 \sim 34$  °C. Kurve b: Lösungsmittelbenzin  $t_{LA} = 26$  °C  $t_{LB} = 32 \sim 33$  °C. Kurve c: Lösungsmittelbenzol  $t_{LA} = 23$  °C  $t_{LB} = 22 \sim 23$  °C

Abb. 1 zeigt die Veränderung der Konzentration des aus einer Stoffgummierungsmaschine austretenden Lösemitteldampf-Luftgemisches in Abhängigkeit von der Zeit, im Falle von drei verschiedenen Mischungstypen. Wie aus der Abbildung ersichtlich, bleibt die Zusammensetzung des aus der — gemäß der für Stoffgummierungsmaschinen vorgeschriebenen technologischen Anleitung funktionierenden — Einrichtung abgesaugten Lösemitteldampf-Luftgemisches unter dem zulässigen Wert von 1,39—1,73 Gewichts% und veränderte sich fallweise zwischen 50—70% dieses Wertes. Laut unserer Erfahrung wird die in der Abbildung beobachtbare Schwankung in der Zusammensetzung des Lösemitteldampf-Luftgemisches durch die ungleichmäßige Auftragung der Gummierungslösung und durch geringfügige Änderungen im Absaugen verursacht.

Die Abbildungen 2—3 führen die zeitliche Veränderung der Zusammensetzung des aus einer Imprägnierungsmaschine austretenden Lösemitteldampf-Luftgemisches bei drei verschiedenen Mischungstypen vor. Wie aus den Abbildungen ersichtlich, erreichte die Konzentration des Lösemitteldampf-Luftgemisches — unter den gemessenen Betriebsverhältnissen — die zulässigen Werte im allgemeinen nicht nur, sondern ging fallweise sogar über diese hinaus. Diese fallweise hochgradige Schwankung der Konzentration wird laut

unseren Erfahrungen durch die Änderung des Absaugungsmaßes und durch das während des technologischen Prozesses notwendige Öffnen der Bedienungöffnungen verursacht.

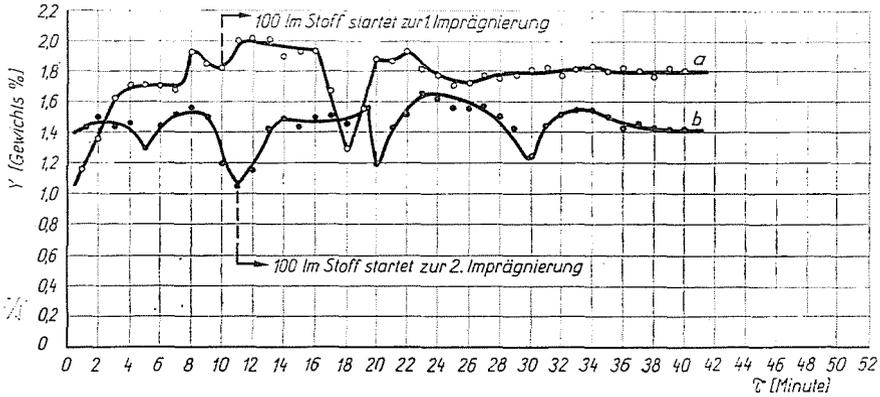


Abb. 2. Konzentrationsänderung des aus der Imprägnierungsmaschine austretenden Lösemitteldampf-Luftgemisches in Abhängigkeit von der Zeit. Kurve a: Lösemittelbenzin,  $t_{LA} = 24^\circ\text{C}$   $t_{LB} = 85^\circ\text{C}$ . Kurve b: Lösemittelbenzin,  $t_{LA} = 20^\circ\text{C}$   $t_{LB} = 81^\circ\text{C}$

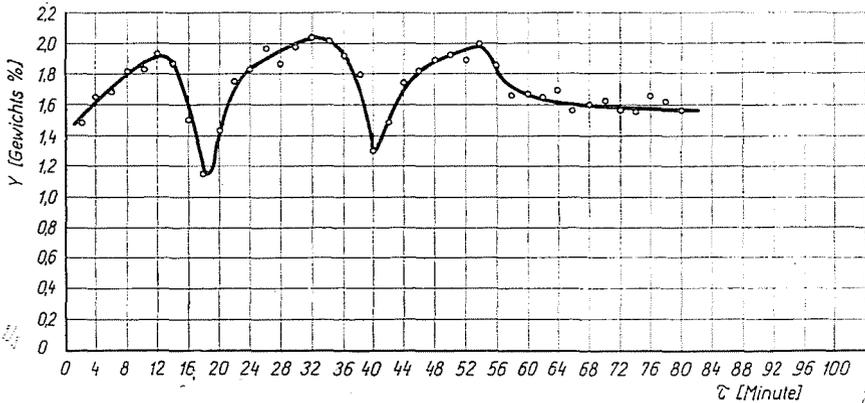


Abb. 3. Konzentrationsänderung des aus der Imprägnierungsmaschine austretenden Lösemitteldampf-Luftgemisches in Abhängigkeit von der Zeit. Lösemittelbenzin,  $t_{LA} = 24^\circ\text{C}$   $t_{LB} = 80 \sim 85^\circ\text{C}$

### Zusammenfassung des Funktionsprinzips der Lösemittelrückgewinnungseinrichtung

Bekanntlich spricht man in Hinblick auf die Anwendung in der Industrie über drei verschiedene Verfahren zur Rückgewinnung der Lösemittel:

1. durch Kondensation mit Kühlung oder Druckveränderung
2. durch Absorption oder Waschen
3. durch Adsorption.

Bei der Auswahl der im gegebenen Falle gerade anwendbaren Verfahrensweise zur Zurückgewinnung des Lösemittels müssen die Menge, Zusammensetzung, Betriebstemperatur und der Druck des zu verarbeitenden Gasgemisches, die Eigenschaften des zu extrahierenden Stoffes sowie die Wirtschaftsverhältnisse des Betriebes (wie z. B. Investitionsunkosten, Betriebsunkosten usw.) berücksichtigt werden.

Es kommt jedoch häufig vor, daß auch schon die Konzentration des Gasgemisches allein das zur Zurückgewinnung des Lösemittels verwendbare Verfahren eindeutig determiniert. Untersucht man die Tensionskurven der in der chemischen Technologie verwendeten Lösungsmittel, die im allgemeinen organische Flüssigkeiten mit niedrigem Siedepunkt sind, dann geht klar hervor, daß man das Lösungsmittel aus dem Traggas mittels Kondensation nur bei sehr tiefer Kühlung, durch Expansionskondensation hingegen nur bei Anwendung von sehr großen Druckunterschieden restlos zurückgewinnen kann.

Durch Absorption kann man natürlich auch diese Dampfmenge aus dem Gas herauswaschen (mit einer solchen Waschflüssigkeit, die das Lösungsmittel gut löst), die durch Kondensation nicht zurückgewinnbar ist. Kennzeichnend für die Absorption ist jedoch, daß sie im allgemeinen dem Henryschen Gesetz [2] folgt, d. h. daß die Konzentration des von der Waschflüssigkeit absorbierten Lösungsmittels proportional zum Partialdruck des Lösungsmittels im Dampfraum ist. Demnach wird die Sättigung der Waschflüssigkeit mit der abnehmenden Konzentration des Dampfraumes ebenfalls geringer. Dementsprechend kann die Rückgewinnung des Lösungsmittels durch Absorption in erster Linie dann in Rechnung gezogen werden, wenn die Lösungsmittelkonzentration des zu reinigenden Gasgemisches hoch ist. Zur Reinigung von dünnen Gasgemischen kann also — auf Grund der Ausschließungsmethode — als einzig verwendbares und gegenwärtig bekanntes Verfahren zur Lösemittelrückgewinnung nur die Adsorption in Betracht gezogen werden [8]. Das ist die Ursache, warum die Gummiindustrie zu ihren gegenwärtigen Bearbeitungstechnologien die adsorptive Lösemittelrückgewinnung anwendet.

Bekanntlich wird bei der Adsorption jene Eigenschaft einzelner fester Stoffe ausgenützt, daß sie gewisse Stoffe aus ihren Lösungen auf selektive Weise konzentrieren und an ihrer Oberfläche binden. Eine kennzeichnende Eigenschaft der Adsorptionseinrichtungen ist, daß sie selbst bei geringer Gaskonzentration über eine relativ hohe Sättigungsfähigkeit verfügen und daß ihre Sättigungsfähigkeit mit steigender Temperatur kleiner, mit zunehmendem Druck hingegen größer wird. Die Regenerierung des Adsorbens bzw. die Rückgewinnung des Adsorbats ist verhältnismäßig leicht lösbar.

Abbildung 4 veranschaulicht die Funktion der Aktivkohleadsorber mit ruhender Schicht, die auch in der Gummiindustrie angewendet werden. Man läßt das Gasgemisch mit dem Lösemitteldampf kontinuierlich durch eine ursprünglich adsorptivfreie Adsorbenschicht strömen. Jene Adsorbenschicht,

die mit dem eintretenden Gasgemisch zuerst in Berührung gelangt, bindet im Anfang die Lösemitteldämpfe rasch. Die geringen Lösemittelmengen, die im Gasgemisch zurückgeblieben sind, werden an den entfernter angebrachten Adsorbenschichten praktisch vollkommen adsorbiert.

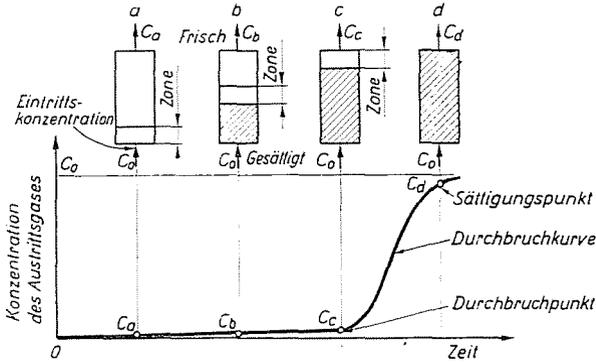


Abb. 4

Die aus dem Ausgangstutzen des Adsorbers austretende Luft ist praktisch frei von Lösemitteldampf. (Nach den literarischen Angaben [13] gewinnen die Aktivkohle-adsorber die Lösemitteldämpfe aus dünnen, 0,5—0,05 Vol. % Lösemitteldampf enthaltenden Gasgemischen zu 99—99,8% heraus.) Die zeitliche Veränderung der Konzentration des Adsorptivum zeigen die Skizzen a, b, c, d der Abbildung sowie die anschließende Kurve an. Demnach spielt sich die Adsorption in einer verhältnismäßig kurzen Adsorptionszone ab, in der sich die Sättigung des Adsorbenten relativ rasch verändert. Sobald die Adsorptionszone das Ende der Adsorbenskolonne erreicht hat und die Konzentration des Lösemitteldampfes im austretenden Gasgemisch meßbar wird, hat das System den »Durchbruchpunkt« erreicht. Jenen Punkt, an dem der Lösemitteldampfgehalt des aus dem Adsorber austretenden Gasgemisches die Konzentration des eintretenden Gasgemisches erreicht, nennt man »Sättigungspunkt«. Der Abschnitt zwischen dem Durchbruch- und dem Sättigungspunkt wird »Durchbruchkurve« genannt. Der Charakter der Durchbruchkurve bestimmt die Betriebsart des Adsorptionsgerätes. Ist die Durchbruchkurve steil, dann kann man die austretende Luft, die praktisch dampffrei ist, ins Freie hinauslassen, solange, bis der Durchbruchpunkt nicht erreicht wird. Sobald dieser erreicht wurde, muß die Gasemischung in einen anderen Adsorber geleitet und die Regenerierung des gesättigten Adsorbers begonnen werden. Wenn jedoch die Durchbruchkurve so flach ist, daß ein bedeutender Teil des Adsorbenten im Durchbruchpunkt noch nicht mit dem Adsorptivum gesättigt wurde, kann die wirtschaftliche Rückgewinnung des Lösemittels aus dem Gasgemisch nur durch Inreihenschaltung mehrerer Adsorber gelöst werden.

Die Regenerierung der Adsorber mit Aktivkohle erfolgt in der Regel mit Durchblasen von Wasserdampf mit niedrigem Druck, bei dem sich der Partialdruck des Lösemitteldampfes über dem Adsorbenten ermäßigt, und die zur Desorption notwendige Wärme durch die Wärmemenge angedient wird, die bei der Kondensation des Wasserdampfes frei wird. (Das entstehende Wasserdampf-Lösemitteldampfgemisch wird kondensiert und dann dekantiert.) Nach der Desorption ist die Aktivkohle mit adsorbiertem Wasser gesättigt, das mit Durchblasen von Luft entfernt wird; gleichzeitig wird das erwärmte Kohlenbett auf die Betriebstemperatur abgekühlt. Zur Untersuchung der Betriebsverhältnisse der Aktivkohleadsorber muß also der Charakter der Durchbruchkurve sowie die einzelnen Zyklenzeiten bestimmt werden.

### Untersuchung des Betriebs der Lösemittelrückgewinnungseinrichtung

Das im Laufe des technologischen Prozesses des im untersuchten Stoffgummierungs- und Imprägnierungsbetriebes entstehende Lösemitteldampf-Luftgemisch gelangt durch eine gemeinsame Hauptabsaugleitung in den Lösemittelrückgewinnungsbetrieb. Die Rückgewinnung des Lösemittels erfolgt in Adsorptionseinrichtungen mit Aktivkohle. Zur Untersuchung der Zyklenzeiten der Lösemittelrückgewinnung wählten wir Geräte, die mit frischer Aktivkohle aufgefüllt wurden.

Bei der Untersuchung des Adsorptionsabschnittes wurden gemessen:

1. Zusammensetzung und Temperatur des in den Adsorber eintretenden Lösemitteldampf-Luftgemisches in Abhängigkeit von der Zeit (Zeichen:  $Y_A$  Gewichts% und  $t_{LA}$  °C).

2. Zusammensetzung und Temperatur des aus dem Adsorber austretenden Gaskgemisches in Abhängigkeit von der Zeit (Zeichen:  $Y_B$  Gewicht % und  $t_{LB}$  °C).

3. Die Temperaturveränderung in einem Punkte des Kohlenbettes in Abhängigkeit von der Zeit (Zeichen:  $t_{Ads}$  °C).

4. Die Menge des eintretenden Lösemitteldampf-Luftgemisches (mit Hilfe der Pitot-Röhre).

Abb. 5—6 enthalten die Meßresultate. Wie ersichtlich, wird in der 45—55. Minute der Adsorption der Benzindampf mit 0,37 Gewichtsprozentkonzentration in der austretenden Luft meßbar. Nach unseren Messungen erreicht die Konzentration des aus dem Adsorber austretenden Gaskgemisches die eintretende Gaskonzentration (den Sättigungspunkt) in der 200—220. Minute. Wie aus den Abbildungen ersichtlich, ist die Durchbruchkurve ziemlich länglich, was darauf hinweist, daß es zweckmäßig wäre, die Adsorber in Reihe zu schalten. Aus den Abbildungen kann ferner festgestellt werden, daß die Schwankung des Lösemitteldampfgehaltes der aus den Gummierungs-

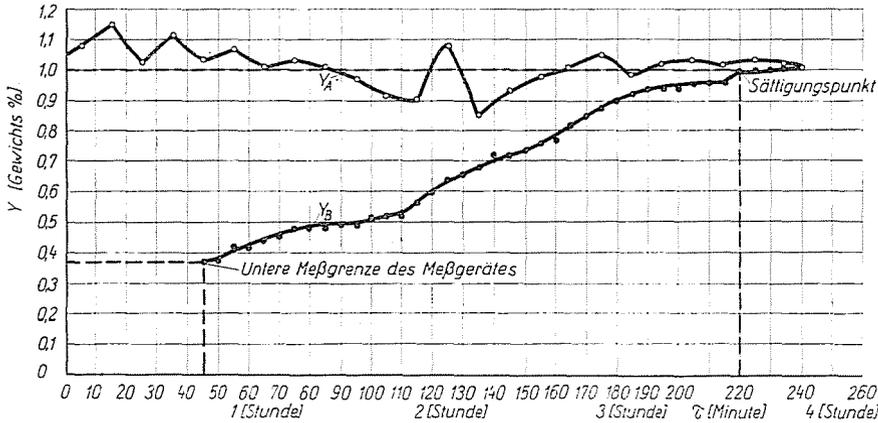


Abb. 5. Adsorptionsphase,  $t_{LA} = 58 \sim 60^\circ\text{C}$   $t_{LB} = 42 \sim 57^\circ\text{C}$   $t_{Ads} = 43 \sim 59^\circ\text{C}$ . Strömungsgeschwindigkeit des Gases  $\sim 0,34$  m/sec

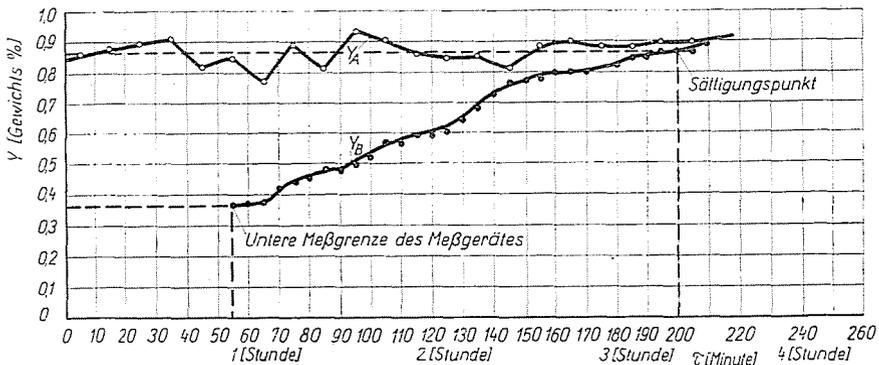


Abb. 6. Adsorptionsphase,  $t_{LA} = 58 \sim 60^\circ\text{C}$   $t_{LB} = 45 \sim 65^\circ\text{C}$   $t_{Ads} = 40 \sim 61,5^\circ\text{C}$ . Strömungsgeschwindigkeit des Gases  $\sim 0,34$  m/sec

und Imprägniermaschinen austretenden Gasmischung auch in der gemeinsamen Sammelleitung nicht verändert wird.

Bei der Untersuchung der Desorptionsphase wurden gemessen:

1. die Veränderung der Wasserdampf-Benzindampfzusammensetzung (in kondensiertem Zustand) in Abhängigkeit von der Zeit (Zeichen: Benzin Vol. %),

2. der Druck des desorbierenden Dampfes (Zeichen:  $P_g$  atm.).

Laut der Literaturangaben [4] ist die Desorption so lange fortzusetzen, bis das Lösemittel-Wasserverhältnis 1 : 10 nicht erreicht. Dementsprechend kann aus unserer Abb. 7, welche die Meßresultate enthält, festgestellt werden, daß die Zeitdauer des Desorptionszyklus 100 ~ 105 Minuten ist.

Bei der Untersuchung der Trocknungs- und Kühlungsphase wurden gemessen:

1. die Temperatur der eintretenden und der austretenden Trocknungs-Kühlungsluft in Abhängigkeit von der Zeit (Zeichen:  $t_{LA}$  und  $t_{LB}$  °C),
2. die Temperaturveränderung eines Punktes des Kohlenbettes in Abhängigkeit von der Zeit (Zeichen:  $t_{Kb}$  °C).

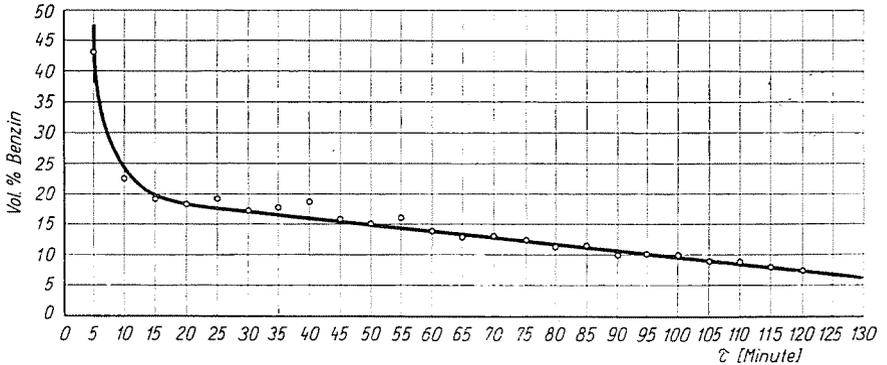


Abb. 7. Desorptionsphase.  $P_g = 1.4$  atm

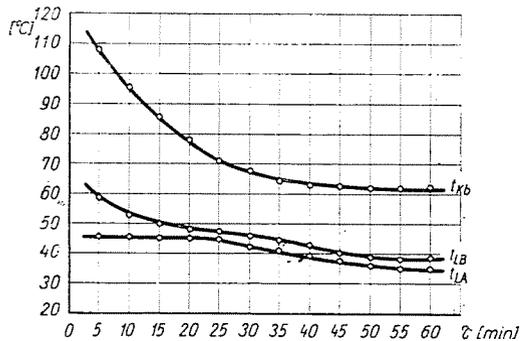


Abb. 8. Trocknungs- und Kühlungsphase. Strömungsgeschwindigkeit des Trocknungsgases  $\sim 0,123$  m/sec

Die Meßresultate führt Abbildung 8 vor. Aus dieser ist feststellbar, daß sich der ausgewählte Punkt des Kohlenbettes innerhalb von 40—45 Minuten auf 62—65 °C—auf die Eintrittstemperatur des zu trennenden Lösemitteldampf-Luftgemisches — abkühlt und daß sich diese Temperatur mit der Fortsetzung des Kühlungs-Trocknungszyklus nicht mehr ermäßigt.

### Auswertung

Bei Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse kann folgendes festgestellt werden. Zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Lösemittelrückgewinnung wäre es zweckmäßig, an der Entstehungsstelle der Löse-

mitteldämpfe, im Stoffgummierungs- und Imprägnationsbetrieb eine solche elastische Absaugung einzubauen, die es ermöglicht, daß man die bei den zur Herstellungstechnologie gehörenden Abstellungen (Stoffaustausch usw.) und beim Öffnen der Bedienungsöffnungen eintretenden Konzentrationsabfälle — durch Drosselung bzw. Absperrung der Absaugleitung — ausschaltet. Damit parallel wäre es angezeigt, die kontinuierliche Kontrolle der Lösemittelkonzentration in der Absaugleitung zu verwirklichen, damit die Lösemittelkonzentration möglichst kontinuierlich auf dem zulässigen max. Wert und nach Möglichkeit in Abhängigkeit von der Zeit konstant bleibe.

Bekanntlich wächst die adsorbierte Menge mit abnehmender Temperatur. Deshalb kann die Wirtschaftlichkeit der Lösemittelrückgewinnung durch Herabsetzung der Temperatur des in den Adsorber eintretenden Gasgemisches erhöht werden. Dies scheint am einfachsten durch eine entsprechende Ausgestaltung der Hauptabsaugleitung (Einbau von Kühlrippen usw.) zwischen dem Gewebearbeitungs- und dem Lösemittelrückgewinnungsbetrieb erreichbar zu sein.

In bezug auf die Adsorption scheint es schließlich geraten zu sein, an Stelle des Parallelbetriebes je 2 Adsorber in Reihe zu schalten und bei beiden nachfolgende Zyklenzeiten anzuwenden:

Sättigungszyklus	4,0 Stunden
Desorptionszyklus	1,75 Stunden
Kühlungs-Trocknungszyklus	1,0 Stunde
insgesamt	<u>6,75 Stunden</u>

### Zusammenfassung

Die Mitteilung untersucht auf Grund von Betriebsmessungen die Entstehungsverhältnisse der aus dem Gummierungs- und Imprägnationsbetrieb der Gummiindustrie abgesaugten Lösemitteldämpfe — die aus den Lösungsmitteln mit niedrigem Siedepunkt entstehen — sowie den Betriebsgang der angeschlossenen Adsorbiereinrichtung zur Rückgewinnung der Lösemittel. Nach kurzer Zusammenfassung der prinzipiellen Grundlagen wird festgestellt, daß bei der gegenwärtig angewandten Stoffbearbeitungstechnologie die Lösemittelrückgewinnung nur mit der Adsorbiereinrichtung verwirklicht werden kann. Durch Vergleich der prinzipiellen Grundlagen und der Resultate der Betriebsmessungen werden konkrete Vorschläge zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der an die gegenwärtige Technologie anknüpfenden Lösungsmittelrückgewinnung unterbreitet.

### Literatur

1. Arbeitsmappe für Mineralölingenieure, VDI-Verlag Düsseldorf, 1951.
2. BURGER, J.: Physikalische Chemie (ungarisch). Tankönyvkiadó, Budapest 1965.
3. COWARD-JONES: Limits of flammability of gases and vapors. United States Government Printing Office, Washington 1952.
4. LANG, M.: Die maschinentechnischen Grundlagen der Kunststoff- und Gummi-Industrie. VEB Carl Maxhold Verlag, Halle, 1953.
5. Handbuch der ungarischen Steinölprodukte (ungarisch), Múszaki Könyvkiadó, Budapest 1962.

6. Katalog ungarischer Geräte (ungarisch). MIGÉRT, Budapest 1965.
7. NABERT, G.—SCHÖN, O.: Sicherheitstechnische Kennzahlen brennbarer Gase und Dämpfe. Deutscher Eichverlag GmbH, Berlin 1963.
8. NÉMETH, J.: Geräte zur Zurückgewinnung von Lösemitteln (ungarisch). Mérnöki Továbbképző Intézet, Budapest. 1966.
9. NÉMETH, J.: Mitteilung der Chem. Abt. der UADD 18, 23—25 (1962).
10. OEHLEY, E.: C. I. T. Juli. 399—403 (1953).
11. PERRY, J. H.: Chemical Engineer's Handbook. McGraw-Hill, New York, 1963.
12. ROJZEN, I. S.: Sicherheitstechnik und Feuersicherheit in der chemischen Industrie (ungarisch). Népszava, Budapest 1954.
13. TREYBAL, R. E.: Diffusionsprozesse in der chemischen Industrie (ungarisch). Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1961.

Dr. János BURGER }  
András CSERNUS } Budapest, XI. Sztoczek u. 2—4. Ungarn  
Tihamér TARNAY }