

## **Eine neue maschinelle Abrauch- und Rauchabscheidungsapparatur zur Gewinnung von „nativem“ Tabakteer**

von W. Rochus,

*Medizinische Forschungsanstalt der Max-Planck-Gesellschaft, Göttingen*

In der vorhergehenden Mitteilung (Seite 155) wurden die Chemie des Tabakteers und die Reaktionsmöglichkeiten seiner Inhaltsstoffe behandelt. Aus dieser Betrachtung ging hervor, daß die bisher üblichen Vorrichtungen zur Abscheidung von Tabakrauch nach unseren Erfahrungen keinen Tabakteer liefern können, der den – zumindest für biologische Untersuchungsmethoden – an ihn zu stellenden Anforderungen genügt. Es mußte also eine neue Apparatur unter Berücksichtigung der gewonnenen Erkenntnisse konstruiert werden, mit welcher der Tabakrauch oder seine Komponenten chemisch unverändert gewonnen werden können.

Als Abscheidungsverfahren für das Tabakrauch-Aerosol, das alle Voraussetzungen erfüllt und zugleich eine schädliche Konzentrierung des Teeres verhindert, bietet sich das Auswaschen des Teeres aus der Aerosolphase mit einem Lösungsmittel (z. B. Aceton) an.

Die Gesamtapparatur zur Teergewinnung besteht aus drei Hauptteilen:

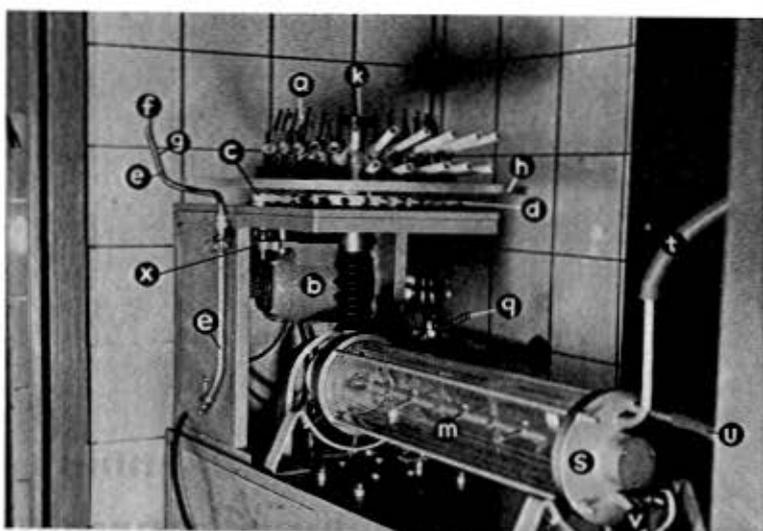
### **1. Die Abrauchapparatur**

- a) für einzelne Cigaretten nacheinander in intermittierendem Rhythmus,
- b) für das gleichzeitige Abrauchen von jeweils mehreren Cigaretten als Einzelgruppe oder entsprechend a).

### **2. Der Auswaschzylinder, ggf. mit nachgeschalteter Ausfrierfalle für Lösungsmitteldämpfe und gasförmige Anteile.**

3. **Das Saugaggregat** in Form einer kontinuierlich saugenden Pumpe, einer Kolbenpumpe, oder dgl. Der Abrauchkopf ist aus Aluminium (eloxiert), der Auswaschzylinder aus Glas gefertigt, die Schaufelwelle aus V<sub>2</sub>A-Stahl teflonisiert und die Abschlußteile des Zylinders mit Zu- und Ableitungen aus Messing (vernickelt) und teflonisiert. Die Dichtungen sind aus lösungsmittelbeständigem Kunststoff (Teflon).

Als *Abrauchapparatur* kann ggf. eine schon vorhandene Rauchmaschine, wie sie z. B. von Seehofer, Barkemeyer und Borowski beschrieben wurde, verwendet werden. Für unsere Apparatur wurde

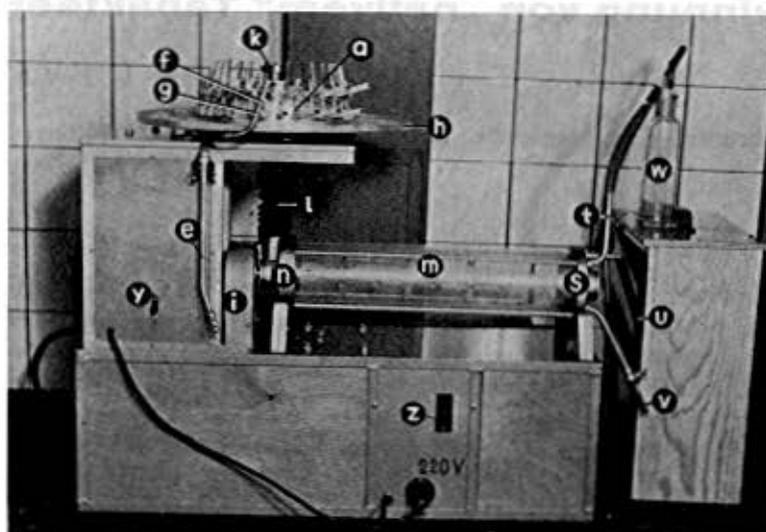


Von oben nach unten

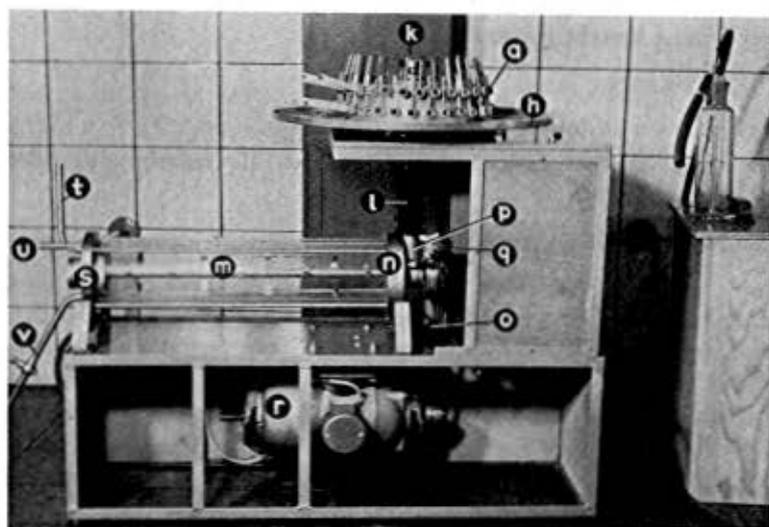
ABBILDUNG 1 (Gesamtansicht)

ABBILDUNG 2 (Vorderansicht)

ABBILDUNG 3 (Rückenansicht)



- a Abrauchkopf mit „künstlichen Lippen“
- b Antriebsmotor für den Abrauchkopf mit Getriebe
- c Mitnehmernocken
- d Mitnehmerbolzen am Rauchkopf
- e Zündeinrichtung, ausschwenkbar
- f Sparflammenbohrungen
- g Sparflammenbohrungen
- h Teller für die Aufnahme der Cigarettenasche
- i Treibriemen-Schutzblech
- k Befestigungsstück für Rauchkopf mit Teller
- l Kunststoff-Faltenbalg (Verbindung von Rauchkopf und Auswaschzylinder)



- m Auswaschzylinder mit Kühlmantel und Schaufelwelle
- n linkes Abschlußteil
- o Wassereinlaß
- p Raucheinlaß
- q Einlaß-Stutzen für Lösungsmittel etc.
- r Antriebsmotor für die Schaufelwelle
- s rechtes Abschlußteil
- t Absaugrohr
- u Wasserauslaß
- v Lösungsmittelauslaß zum Entleeren des Zylinders
- w Waschflasche (Austrierfalle)
- x Zahnradgetriebe
- y Schalter für Rauchkopfmotor
- z Schalter für Schaufelwellenmotor

jedoch eine Neukonstruktion von W. Kröning entwickelt, die als Bauelement direkt an den Auswaschzylinder angeschlossen wird (vgl. Abb. 1 bis 3). Sie besteht aus dem rotierenden Abrauchkopf a und dem Antriebsmotor b, der über ein Untersetzungsgetriebe mit einer Schneckenrad-Untersetzung 1:75 und einer Zahnrad-Untersetzung 30:35 einen Nocken c antreibt. Dieser bewegt über die Mitnehmerbolzen d den Rauchkopf a um jeweils ein Lochpaar vorwärts. Dadurch werden immer zwei Cigaretten vor die beiden Bohrungen für den unteren und oberen Cigarettenkranz bewegt und so mit der Saugpumpe verbunden.

Der Rauchkopf a ist mit 60 Bohrungen (in zwei Reihen zu je 30, jeweils  $45^\circ$  gegeneinander versetzt) versehen, in die „künstliche Lippen“ eingesetzt werden, welche die Cigaretten aufnehmen. Ein am Rauchkopf montierter Teller h nimmt die Cigarettenasche auf. Kopf und Teller bilden eine Einheit, die durch Lösen der Befestigung k einfach abzunehmen und auszuwechseln ist. Während ein Satz Cigaretten abgeraucht wird, kann ein zweiter Rauchkopf bereits mit 60 Cigaretten „geladen“ werden. Die Zündung der Cigaretten erfolgt am einfachsten mit einer kleinen Sparflamme (Bunsenbrenner) oder mittels der dafür vorgesehenen Zündeinrichtung e. Sie besteht aus einem Gasrohr, das mit zwei Bohrungen für Sparflammen versehen ist (f und g). Diese sind so ausgerichtet, daß sie die Cigaretten berühren, die sich vor den Ansauglöchern befinden. Unter dem herrschenden Sog erfolgt die Zündung. An diesen beiden Flammen werden alle Cigaretten vorbeigeführt und gezündet. Nach erfolgter Zündung wird das Flammrohr ausgeschwenkt (s. Abb. 1 und 2).

Die Steuerung des Rauchkopfes ist so eingestellt, daß den Normalbedingungen (2 sec. Zugdauer, 1 Zug pro Minute) entsprochen wird. Sie kann, falls gewünscht, innerhalb gewisser Grenzen verändert werden. Zu diesem Zweck wird der Mitnehmernocken verändert. Die Volumensteuerung erfolgt über einen, auf die Apparatur geeichten Rotationsmesser zwischen Auswaschzylinder und Saugpumpe oder durch das Hubvolumen einer Kolbenpumpe.

Die Apparatur kann für die zeitgenaue und, bei Verwendung einer Kolbenpumpe, für die volumengenaue Rauchmethode verwendet werden. Sie kann mit 30 oder 60 Cigaretten in einer Tour gefahren werden. Werden 30 Cigaretten geraucht, so wird nur die untere Reihe der „künstlichen Lippen“ beschickt. Die obere Reihe ist durch ein geschlossenes Ventil vom Vakuum getrennt. Beim Veraschen von 60 Cigaretten in einem Ansatz werden jeweils 2 Stück gleichzeitig abgeraucht. Es ergeben sich hier u. U. geringe Differenzen im Abbrand, da der Zugwiderstand zweier Cigaretten nur zufällig gleich ist. Diese Abweichungen entsprechen aber durchaus den natürlichen Rauchbedingungen, die keinesfalls exakt sind. Für die meisten Fragestellungen ist eine Verfälschung der Ergebnisse daher nicht zu befürchten, so daß die volle Kapazität der Maschine ausgenutzt werden kann.

Der *Auswaschzylinder* m ist über ein flexibles Polyäthylenrohr mit dem Abrauchkopf verbunden. Ein zusätzlich verwendeter Faltenbalg l aus Kunststoff sichert diese Verbindung vakuumdicht.

Der gläserne Zylinder ist so dimensioniert, daß 7 bis 10 Cigaretten gleichzeitig abgeraucht werden können, ohne daß das Aerosol infolge Überbeanspruchung des Auswaschraumes durchschlägt und in die Pumpe gelangt. Er ist 400 mm lang und hat einen Durchmesser von 80 mm. Über dieses Innenrohr ist ein äußeres Rohr von 120 mm Durchmesser gezogen und mit in die Abschlußstücke eingepaßt. Zwischen beiden Rohren fließt eine Kühlflüssigkeit, die das im inneren Rohr befindliche Lösungsmittel kühlt. Im einfachsten Fall wird Wasser als Kühlflüssigkeit verwendet. Die nötigen Anschlüsse für Einfluß und Ablauf sind in die beiden metallischen Abschlußteile des Zylinders eingearbeitet. Ist eine stärkere Kühlung erforderlich, wird Kühlsole verwendet.

Im Inneren des Auswaschzylinders m befindet sich eine teflonisierte Schaufelwelle aus  $V_2A$ -Stahl, an der die Schaufelbleche befestigt sind. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die Bleche zu durchbohren. Angetrieben wird die Schaufelwelle durch einen Elektromotor r. Der Tourenzahl dieses Motors ist die Form und Stellung der Schaufeln anzupassen, um ein Optimum der Verteilung des Lösungsmittels im Auswaschzylinder zu erreichen. Dieses Optimum ist auch abhängig von der Menge des in den Zylinder eingefüllten Lösungsmittels, das daher gleichbleibend zwischen 250 und 300 ml betragen soll. Die Umdrehungszahl der Welle beträgt beispielsweise 1500 U/min. Sie ist durch Verwendung verschieden großer Riemenscheiben auf der Motor- und der Schaufelwelle zu verändern.

Am Rauchkopfende des Auswaschzylinders befindet sich im Abschlußteil n außer dem Raucheinlaß-Stutzen p und dem Wasserzufluß o noch ein Einlaß-Stutzen q, der durch einen Hahn normalerweise geschlossen ist. Durch diesen können ggf. Lösungsmittel, Schutzgas u. a. Stoffe in den Auswaschzylinder eingeführt werden.

Gegenüber liegt das Abschlußteil *s*, welches das Absaugrohr *t*, den Wasserauslaß *u* sowie einen Auslaß-Stutzen *v* mit Hahn zum Ablassen des Lösungsmittels bzw. der Teerlösung enthält, ebenfalls — wie das Gegenstück — in Swingmetall-Puffern oder Teflonlagern schwingungsfrei gelagert. Das Absaugrohr *t* ist durch eine doppelte Flüssigkeitsfalle gegen Übersaugen von Lösungsmitteln in die nachgeschaltete Waschflasche *w*, in der gas- und dampfförmig mitgerissene Bestandteile des Absaugstromes ausgefroren werden, gesichert. Der Auslaß-Stutzen *v* ist naturgemäß am tiefsten Punkt des Auswaschzylinders angesetzt, um die erhaltene Teerlösung nach Beendigung des Rauchens ohne große Um- und Abbauten der Apparatur einfach ablassen zu können.

Zum Schutz gegen Lichteinwirkung wird der Waschzylinder mit einem Metallmantel oder einer schwarzen Kunststoffmanschette umgeben, die leicht abnehmbar sind.

Als *Saugaggregat* können übliche, kontinuierlich saugende oder auch Kolbenpumpen verwendet werden. Sie werden ggf. über einen Strömungsmesser und über eine Ausfrierfalle mit dem Waschzylinder verbunden. Sie brauchen an dieser Stelle nicht weiter abgehandelt zu werden.

Einen Nachteil dieser Apparatur könnte das verhältnismäßig groß erscheinende Puffervolumen des 40 cm langen Auswaschzylinders darstellen. Dieses ist aber nicht wesentlich größer als das mancher anderer Maschinen und ist zudem noch in einfacher Weise durch eine entsprechende Steuerung über das Vorkvakuum zu kompensieren, so daß dem geforderten möglichst rechteckigen Zugprofil der Rauchkurve Rechnung getragen wird.

Die Vorteile der Apparatur sind demgegenüber die einfache und leicht zu bedienende Ausführung, die es gestattet, in relativ kurzer Zeit eine große Zahl von Cigaretten unter Normbedingungen abzuräumen und den Rauch in eine Lösung zu überführen. Da die Abrauchapparatur unmittelbar über dem Auswaschzylinder sitzt, ist nur ein kurzer Weg vom Cigarettenmundstück bis in den Waschzylinder zurückzulegen. Der Rauch ist somit in kürzester Frist bereits gelöst und vor weiterer Veränderung durch Solvation seiner Komponentenmoleküle und Verdünnung zunächst geschützt. Das schnelle Lösen des Aerosols im Lösungsmittel wird durch eine sehr feine Verteilung des letzteren im Zylinder durch die schnell rotierenden Schaufeln ermöglicht. Das Herauslösen von ausgefrorenen oder elektrostatisch niedergeschlagenen Tabakteeren aus ihren Auffanggefäßen, das Eindampfen und Auflösen in bestimmten Volumina und andere Arbeitsgänge können eingespart werden. (Arbeitskraftersparnis!)

Ein weiterer Vorteil ergibt sich aus der Verwendungsmöglichkeit des Waschzylinders als Reaktionsgefäß, worüber später berichtet wird.

Der Gehalt des Tabakteeres in der Lösung kann überschlagsmäßig aus der Anzahl der Cigaretten bestimmt werden, deren Rauch im Lösungsmittel aufgefangen wurde. Eine genaue Gehaltsbestimmung wird in einem, aus dem Waschzylinder entnommenen aliquoten Teil der Lösung durchgeführt.

*Schlußbemerkung:* Es wäre verfrüht, wollte man jetzt schon behaupten, daß der mit dieser Apparatur gewonnene Tabakteer bei der biologischen Testung andere Ergebnisse zeigen wird als die bislang untersuchten Teerpräparate. Jedoch ist dieses nach den vorhergehenden Ausführungen (s. 1. Mitt. Seite . . .) nicht unwahrscheinlich.

Auf jeden Fall haben die tierexperimentellen Befunde mit Teeren, die nach diesem Verfahren gewonnen wurden, zumindest für den Komplex der Carcinogenität eine ungleich größere Aussagekraft als frühere Befunde, bei denen als Ausgangsmaterial die mehr oder weniger stark veränderten Teere aus den bisher üblichen Rauchabscheidern eingesetzt wurden.

## ZUSAMMENFASSUNG

Da andere maschinelle Rauchabscheidungsvorrichtungen unseres Erachtens viel zu wenig die charakteristischen chemischen und physikalisch-chemischen Eigenschaften des Tabakteers und seiner Inhaltsstoffe berücksichtigen und demzufolge als Endprodukt keinen „nativen“ Teer ergeben, wurde eine neue Apparatur\* konstruiert, die im Gegensatz zu anderen Typen das Auffangen und Abscheiden des Tabakrauches in einem Lösungsmittel erlaubt. Dieses ist nach unseren Erfahrungen die bislang einzige, brauchbare Methode, um einen chemisch weitgehend unveränderten Tabakteer für biologische Testverfahren zu gewinnen.

\* Die Apparatur wurde unter Anleitung von Prof. Dr. F. Kröning und Dr. W. Rochus von Herrn W. Kröning gebaut

Das Auswaschen des Tabakrauches erfolgt in einem Auswaschzylinder durch das Lösungsmittel. Es fällt direkt eine entsprechend verdünnte Teerlösung an, die von Zeit zu Zeit abgelassen wird. Zu diesem Auswaschzylinder wurde eine passende Abrauchapparatur konstruiert, die als selbständiges Bauelement unmittelbar darüber liegt, so daß der Rauch auf kürzestem Wege in den Zylinder gelangt.

Die Gesamtapparatur ist in einen Rahmen aus Winkeleisen eingebaut und auf Swingmetall-Puffern schwingungsfrei gelagert. Mit ihr lassen sich in kurzer Zeit große Mengen von Cigaretten verrauchen.

#### SUMMARY

In our opinion mechanical smoke collection traps do not make sufficient allowance for the particular chemical and physico-chemical properties of tobacco tar and its constituents, and, therefore, do not produce the tar in its original state. For this reason a new apparatus has been designed which compared to other processes makes it possible to collect the tobacco smoke in a solvent. Our experience has shown that this is the only practicable method of producing a tobacco tar which as far as possible remains unchanged by chemical reactions and is suitable for biological tests.

The tobacco smoke is washed out by the solvent in a wash bottle and a suitably diluted tar solution is obtained which is drawn off intermittently. The specially designed smoking apparatus is separately mounted on top so that the smoke passes into the wash bottle by the shortest possible route.

The entire machine is built into a framework of angle iron and is mounted on vibration dampers to eliminate oscillation. It enables a large number of cigarettes to be smoked in a very short time.

#### RÉSUMÉ

Nous sommes d'avis que les dispositifs de piégeage de fumée de tabac utilisés ne tiennent pas assez compte des caractéristiques chimiques et physico-chimiques particulières du goudron de tabac et de ses matières de bases et en conséquence ne fournissent pas de goudrons „natifs“. Donc, un nouvel appareil a été développé qui, comparé aux autres méthodes, permet le piégeage de la fumée de tabac dans un solvant. D'après nos expériences c'est la seule méthode utilisable pour produire des goudrons largement inchangés par des réactions chimiques pour des recherches biologiques.

La fumée est dissoute dans un cylindre de lavage. On obtient une solution de goudron dûment atténuée qui est tirée à intervalles.

La machine à fumer construite pour ce cylindre de lavage constitue un élément de construction séparé monté directement au-dessus de manière que la fumée peut passer directement au cylindre. Le dispositif entier est monté dans un châssis en cornières et placé antivibratoirement sur des amortisseurs en caoutchouc. Il permet de fumer un grand nombre de cigarettes en peu de temps.

#### LITERATUR

1. Beitr. Tabakforsch. Heft 1, 11 (1961).

*Anschrift des Verfassers: Medizinische Forschungsanstalt der Max-Planck-Gesellschaft,  
Göttingen, Bunsenstr. 10*