

**Zeitschrift:** Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit

**Band:** 49 (1958)

**Heft:** 5

**Artikel:** Beitrag zur vergleichenden Analyse der Wirkung von Zigarettenfiltern

**Autor:** Eschle, K.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-982540>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 27.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

MITTEILUNGEN  
AUS DEM GEBIETE DER  
**LEBENSMITTELUNTERSUCHUNG UND HYGIENE**

VERÖFFENTLICHT VOM EIDG. GESUNDHEITSAMT IN BERN

Offizielles Organ der Schweizerischen Gesellschaft für analytische und angewandte Chemie

**TRAVAUX DE CHIMIE ALIMENTAIRE  
ET D'HYGIÈNE**

PUBLIÉS PAR LE SERVICE FÉDÉRAL DE L'HYGIÈNE PUBLIQUE À BERNE

Organe officiel de la Société suisse de chimie analytique et appliquée

---

ABONNEMENT:

Schweiz Fr. 17.— per Jahrgang (Ausland Fr. 22.—) Preis einzelner Hefte Fr. 3.— (Ausland Fr. 4.—)  
Suisse fr. 17.— par année (étranger fr. 22.—) Prix des fascicules fr. 3.— (étranger fr. 4.—)

---

BAND – VOL. 49

1958

HEFT – FASC. 5

---

**Beitrag zur vergleichenden Analyse der Wirkung  
von Zigarettenfiltern**

Von K. Eschle \*)

(Aus dem Laboratorium der Vereinigten Tabakfabriken AG, Neuenburg)

**I. Problemstellung**

Es sind nun schon einige Jahre vergangen, seitdem Filterzigaretten in grossem Umfange auf den Markt gelangt sind. In der Folge davon bemühte man sich, die Frage, inwiefern sie wirksam sind, quantitativ zu beantworten, indem genaue Definitionen und Methoden zur Erfassung der Filterwirksamkeit ausgearbeitet wurden. Es sei auf die grundlegenden Arbeiten von *Wenusch*<sup>1)</sup><sup>2)</sup>, *Decker* und *Girardet*<sup>3)</sup>, *Bradford*<sup>4)</sup>, *Baumberger*<sup>5)</sup>, *Wahl* und *Heil*<sup>6)</sup> und besonders von *Staub* und *Furrer*<sup>7)</sup> hingewiesen.

Es ist klar, dass die Filterwirksamkeit keine einwandfreie Bezugsgrösse darstellt, da verschiedene Tabake unterschiedliche Mengen «Teer» und Nikotin an den Hauptstromrauch abgeben, und es somit möglich ist, dass der Raucher in einem Falle trotz eines Filters von grosser Wirksamkeit mehr Nikotin und «Teer» in den Hauptstromrauch bekommt als in einem anderen Falle mit einem leichten Tabak und relativ unwirksamen Filter. Heute, da bereits eine grosse Zahl

---

\*) Jetzige Adresse: Techn. Chem. Inst. der ETH, Zürich

von verschiedenen Filtersorten mit den verschiedensten Tabaken kombiniert existiert, ist es ein besonderes Bedürfnis geworden, eine allgemein gültige Vergleichsbasis zu besitzen. Es ist daher in der vorliegenden Arbeit der Versuch unternommen worden, einerseits die geeignete allgemein gültige Bezugsgrösse zu definieren und andererseits eine möglichst präzise und für das Industrielabor einfache Methode zur analytischen Erfassung des Hauptstromrauches aufzustellen.

## II. Definition von vier charakteristischen Grössen über Filter, Filterzigaretten und Zigaretten im allgemeinen

Es handelt sich um die folgenden Grössen:

- a) Filterwirksamkeit
- b) Filterkennzahl
- c) spezifische Filterwirksamkeit
- d) spezifische Rauchkonzentration

Wir messen das Gewicht der Rauchinhaltstoffe im Hauptstromrauch von 10 Zigaretten, welche unter bestimmten im nächsten Kapitel näher skizzierten Bedingungen abgeraucht werden sollen.

Obwohl kondensierter Hauptstromrauch sich neben Unlöslichem aus wasserlöslichen und chloroformlöslichen Substanzen zusammensetzt, wird allgemein als sogenannter «Teer» nur der chloroformlösliche Teil erfasst, während im wasserlöslichen Teil in erster Linie das Nikotin bestimmt wird. Der Einfachheit halber beschränken wir uns im Folgenden auf das Nikotin als der bis heute physiologisch wichtigsten Substanz des Hauptstromrauches. Grundsätzlich gelten aber diese Ausführungen für jede andere chemisch eindeutig definierte Substanz oder Substanzmischung des Hauptstromrauches.

Der gestellten Aufgabe entsprechend definieren wir nun die oben genannten charakteristischen Grössen:

### *1. Untersuchung der Leistungsfähigkeit von Filtern als solchen*

Wir wollen uns vorderhand auf diese enge Fragestellung, wie sie etwa an den Filterfachmann herantreten kann, der zu entscheiden hat, welcher von zwei Filtern verwendet werden soll, beschränken. In diesem Falle leistet der Begriff der Filterwirksamkeit seine guten Dienste: Dazu vergleichen wir 10 Filterzigaretten mit 10 gleichlangen filterlosen Zigaretten. Wir werden normalerweise die Beobachtung machen, dass die gefundenen Nikotinmengen bei Filterzigaretten kleiner ausfallen als bei den entsprechenden filterlosen Zigaretten. Durch den Filter ist also eine Reduktion der Hauptstromrauchmasse bewirkt worden, welche wir zur Hauptstromrauchmasse der filterlosen Zigarette in Beziehung setzen. Dieses Verhältnis ausgedrückt in Prozenten ergibt die Filterwirksamkeit:

$$FW = \frac{O - F}{O} \cdot 100 \quad (1)$$

Dabei bedeuten:

FW = Filterwirksamkeit in % in bezug auf eine Substanz oder ein Substanzengemisch im Hauptstromrauch.  
 O = Gewicht der Substanz im Hauptstromrauch der filterlosen Zigaretten.  
 F = Gewicht der Substanz im Hauptstromrauch der Filterzigaretten.

Diese Zahl der Filterwirksamkeit besagt, um wieviele Prozent der Filter mehr an Hauptstromrauchmasse zurückbehält als das gleichlange Tabakstück. Meistens liegen die Werte der Filterwirksamkeiten in bezug auf Nikotin, chloroformlöslichem Teer usw. nicht sehr weit auseinander. Die Summe aller einzelnen Werte liefert manchmal einen guten Anhaltspunkt über die totale Leistungsfähigkeit eines Filters. Wir schreiben daher für die sogenannte Filterkennzahl FZ:

$$FZ = FW_1 + FW_2 + \dots + FW_n \quad (2)$$

1 = Nikotin 2 = chloroformlöslicher Teer 3 = Gesamtteer usw.

Die Filterwirksamkeit wurde in der älteren Literatur oft anders definiert. Sie drückte dabei wiederum in Prozenten das Verhältnis der im Filter zurückgehaltenen Menge Nikotin zur Gesamtmenge Nikotin, welche ohne den Filter in den Hauptstromrauch hätte gelangen können, aus. Dies bedingte eine modifizierte Analysentechnik, indem die Menge Nikotin im Filter durch Extraktion bestimmt werden musste. Zudem hatte man je nach Stummellänge noch eine gewisse Korrektur infolge des Nikotingehaltes des Tabakes anzubringen, weil normalerweise das Stummelstück vor dem Filter ebenfalls extrahiert wurde. Man bekam also:

$$FW = \frac{A}{A + B} \cdot 100 \quad (3)$$

A = Menge Nikotin im Filter = Beladung.  
 B = Menge Nikotin im Hauptstromrauch der Filterzigaretten.

Je nach Stummellänge des vor dem Filter liegenden unverrauchten Tabakstückes stimmen die so erhaltenen Resultate mit denjenigen der 1. Definition (Gleichung 1) überein. Die 2. Definition (Gleichung 3) hat den praktischen Vorteil, dass nur Filterzigaretten untersucht werden müssen.

Die Filterwirksamkeit könnte auch in anderer Weise, wie sie in den USA meist üblich ist, gemessen werden. Man könnte nämlich eine Standard-Zigarette von immer gleichbleibender Beschaffenheit aufstellen und damit alle vorkommenden Filter prüfen. Ob man nun den Versuch mit einer gleichlangen oder ungleichlangen Standard-Zigarette anstellt, ist an und für sich bedeutungslos. Es muss aber darauf aufmerksam gemacht werden, dass die Filterwirksamkeit auf verschiedenen Standard-Zigaretten gemessen unterschiedliche Resultate ergeben kann.

## 2. Untersuchung von verschiedenen Zigarettenmarken «mit» und «ohne» Filter

Wenn heute die Forderung nach einer Reduktion der momentanen und der totalen zur Verfügung stehenden bzw. aufgenommenen Menge Rauchsubstanzen aufgestellt wird, so genügt die eben definierte Massenfilterwirksamkeit nicht mehr, sobald verschiedene Zigarettenmarken – möge es sich nun um filterlose oder filterbehaftete Zigaretten handeln – auch in bezug auf ihre physiologische Wirkung beurteilt werden müssen.

Um die in erster Linie von Konzentration und Zeit abhängige Wirkung des Rauches irgendwie beschreiben zu können, definieren wir die folgenden zwei neuen Begriffe:

Erstens, die spezifische Filterwirksamkeit wird als das Verhältnis von Massenfilterwirksamkeit zur Konzentration des zur Diskussion stehenden Stoffes (z.B. Nikotin) im Hauptstromrauch der Filterzigaretten angesehen:

$$\text{spez. FW} = \frac{\text{FW}}{F} \quad (4)$$

Die spezifische Filterwirksamkeit hat nun die Eigenschaft, dass sie kleiner wird, je mehr Substanz in den Hauptstromrauch übertragen kann. Andererseits berücksichtigt diese Formel das Anwachsen der Filterwirksamkeit infolge des Verstopfens der Filterhohlräume, wenn mehr Tabak hintereinander verraucht wird.

Zweitens, als spezifische Rauchkonzentration RK wird das Verhältnis der im Hauptstromrauch von 10 Zigaretten auftretenden absoluten Menge der zur Diskussion stehenden Substanz (z.B. Nikotin) zum Gewicht des verrauchten Tabakes definiert. Wir sind uns bewusst, dass wir hier einen kleinen, aber vernachlässigbaren Fehler begehen, indem streng genommen die während der Zugdauer oder sogar die pro Einzelzug verrauchte Tabakmenge verwendet werden müsste. Wir schreiben in einer Formel:

$$\text{für filterlose Zigaretten: } RK = \frac{O}{G} \quad (5)$$

und

$$\text{für Filterzigaretten: } RK = \frac{F}{G} \quad (6)$$

Diese spezifische Rauchkonzentration setzt nun die Stärke der Zigaretten in ein ganz bestimmtes Verhältnis zur Wirkungszeit, zu welcher die verrauchte Menge Tabak angenähert proportional sein dürfte. Je kleiner die spezifische Rauchkonzentration ist, umso kleiner dürfte auch die physiologische Wirkung sein. Damit lassen sich nun Zigaretten der verschiedensten Dimension, Stopfung, Feuchtigkeit, Tabaksorte, seien sie mit oder ohne Filter versehen, auf Grund einer allgemein gültigen Vergleichsbasis beurteilen.

Tabelle 1 gibt ein Bild über RK-Werte einzelner Zigarettenarten verglichen mit Absolutzahlen pro Zigarette.

*Tabelle 1*

*RK-Werte und Absolutwerte für Mengen von Nikotin und chloroformlöslichem Teer im Hauptstromrauch verschiedener Zigarettenarten*

Zigarettenart	Nikotin in mg pro Zigarette	RK Nikotin	Chloroformlöslich. Teer in mg pro Zigarette	RK chloroformlöslich. Teer
American Blend I	4,87	0,66	42,3	0,58
American Blend II	5,30	0,51	57,0	0,54
Orient I	3,49	0,45	49,4	0,63
Orient II	2,61	0,29	42,4	0,47
Schwarz	2,85	0,35	56,1	0,70

### III. Methode zur Messung der Substanzmengen im Hauptstromrauch

#### *1. Prinzip*

Wir beschränken uns für unsere Zwecke auf die analytische Erfassung des Nikotins – als der physiologisch wichtigsten Substanz im Tabakrauch – und des chloroformlöslichen Teiles des Gesamttees im Hauptstromrauch von 10 Zigaretten. Wir unterwerfen jeweils diese 10 Zigaretten einem genau definierten Abrauchprozess, der in erster Linie reproduzierbar und erst in zweiter Linie dem natürlichen Rauchvorgang möglichst entsprechend sein soll. Je nach der Fragestellung richten wir unser praktisches Vorgehen ein. Handelt es sich darum, nur die Frage der Wirksamkeit von verschiedenen Filtern abzuklären, so müssen filterlose und filterbehaftete Zigaretten – wenigstens was das Tabakstück anbelangt – genau gleich beschaffen sein. Es sollte auf gleiche Dimensionen, gleiches Tabakgewicht, gleiche Feuchtigkeit, gleichen Luftwiderstand, gleiche Tabaksorte und gleiche Stummellänge geachtet werden, damit zeitlich differenziert bei beiden Typen die gleiche Masse an Hauptstromrauch gebildet wird.

Wollen wir aber die spezifische Rauchkonzentration erfassen, so handelt es sich darum, eine möglichst gute Durchschnittsprobe der im Handel vorkommenden Zigaretten zu haben.

#### *2. Vorbereitung der Zigaretten*

##### *a) Zur Bestimmung der Filterwirksamkeit*

Aus einer genügend grossen Zahl von Filterzigaretten (mindestens 200 Stück) werden 30 Zigaretten mit dem angenähert gleichen Gewicht (Klassenbreite 20 mg) und gleichen Luftwiderstand (1–2 mm Wasser Toleranz) assortiert. Davon werden 10 Zigaretten für das Abrauchen bestimmt. Die restlichen 20 Zigaretten werden dazu verwendet, 10 filterlose Zigaretten herzustellen. Mit Hilfe eines rasch rotierenden Kreismessers in einer geeigneten Schnittdüse werden die

Mundstücke abgeschnitten und die Tabakstücke an den frisch geschnittenen Enden mit einem durchsichtigen Scotchband zusammengesetzt. Die so erhaltenen 10 Zigaretten werden auf die gleiche Länge der Filterzigaretten abgeschnitten. Sodann wird bei Filter- und filterlosen Zigaretten eine Stummelmarke bei 20 mm angebracht. Die so zubereiteten Zigaretten werden darnach mindestens 3 Tage lang in einem mit Schwefelsäure von der Dichte 1,25 beschickten Exsiccator auf eine angenähert gleiche Feuchtigkeit konditioniert. Versuche über die Wasser- aufnahme- bzw. -abgabefähigkeit von Tabak haben uns gezeigt, dass das Gleichgewicht sich nur nach langer Zeit (etwa 2 Wochen) einstellt und, je nachdem man von der Adsorptions- oder von der Desorptionsseite ausgeht, ein verschiedenes Ausmass annimmt. Seit Abschluss dieser Arbeiten wurde die weitaus schnellere Methode mit einer gesättigten Lösung von Kalziumnitrat mit Bodenkörper angewendet.

b) *Zum Vergleich der verschiedenen Zigarettenarten*

Hier handelt es sich darum, einerseits ein gutes Durchschnittsmuster zu haben und andererseits das Gewicht des verrauchten Tabakes zu kennen. Wir verweisen dazu auf die Methode von *Staub* und *Furrer*<sup>7)</sup>.

3. *Abrauchapparatur und Abrauchcharakteristika*

Wir möchten zwei Teile an der Abrauchapparatur auseinanderhalten: erstens den Rauchaspirationsteil und zweitens den Rauchabsorptionsteil. Was die Rauchaspiration bzw. die Raucherzeugung anbelangt, so können wir feststellen, dass die von *Staub* und *Furrer* vorgeschlagene elektronisch gesteuerte Apparatur<sup>7)</sup> zweckmäßig arbeitet. Wir haben denselben Apparat in etwas komplizierterer Ausführung für unsere Versuche benutzt.

Was den Absorptionsteil anbelangt, so haben wir anfänglich ebenfalls Gaswaschflaschen mit Fritten, welche mit verdünnter Schwefelsäure und Chloroform gefüllt waren, verwendet. Wir mussten aber im Laufe der zahlreichen Versuche feststellen, dass deren Glasfritten sich leicht verstopften und damit eine Veränderung des Rauchvorganges bewirken konnten, die zu groben Fehlern Anlass bot.

Wir haben daher ein auf der elektrostatischen Abscheidung nach Cottrell beruhendes System entwickelt, welches im Prinzip schon von *Baumberger*<sup>5)</sup> im Jahre 1923 beschrieben worden ist. Unser Apparat sei im folgenden genauer geschildert:

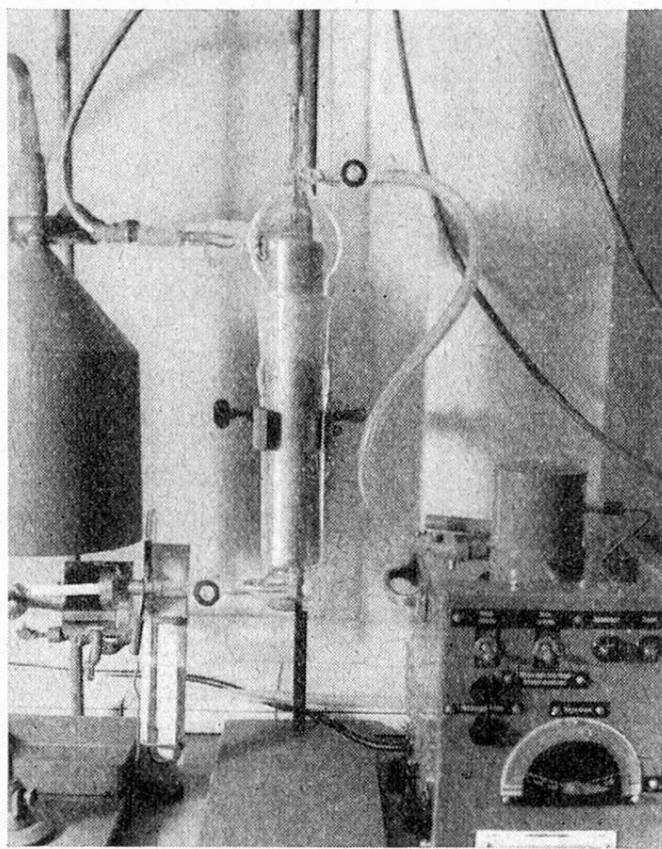


Fig. 1  
Rauchabsorptionsteil der Abrauchapparatur

Als Kathode zum Auffangen der positiv ionisierten Partikeln dient ein Aluminiumrohr von der Stärke 1 mm (Länge etwa 25 bis 30 cm und dem Durchmesser 4 cm). Als Sprühelektrode dient ein 0,5 mm dicker Wolframdraht. Das Ganze ist in eine Glasapparatur \*) eingesetzt, welche sich mittels Schliffen leicht auseinandernehmen lässt. Die Wolframdrähte sind ebenfalls in Schliffstöpsel eingeschmolzen. Oben und unten an der Glasapparatur befinden sich Hahnen mit grosser Bohrung. Der Rauch tritt von unten her durch ein Glasrohr, welches etwa 1 cm über dem untern Rand innerhalb des oben und unten abgebördeten Aluminiumrohres mündet.

Zwischen den beiden Polen wird eine Spannung von 12 000 Volt angelegt. Bei dieser Spannung und den erwähnten Dimensionen des Rohres wird kein Durchschlag erfolgen. Als Hochspannungsgenerator \*\*) diente ein Gerät, welches den Wechselstrom hochtransformiert, mittels Trockengleichrichter gleichrichtet und zudem noch glättet.

\*) hergestellt von der Firma A. Dumas, Zürich

\*\*) geliefert von der Firma Elektroapparatebau, Courtelary

Vom oberen Ausgang der Glasapparatur führt ein Schlauch zur Rauchmaschine. Das untere Rauchzuführungsrohr ist über ein Quecksilbermanometer mit dem Zigarettenhalter verbunden. Mit der in Fig. 1 ersichtlichen Metallglocke wird der Nebenstromrauch durch Vakuumabsaugung aufgefangen.

In den von uns entwickelten Zigarettenhalter, der übrigens geerdet sein muss, können die Zigaretten mühelos und bei vollkommener Dichtigkeit eingesteckt werden. Er besteht im wesentlichen aus einer Aluminiumfassung mit Deckelschraube, in welche ein dünnes perforiertes Gummiblättchen eingespannt werden kann.

Wir unterscheiden die folgenden Abrauchcharakteristika:

Durch den Mund des Rauchers, bzw. die Rauchmaschine, wird ein Vakuum erzeugt, welches sich zeitlich gesehen auf eine ganz bestimmte Weise entwickelt. Es wird sich anfänglich sehr rasch einem Höchstwert nähern, um dann mehr oder weniger rasch auf den Wert Null zurückzukehren. Die Wiedergabe dieser zeitlichen Abhängigkeit des Vakuums wäre in der Tat das physikalisch genaueste Charakteristikum des Rauchvorganges. Leider ist die Messung von so kleinen Zeitabständen mit grossem technischem Aufwand verbunden. Man begnügt sich daher mit der Angabe des Spitzenwertes dieser Kurve und bezeichnet diesen Wert als Unterdruck. Dieser liegt, soll er dem natürlichen Rauchvorgang entsprechen, bei 10 bis 20 mm Quecksilbersäule. Da die Druck-Zeit-Messung nicht genau erfolgen kann, fordern wir, dass das Abrauchvolumen wenigstens immer konstant sein soll. Dieses soll nach der Methode von *Staub* und *Furrer*<sup>7)</sup> gemessen 40 cm<sup>3</sup> betragen. Die Saugzeit (Zugdauer) stellen wir auf 2 Sekunden. Das Intervall zwischen den Zügen haben wir auf 15 Sekunden festgelegt. Die Geschwindigkeit des Kolbens wird so eingestellt, dass eine effektive Saugzeit von 2 Sekunden entsteht. Je nach Widerstand in der Zigarette wird sich dann ein kleinerer oder grösserer Unterdruck einstellen. Im allgemeinen haben wir so mindestens 10 mm Quecksilber erreicht. Die Feuchtigkeit im Raume betrage stets etwa 60 %, und die Temperatur soll möglichst konstant bleiben.

#### 4. Analyse von Nikotin und chloroformlöslichem Teer im Hauptstromrauch

##### a) mit Gaswaschflaschen

Diese werden mit je 50 cm<sup>3</sup> 0,1 n Schwefelsäure und 50 cm<sup>3</sup> Chloroform beschickt. Nach Abrauchen von 10 Zigaretten werden die braungefärbten Lösungen beider Gaswaschflaschen zusammen mit den Waschlösungen, die pro Flasche nicht mehr als 30 cm<sup>3</sup> Schwefelsäure und 30 cm<sup>3</sup> Chloroform betragen sollen, im Scheidetrichter gut durchmischt und nach einer halben Stunde abgetrennt. Man tut gut daran, die Trennung der beiden Phasen nicht zu lange hinauszuschieben, weil die Polymerisation der Teerphase sonst merklich vergrössert wird.

Die Chloroformphase wird anschliessend auf dem Wasserbade eingedampft. Der warme sirupartige Teer wird nun auf der Innenseite des Kölbchens gleichmässig verteilt und dieses nach dem Abkühlen unter dem Wasserhahn während

5 Minuten am Wasserstrahl-Vakuum evakuiert. Anschliessend wird während 30 Minuten bei 103 Grad C getrocknet, im Exsiccator ausgekühlt und zurückgewogen. Es sei speziell darauf hingewiesen, dass der Teer gerne Wasser einschliesst, welches sich auch unter drastischeren Bedingungen nicht entfernen lässt. Daraus können grobe Fehler entstehen. Es muss daher besonders auf die saubere Abtrennung der Chloroform- von der wässerigen Phase geachtet werden.

Die wässerige Phase wird mit konzentrierter Natronlauge neutralisiert und nach Zugabe von 10 g Kaliumkarbonat und 50 g Kochsalz der Wasserdampfdestillation unterworfen. Eine Abfiltrierung des Flugstaubes hat sich als nicht notwendig erwiesen. Das Nikotin wird im Destillat nach der von *Staub* und *Furrer*<sup>7)</sup> beschriebenen Methode mit Kieselwolframsäure bestimmt.

b) *nach dem elektrostatischen Trockenabscheidungsverfahren*

Nach dem Abrauchen der 10 Zigaretten wird der Cottrell-Apparat zweimal mit 100 cm<sup>3</sup> Chloroform und ein drittes Mal mit 100 cm<sup>3</sup> Chloroform plus 2 cm<sup>3</sup> Methanol ausgespült. Zu den vereinigten Lösungen wird alsdann 200 cm<sup>3</sup> 0,1 n Schwefelsäure zugegeben. Während einer Minute wird geschüttelt. Nach 30 Minuten erfolgt die Trennung der beiden Phasen und die Aufarbeitung derselben in der oben beschriebenen Weise.

#### IV. Messungen

Wir beschränken uns im Folgenden auf die Wiedergabe einiger Diagramme, welche die Abhängigkeit der Filterwirksamkeit von einigen wichtigen Einflussgrössen zum Ausdruck bringen und damit die Wahl einer bestimmten Standard-Methode des Abrauchens umfassender beleuchten sollen. Wir sind uns bewusst, dass dieses Gebiet keineswegs erschöpfend behandelt wurde.

## 1. Einfluss des Saugvolumens auf die Filterwirksamkeit

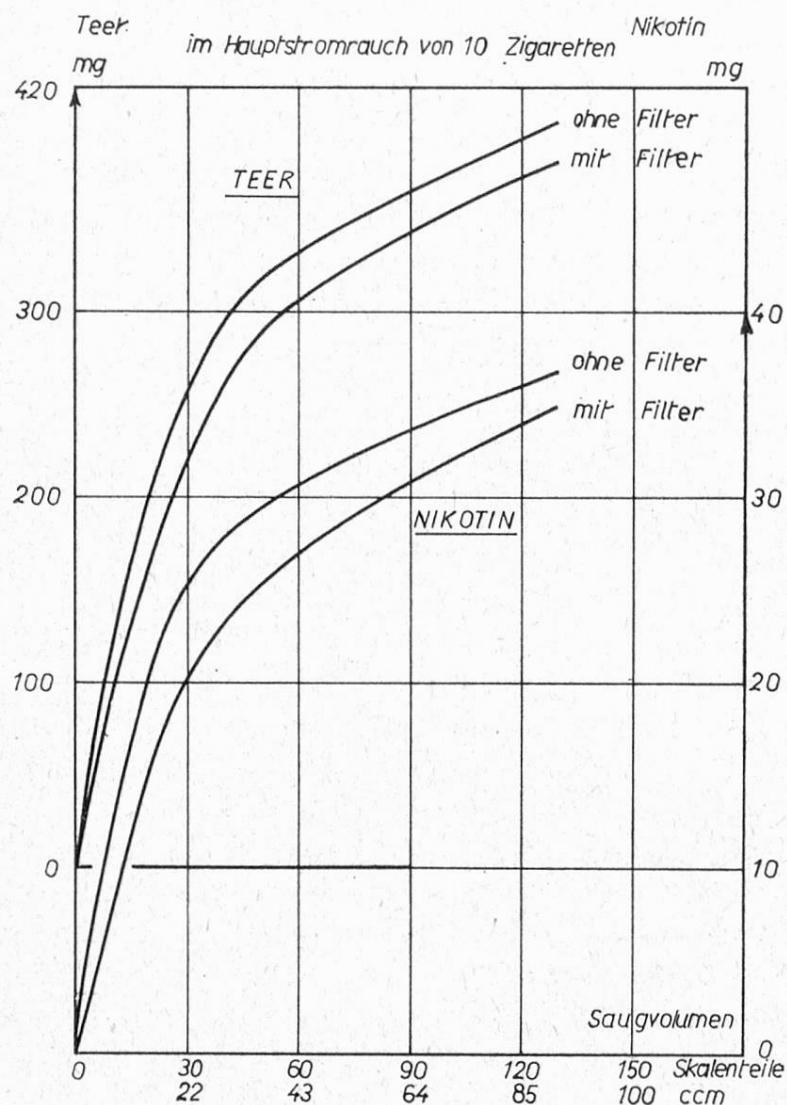


Fig. 2  
Einfluss des Saugvolumens  
auf die Teer- und Nikotinmengen  
im Hauptstromrauch

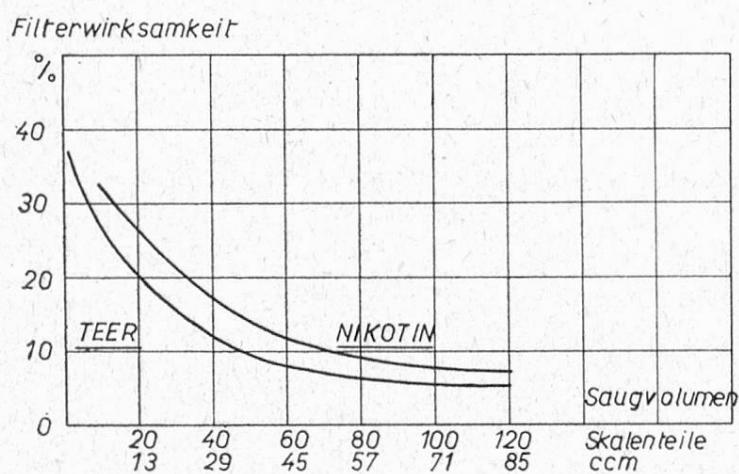


Fig. 3  
Einfluss des Saugvolumens auf  
die Filterwirksamkeit

Wie es zu erwarten war, nimmt die Filterwirksamkeit mit der Vergrösserung des Saugvolumens bzw. der Strömungsgeschwindigkeit rasch ab, da die kinetische Energie zu gross wird, als dass die Teilchen sich noch auf dem Filtermaterial absetzen könnten.

## 2. Einfluss des Saugintervales auf die Filterwirksamkeit

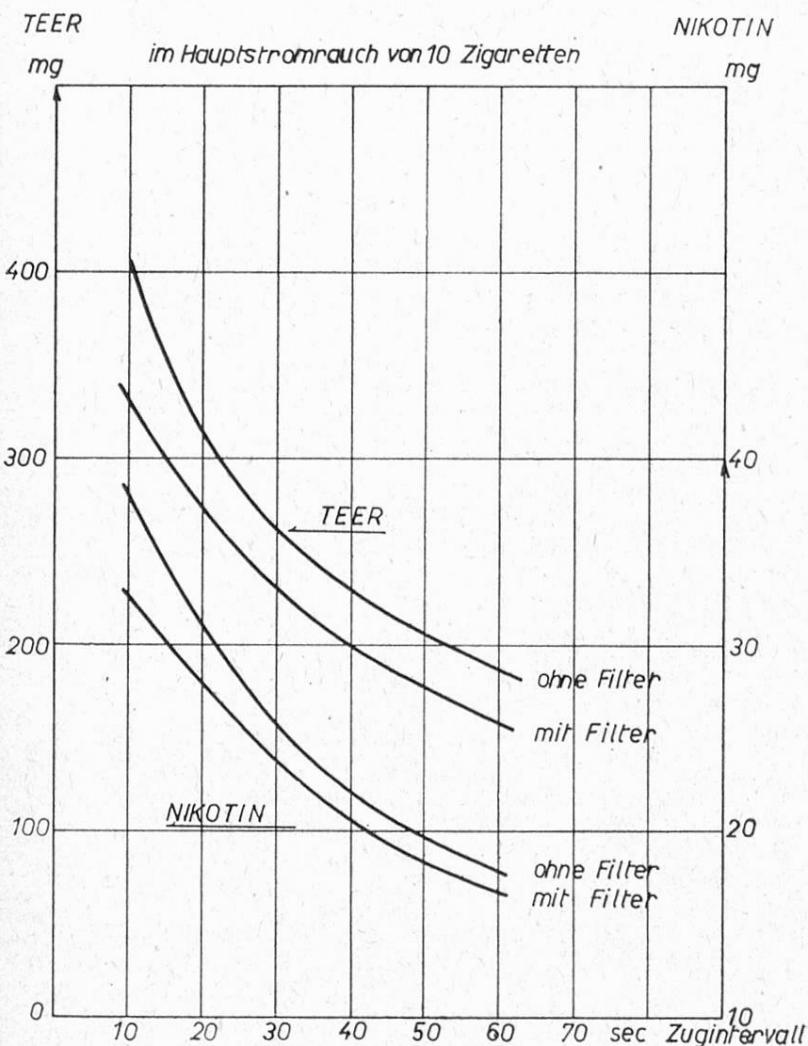


Fig. 4  
Einfluss des Saugintervales  
auf die Teer- und Nikotinmengen  
im Hauptstromrauch

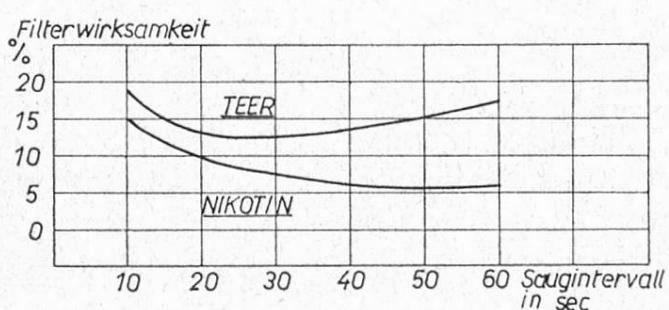


Fig. 5  
Einfluss des Saugintervales auf  
die Filterwirksamkeit

Wenn man bedenkt, dass beim kleinsten Saugintervall 10 Rauchzüge mehr als beim grössten vorhanden sind, so stellt man fest, dass bei Häufung der Rauchzüge wohl infolge Verstopfung der Hohlräume die Filterwirksamkeit rasch ansteigt.

### 3. Einfluss der Filterlänge bzw. des Luftwiderstandes auf die Filterwirksamkeit

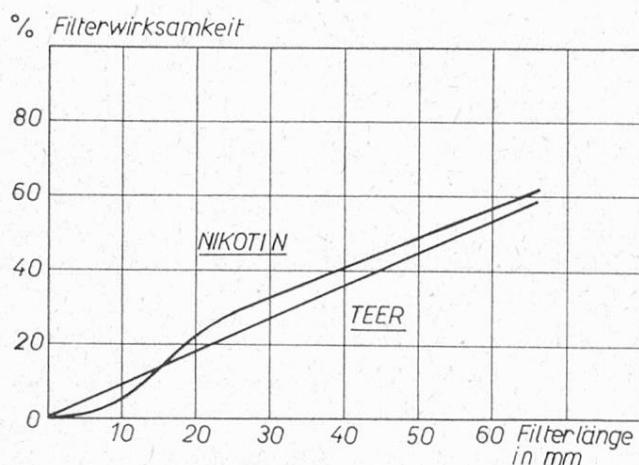


Fig. 6  
Einfluss der Filterlänge auf die Filterwirksamkeit

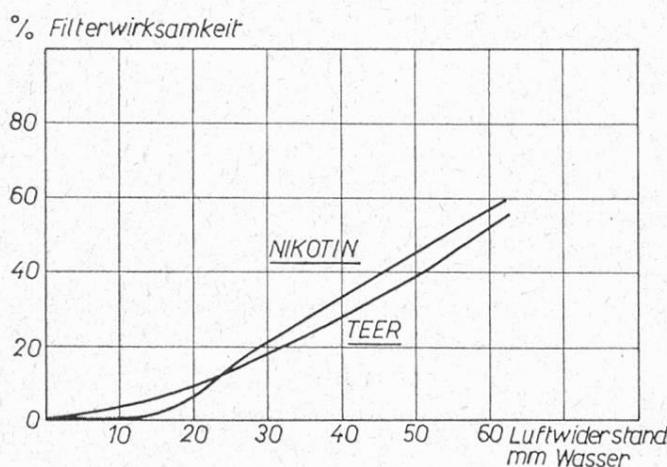


Fig. 7  
Einfluss des Luftwiderstandes der Filter auf deren Wirksamkeit

Interessant ist die direkte Proportionalität zwischen Filterwirkung und Filterlänge. Dies deutet auf eine rein mechanische Siebwirkung hin, da Filterlänge und wirksame Oberfläche gleichmässig miteinander ansteigen und eine ins Gewicht fallende Adsorption bei den gegebenen Hohlraumverhältnissen ausgeschlossen ist.

Leider lassen sich diese Versuchsreihen, die durchwegs mit dem elektrostatischen Trockenabscheidungsverfahren durchgeführt wurden, nicht untereinander vergleichen, da jedesmal neue Zigaretten ausgewählt wurden.

*4. Vergleich der beiden Rauchabsorptionsverfahren,  
d.h. der Nassabsorption und der elektrostatischen Trockenabscheidung.  
Reproduzierbarkeit der letzteren:*

Die Einstellung der Rauchapparatur für diese Versuche war die folgende:

Glasfritten		Elektrofilter
88	Volumen (Skalenteile)	56
15	Intervall (Sekunden)	15
2	Zugdauer (Sekunden)	2
4,5	Kolbengeschwindigkeit	5,4
22	Temperatur (Grad C)	22
50—60	relative Feuchtigkeit (%)	50—60
18	Unterdruck (mm Hg)	10

a) *Gaswaschflaschen mit Fritten*

*Tabelle 2*

	Teer in mg	Nikotin in mg
ohne Filter mit Filter	556 510	28,3 26,0
Filterwirksamkeit (%)	8	8

b) *Elektrofilter*

*Tabelle 3*

	Teer in mg	Nikotin in mg
ohne Filter mit Filter	469 435	32,7 29,6
Filterwirksamkeit (%)	9	9

c) Reproduzierbarkeit der Resultate des Elektrofilters

Tabelle 4

	Teer in mg	Nikotin in mg
ohne Filter	473	30,7
ohne Filter	443	31,6
ohne Filter	466	32,5
ohne Filter	468	30,8
ohne Filter	497	36,6
ohne Filter	467	34,0

Interessant ist der Befund, dass beim Elektrofilter durchwegs tiefere Werte für Teer gefunden werden als bei den Glasfritten. Hingegen die Nikotinwerte sind höher.

Im übrigen ist der immer noch erhebliche Fehler zu beachten, der trotz ge nauesten Arbeitens noch vorhanden ist.

Zusammenfassung

Es wurden die Begriffe der Filterwirksamkeit, Filterkennzahl, spezifischen Filterwirksamkeit und der spezifischen Rauchkonzentration genau definiert. Dabei stellte es sich heraus, dass der Begriff der Filterwirksamkeit bei Untersuchungen über Filter als solche verwendet werden kann und dass beim Vergleich von verschiedenen Zigaretten sorten – ob mit oder ohne Filter bleibe dahingestellt – einzig der Begriff der spezifischen Rauchkonzentration eine vernünftige Vergleichsbasis schafft.

Sodann wurde zur Rauchabscheidung ein neues auf dem elektrostatischen Cottrell- Prinzip beruhendes Verfahren entwickelt und beschrieben. Damit wird der grosse Wider stand, welcher in den Glasfritten der Gaswaschflaschen produziert wird, umgangen, und es können dem natürlichen Rauchvorgang entsprechendere Bedingungen geschaffen werden.

Durch die Wiedergabe einiger Diagramme, welche den Einfluss von verschiedenen Faktoren auf die Filterwirksamkeit darstellen, beabsichtigten wir, auf die unbedingte Notwendigkeit, eine Standard-Methode für das automatische Abrauchen von Zigaretten zu schaffen, hinzuweisen.

Résumé

On a établi les définitions de l'efficacité du filtre, le chiffre significatif du filtre, l'efficacité spécifique du filtre et la concentration spécifique de la fumée. Ainsi on a vu que la définition de l'efficacité du filtre peut être employé avec succès dans les examina tions des filtres proprement-dits et que seule la définition de la concentration spécifique de la fumée peut procurer une base raisonnable lors d'une comparaison des diverses sortes de cigarettes sans ou avec filtre.

On a également développé et décrit un nouveau système d'absorption de la fumée qui se base sur le système électrostatique de Cottrell déjà bien connu. Ainsi on arrive à éviter la grande résistance d'air produite dans les verres frittés des flacons-laveurs tout en créant des conditions plus semblables à celles d'un fumeur.

Par la publication de quelques diagrammes montrant l'influence de quelques facteurs sur l'efficacité du filtre nous avons eu l'intention de stipuler la nécessité absolue de créer une méthode standard pour fumer automatiquement.

### Summary

We have established the definitions of filter efficiency, specific number of filter, the specific efficiency of filter and the specific concentration of smoke. Though we were able to show that the definition of filter efficiency is only useful for examining filters alone and that in the case of comparing cigarettes – with or without filters – only the definition of specific concentration of smoke can furnish a reasonable base.

We have also developed and described here a new system of smoke absorption which is based on the well-known electrostatic system of Cottrell. By doing this we were able to avoid the great resistance of air (pressure drop) in the absorption train and to create conditions which were more similar to those of a smoker.

By the publication of diagrams showing the influence of some factors on the filter efficiency we had the intention to point out the absolute necessity of creating a standard method for smoking cigarettes automatically.

### Literatur

- 1) *A. Wenusch*, Chem. Ztg. **58**, 206, (1934).
- 2) *A. Wenusch*, Der Tabakrauch (A. Geist, Bremen), (1939).
- 3) *C. Decker und A. Girardet u.a.* Mitt. **46**, 178, (1955).
- 4) *J. A. Bradford*, Ind. Eng. Chem. **28**, 836, (1936).
- 5) *J. P. Baumberger*, J. of Pharm. **21**, 23 (1923).
- 6) *Wahl und Heil*, Tabak-Forschung, Sonderheft 16 (1953).
- 7) *Staub und Furrer*, Mitt. **48**, (2), 94, (1957), enthält weitere Literaturangaben.