



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 661 126 A5

⑤① Int. Cl.⁴: G 01 N 7/14
A 24 C 5/345

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳① Gesuchsnummer: 2998/82

⑳② Anmeldungsdatum: 13.05.1982

⑳③ Priorität(en): 13.05.1981 GB 8114553

⑳④ Patent erteilt: 30.06.1987

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 30.06.1987

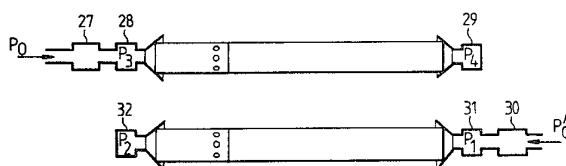
⑦③ Inhaber:
British-American Tobacco Company Limited,
London SW1 (GB)

⑦② Erfinder:
Milner, John Kendell, Wimborne/Dorset (GB)
Dagnall, Roger Barrie, Lymington/Hants (GB)

⑦④ Vertreter:
Kirker & Cie SA, Genève

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Prüfen von stangenartigen gasdurchlässigen Gegenständen.

⑤⑦ Zum Prüfen der Luftdurchlässigkeit von Zigarettenhüllen von Zigaretten mit Filter und mit Ventilationsperforationen im Bereich des Filters wird in einer ersten Prüfstation das vordere Zigarettenende mit Druckluft (P_0) beaufschlagt und hierbei der Druck am filterseitigen Ende (P_2) gemessen, das im wesentlichen luftdicht abgeschlossen ist. In einer zweiten Prüfstation wird das filterseitige Ende mit Druckluft (P_0) beaufschlagt und hierbei der Druck am vorderen Ende (P_4) gemessen, das im wesentlichen druckdicht abgeschlossen ist. Aus den beiden Druckwerten (P_2 , P_4) lässt sich die Stelle errechnen, an der Luft aus der Zigarettenhülle austritt. Liegt diese Stelle nicht im Bereich der Perforationen, wird eine solche Zigarette ausgeschieden.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Prüfen von einem stangenartigen, gasdurchlässigen Gegenstand mit einem ersten Ende, einem zweiten Ende und einer gasdurchlässigen Umhüllung, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Gasströmungszustand durch den Gegenstand erzeugt wird, wobei vom ersten Ende eine erste Stangenportion und vom zweiten Ende eine zweite Stangenportion sich bis zu einem äquivalenten Ventilationspunkt ausdehnen, welcher derart definiert ist, dass eine Einströmung durch die Umhüllung, auch wenn sie verteilt ist, durch eine äquivalente einzige Strömung am äquivalenten Ventilationspunkt dargestellt werden kann, dass beim erzeugten Gasströmungszustand das Verhältnis der Strömungswiderstände der ersten Stangenportion und der zweiten Stangenportion bestimmt wird und angezeigt wird, wenn das Verhältnis ausserhalb eines Sollwertbereiches liegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Gegenstände, bei denen das Verhältnis ausserhalb des Sollwertbereiches liegt, ausgeschieden werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Gasdurchfluss durch den Gegenstand von einem zum anderen Ende erzeugt wird, während ein Durchfluss durch die Umhüllung unterbunden wird, und hierbei die Druckwerte am einströmseitigen und am ausströmseitigen Ende des Gegenstands und am äquivalenten Ventilationspunkt erfasst werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ende des Gegenstands im wesentlichen gasdicht verschlossen wird, am anderen Ende des Gegenstands ein Gasdurchfluss erzeugender Druck angelegt wird und die Druckwerte an den beiden Enden des Gegenstands erfasst werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das eine Ende des Gegenstands nicht verschlossen ist, am anderen Ende ein Gasdurchfluss erzeugender Druck angelegt wird und dieser Druck erfasst wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem ersten Gasströmungszustand das eine Ende des Gegenstands nicht verschlossen ist am anderen Ende des Gegenstands ein Gasdurchfluss erzeugender Druck angelegt wird und hierbei die Volumendurchflüsse durch das andere Ende und durch die Umhüllung erfasst werden, sodann ein zweiter Gasströmungszustand erzeugt wird, bei welchem das andere Ende des Gegenstands nicht verschlossen ist, ein Gasdurchfluss erzeugender Druck am einen Ende des Gegenstands angelegt wird und hierbei die Volumendurchflüsse am einen Ende und durch die Umhüllung erfasst werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der stangenartige Gegenstand eine Filterzigarette ist.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch eine Prüfstation, welcher die Gegenstände aufeinanderfolgend durch eine Zuführstation zuführbar sind, ferner durch ein Abdichtungselement, mit welchem ein Ende des jeweiligen Gegenstands in der Prüfstation im wesentlichen gasdicht verschliessbar und das andere Ende des Gegenstandes mit einer Gasleitung verbindbar ist, welche Gasleitung mit einer einen Gasstrom erzeugenden Gasquelle verbunden ist und durch Druckmessvorrichtung zum Messen der Drücke an den beiden Enden des Gegenstandes

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch eine weitere Prüfstation, wobei durch die Zuführstation die Gegenstände aufeinanderfolgend dieser weiteren Prüfstation zuführbar sind, bei der das andere Ende des jeweiligen Gegenstandes durch eine Abdichtung im wesentlichen gasdicht verschliessbar und das eine Ende des Gegenstandes mit

einer Gasleitung verbindbar ist, welche Gasleitung mit einer einen Gasstrom erzeugenden Gasquelle verbunden ist und durch Druckmessvorrichtungen zum Messen der Drücke an den beiden Enden des Gegenstandes.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das eine Ende des jeweiligen Gegenstands gasdurchlässig gehalten ist, dieser Ende mit mittels Druck einen Gasstrom erzeugenden Mitteln verbunden ist, ein die Umhüllung des Gegenstandes umschliessendes gasdichtes Gehäuse vorgesehen ist, und die Druckmessvorrichtungen die Druckdifferenz zwischen den beiden Enden erfasst und eine weitere Druckmessvorrichtung zum Messen des im Gehäuse herrschenden Drucks vorgesehen ist.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Prüfen von stangenartigen gasdurchlässigen Gegenständen, wie beispielsweise von Zigaretten, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäss der Oberbegriffe der Patentansprüche 1 und 8.

Der Ventilationswert einer Zigarette während des Rauchens wird definiert als derjenige Anteil des Rauch-Luftgemisches, welches vom Mundende der Zigarette abgezogen wird, der repräsentiert wird durch die Luft, welche in die Zigarette durch deren Umhüllung gesaugt wird. Um einen Luftzutritt von Ventilationsluft in die Zigarette zu ermöglichen, wird für die Zigarettenhülle ein luftdurchlässiges Material verwendet und/oder es werden Ventilationsperforationen vorgesehen. Zum Zwecke der Qualitätskontrolle bei der Herstellung solcher Zigaretten wird ein Ventilationswert für nicht brennende Zigaretten festgelegt. Wird ein Luftstrom durch die Länge der Zigarette in Richtung des Mundendes erzeugt, dann ist es möglich, den Ventilationswert V zu ermitteln und zwar als Verhältnis Q_v/Q_d , wobei der Volumenstrom Q_v derjenige ist, der in einen die Zigarettenhülle umgebenden Raum fliesst und Q_d der Volumenstrom oder Volumendurchfluss ist, welcher vom Mundende der Zigarette abgezogen wird. Der Ventilationswert V stellt also das Verhältnis Q_v/Q_d dar. Es ist bekannt, diesen Wert zu erfassen. Die Luft, welche in die und aus der Zigarette fliesst, kann anhand einer elektrischen Analogie dargestellt werden. Die in Fig. 1 dargestellte Zigarette weist lediglich einen Ventilationsluftstrom auf, der durch den Perforationsring hindurch geht, welcher sich im vorderen Teil der Filterumhüllung befindet. In Fig. 1 bedeutet R_u den Luftströmungswiderstand, der von der Tabaksäule und demjenigen Teil des Filters ausgeht, der vor den Ventilationsperforationen liegt. Der Luftströmungswiderstand desjenigen Teils des Filters, der sich zwischen den Ventilationsperforationen und dem mundseitigen Filterende befindet, ist mit R_d bezeichnet. Der Luftströmungswiderstand, den die Ventilationsperforationen ausüben, sowie, falls vorhanden, der von der darunterliegenden luftdurchlässigen Filterhülle ausgeht, ist mit R_v bezeichnet.

Da die Luftströme Q_u und Q_v jeweils von Umgebungsluft ausgehen, können die Widerstände R_u und R_v als parallelgeschaltet angesehen werden. Die sich dann ergebende elektrische Analogie ist in Fig. 2 dargestellt.

Bei diesem Schaltkreis kann der Ventilationswert V ausgedrückt werden durch folgendes Verhältnis der Widerstände:

$$\frac{R_u}{R_v + R_u}$$

Es ist zu bemerken, dass der Ventilationswert unabhängig ist von dem stromabwärtsliegenden Widerstand R_d .

Falls bei einer Filterzigarette zusätzlich zu einem Ventilationsstrom Q_v in das Filter ein weiterer Lufteintritt Q_{v1} in die Tabaksäule austritt, dann ergibt sich ein elektrischer analoger Schaltkreis gem. Fig. 3. Dieser Luftstrom Q_{v1} kann seinen Grund haben in der Verwendung eines Zigarettenpapiers, welches bewusst perforiert ist oder das ein gewisses Mass an Luftdurchlässigkeit aufweist und/oder kann das Resultat eines Fehlers im Zigarettenpapier sein, wie beispielsweise ein Loch, oder aus einem Fehler bei der Überlappung des Zigarettenpapiers bestehen.

Da beide Durchflussvolumen bzw. Volumenströme Q_v und Q_{v1} von Atmosphärendruck ausgehen, können die Widerstände R_v , R_{v1} und R_{u2} in Deltaschaltung geschaltet werden. Durch Anwendung einer Deltatransformation erhält man einen analogen elektrischen Schaltkreis gem. Fig. 4, welche vereinfacht dargestellt werden kann gem. Fig. 5. In Fig. 5 bedeuten die Widerstände R_{UE} , R_{DE} und R_{VE} die Äquivalenzwiderstände von einer ersten, von einer zweiten Stangenportion und den äquivalenten Ventilationswiderstand. Hieraus ergibt sich ein Ventilationswert von

$$V = \frac{R_{UE}}{R_{VE} + R_{UE}}$$

Der Äquivalenzventilationsstrom bzw. Äquivalenzvolumendurchfluss Q_{VE} stellt die Summe der Ventilationsvolumendurchflüsse in die Zigarettenssäule dar, d.h. die Volumendurchflüsse $Q_v + Q_{v1}$. Der Eintrittspunkt des Äquivalenzventilationsflusses ist hierbei der Verbindungspunkt zwischen dem aufwärtsseitigen und dem abwärtsseitigen Äquivalenzwiderstand. Dieser Eintrittspunkt kann als äquivalenten Ventilationspunkt bezeichnet werden (EVP in Fig. 5).

Hierbei wird ein einziger Äquivalenzstrom festgelegt, auch wenn ein zusätzlicher Fluss durch die Filterumhüllung hindurch auftritt, gleichgültig, ob dieser zusätzliche Fluss auf der einen oder anderen Seite des Rings der Ventilationsperforation vorhanden ist. Das geschilderte Prinzip ist von allgemeiner Bedeutung und kann angewendet werden auf Tabakerzeugnisse, bei denen irgendeine Art von Ventilation durch die Umhüllung hindurch auftritt. Sind mehrere Ventilationsvolumendurchflüsse an verschiedenen Stellen längs des Tabakerzeugnisses vorhanden, dann werden diese Ventilationsströme betrachtet als ein einziger Äquivalenzvolumendurchfluss, welcher am Äquivalenzventilationspunkt auftritt. Hierdurch ist es beispielsweise möglich, jede Zigarette bezüglich ihrer pneumatischen Charakteristika vollständig zu definieren aufgrund der Bestimmung der Werte R_{UE} , R_{DE} und R_{VE} .

Die Bestimmung des Ventilationswertes bei Zigaretten durch direkte Messung der Werte von Q_v und Q_D ist jederzeit praktikabel im Labor, ist jedoch nicht leicht ausführbar innerhalb einer Fertigungsstrasse, bei welcher Zigaretten mit hoher Geschwindigkeit gefertigt werden. Es sind eine Vielzahl, von Vorschlägen vorhanden, um die Ventilationsverhältnisse innerhalb der Fertigungsstrasse zu erfassen. Hierbei werden die Ventilationswerte indirekt erfasst, indem in erster Linie Druck- und keine Durchflussmessungen durchgeführt werden.

Eine Methode zur Bestimmung des Ventilationswertes einer nicht brennenden Zigarette mittels der Messung von Luftdrücken besteht im Anlegen eines luftstromerzeugenden Drucks bekannter Grösse am vorderen Ende der Zigarette, während das Mündende im dichten Kontakt steht mit einer Druckmessvorrichtung. Der am vorderen Ende der Zigarette anliegende Druck bewirkt einen Luftdurchfluss durch die Zigarettenhülle. Falls es sich um eine Filterzigarette handelt, bei der der Filter mit Ventilationsöffnungen versehen ist, dann tritt der Luftstrom im wesentlichen ganz über die Ven-

tilationsperforationen des Filters aus. Der Ventilationswert kann erhalten werden durch die Beziehung

$$V = \frac{P_1 - P_2}{P_1}$$

Hierbei ist P_1 der anliegende Druck und P_2 der von der Druckmessvorrichtung erfasste Druck am Filterende.

Die Bestimmung des Ventilationswertes durch Anlegen eines luftstromerzeugenden Drucks des Wertes P_1 am vorderen Ende der Zigarette und Messen des Wertes P_2 am Mündende, welches verschlossen ist, ist auch dann anwendbar, wenn eine Vielzahl von Ventilationsströmen durch die Umhüllung vorhanden ist. Die Überprüfung der Zigarettenventilation innerhalb der Fertigungsstrasse oder durch Überprüfung im Labor erfasst wohl eine Änderung in der Ventilation, welche anzeigt, dass ein oder mehrere Ventilationsströme sich geändert haben oder dass ein Fehler im Aufbau der Zigarette vorliegt, der Ventilationswert selbst gibt jedoch noch keine Anzeige, welcher Durchfluss bzw. welche Durchflüsse sich geändert haben oder wo die Stelle des Fehlers längs der Zigarettenlänge ist.

Es besteht die Aufgabe, das Verfahren so auszubilden, dass unter Zugrundelegung der vorgenannten Theorie es möglich ist, die Stelle des äquivalenten Ventilationspunkts zu ermitteln, wo der Äquivalenzventilationsstrom auftritt.

Gelöst wird diese Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruches I. Vorteilhaft Ausgestaltungen sind den abhängigen Ansprüchen entnehmbar.

Falls das Verhältnis zwischen den Strömungswiderständen der ersten und zweiten Stangenportionen des stangenartigen Erzeugnisses von einem festgelegten Sollwertbereich abweicht, dann wird der stangenartige Artikel ausgesondert. In einem solchen Fall kann dieser ausgesonderte Artikel einem Ausschussweg übergeben werden.

Falls es sich um die stangenartigen Erzeugnisse um Zigaretten handelt, kann es sich um filterlose oder um Filterzigaretten handeln. Das Verfahren ist auch anwendbar zum Überprüfen von Filterstangen.

Das Aussondern von Zigaretten infolge eines nicht richtigen Ventilationsstroms kann seine Ursache haben beispielsweise, in dem die Hülle eine falsche Luftdurchlässigkeit aufweist oder infolge einer Fehlfunktion der in der Fertigungsstrasse vorhandenen Umhüllungsperforationsmaschine.

Andere Gründe können in Rissen oder Löchern in der Umhüllung oder in einer schlechten Klebestelle der Umhüllungsüberlappung bestehen. Die Lage des äquivalenten Ventilationspunktes der Zigarette kann sich beim Auftreten eines solchen Fehlers längs der Zigarette verschieben. Weitere Fehler, welche die Lage des äquivalenten Ventilationspunktes beeinflussen können, sind solche, welche die Durchflusswiderstände im Filter und/oder der Tabaksäule verändern.

Das Verfahren gem. der Erfindung kann darin bestehen, dass der Gasdurchfluss durch den äquivalenten Ventilationswiderstand R_{VE} oder der Reihe nach durch den aufwärtsseitigen Äquivalenzwiderstand R_{UE} der ersten Stangenportion und den Äquivalenzwiderstand R_{DE} der zweiten Stangenportion unterbunden wird und ein Gasfluss durch die beiden anderen in Serie liegenden Widerstände erzeugt wird, um Druckwerte an jeder Seite jeweils der ersten Stangenportion und der zweiten Stangenportion zu erhalten.

Eine weitere Verfahrensvariante besteht darin, dass ein Gasfluss durch die erste Stangenportion oder durch die zweite Stangenportion unterbunden wird, und ein Gasfluss bestimmten Volumendurchflusses durch die zweite Stangenportion bzw. ersten Stangenportion und dem dazu in Serie liegenden Äquivalenzventilationswiderstand erzeugt wird,

wobei Druckwerte auf jeder Seite der beiden in Serie geschalteten Widerstände erhalten werden. Eine weitere Verfahrensvariante besteht darin, dass ein Gasfluss bestimmten Volumendurchflusses an einem Ende in das Erzeugnis geleitet wird und dieser Gasfluss durch alle drei Äquivalenzwiderstände fließt. Die Druckdifferenz zwischen den Enden des Erzeugnisses ist hierbei der Messwert.

Das Verfahren gem. der Erfindung kann eine weitere Variante beinhalten, bei welcher eine erste und eine zweite Messung bei unterschiedlichen Strömungsverhältnissen durchgeführt wird. Hierbei wird einmal an einem Ende und sodann am anderen Ende jeweils ein Gasfluss erzeugender Druck angelegt, wobei Gasflüsse durch alle drei Äquivalenzwiderstände auftreten. Hierbei wird bestimmt jeweils der Ventilationsdurchfluss und der Volumendurchfluss durch mindestens einen des aufwärtsseitigen und abwärtsseitigen Äquivalenzwiderstands.

Hierbei wird im allgemeinen vorausgesetzt, dass der Strömungswiderstand pro Längeneinheit des Materials innerhalb der Umhüllung im wesentlichen konstant ist. Um Informationen bezüglich der Lage des Äquivalenzventilationsstromes zu erhalten, ist es im Regelfall ausreichend, den Wert des Widerstandes der ersten oder der zweiten Stangenportion zu bestimmen. Zur Bestimmung dieses Wertes genügt im Regelfall eine Messung.

Ausführungsbeispiele werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Zigarette, wobei der Luftstrom durch die Umhüllung durch die Perforation bestimmt ist;

Fig. 2 eine transformierte elektrische Schaltung als Analog der Schaltung der Fig. 1;

Fig. 3 einen analogen elektrischen Schaltkreis im Fall eines zusätzlichen Lufteintritts;

Fig. 4 den mittels Deltatransformation der Fig. 3 erhaltenen Schaltkreis;

Fig. 5 eine vereinfachte Fig. 4;

Fig. 6 schematisch den Teil eines Zigarettenprüfgeräts;

Fig. 7 den Messaufbau beim Prüfgerät nach Fig. 6;

Fig. 8 bis 10 verschiedene Ausführungsformen des Zigarettenprüfgeräts nach den Fig. 6 und 7 und

Fig. 11 ein Zigarettenprüfgerät, welches nur eine einzige Prüfstation aufweist.

Die Bezugszahlen 1 und 2 in Fig. 6 stellen Endringe einer Flötentrommel dar, welche beispielsweise Teil einer Maschine zum Anbringen der Filter sind. Durch die Ringe 1, 2 verlaufen in Flucht mit jeder Flöte der Trommel Gasdurchgangsleitungen 3, 4. An den inneren Enden der Gasdurchgangsleitung 3, 4 sind Dichtungen 5, 6 vorgesehen. Wenn Zigaretten 7 in die Flöten eingesetzt sind, dann stehen die Enden der Zigaretten im wesentlichen im luftdichten Kontakt mit den Dichtungen 5, 6. Ausserhalb der Ringe 1, 2 der Trommel sind stationäre Ringe 8, 9 vorgesehen, welche in gasdichtem Kontakt stehen mit den Trommelendringen 1, 2.

Durch den stationären Ring 9 verläuft eine Leitung 10 und durch den stationären Ring 8 eine weitere Leitung 11, wobei diese Leitungen 10, 11 miteinander fluchten. Die Leitung 11 steht in Verbindung mit einer Druckmesszelle 12. Wie durch den breiten senkrechten Pfeil angedeutet, dreht sich die Flötentrommel, wobei jede Zigarette bei dieser Drehung eine Stellung einnimmt, bei welcher das Innere der Zigarette die Verbindung herstellt über die Leitung 11 und einen zugehörigen Durchgang 3 zwischen der Zelle 12 und über einen zugehörigen Durchgang 4 mit der Leitung 10. Diese Stellung wird als erste Teststation bezeichnet.

Bei der weiteren Drehung der Flötentrommel kommt jede Zigarette in eine zweite Teststation, bei welcher eine zweite

Durchmesszelle 13 vorhanden ist, welche über das Zigaretteninnere in Verbindung gebracht wird, mit einer Leitung 14, welche sich durch den stationären Ring 8 erstreckt. Die Zelle 13 am stationären Ring 9 und die Leitung 14 werden hierbei miteinander verbunden über die zugehörigen Durchgänge 3, 4, das Innere der Zigarette und die Leitung 15, an welche die Druckmesszelle 13 angeschlossen ist.

Wie der Fig. 7 entnehmbar ist, wird Druckluft von einer Druckluftquelle 16 über einen Druckregler 18 einer Druckluftkammer 17 zugeführt. Die vorstehend erwähnten Leitungen 10 und 14 stehen mit ihren den stationären Ringen 8 und 9 abgewandten Enden in Verbindung mit dieser Kammer 17. Einem Mikroprozessor 19 werden über die Leitungen 20, 21 elektrische Signale von den Druckmesszellen 12, 13 zugeführt. Eine weitere Leitung 22 verläuft vom Mikroprozessor 19 zu einer weiteren Druckmesszelle 23, welche über eine kurze Leitung 24 in Verbindung steht mit der Kammer 17. Der Mikroprozessor 19 ist über Leitungen 26 verbunden mit einer Anzeigeeinheit 25.

Erreicht eine Zigarette die erste Teststation, dann wird in das Innere der Zigarette über die Leitung 10 und den Durchlass 4 ein Druck P_1 angelegt. Hierbei dringt Luft durch die Umhüllung hindurch. Im Falle der in Fig. 6 gezeigten Zigaretten strömt dabei Luft durch die Reihe von Filterventilationsperforationen 7'. Ein elektrisches Signal, welches den Luftdruck P_2 am Mundstück des Filters anzeigt, wird über die Leitung 20 von der Druckmesszelle 12 dem Mikroprozessor 19 zugeführt.

Durch Schliessen des mundseitigen Endes der Zigarette vermag dort Luft abzufließen, so dass der abwärtsseitige Äquivalenzwiderstand R_{DE} keine Luft durchlässt, während Luft durch den aufwärtsseitigen Äquivalenzwiderstand R_{UE} und durch den Ventilationsäquivalenzwiderstand R_{VE} fließt, welche zueinander in Serie sich befinden.

Erreicht die Zigarette die zweite Teststation, dann wird ein Druck P_3 über die Leitung 14 und dem Durchlass 3 an das filterseitige Ende der Zigarette angelegt. Der am gegenüberliegenden, vorderen Ende auftretende Luftdruck P_4 wird von der Druckmesszelle 13 erfasst und über die Leitung 21 als elektrisches Signal dem Mikroprozessor 19 zugeführt.

Da das vordere Ende der Zigarette abgeschlossen ist, fließt keine Luft durch den aufwärtsseitigen Äquivalenzwiderstand R_{UE} , während Luft durch den abwärtsseitigen Äquivalenzwiderstand R_{DE} und den dazu in Serie befindlichen Ventilationsäquivalenzwiderstand R_{VE} fließt.

Im Mikroprozessor 19 wird eine Rechnung für den Ventilationswert V ausgeführt wie folgt

$$\frac{P_1 - P_2}{P_1}$$

Um eine Information über den Äquivalenzventilationspunkt zu erhalten, führt der Mikroprozessor eine weitere Berechnung des Verhältnisses der abwärtsseitigen und der aufwärtsseitigen Äquivalenzwiderstände durch. Diese Rechnung lautet wie folgt

$$\frac{R_{DE}}{R_{UE}} = \frac{P_2(P_3 - P_4)}{P_4(P_1 - P_2)}$$

Der äquivalente Ventilationspunkt, der aus dem Verhältnis R_{DE}/R_{UE} errechnet wird, würde sich an der Stelle des Rings der Ventilationsperforationen 7' befinden, wenn durch das Zigarettenpapier keine Luft hindurch strömen würde. Üblicherweise weist jedoch das Zigarettenpapier, welches den Tabak umgibt, eine gewisse Luftdurchlässigkeit auf. Infolge der zusätzlichen Luftströmung durch das Zigarettenpapier hindurch befindet sich daher der äquivalente

Ventilationspunkt von dem Ring der Perforationen 7' aus gesehen weiter weg vom mundseitigen Ende des Filters.

Die Ventilationswerte und das Verhältnis R_{DE}/R_{UE} werden von der Anzeigeeinheit 25 angezeigt. Liegt irgendeine Undichtigkeit in Längs- oder Umfangsrichtung beim Zigarettenpapier oder beim Filter oder beim Filteranschluss vor, dann weichen nicht nur die gemessenen Ventilationswerte vom richtigen Wert ab, sondern auch das Verhältnis R_{DE}/R_{UE} verändert sich, wodurch eine Information darüber erhalten wird, wo sich die Stelle befindet, bei der die Undichtigkeit vorhanden ist, die abnormal ist.

Modifikationen des Zigarettenprüfgeräts nach den Fig. 1 und 2 sind schematisch in den Fig. 8, 9 und 10 dargestellt. Hierbei arbeitet jedes der Geräte nach dem Zwei-Stationen-Prinzip, wobei durch Verarbeiten der erhaltenen Signale im Mikroprozessor Informationen über die abwärts- und die aufwärtsseitigen Äquivalenzwiderstände der Zigarette erhalten werden. In einigen Fällen, können begrenzte jedoch mögliche sinnvolle Informationen erhalten werden von nur einer dieser Teststationen, wie später noch erläutert wird.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 9 ist eine erste Teststation vorgesehen, bei welcher Druckluft der Zigarette über das filterseitige Ende über einen Widerstand 27 und eine Druckmesszelle 28 zugeführt wird. Das andere verschlossene Ende der Zigarette ist angeschlossen an eine Druckmesszelle 29. Bei einer zweiten Teststation wird dem vorderen Ende der Zigarette über einen Widerstand 30 und eine Druckmesszelle 31 Druckluft zugeführt. Der abwärtsseitige, der aufwärtsseitige und der Ventilationsäquivalenzwiderstand werden errechnet aus folgenden Gleichungen

$$R_{DE} = \frac{P_3 - P_4}{P_0 - P_3} \cdot R$$

$$R_{UE} = \frac{P_1 - P_2}{P'_0 - P_1} \cdot R'$$

$$R_{VE} = \frac{P_4 \cdot R}{P_0 - P_3} \text{ oder } \frac{P_2 \cdot R'}{P'_0 - P_1}$$

Hierbei stellen dar P_0 und P'_0 die angelegten Drücke, P_1 , P_2 , P_3 und P_4 die in den Druckmesszellen 31, 32, 28 und 29 in der vorgenannten Reihenfolge gemessenen Drücke und R sowie R' die von den Widerständen 27 und 30 bewirkten Widerstände.

Der Ventilationswert wird bestimmt aus dem Verhältnis

$$V = \frac{P_1 - P_2}{P_1}$$

Wird vorausgesetzt, dass der Strömungswiderstandwert der Tabaksäule der Zigarette im wesentlichen bei allen Zigaretten gleich ist, dann ist es möglich, die lagebezogene Information bezüglich des Äquivalenzventilationsstroms zu erhalten lediglich unter Verwendung der Prüfergebnisse bei der zweiten Station, von welchem die Werte R_{UE} , R_{VE} und V erhaltbar sind.

Bei der ersten Teststation des Geräts nach Fig. 4 wird ein unter Atmosphärendruck liegender Druck am Filterende der Zigarette angelegt. Zwischen dem filterseitigen Ende und einem Durchflussvolumenregler 34 ist eine Druckmesszelle 33 vorgesehen. Durch den Durchflussvolumenregler wird ein Luftstrom bewirkt, welcher ein bekanntes Durchflussvolumen Q aufweist. Das andere Ende der Zigarette ist abgeschlossen durch eine Druckmesszelle 35. Bei einer zweiten Teststation wird Luft mit bekanntem Durchflussvolumen Q' vom vorderen Ende der Zigarette über eine Druckmesszelle 36 und einen Durchflussvolumenregler 37 abgesaugt. Bei dieser zweiten Station ist das Filterende der Zigarette abge-

schlossen durch eine Druckmesszelle 38. Die abwärtsseitigen, aufwärtsseitigen und Ventilationsäquivalenzwiderstände werden errechnet aus folgenden Gleichungen

$$R_{DE} = \frac{P_2 - P_1}{Q}$$

$$R_{UE} = \frac{P_3 - P_4}{Q}$$

$$R_{VE} = \frac{P_2}{Q} \text{ oder } \frac{P_3}{Q'}$$

Hierbei handelt es sich bei P_1 , P_2 , P_3 und P_4 um die in den Druckmesszellen 33, 35, 38 und 36 gemessenen Drücke. Der Ventilationswert wird bestimmt aus der Gleichung

$$V = \frac{P_4 - P_3}{P_3}$$

Falls die zuvor erwähnte Voraussetzung erfüllt ist, reicht es aus, wenn aus den in der zweiten Teststation erhaltenen

Werten die Werte R_{UE} , R_{VE} und V errechnet werden.

Bei dem Ausführungsbeispiel des Zigarettenmessgeräts nach Fig. 10 wird sowohl bei der ersten als auch bei der zweiten Teststation eine Luftströmung am mundseitigen Ende des Filters der Testzigarette erzeugt. Bei der ersten Station fließt Luft mit einem bekannten Durchflussvolumen Q durch die Druckmesszelle 39 und durch einen Durchflussvolumenregler 40 zum Filter der Zigarette. Das vordere Ende der Zigarette ist abgeschlossen durch eine Druckmesszelle 41. Bei der zweiten Teststation fließt Luft zum mundseitigen Ende des Filters mit einem bekannten Durchflussvolumen Q' und zwar zuerst durch den Durchflussvolumenregler 43 und sodann durch die Druckmesszelle 42. In diesem Fall ist das andere Ende zur Umgebungsatmosphäre hin offen.

Die abwärtsseitigen und aufwärtsseitigen Äquivalenzwiderstände werden errechnet aus folgenden Gleichungen

$$R_{DE} = \frac{P_1 - P_2}{Q}$$

$$R_{UE} = \frac{P_2}{Q} \left[\frac{P_5 Q - (P_1 - P_2) Q'}{P_1 Q' - P_5 Q} \right]$$

$$R_{VE} = \frac{P_2}{Q}$$

Hierbei sind P_1 , P_2 und P_5 die jeweiligen Drücke, die in den Druckmesszellen 39, 41 und 42 gemessen werden.

Der Ventilationswert wird bestimmt aus der Gleichung

$$V = \frac{P_5 Q - (P_1 - P_2) Q'}{P_2 Q'}$$

Das Zigarettenprüfgerät nach Fig. 11 arbeitet nur mit einer einzigen Station, welche Daten liefert, die ausreichend sind zur Bestimmung sowohl des abwärtsseitigen als auch des aufwärtsseitigen Äquivalenzwertes der Zigarette. Die beiden Enddichtungen für die Zigarette sind bei dem Gerät nach Fig. 6 durch ein Gehäuse 47 miteinander verbunden, welches als Dichtungsgehäuse die äussere Oberfläche der Zigarette umgibt. Mit dem Inneren dieses Gehäuses 47 steht in Verbin-

dung eine Druckmesszelle 48. Für die Messung wird Druckluft der Zigarette über einen Durchflussvolumenregler 45 und eine Druckmesszelle 44 zugeführt. Hierdurch fließt Luft durch die Länge der Zigarette mit einem Durchflussvolumen Q , welche abströmt über eine Druckmessvorrichtung 46 am anderen Ende der Zigarette. Durch den Ventilationsäquivalenzwiderstand vermag keine Luft zu fließen. Der abwärtsseitige und der aufwärtsseitige Äquivalenzwiderstand werden errechnet aus folgenden Gleichungen:

$$R_{DE} = \frac{P_6 - P_7}{Q}$$

$$R_{UE} = \frac{P_7 - P_8}{Q}$$

Hierbei sind P_6 , P_7 und P_8 die jeweils in den Druckmesszellen 44, 48 und 46 gemessenen Drücke. P_7 ist der beim Äquivalenzventilationspunkt auftretende Druck. Es ist auch möglich, das Verhältnis R_{DE}/R_{UE} zu bestimmen durch Verwendung bekannter Labortestgeräte bei welchen Luft vom mundseitigen Ende der Zigarette abgezogen wird. Hierbei werden Messungen vorgenommen des Durchflussvolumens Q_v der Ventilationsluft und des Durchflussvolumens Q_D der vom mundseitigen Ende abgezogenen Luft. Der Ventilationswert V wird erhalten durch das Verhältnis Q_v/Q_D . Das Verhältnis R_{DE}/R_{UE} wird bestimmt durch Verwendung eines Zusatzwertes, nämlich eines Ventilationsmesswertes V' . Dieser Zusatzwert wird erhalten, indem die Zigarette mit dem vorderen Ende und nicht mit dem Filterende in das Gerät eingesetzt wird. Dieser umgekehrte Ventilationswert V' ist gleich Q'_v/Q'_u , wobei Q'_u das Luftdurchflussvolumen von der Tabaksäule ist. Das Verhältnis R_{DE}/R_{UE} wird erhalten aus der Gleichung

$$\frac{V'(1 - V)}{V(1 - V')}$$

Dieses Verhältnis entspricht wiederum der Gleichung

$$\frac{Q_u \cdot Q'_v}{Q'_D \cdot Q_v}$$

Hierbei ist Q_u das Durchflussvolumen der Luft, welche in das vordere Ende der Zigarette während der Bestimmung des Ventilationswertes V einströmt und Q'_D das Luftdurchflussvolumen der Luft, welche in das mundseitige Ende der Zigarette während der Bestimmung des umgekehrten Ventilationswertes V' einströmt.

Für den Fachmann ist das selbstverständlich, dass die vorerwähnten Messverfahren variiert werden können, indem die Durchflussrichtungen umgekehrt werden zu denjenigen die zuvor beschrieben wurden, wobei Variationen möglich sind, in dem Luft zugeführt oder abgesaugt wird.

Geprüft wurden Zigaretten mit einer Tabaksäule, welche 64 mm lang war, eingehüllt in Zigarettenpapier von relativ geringer Porosität und versehen mit einem Zelluloseacetatfilter welcher 20 mm lang war. Die entsprechenden Luftdurchflusswiderstände der Tabaksäule und des Filters waren so, dass bei einem Luftdurchflussvolumen von 17,5 cm³/min. der resultierende Druckabfall 80 und 40 mmWS betrug.

Jeder Filter bestand aus einer porösen Hülle und einer Umhüllung zum Verbinden des Filters mit der Tabaksäule. Die Umhüllung wurde elektrostatisch perforiert über ein 5 mm breites Band. Der Abstand vom Mundende des Filters bis zum nächstliegenden Rand des Bandes betrug 10 mm.

Unter Verwendung eines Testgeräts wurde ermittelt, dass das Verhältnis R_{DE}/R_{UE} bei den Zigaretten 0,356 betrug.

$$R_{DE} = \frac{0,356 \cdot 120}{1,356 \cdot 17,5} = \frac{31,5}{17,5}$$

Der äquivalente Ventilationspunkt beträgt demnach

$$\frac{31,5}{17,5} \cdot \frac{17,5 \cdot 20}{40} = 16 \text{ mm vom Mundende des Filters.}$$

Der äquivalente Ventilationspunkt lag demnach 1 mm stromaufwärts von der perforierten Ventilationszone. Dies bedeutet, dass einige Ventilations- bzw. Luftströmung durch das Zigarettenpapier hindurch erfolgt ist.

Die Zigaretten wurden sodann jeweils perforiert in der Mitte der Tabaksäule, um einen Schaden am Zigarettenpapier zu simulieren. Diese Simulation entspricht auch der nicht beabsichtigten Verwendung eines Zigarettenpapiers von zu hoher Luftdurchlässigkeit.

Das vorgenannte Verhältnis R_{DE}/R_{UE} betrug sodann 0,785, was bedeutet, dass der äquivalente Ventilationspunkt nunmehr 30 mm vom Mundende des Filters entfernt war.

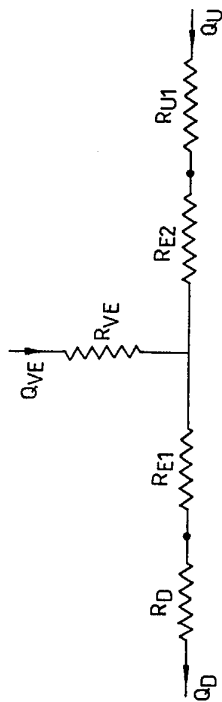


Fig. 1

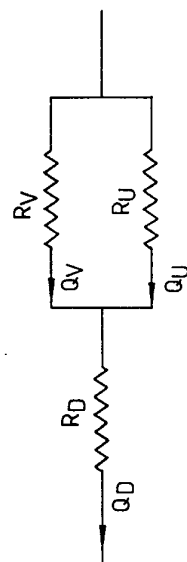


Fig. 2

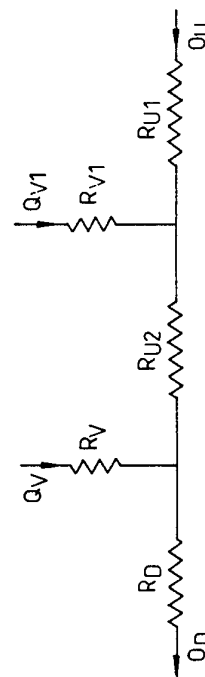


Fig. 3

Fig. 4

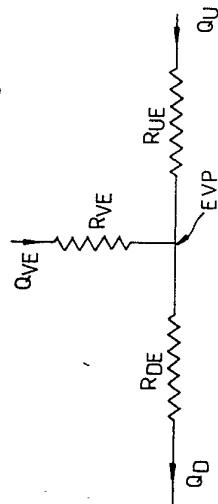


Fig. 5

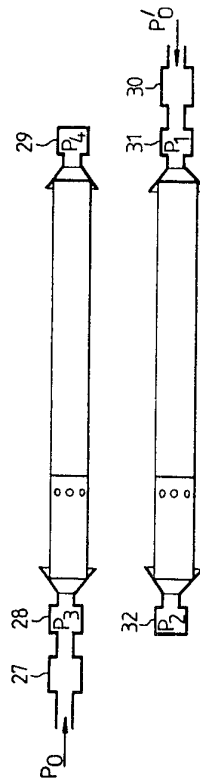


Fig. 8

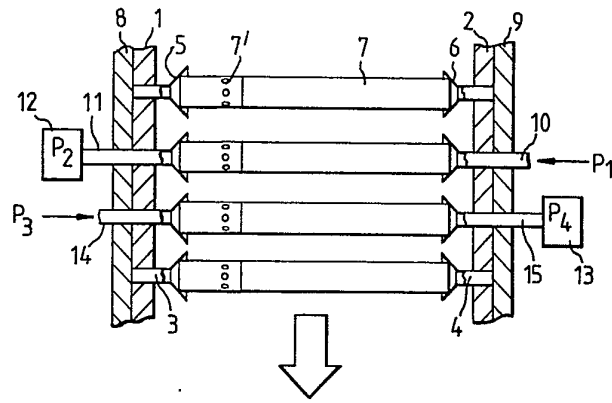


Fig. 6

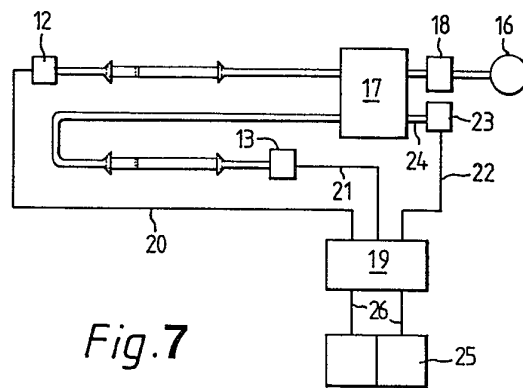


Fig. 7

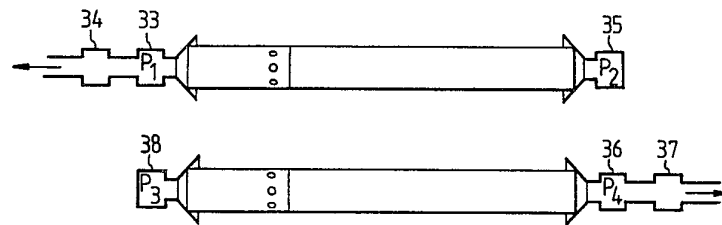


Fig. 9

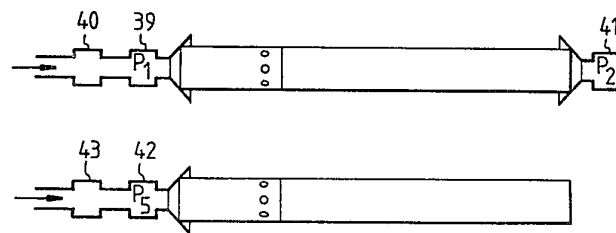


Fig. 10

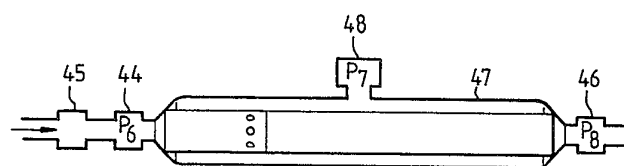


Fig. 11