

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

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 52 (1961)

Heft: 4

Artikel: Untersuchungen zur Rauchmethodik. Teil IV, Die Art des Zigarettenrauchens in der Schweiz

Autor: Waltz, P. / Häusermann, M.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-981756>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

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. 52

1961

HEFT – FASC. 4

Untersuchungen zur Rauchmethodik

IV. Die Art des Zigarettenrauchens in der Schweiz

Von *P. Waltz* und *M. Häusermann*

(Fabriques de Tabac Réunies S.A., Neuchâtel-Serrières)

Einleitung

Zur Gewinnung von Zigarettenrauch für chemische und physiologische Untersuchungen müssen die Zigaretten künstlich verraucht werden. Damit das dabei erhaltene Kondensat in seiner Zusammensetzung und Beschaffenheit dem beim natürlichen Vorgang entstehenden Rauch entspricht, müssen die Bedingungen so gewählt werden, daß sie die mittleren natürlichen Rauchbedingungen möglichst genau nachahmen. Die vorliegende Untersuchung wurde mit der Absicht unternommen, gültige Zahlen für die natürlichen Rauchbedingungen in der Schweiz zu erhalten.

Grundsätzlich bestehen drei Möglichkeiten, um diese das Rauchen charakterisierenden Kennzahlen zu beschaffen: 1. die experimentelle Bestimmung an rauchenden Versuchspersonen mit Hilfe entsprechender Meßinstrumente, 2. die Befragung einer großen Zahl von Rauchern über ihre Art zu rauchen, und 3. die Beobachtung einer großen Zahl von Rauchern ohne deren Wissen um die Beobachtung.

Die Methode der genauen Messung wurde von *Cuzin et al.*⁸ mit Erfolg angewandt. Die damit gefundenen genauen Werte für Zugdauer, Zugintervall, Zugvolumen und Stummellänge können jedoch nicht auf die ganze rauchende Bevölkerung extrapoliert werden, da die Versuchspersonen mit einem speziellen Mundstück unter außergewöhnlichen Bedingungen rauchen und deshalb wissen, daß der Rauchakt gemessen wird. Das Verfahren gibt insbesondere für das Zugintervall und die Stummellänge keine repräsentativen Werte.

Die Befragung einer großen Zahl von Rauchern, wie sie u.a. in der Schweiz von *Gsell*^{2 3 9} durchgeführt wurde, kann für die in Frage stehenden Kenngrößen ebenfalls kein repräsentatives Resultat geben, da der Raucher über Zugdauer, Zugintervall und Stummellänge kein klares Bild hat und das Zugvolumen nicht einmal abschätzen kann. Daß außerdem Raucherantworten an sich keineswegs zuverlässig sind, legen *Todd* und *Laws* in einer ausführlichen Arbeit dar¹⁰.

Die Methode der unbemerkten Beobachtung weist demgegenüber den Vorteil einer genauen und objektiven Ermittlung der Stummellänge, der Rauchdauer und des Zugintervalls auf. Während der auf diese Weise nicht bestimmbare Zugdauer keine wesentliche Bedeutung zukommt, haben wir kürzlich¹⁹ eine Methode beschrieben, nach welcher aus den Beobachtungsergebnissen das durchschnittliche Zugvolumen mit hinreichender Genauigkeit berechnet werden kann.

Abgesehen von dem unwesentlichen Nachteil der Unbestimmbarkeit der Zugdauer ist die Beobachtungsmethode zweifellos den beiden anderen Methoden überlegen, da sie objektiv richtige Resultate gibt, die bei entsprechender Auswahl des Musters für die gesamte rauchende Bevölkerung repräsentativ sind. Diese Methode wurde im wesentlichen von der Cigarette Components Ltd.⁵ und

Tabelle 1

Resultate aus ausländischen Raucherbeobachtungen (unbefangene Raucher) und Messungen (befangene Raucher)

	Beobachtungen		Messungen	
Autoren	Cigarette Components (5)	<i>Bentley</i> und <i>Burgan</i> (12)	<i>Cuzin</i> und Mitarb. (8)	<i>Schur</i> und <i>Rickards</i> (6)
Land	Grossbritannien	Grossbritannien	Frankreich	USA
Anzahl Beobachtungen oder Messungen	ca. 100	312	83	20
Stummellänge (mm)	17,4	—	—	—
Zugintervall (sec)	64	57	19	—
Zugvolumen (ml)	25	25	34,4	37,4
Zugdauer (sec)	—	—	1,7	2,0

vom Tobacco Manufacturers' Standing Committee¹² verwendet. In der Tab. 1 sind die Resultate von vier unabhängigen Untersuchungen zusammengestellt.

Dazu ist zu bemerken, daß Beobachtungen brauchbare Werte für die Stummellänge und das Zugintervall geben, während das Zugvolumen und die Zugdauer nur aus Messungen genau ermittelt werden können. Man könnte daher versucht sein, aus den Werten der Tab. 1 die zusagenden Rauchbedingungen herauszulesen, wobei der Bedingungskomplex Zugintervall 60 Sekunden, Zugvolumen 35 ml und Zugdauer 2 Sekunden erhalten wird (über die Stummellänge liegen zu wenig Angaben vor). Es ist aber zu bedenken, daß die in Tab. 1 mitgeteilten Werte auf Untersuchungen an drei verschiedenen Zigarettentypen beruhen (englische Virginiazigaretten, französische Gauloises und amerikanischer Blendtyp). Wir dürfen aber a priori nicht annehmen, daß die Rauchbedingungen vom Zigarettentyp unabhängig seien.

Da nun in der Schweiz sowohl die drei erwähnten Zigarettentypen als auch solche vom Maryland- und Orienttyp geraucht werden, können die in anderen Ländern ermittelten Werte nicht unbesehen übernommen werden. Um nun einerseits alle Zigarettentypen zu erfassen und andererseits umfassende und repräsentative Resultate zu erhalten (über die Stummellänge zum Beispiel liegen keine zuverlässigen Zahlen vor), haben wir die vorliegende Arbeit durchgeführt.

Die eigentliche Beobachtungsaktion, die von April bis August 1960 dauerte und sich über die Deutsch- und Westschweiz erstreckte, wurde vom Institut für Markt- und Meinungsforschung P. A. Gygi, Biel, durchgeführt. Aus einem Material von nahezu 1000 Beobachtungen wurden 470 brauchbare Beobachtungen (d.h. Beobachtungen, bei denen der Stummel erhalten wurde und die Zigarettensmarke eindeutig identifiziert werden konnte) verwertet.

Wir möchten Herrn P. A. Gygi für die vorbildliche Art und Weise der Durchführung der Beobachtungsaktion sowie für viele praktische Hinweise und Anregungen, insbesondere bei der Gestaltung der Beobachtungsmethodik, an dieser Stelle unseren Dank aussprechen. Die Herren E. Nyári und R. Prince haben bei der Auswertung des Beobachtungsmaterials und der Berechnung der Kenngrößen wertvolle Hilfe geleistet.

Methoden der Beobachtung und Auswertung

Allgemeine Richtlinien

1. Um ein repräsentatives Resultat zu erhalten, muß das Beobachtungsmuster genügend groß gewählt werden. Auf Grund allgemeiner Erfahrungen der Marktforschung legten wir es auf etwa 0,01 % der Gesamtbevölkerung fest (es wurden 470 verwertbare Beobachtungen erhalten).
2. Das Muster soll in bezug auf Alter, Geschlecht und geographische Verteilung der Raucher möglichst repräsentativ sein.
3. Die Beobachtungsergebnisse sollen alle in der Schweiz gerauchten Zigarettentypen in einem angenähert richtigen Mengenanteil umfassen.

4. Es müssen alle möglichen Orte erfaßt werden, an denen geraucht wird (Gaststätten, Verkehrsmittel, im Freien, usw.), wobei auch zwischen Stadt und Land zu unterscheiden ist.
5. Die Versuchspersonen dürfen sich der Beobachtung nicht bewußt werden.
6. Die Zigarettenmarke muß vom Beobachter eindeutig identifiziert werden.
7. Die Rauchdauer als Zeitspanne zwischen dem Anzünden der Zigarette und dem Auslöschen des Stummels muß vom Beobachter mit einem Chronometer gemessen werden.
8. Die Anzahl der Rauchzüge ist mit einem Handzähler festzuhalten.
9. Der Zigarettenstummel muß vom Beobachter eingesammelt werden. Nur dadurch ist eine eindeutige Identifizierung der Zigarettenmarke und genaue Messung der Stummellänge möglich. (Es handelt sich hier um den schwierigsten Teil der Beobachtungsarbeit, der an die Beobachter Anforderungen ganz besonderer Art stellt.)
10. Je Beobachtung muß ein Protokoll geführt werden, das zusammen mit dem Stummel zur Auswertungsstelle gelangt.

Durchführung der Beobachtungen

Die Beobachtungsarbeit gestaltete sich je nach den spezifischen Bedingungen des Ortes und der Situation für den Beobachter verschieden. Das praktische Vorgehen soll daher an einem Beispiel erläutert werden.

Ort: Städtische Gaststätte (Tea Room). Der geschulte Beobachter setzt sich an einen Platz, von dem aus er die Versuchsperson unauffällig beobachten kann. Er klärt das Servierpersonal über seine Absicht auf, das in der Folge der beobachteten Person einen leeren Aschenbecher vorsetzt. Der Beobachter vermerkt die Zigarettenmarke, setzt seinen Chronometer in Gang, sobald die beobachtete Person die Zigarette entzündet, und zählt die Züge mit dem Handzähler. Der Chronometer wird gestoppt, sobald der Raucher den Zigarettenstummel ausdrückt. Das Servierpersonal wechselt den Aschenbecher und verschafft dem Beobachter denjenigen mit dem gewünschten Stummel. Der Beobachter mißt den Stummel und heftet diesen in einem Plasticbeutel an das ausgefüllte Beobachtungsformular an (Figur 1).

Der Beobachter vermerkt ferner auf dem Protokollformular verschiedene Eigenarten des Rauchers und der spezifischen Umstände der Beobachtungssituation, auf die im folgenden nicht eingegangen wird, da es sich nicht um zahlenmäßig erfaßbare Größen handelt.

Auswertung der Beobachtungsergebnisse

Das Beobachtungsmaterial wird unserem Laboratorium zugestellt, welches die Kontrolle und Auswertung in folgender Reihenfolge vornimmt.

1. Die eingehenden Beobachtungsprotokolle werden kontrolliert und auf der Rückseite ergänzt. Der beiliegende Stummel wird nachgemessen und die

Formular für Beobachtungsprotokoll

Vorderseite

(Vom Beobachter auszufüllen)

Mann / Frau

Soziale Einstufung

Geschätztes Alter

Allein oder in Gesellschaft

Beschäftigung

Beobachtungsort (geogr.)

Beobachtungsort speziell

Datum

Zeit

Anzünden mit Zündholz oder Feuerzeug

Rauchrhythmus: regelmäßig
sporadisch
legt Zig. zwischen
den Zügen ab

Rauchdauer

Anzahl Rauchausstöße

Art des Rauchausstoßes: sofort

wartet zu, Mund, Nase, beides

Rauchwolke: groß, mittel, klein

Mundraucher, Lungenraucher, beides

Art des Saugens: regelmäßig
hie und da
tief und lang
mittel
genippt

Zigarettenmarke

Normallänge oder Langformat

Mit oder ohne Filter

Länge des Stummels

Stummel Nr.

Protokoll Nr.

Zeichen des Beobachters

Rückseite

(Wird vom Auswerter ausgefüllt)

Zigarettenmarke

Preis

Zigarettentyp:

Maryland, Inland, Schwarz

Orient und Orient-Virginia

Virginia

American Blend

Mundstücktyp (weiß oder Kork)

Mundstücklänge

Ursprüngliche Zigarettenlänge

Figur 1

Identifizierung der Zigarettenmarke nachgeprüft. Unvollständiges Protokoll oder fehlender Zigarettenstummel führt zur Ausscheidung des Beobachtungsergebnisses.

2. Für jede Beobachtung wird das Zugintervall (in Sekunden) nach dem Ansatz

$$\frac{\text{Rauchdauer (in Sekunden)}}{\text{Anzahl der Rauchzüge} - 1}$$

berechnet. (Dabei wird vorausgesetzt, daß der Raucher die Zigarette unmittelbar nach dem letzten Rauchzug auslösche, was in praktisch allen Fällen zutrifft.)

3. Das gesamte brauchbare Beobachtungsmaterial umfaßt 72 verschiedene Zigarettenmarken. Von den am häufigsten vertretenen Marken (mehr als 10 Einzelbeobachtungen) werden je 100 Zigaretten, von den anderen Marken je 40 Zigaretten eingekauft und zur Bestimmung folgender Daten verwendet: Länge von Zigarette und evtl. Filter, Gewicht von Zigarette, Filter und Papier, Glimmggeschwindigkeit, Beziehung zwischen dem Tabakbrand und dem Zugvolumen. Es handelt sich um eine relativ umständliche und zeitraubende Arbeit, deren Durchführung in der III. Mitteilung dieser Reihe beschrieben ist ¹⁹.
4. Durch Einsetzen der unter 3. ermittelten Daten in das Beobachtungsmaterial wird unter Berücksichtigung der Zigaretten-, Filter- und Stummellänge die Menge des insgesamt verrauchten Tabaks pro auszuwertender Zigarette berechnet. An Stelle des uns unbekanntes Gewichts der von der beobachteten Person gerauchten Zigarette setzen wir das für die betreffende Marke bestimmte Durchschnittsgewicht ein. Je Einzelbeobachtung ergibt sich dabei ein Fehler, der im Durchschnitt über eine große Zahl von Beobachtungen, jedoch sehr klein wird, da die Streuung der Zigarettengewichte der Normalverteilung gehorcht und ziemlich klein ist. Für 292 Beobachtungen (ausschließlich Beobachtungen in geschlossenen Räumen) wird schließlich die pro Rauchzug verrauchte Tabakmenge und das Zugvolumen berechnet. Wir verweisen diesbezüglich auf die erwähnte Arbeit ¹⁹, in der auch der Fehler diskutiert wird, mit dem die Werte pro Einzelbeobachtung behaftet sind. Bei allen Berechnungen wird die Zugdauer zu 2,0 Sekunden angenommen; dieser Variablen kommt weder in bezug auf das Berechnungsverfahren ¹⁹ noch in bezug auf die Rauchmethodik eine maßgebende Bedeutung zu, wie kürzlich erneut von *E.-M. Staberg* ¹⁷ festgestellt wurde.
5. Die Beobachtungsdaten und die nach 2. und 4. ermittelten Werte werden in Lochkarten eingesetzt und anschließend nach den gewünschten Zusammenhängen ausgewertet.
6. Die Zusammenhänge zwischen den Resultaten der Raucherbeobachtung einerseits (Anzahl Rauchzüge, Rauchdauer, Zugintervall, Stummellänge, total verrauchter Tabak, in den Hauptstrom verrauchter Tabak, Zugvolumen) und den die Zigaretten kennzeichnenden Größen andererseits (Länge, Filterlänge, Gewicht, Filter, Tabaktyp) wurden nicht über die Lochkartensortierung, sondern unmittelbar aus den Originalwerten berechnet.
7. Die Auswertung der Beobachtungsdaten liefert jeweils eine Reihe von Durchschnittswerten (Beispiel: durchschnittliche Stummellänge je Zigaretten des gleichen Tabaktyps). Die Prüfung der Unterschiede der Durchschnittswerte auf ihre Signifikanz erfolgt vorerst nach der Methode der einfachen Streu-

ungszerlegung (F-Test); ist der Test positiv, so werden die signifikanten Unterschiede durch den Vergleich je zweier Durchschnittswerte nach der t-Verteilung ermittelt¹. Auf die Darstellung der rechnerischen Durchführung dieses Verfahrens wird an dieser Stelle verzichtet; wir verweisen diesbezüglich auf die schöne Arbeit von *Hellhammer* und *Högl*¹³, welche das fragliche statistische Verfahren, auf ein anderes Problem angewendet, explizit darstellen.

Prüfung des Beobachtungsmusters

Allgemeines Vorgehen

Wir unterscheiden grundsätzlich zwischen den das Muster kennzeichnenden Faktoren (Auswahlkriterien) und den eigentlichen Daten der Raucherbeobachtung (Beobachtungsergebnisse).

<i>Auswahlkriterien</i>	<i>Beobachtungsergebnisse</i>
Altersverteilung	Anzahl Rauchzüge
Geschlechtsverteilung	Rauchdauer
Stadt / Land	Zugintervall
Beobachtungsstelle	Stummellänge
Verteilung nach Zigaretten-Tabaktypen	Total verrauchter Tabak
Verteilung zwischen filterlosen und Filterzigaretten	In den Hauptstrom verrauchter Tabak
	Pro Rauchzug verrauchter Tabak
	Zugvolumen

Die Prüfung des Beobachtungsmusters erfolgt in drei Stufen:

1. Die Auswahlkriterien unseres Musters werden mit den wirklichen Verhältnissen, oder, falls entsprechende Statistiken nicht vorliegen, mit Angaben anderer Autoren verglichen. Die wirklichen schweizerischen Verhältnisse sind bekannt für die Konsumverteilung nach Tabaktypen (Maryland und Inland 65,0 %, Orient und Orient-Virginia-Mischtyp 17,7 %, Virginia 3,4 % und American Blend 13,9 %) sowie für den Anteil der Filterzigaretten am Gesamtverbrauch (75 %) ²⁰. Approximative Vergleichswerte sind erhältlich für den auf weibliche Raucher entfallenden Anteil am Gesamtverbrauch (28,5 % in Großbritannien, 1958) ¹⁴ sowie für die Verteilung der Raucher auf Altersklassen. Zeigt unser Muster in einem oder mehreren Kriterien eine wesentliche Abweichung von den Vergleichszahlen oder liegen solche nicht vor, so wird nach 2. vorgegangen.
2. Es wird geprüft, ob die Beobachtungsergebnisse von dem in Frage stehenden Auswahlkriterium abhängig sind. Die Prüfung erfolgt nach der Methode der einfachen Streuungszerlegung. Ergibt sich, daß zwischen einem bestimmten Beobachtungsergebnis und den Kategorien eines Auswahlkriteriums kein signifikanter Zusammenhang besteht, so darf der Schluß gezogen werden, daß das betreffende Auswahlkriterium, obwohl dessen zahlenmäßige Verteilung der

Wirklichkeit nicht entspricht, trotzdem zu einem repräsentativen Ergebnis führt. Beispiel: Unser Muster umfaßt gegenüber den wirklichen Verhältnissen zu viel Frauen. Um eine mögliche Verfälschung des mittleren Zugintervalls aufzudecken, berechnen wir das durchschnittliche Zugintervall getrennt für Männer und Frauen und vergleichen die beiden Durchschnitte mit Hilfe des t-Testes. Es zeigt sich, daß die Zugintervalle der beiden Teilmuster sich nicht signifikant unterscheiden. Wir ziehen daraus den Schluß, daß das aus allen Beobachtungen berechnete mittlere Zugintervall durch die nicht repräsentative Geschlechtsverteilung im Muster nicht verfälscht wird.

3. Zeigt sich jedoch ein signifikanter Unterschied zwischen zweien oder mehreren mittleren Beobachtungsergebnissen je Kategorie eines Auswahlkriteriums, und ist das letztere nicht repräsentativ zusammengesetzt, so ist der Gesamtdurchschnitt des betreffenden Beobachtungsergebnisses verschoben. Dieser Tatsache muß dann bei der kritischen Diskussion der Beobachtungsergebnisse Rechnung getragen werden. Beispiel: Frauen lassen durchschnittlich einen etwas längeren Stummel als Männer; der Unterschied ist signifikant (95 %). Die über das ganze Muster berechnete mittlere Stummellänge ist daher zu groß.

In gewissen Fällen ist es möglich, diesen Fehler rechnerisch auszugleichen, indem den Durchschnittswerten pro Kategorie eines Auswahlkriteriums ein der Wirklichkeit entsprechendes Gewicht gegeben wird, worauf dann der Gesamtdurchschnitt aus diesen korrigierten Teildurchschnitten berechnet wird. Praktisch läßt sich diese Methode der «gewogenen Durchschnitte» nur für die Auswahlkriterien Tabaktyp und Anteil Filterzigaretten genau anwenden, da einzig hier die wirklichen Verhältnisse zahlenmäßig bekannt sind. Beispiel: Die mittlere Anzahl Rauchzüge pro Zigarette ist je nach Tabaktyp verschieden, wobei die Unterschiede teilweise signifikant sind. Um einen repräsentativen Gesamtdurchschnitt zu erhalten, müssen wir nicht von der Summe der Einzelwerte über alle Typen, sondern von den Durchschnittswerten pro Tabaktyp ausgehen, die mit je dem zugehörigen wirklichen Prozentanteil am Schweizer Gesamtverbrauch multipliziert und dann addiert werden.

Altersgruppenverteilung

Die Altersverteilung unseres Musters an sich sowie der Zusammenhang zwischen den Beobachtungsergebnissen und den Altersgruppen sind in der Tab. 2 zusammengestellt.

Wir stellen fest, daß bei der Verteilung der Altersgruppen die Klasse 21–30 Jahre zu stark und die Klasse über 50 Jahre zu schwach vertreten sind. Aus Statistiken verschiedener Autoren^{2 3 4 9 14} läßt sich nämlich abschätzen, daß sich der Zigarettenverbrauch annähernd gleichmäßig auf alle Altersklassen verteilt, mit einem Maximum bei der Klasse um 30 Jahre und einem stetigen Abfall nach 50 Jahren.

Tabelle 2
Einfluss der Altersgruppenverteilung auf die Beobachtungsergebnisse

Altersklasse	Ganzes Muster, umfassend alle 470 Beobachtungen									Teilmuster über 292 Innenbeob.	
	Anzahl Beob.	% Beob.	% Männer	% Anteil Stadt	% Anteil Filter	% Anteil pro Tabaktyp				Anzahl Beob.	% Beob.
						Maryland	Orient	Virginia	Amer. Blend		
15—20 Jahre	46	9,8	52	91	100	46	11	—	43	28	9,6
21—30 Jahre	247	52,5	71	90	89	52	9	1	38	147	50,3
31—40 Jahre	105	22,3	66	89	83	44	23	2	31	68	23,3
41—50 Jahre	53	11,3	72	92	80	53	23	2	22	36	12,3
über 50 Jahre	19	4,1	63	89	90	47	32	5	16	13	4,5
Total	470	100	68	90	87	49	15	1,5	34,5	292	100

	Alle 470 Beobachtungen					292 Innenbeobachtungen			
	Anzahl Rauchzüge	Rauchdauer	Zugintervall		Stummellänge	Total verrauchte Tabak	In den Hauptstrom verrauchte Tabak	Pro Rauchzug verrauchte Tabak	Rauchzugvolumen
			alle Werte	ohne Werte > 3 Min.					
15—20 Jahre	10,0	563	77,2	72,4	25,3	707	153	17,3	24,3 ^a
21—30 Jahre	9,5	529	72,0	69,7	25,0	684	188	22,9	39,5 ^b
31—40 Jahre	9,3	552	78,8	71,1	22,6	681	178	20,0	34,2
41—50 Jahre	9,3	557	73,2	71,1	22,6	670	170	19,0	32,5
über 50 Jahre	10,9	582	90,7	74,4	20,5	654	147	19,0	34,0
Total	9,4	543	75,5	71,4	24,6	683	178	20,6	35,7

Statistisch gesicherter Unterschied: a-b (95 %-Vertrauensgrenze).

Die Prüfung des Musters zeigt nun, daß die ungleichmäßige Altersverteilung die Beobachtungsergebnisse nicht verfälscht:

1. Der Vergleich mit anderen Auswahlkriterien zeigt, daß das Geschlechterverhältnis, die Verteilung auf Stadt und Land und der Anteil Filterzigaretten von der Altersgruppe praktisch unabhängig sind. (Ausnahme: die Raucher unter 20 Jahren rauchen ausschließlich Filterzigaretten; ihr Anteil am Gesamtmuster ist jedoch repräsentativ.) Auch in bezug auf die Tabaktypenverteilung ist eine geringe Abhängigkeit festzustellen (die jüngeren Raucher bevorzugen leicht die Blendzigarette gegenüber der Orientzigarette, während die Marylandzigaretten über alle Altersklassen etwa verhältnismäßig verteilt sind).
2. Die durchschnittlichen Beobachtungsergebnisse bezüglich der Anzahl Rauchzüge, der Rauchdauer, des Zugintervalls und der Stummellänge sind vom Raucheralter nicht signifikant abhängig.
3. Ein Teilmuster, das nur die Beobachtungen in geschlossenen Räumen umfaßt, zeigt die gleiche Altersklassenverteilung wie das Gesamtmuster und darf daher als repräsentativ gegenüber diesem letzteren betrachtet werden. Die aus diesem Teilmuster berechneten Beobachtungsergebnisse sind von der Altersklasse nicht signifikant abhängig; eine Ausnahme stellt nur das kleine Rauchzugvolumen der jüngsten Altersklasse dar. Da die jüngsten Raucher im Gesamtmuster jedoch repräsentativ vertreten sind, wird dadurch der Gesamtdurchschnitt nicht verfälscht.

Zu den Zugintervallwerten ist zu bemerken, daß einige wenige Einzelresultate von über 3 Minuten zu starken Verschiebungen des Mittelwertes führen, sofern dieser auf ein kleines Teilmuster berechnet wird (z.B. mittl. Zugintervall von 90,7 Sekunden für die Altersklasse über 50 Jahre). Da dieser hohe Wert statistisch ohnehin nicht gesichert ist, ist es für Vergleichszwecke von Vorteil, die Mittelwerte unter Vernachlässigung der Einzelwerte über 3 Minuten zu berechnen.

Zusammenfassend stellen wir fest, daß die Altersgruppenverteilung unseres Musters bezüglich der tatsächlichen Altersverteilung der rauchenden Bevölkerung zwar nicht repräsentativ ist, die Gesamtdurchschnitte über die Beobachtungsergebnisse aber trotzdem Gültigkeit haben, da sie vom Raucheralter unabhängig sind.

Verteilung auf die beiden Geschlechter

Die Verteilung auf die beiden Geschlechter und die mittleren Beobachtungsergebnisse pro Geschlecht sind in Tab. 3 dargestellt.

Tabelle 3
Einfluss der Verteilung zwischen den Geschlechtern auf die Beobachtungsergebnisse

Geschlecht	Alle 470 Beobachtungen								292 Innenbeobachtungen		
	Anzahl Beob.	% Beob.	% Filterzig.	Anzahl Rauchzüge	Rauchdauer	Zugintervall	Stummellänge	Total verrauchte Tabakmenge	Anzahl Beob.	% Beob.	Rauchzugvolumen
Männer	319	68	83	9,5	533	74,0	24,2 ^a	668	190	65	39,8 ^c
Frauen	151	32	97	9,7	567	76,2	25,5 ^b	649	102	35	28,0 ^d
Total	470	100	88	9,5	543	74,7	24,6	662	292	100	35,7 [*]

Statistisch gesicherte Unterschiede: a-b (95 %) und c-d (95 %).

* Mittelwert auf repräsentativen Frauenanteil umgerechnet: ca. 36,8 ml.

Unser Muster umfaßt 32 % Frauen. Eine genaue Angabe über die Verteilung des Zigarettenkonsums auf die beiden Geschlechter liegt nur aus Großbritannien vor, wo im Jahr 1958 die Frauen 28,5 % aller Zigaretten rauchten¹⁴. Aus verschiedenen Literaturquellen kann der Anteil der Raucherinnen an der Gesamtraucherzahl (d.h. nicht am Rauchkonsum) grob geschätzt werden: USA im Jahr 1955 30 %⁴; Schweiz in den Jahren 1955–1957: unter der Ärzteschaft 30 %², in einer Landgemeinde fast 0 %⁹, im Personal eines Chemie-Industriebetriebes 20 %³, unter der Studentenschaft der Universität Basel 15 %¹¹. Der weibliche Anteil am Zigarettenkonsum liegt zweifellos niedriger als der Frauenanteil an der Gesamtraucherzahl, da der Zigarettenverbrauch pro Kopf bei den Frauen niedriger ist als bei den Männern. Wir kommen daher zum Schluß, daß in unserem Muster der Anteil weiblicher Raucher das eineinhalb- bis zweifache des wirklichen Konsumanteils beträgt. Unser Muster ist daher in bezug auf die Geschlechtsverteilung nicht repräsentativ.

Andererseits geht aus der Tab. 3 hervor, daß die Anzahl Rauchzüge, die Rauchdauer, das Zugintervall und die total verrauchte Tabakmenge nicht geschlechtsabhängig sind.

Eine Abhängigkeit besteht für die Stummellänge (im Mittel um 1,7 mm länger bei weiblichen Rauchern) und das Rauchzugvolumen (im Mittel um 12 ml kleiner). Beide Abweichungen sind an der 95 %-Vertrauensgrenze signifikant. Daraus müssen wir die Folgerung ziehen, daß der Gesamtdurchschnitt für die Stummellänge knapp zu hoch und für das Rauchzugvolumen um einiges zu niedrig ausfallen wird.

Schließlich stellen wir noch fest, daß die Frauen fast ausschließlich Filterzigaretten konsumieren. Unser Resultat deckt sich annähernd mit zwei Resultaten von *Gsell*, der in einem Industriebetrieb 94 % weibliche und 85 % männliche Raucher von Filterzigaretten feststellt³; in einer Landgemeinde beträgt der Anteil der von Frauen gerauchten Filterzigaretten 100 % (allerdings auf ein zu kleines Muster bestimmt), dagegen 74 % bei den Männern unter 45 Jahren und 49 % bei den Männern über 45 Jahre⁹.

Städtisches und ländliches Milieu

Die Mehrzahl der Beobachtungen wurde in größeren Städten sowohl in der Innenstadt als auch an der Stadtperipherie (hier vorwiegend Beobachtungen im Freien) gemacht; nur 10 % der Beobachtungen stammen aus rein landwirtschaftlichen Gegenden. Dieser letztere Anteil kann als repräsentativ gelten, da die landwirtschaftliche Bevölkerung nicht mehr als 15 % der Gesamtbevölkerung beträgt und in ländlichen Gegenden der per Capita-Konsum niedriger ist als in städtischem Milieu⁹.

In der Tab. 4 werden die mittleren Beobachtungsergebnisse zwischen Stadt, Stadtperipherie und Land miteinander verglichen; für die Berechnung des Zugvolumens wurden die Beobachtungen aus Stadt und Stadtperipherie zusammen-

Tabelle 4
Einfluss der Verteilung zwischen Stadt und Land auf die Beobachtungsergebnisse

Ort	Alle 470 Beobachtungen								292 Innenbeobachtungen		
	Anzahl Beob.	% Beob.	% Filterzig.	Anzahl Rauchzüge	Rauchdauer	Zugintervall	Stummellänge	Total verrauchte Tabakmenge	Anzahl Beob.	% Beob.	Rauchzugvolumen
Stadt	375	80	89	9,1 ^a	534 ^c	75,6	24,6	657 ^f	256	88	35,9
Stadtperipherie	49	10	96	9,2	608 ^d	79,9	24,7	711 ^g			
Land	46	10	78	13,0 ^b	537 ^e	61,6	25,1	655 ^h	36	12	34,0
Total	470	100	88	9,5	543	74,7	24,6	662	292	100	35,7

Statistisch gesicherte Unterschiede: a-b (99,9 %), c-d (99,9 %), d-e (99,9 %), f-g (95 %), g-h (95 %).

gefaßt, da hier nur Beobachtungen aus geschlossenen Räumen verwendet werden und die Stadtperipherie vorwiegend Außenbeobachtungen liefert.

Das Zugintervall, die Stummellänge und das Rauchzugvolumen sind für die drei Beobachtungsorte nicht signifikant verschieden. Stadt und Land unterscheiden sich signifikant (99,9 %) in der Anzahl Rauchzüge. Die Extremwerte der Zugzahlen entfallen restlos auf Landbeobachtungen (je eine Beobachtung mit 22, 27, 28, 29, 32, 41 und 42 Rauchzügen), während bei den Beobachtungen in Stadt und Stadtperipherie nie mehr als 20 Rauchzüge festgestellt werden. Bei der Rauchdauer unterscheidet sich die Stadt von der Stadtperipherie und diese vom Land (je 99,9 % Signifikanz), nicht aber die Stadt vom Land. Dieser Sachverhalt erklärt sich aus der großen Anzahl Außenbeobachtungen in der Stadtperipherie. Auch die total verrauchte Tabakmenge ist in der Stadtperipherie größer als in der Stadt oder auf dem Land (Signifikanz je 95 %).

Andererseits ist aber festzuhalten, daß die Verteilung auf die drei Beobachtungsorte (Stadt 80 %, Stadtperipherie 10 % und Land 10 %) von den wirklichen Verhältnissen nicht stark abweicht (denn unter «Land» verstehen wir ausgesprochen landwirtschaftliches Gebiet), so daß mit einiger Sicherheit angenommen werden darf, daß das Muster für dieses Auswahlkriterium repräsentativ sei.

Genauere Beobachtungsstelle

Es gibt unseres Wissens keine bekannten Vergleichszahlen, die aussagen, wie sich der Zigarettenkonsum auf spezifische Orte und Situationen verteilt. Eine Abschätzung dieser Verteilung ist an sich sehr unsicher; wir können höchstens vermuten, daß unser Muster zu viele Beobachtungen in Gaststätten (43 %) und zu wenig Resultate in Verkehrsmitteln (1 %) und in Privatwohnungen (9 %) umfaßt.

Obwohl die Mittelwerte je Beobachtungsstelle und Beobachtungsergebnis (Tabelle 5) etwas variieren, zeigt die statistische Prüfung, daß in bezug auf die Anzahl Rauchzüge, die Rauchdauer, das Zugintervall und die Stummellänge keine signifikanten Unterschiede vorkommen. (Zum Teil erklärt sich das Fehlen signifikanter Unterschiede aus der sehr kleinen Anzahl Beobachtungen pro Teilmuster.) Im besonderen unterscheiden sich die Außenbeobachtungen nicht von den Innenbeobachtungen, was wesentlich ist, da nur die letzteren für die Ermittlung des Rauchzugvolumens eingesetzt werden.

Zusammenfassend ergibt sich also, daß wir zwar über die Repräsentativität des Musters in bezug auf die Verteilung auf genaue Beobachtungsstellen nichts aussagen können, daß aber andererseits diese Verteilung keinen signifikanten Einfluß auf die Beobachtungsergebnisse hat.

Tabelle 5
Einfluss des genauen Beobachtungsorts auf die Beobachtungsergebnisse

Genauer Beobachtungsort	Anzahl Beob.	% Beob.	Anzahl Rauchzüge	Rauchdauer	Zugintervall	Stummellänge
<i>Innenbeobachtungen</i>						
Städtische Gaststätte (inkl. Tea-Room, Bar, Dancing)	164	35	8,9	532	78,2	25,0
Privatwohnung	43	9	9,6	540	80,9	23,5
Zug, Speisewagen, Auto, Tram, Arbeits- und Kinopause, Büro, Bibliothek, Bank	19	4	8,3	492	78,9	24,3
Dorf-Gaststätte	37	8	9,5	544	71,8	25,4
Wartsaal, Bahnhofhalle, Reisebüro	29	6	9,9	577	67,8	22,9
<i>Aussenbeobachtungen</i>						
Taxistand, Tram- und Bushaltestelle, Bahnsteig	26	6	8,5	547	86,5	22,8
Seeufer, Garten, Park, Gartenrestaurant, Strandbad, Zoo, auf der Strasse, Spaziergang, Bauplatz	152	32	10,4	553	71,6	25,0
Total	470	100	9,5	543	74,7	24,6

Verteilung der Zigaretten nach Tabaktypen

Die Verteilung des schweizerischen Zigarettenkonsums auf die einzelnen Geschmackstypen ist bekannt²⁰. In der Tab. 6 haben wir sie für das Jahr 1960 der Zusammensetzung unseres Musters gegenübergestellt.

Um die Zahl der Kategorien einzuschränken, wurden für die Berechnung der Tab. 6 sowie auch für die weiteren Vergleiche die Tabaktypen folgendermaßen sortengemäß zusammengefaßt:

- «Maryland» umfassen Maryland-, schwarze Inland- und französische Zigaretten.
- «Orient» umfassen reine Orientzigaretten und den Mischtyp Orient-Virginia. Für die statistischen Berechnungen wird auch der reine Virginia-Typ in diese Kategorie genommen, da nur 7 Einzelbeobachtungen von Virginiazigaretten vorliegen.
- «Virginia» umfassen Virginiazigaretten. (Ausnahme s. «Orient».)
- «American Blend» umfassen Zigaretten dieses Typs schweizerischer und amerikanischer Herkunft, sowie Inlandzigaretten vom Blend-Typ.

Wir stellen fest, daß unser Muster insbesondere zu wenig Maryland- und zu viel Blendzigaretten umfaßt. Dieser Tatsache wird bei der Berechnung der Gesamtdurchschnitte dadurch Rechnung getragen, daß die «gewogenen Mittel» eingesetzt werden.

Die Prüfung der mittleren Beobachtungswerte pro Kategorie (wobei die Virginiazigaretten zum «Orient» geschlagen werden) zeigt folgendes.

Zugintervall: Diese Größe ist unabhängig vom Tabaktyp.

Anzahl Rauchzüge: Die Marylandzigaretten weisen 8,8 und die Blendzigaretten 10,1 Rauchzüge auf und unterscheiden sich signifikant (95 %), im Gegensatz zum Unterschied dieser Sorten gegenüber den Orientzigaretten. Wie später noch dargestellt wird, sind die Marylandzigaretten kürzer als die Blendzigaretten. Um festzustellen, ob die niedrigere Anzahl Rauchzüge bei den ersteren nicht von der unterschiedlichen Länge herrühre, wurden von diesen beiden Typen auch die Zigaretten gleicher Länge (78 und 80 mm) verglichen. Dabei ergab sich eine unveränderte mittlere Anzahl Rauchzüge pro Typ und der noch signifikantere Unterschied an der 99,9 %-Vertrauensgrenze.

Rauchdauer: Die Marylandzigaretten werden in signifikant kürzerer Zeit abgeraucht als die Zigaretten der anderen Typen (99 % Sicherheit gegenüber Orient und 99,9 % Sicherheit gegenüber Blend).

Stummellänge: Die Marylandzigaretten geben im Mittel einen um 2,8 mm kürzeren Stummel als die Orientzigaretten (Signifikanz 95 %) und einen um 3,4 mm kürzeren Stummel als die Blendzigaretten (Signifikanz 99 %).

Total verbrauchte Tabakmenge: Bei den Blendzigaretten wird mehr Tabak verrauchert als bei den beiden anderen Tabaktypen (Signifikanz in beiden Fällen 99,9 %), während sich Maryland und Orient in diesem Kriterium nicht signifikant unterscheiden.

Tabelle 6
Einfluss des Tabaktyps auf die Beobachtungsergebnisse

Tabaktyp	%o-Anteil Schweiz 1960	Alle 470 Beobachtungen				292 Innenbeob.	
		%o-Anteil Beob.	Anzahl Beob.	%o-Anteil Filterzigaretten	Anzahl Zig.-marken	Anzahl Beob.	%o-Anteil Beob.
Maryland und Inland	65,0	48,7	229	86	29	148	50,7
Orient und Orient-Virginia	17,7	15,3	72	93	16	38	13,0
Virginia	3,4	1,5	7	43	3	7	2,4
American Blend	13,9	34,5	162	91	24	99	33,9
Total	100,0	100,0	470	88	72	292	100,0

	Alle 470 Beobachtungen						292 Innenbeobachtungen			
	Anzahl Rauchzüge	Rauchdauer	Zugintervall	Stummellänge	Total verrauchter Tabak	Abgerauchte Tabaklänge	Total verrauchter Tabak	In den Hauptstromverrauchter Tabak	Pro Rauchzug verrauchter Tabak	Rauchzugvolumen
Maryland	8,8 ^{a*}	501 ^c	77,7	23,0 ^k	660 ^f	51,1	659 ^f	196	24,9	39,8 ⁱ
Orient	9,8	582 ^d	74,5	25,7 ^m	632 ^g	48,8	644 ^g	119	13,4	29,7 ^j
Virginia	10,8	509 ^d	59,6	26,4 ^m	624 ^g	43,6	624 ^g	133	13,7	28,3 ^j
Blend	10,1 ^{b*}	588 ^e	73,4	26,4 ⁿ	742 ^h	52,2	748 ^h	170	17,5	33,4 ^k
Total	9,4	543	75,5	24,6	683	51,0	686	176	20,6	35,7
Total gewogen	9,2	528	75,9	24,1	665	50,6	667	177	21,3	36,7

Für die statistischen Berechnungen wurden die Tabaktypen Orient, Orient-Virginia und Virginia in eine einzige Gruppe zusammengefasst. Statistisch gesicherte Unterschiede bestehen zwischen a-b (95 %), c-d (99 %), c-e (99,9 %), f-h (99,9 %), g-h (99,9 %), k-m (99 %), k-n (99,9 %), während die Unterschiede i-j und i-k nur wahrscheinlich sicher sind.

* Ein Teilmuster von 82 Maryland- und 128 Blendzigaretten, die alle eine Länge von 78-80 mm aufwiesen, ergab sogar einen an der 99,9 %-Vertrauensgrenze gesicherten Unterschied a-b.

Rauchzugvolumen: Trotz der beträchtlichen Unterschiede der mittleren Rauchzugvolumina zwischen den drei Tabaktypen zeigt die statistische Prüfung keine Signifikanz; immerhin können die Unterschiede zwischen Maryland und Orient sowie Maryland und Blend auf Grund des t-Testes als wahrscheinlich gesichert betrachtet werden.

Zusammenfassend ergibt sich also, daß die Beobachtungsergebnisse, mit Ausnahme des Zugintervalls, deutlich vom Tabaktyp abhängen. Dies ist insofern ohne praktische Bedeutung, als die Resultate gesondert nach Tabaktypen diskutiert werden, und indem als repräsentative Mittelwerte über alle Tabaktypen die «gewogenen Mittel» eingesetzt werden (Tab. 6, letzte Zeile). Bemerkenswerterweise unterscheiden sich die einfachen (Tab. 6, zweitletzte Zeile) von den gewogenen Mittelwerten nur wenig, da sich die Fehler offenbar zufällig ausgleichen.

Anteil Filterzigaretten am Gesamtverbrauch

Im Jahr 1960 betrug der Anteil der Filterzigaretten am gesamten schweizerischen Zigarettenkonsum 75 %²⁰, während unser Muster einen Filteranteil von 88 % aufweist. Der Filteranteil pro Tabaktyp ist jedoch nicht bekannt, so daß uns hier die Vergleichswerte fehlen. (Aus der Tab. 6 ist ersichtlich, daß unser Muster etwa den gleichen Filteranteil je Tabaktyp enthält, sofern Orient und Virginia zusammengefaßt werden). Der gegenüber der Wirklichkeit höhere Filteranteil in unserem Muster erklärt sich durch den zu großen Anteil an jungen und weiblichen Rauchern, die fast ausschließlich Filterzigaretten konsumieren.

In Tab. 7 sind die mittleren Beobachtungsergebnisse nach filterlosen Zigaretten und Filterzigaretten gesondert zusammengestellt.

Wir entnehmen der Tab. 7, daß bei Filterzigaretten annähernd ein Rauchzug mehr konsumiert wird als bei filterlosen Zigaretten (der Unterschied ist statistisch wahrscheinlich). Die Ursache liegt vor allem darin, daß die Filterzigaretten im Durchschnitt länger sind. Da der Stummel in beiden Fällen gleich lang ist, die Filterzigaretten jedoch im Durchschnitt 4 mm länger sind, so ergibt sich, daß mit dem einen zusätzlichen Rauchzug auch 32 mg mehr Tabak verrauchert werden.

Die Unterschiede zwischen den mittleren Beobachtungsergebnissen der Tab. 7 sind statistisch nicht gesichert. (Einschränkend ist dazu zu bemerken, daß die statistische Prüfung in einigen Fällen keinen signifikanten Unterschied ergeben konnte, weil zu wenig Beobachtungen an filterlosen Zigaretten vorliegen.) Wir halten daher fest, daß die Rauchdauer, das Zugintervall, die Stummellänge und das Zugvolumen (das letztere trotz der offensichtlichen Verschiedenheit der beiden Mittelwerte) für filterlose und Filterzigaretten nicht signifikant verschieden sind.

Sicher steht fest, daß die gewogenen Mittelwerte über sämtliche Beobachtungen repräsentative Zahlenwerte darstellen, da dabei das relative Übergewicht

Tabelle 7
Einfluss des Zigarettenfilters auf die Beobachtungsergebnisse

	%o-Anteil Schweiz 1960	Alle 470 Beobachtungen							
		%o-Anteil Beob.	Anzahl Beob.	Anzahl Rauchzüge	Rauchdauer	Zugintervall	Stummellänge	Total verrauch. Tabak	Abgerauchte Tabaklänge
Mit Filter	75	88	414	9,5 ^a	546	74,8	24,7	686	51,5
Ohne Filter	25	12	56	8,6 ^b	519	80,7	24,2	663	47,7
Total	100	100	470	9,4	543	75,5	24,6	683	51,0
Total gewogen	—	—	—	9,3	539	76,3	24,6	680	50,6

	292 Innenbeobachtungen									
	%o-Anteil Beob.	Anzahl Beob.	Total in der Zigarette vorhandener Tabak A	Total verrauch. Tabak B	In den Hauptstrom verrauch. Tabak C	100 C			Pro Rauchzugverrauch. Tabak mg	Rauchzugvolumen ml
						100 B A	100 C B	100 C A		
Mit Filter	85	249	856	691	173	81	25	20	20,2	34,8
Ohne Filter	15	43	1002	658	189	66	29	19	23,4	42,9
Total	100	292	—	686	176	—	26	—	20,6	35,7
Total gewogen	—	—	—	683	177	—	26	—	21,0	36,5

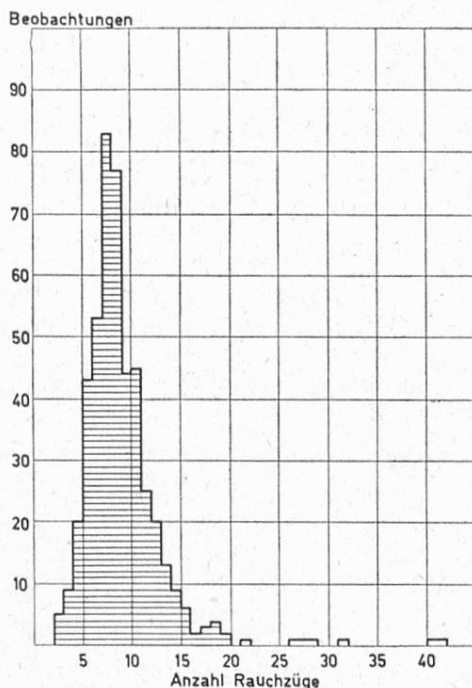
Der Unterschied a-b ist statistisch wahrscheinlich.

der Filterzigaretten in unserem Muster rechnerisch kompensiert wird, und da im vorstehenden Abschnitt festgestellt wurde, daß die über die Tabaktypen gewogenen Mittelwerte mit den direkt aus dem Muster berechneten Werten angenähert identisch sind.

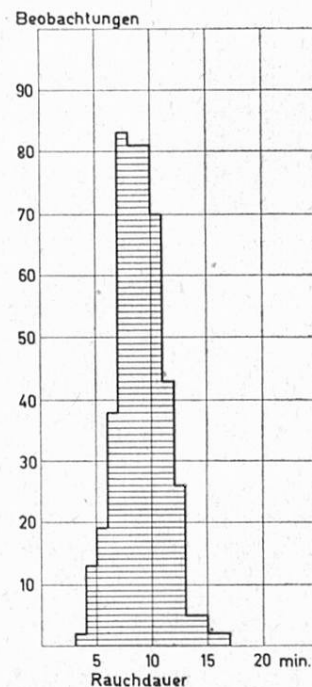
Diskussion

Nachdem bisher nur Durchschnittswerte mitgeteilt und verglichen wurden, stellt sich die Frage nach den beobachteten oder berechneten Einzelwerten und ihrer Streuung. In den Figuren 2 bis 6 sind daher die Einzelwerte über alle 470 Beobachtungen für die Anzahl Rauchzüge (Fig. 2), die Rauchdauer (Fig. 3), das Rauchzugintervall (Fig. 4), die Stummellänge (Fig. 5) und die total verrauchte Tabakmenge (Fig. 6) graphisch dargestellt.

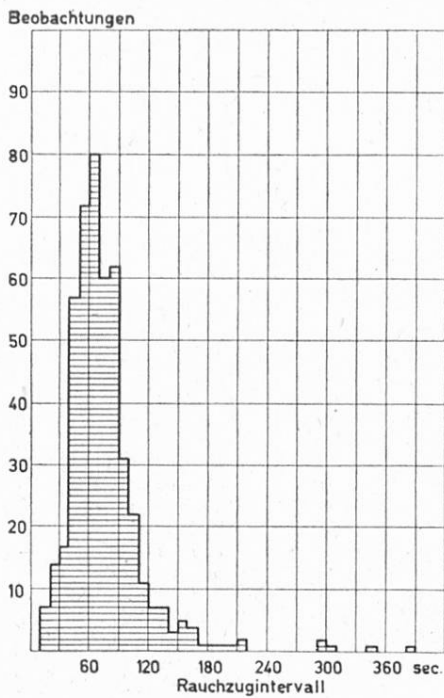
Wir stellen fest, daß die Einzelwerte durchwegs angenähert normal verteilt sind. Die stärkste Abweichung von der Normalverteilung wird bei der Anzahl Rauchzüge, dem Rauchzugintervall und der Stummellänge beobachtet, indem der Kurvenabfall gegen die niedrigeren Werte steiler ist. Das erklärt sich daraus, daß die Anzahl Rauchzüge zwar nicht kleiner als 1, andererseits aber sehr groß sein kann, daß das Zugintervall nach oben nur durch die Rauchdauer begrenzt ist, und daß die Stummellänge einen gewissen Mindestwert nicht unterschreiten kann, nach oben aber nur durch die Zigarettenlänge begrenzt ist. Bei



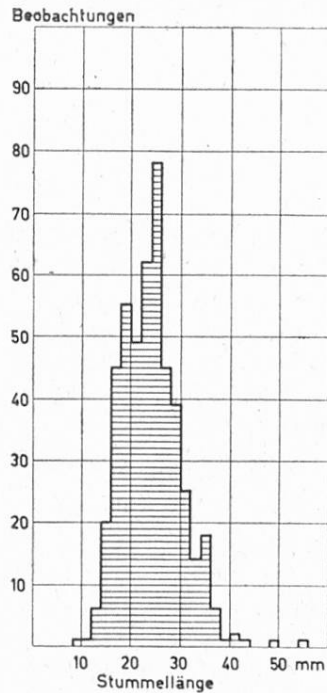
Figur 2
Anzahl Rauchzüge pro Zigarette
im Gesamtmuster
von 470 Beobachtungen



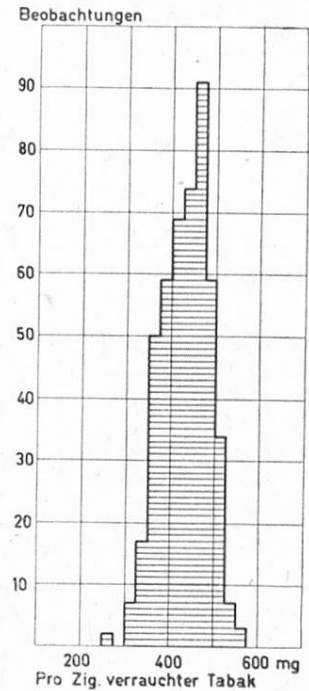
Figur 3
Verteilung der Rauchdauer
im Gesamtmuster
von 470 Beobachtungen



Figur 4
Verteilung der Rauchzugintervalle im Gesamtmuster von 470 Beobachtungen



Figur 5
Verteilung der Stummellängen im Gesamtmuster von 470 Beobachtungen



Figur 6
Pro Zigarette verrauchter Tabak im Gesamtmuster von 470 Beobachtungen

der total verrauchten Tabakmenge ist der Kurvenabfall gegen die höheren Werte steiler, da dieses Kriterium zur Stummellänge komplementär ist.

Die grundsätzlich gleiche Form der Verteilungskurven wurde auch in den nach Auswahlkriterien und -kategorien gesonderten Teilmustern festgestellt. Wir leiteten daraus die Berechtigung ab, an allen Teilmustern die mittlere quadratische Abweichung zu berechnen und die Gruppendurchschnitte mittels der statistischen Streuungszerlegung zu vergleichen.

Das prozentuale Verhältnis zwischen der mittleren quadratischen Abweichung und dem Gruppendurchschnitt (d.h. der Variationskoeffizient) gibt nun ein angenähertes Bild der Verteilungskurve und ermöglicht eine tabellarische Übersicht über die Verteilung der Einzelwerte in allen Teilmustern (Tab. 8).

Aus der kritischen Prüfung der Werte der Tab. 8 ergibt sich, daß der Variationskoeffizient für ein gegebenes Beobachtungskriterium spezifisch ist. Er ist am niedrigsten für die total verrauchte Tabakmenge (ca. 15 %) und steigt an über die Stummellänge (20–25 %), die Rauchdauer (20–30 %), die Anzahl Rauchzüge (30–45 %) und das Zugintervall (50–60 %; der hohe Wert erklärt sich daraus, daß das Zugintervall keine Beobachtungsgröße, sondern eine Rechnungsgröße darstellt) bis zum extrem großen Koeffizienten des Zugvolumens (fast eben so groß wie der zugehörige Durchschnittswert). Wie schon in der vorhergehenden Mitteilung erwähnt¹⁹, kommt denn auch dem Einzelwert des Zugvolumens keine reelle Bedeutung zu.

Tabelle 8
Variationskoeffizienten

(Quotient aus mittlerer quadratischer Abweichung und Mittelwert pro Kategorie,
multipliziert mit 100)

Auswahlkriterium	Anzahl Rauchzüge	Rauchdauer	Zugintervall	Stummellänge	Verrauchter Tabak	Zugvolumen
<i>Alter</i>						
15—20	47,2	22,2	53,3	17,2	13,6	102,8
21—30	43,3	24,2	50,6	28,4	15,8	67,1
31—40	32,6	39,7	69,8	21,4	6,6	85,4
41—50	41,1	25,7	44,0	27,0	16,1	81,6
über 50	77,1	25,0	55,1	29,1	14,4	98,5
<i>Geschlecht</i>						
Männlich	47,1	24,4	56,1	23,8	14,9	71,5
Weiblich	45,0	22,0	58,3	17,7	16,9	100,0
<i>Ort</i>						
Stadt	33,7	24,2	56,2	25,0	18,7	Nicht berechnet
Peripherie	20,4	21,7	52,6	21,1	12,2	
Land	68,2	24,7	57,8	20,5	14,7	
<i>Genauer Ort *</i>						
Gaststätte						
städtisch	33,6	27,6	53,7	26,4	Nicht berechnet	Nicht berechnet
Privat	36,9	19,4	69,2	28,6		
Zug usw.	31,5	31,8	81,8	24,7		
Gasthof						
(Dorf)	34,2	23,5	41,8	22,4		
Bahnhof	28,8	8,8	31,6	20,1		
Taxistand	34,4	20,7	66,2	25,3		
Im Freien	54,9	10,7	43,3	23,0		
<i>Tabaktyp</i>						
Maryland	47,7	24,7	60,1	23,6	7,1	66,7
Orient und						
Virginia	49,4	22,0	64,7	26,9	17,1	115,3
Am. Blend	27,9	17,1	47,5	28,5	14,4	85,8
<i>Filter</i>						
Mit Filter	47,9	23,6	53,1	24,0	13,6	78,3
Ohne Filter	42,3	24,3	80,5	25,4	14,8	74,1

* Vollständige Aufzählung der genauen Beobachtungsorte in Tab. 5.

Es zeigt sich weiter, daß das Auswahlkriterium, von wenigen Ausnahmen abgesehen, keinen wesentlichen Einfluß auf den Variationskoeffizienten hat, daß also die Teilmuster je Beobachtungskriterium unter sich homogen sind. Die Ausnahmen betreffen einige kleine Teilmuster, die zufällig mehrere extreme Einzelwerte umfassen.

Zusammenfassung

In der Tab. 9 sind die signifikanten Unterschiede, die beim Vergleich der einzelnen Teilmuster aufgedeckt wurden, in gedrängter Form zusammengestellt.

Tabelle 9
Statistisch gesicherte Unterschiede je zweier Durchschnittswerte

Auswahlkriterium	Anzahl Rauchzüge	Rauchdauer	Zugintervall	Stummellänge	Totalverraucht. Tabak	Zugvolumen
<i>Altersklasse</i> A = 15—20 Jahre B = 21—30 Jahre	—	—	—	—	—	B > A*
<i>Geschlecht</i> M = Männlich W = Weiblich	—	—	—	W > M*	—	M > W*
<i>Ort</i> S = Stadt P = Peripherie L = Land	L > S***	P > S*** P > L***	—	—	P > S* P > L*	—
<i>Genauer Ort</i>	—	—	—	—	—	—
<i>Tabaktyp</i> M = Maryland O = Or. u. Virg. B = Am. Blend	B > M*	B > M*** O > M**	—	O > M* B > M**	B > M*** B > O***	M > Op M > Bp
<i>Zigarette</i> F = mit Filter O = ohne Filter	F > Op	—	—	—	—	—

— Unterschiede statistisch nicht gesichert

p Unterschied an der 95 %-Vertrauensgrenze nicht mehr gesichert, aber wahrscheinlich sicher

* Unterschied an der 95 %-Vertrauensgrenze gesichert

** Unterschied an der 99 %-Vertrauensgrenze gesichert

*** Unterschied an der 99,9 %-Vertrauensgrenze gesichert

Anhand der Angaben der Tab. 9 und unter Berücksichtigung der in den vorstehenden Abschnitten festgelegten Tatsachen kann das Ergebnis der Prüfung des Beobachtungsmusters wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Für die Auswahlkriterien Stadt/Land und genauer Beobachtungsort fehlen uns die Vergleichszahlen. Wir setzen voraus, unser Muster sei diesbezüglich repräsentativ. Die Tatsachen, daß auf dem Land mehr Rauchzüge gezogen werden als in der Stadt, und daß an der Stadtperipherie die Rauchdauer größer ist und pro Zigarette mehr Tabak verraucht wird als in der Innenstadt und auf dem Land, sollten daher den Gesamtdurchschnitt kaum verfälschen.
2. Unser Muster ist in bezug auf die Altersverteilung der beobachteten Personen nicht repräsentativ. Da die Beobachtungsergebnisse zwischen den Altersklassen sich aber nicht signifikant unterscheiden, wird auch in diesem Fall der Gesamtdurchschnitt nicht verfälscht. Eine Ausnahme betrifft das geringere Zugvolumen der jüngsten Altersklasse gegenüber dem Zugvolumen der Altersklasse 21–30 Jahre; die jüngste Altersklasse ist aber zu einem repräsentativen Anteil erfaßt worden, so daß auch hier kein Einwand erhoben werden kann.
3. Für den genauen Beobachtungsort und die Verteilung auf die beiden Geschlechter fehlen uns ebenfalls die Vergleichszahlen. Der genaue Beobachtungsort hat jedoch keinen signifikanten Einfluß auf das Beobachtungsergebnis und kann daher als Auswahlkriterium vernachlässigt werden. Die weiblichen Raucher ziehen dagegen ein signifikant kleineres Zugvolumen als die Männer und lassen einen längeren Stummel; bei der Berechnung des mittleren Zugvolumens und der mittleren Stummellänge über alle 470 Beobachtungen ist diese Tatsache zu berücksichtigen. Eine exakte Korrektur kann dabei nicht vorgenommen werden, da der weibliche Anteil am Zigarettenkonsum nicht genau bekannt ist.
4. Eine exakte Korrektur ist hingegen möglich im Fall der Verteilung nach Tabaktypen und Filter/Nichtfilter-Zigaretten. Die letztere kann vernachlässigt werden, weil sie keine signifikanten Unterschiede verursacht. Das «Umwägen» der Gesamtdurchschnitte auf die wirkliche Tabaktypenverteilung ist aber notwendig, weil fast alle Beobachtungskriterien typenbedingt sind (Tab. 9).

Unter Berücksichtigung der unter 3. und 4. erwähnten Korrekturen erhalten wir aus unserem Beobachtungsmuster daher repräsentative Mittelwerte für die Beobachtungskriterien.

Resultate und Diskussion

Während im vorstehenden Teil dieser Arbeit die Repräsentativität des Musters geprüft wurde, sollen nun die Beobachtungsergebnisse an sich zusammengestellt und diskutiert werden. Die Diskussion betrifft einerseits die Abhängigkeit der Beobachtungsergebnisse von zigarette-eigenen Kenngrößen wie Tabaktyp, Filter und Nichtfilter, Zigaretten- und Filterlänge, und andererseits die Korrektur der Gesamtdurchschnittswerte durch Umwägen auf repräsentative Werte gemäß den oben dargestellten Prinzipien.

Stummellänge

Der Einfluß des Tabaktyps, des Filters, der Zigaretten- und der Filterlänge ist in Tab. 10 zusammengestellt.

Tabelle 10

Abhängigkeit der Stummellänge vom Tabaktyp, dem Filter, der Zigaretten- und der Filterlänge

Anzahl Beobachtungen	Länge in mm		Tabaktyp				
	Zig.	Filter	Maryland	Orient	Virginia	Blend	Alle Sorten
Filterzigaretten	70	11	35	34	3	7	79
	72	11/12	50	—	—	—	50
	75	12	30	—	—	—	30
	78	13/14	81	3	—	59	143
	80	15/17	1	30	—	70	101
	85	15/17	—	—	—	11	11
Filterlose Zig.	68—75	—	32	5	4	9	50
	76—85	—	—	—	—	6	6
Stummellänge							
Filterzigaretten	70	11	24,3	23,1	26,3	20,9	23,6
	72	11/12	19,9	—	—	—	19,9
	75	12	25,1	—	—	—	25,1
	78	13/14	23,5	29,7	—	26,6	24,9
	80	15/17	20,0	27,3	—	27,5	27,4
	85	15/17	—	—	—	27,2	27,2
	Alle Längen		23,0	25,3	26,2	26,8	24,7
Filterlose Zig.	68—75	—	23,2	32,5	26,5	23,3	24,4
	76—85	—	—	—	—	22,2	22,2
	Alle Längen		23,2	32,5	26,5	22,9	24,2
Total über alle Zigaretten			23,0 ^a	25,7 ^b	26,4 ^b	26,4 ^c	24,6
Ueber die Tabaktypenverteilung gewogenes Mittel							24,1

Statistisch gesicherte Unterschiede: a-b (95 %) und a-c (99 %).

Der Einfluß des Tabaktyps auf die Stummellänge wurde schon in Tab. 6 dargestellt; darnach ist der Stummel der Marylandzigarette signifikant kürzer als derjenige der übrigen Zigarettentypen. Gleichzeitig zeigt sich aber, daß mit zunehmender Zigarettlänge auch der Stummel länger wird: beim Vergleich der drei Längenklassen 70/72, 75 und 78–80 hat die kürzeste Klasse einen signifikant (99,9 %) kürzeren Stummel als die längste Klasse, während sich die mittlere Klasse von den beiden anderen nicht signifikant unterscheidet. Die Marylandzigaretten sind im Mittel kürzer als die Blendzigaretten, so daß die kürzere Stummellänge der ersteren sich teilweise daraus ergibt.

Ein klares Bild zeigt sich im Fall der Filterzigaretten, wenn die Filterlänge der Stummellänge gegenübergestellt wird. Wir bilden die drei Filterlängenklassen 11–12, 13–14 und 15 und mehr mm und stellen fest, daß sich folgende signifikanten Unterschiede ergeben: die Filterklasse 11–12 mm liefert einen kürzeren Stummel als die Klasse 13–14 mm (Vertrauensgrenze 99 %) und als die Klasse 15 und mehr mm (99,9 %); die mittlere Klasse 13–14 mm hat einen kürzeren Stummel als die Klasse 15 und mehr mm (95 %). Mit einer Ausnahme (Maryland Filter 72 mm lang) ist der Stummel um mindestens 10 mm länger als der zugehörige Filter, wobei die Mindestlänge (abgesehen von der erwähnten Ausnahme) 23 mm beträgt.

Die filterlosen Zigaretten geben eine durchschnittliche Stummellänge von 24 mm, wobei paradoxerweise die kürzeren Zigaretten längere Stummel liefern. Allerdings ist die Anzahl der erfaßten filterlosen Zigaretten von Langformat zu gering, um diese Feststellung zu bekräftigen. (Dazu ist zu bemerken, daß auch der wirkliche Verbrauch von langformatigen filterlosen Zigaretten in der Schweiz sehr gering ist.)

Im Mittel über alle Beobachtungen finden wir eine Stummellänge von 24,6 mm (gewogenes Mittel 24,1 mm). Aus den Tabellen 3 und 9 geht hervor, daß Frauen im Mittel einen längeren Stummel lassen als Männer; da unser Muster aber zu viele Frauen umfaßt, muß das gewogene Mittel noch leicht reduziert werden, wobei wir ein korrigiertes Mittel von etwa 23,7 mm finden.

In der Praxis ist es aber nicht angebracht, beim künstlichen Abrauchen sich auf eine einheitliche Stummellänge festzulegen, da, wie eben aufgezeigt wurde, der Raucher die Stummellänge der Zigaretten- bzw. der Filterlänge anpaßt. Die Empfehlung der CORESTA¹⁵, beim künstlichen Abrauchen eine Mindeststummellänge von 23 mm vorzusehen, die bei filterlosen Zigaretten generell einzuhalten ist, während bei den Filterzigaretten der Ansatz Stummellänge = Filterlänge + 8 mm gilt, sofern die Filterlänge 15 mm übersteigt, berücksichtigt diese Sachlage. Obwohl unsere Untersuchung zeigt, daß die Stummellänge beim natürlichen Rauchen noch etwas größer ist, kann die CORESTA-Empfehlung trotzdem als wirklichkeitsnah auch für schweizerische Verhältnisse akzeptiert werden. Die Normvorschrift der deutschen Zigarettenindustrie²¹ sieht ebenfalls eine Mindeststummellänge von 23 mm vor, setzt aber für Zigaretten mit längeren

Filtern einen zu niedrigen Wert ein (Stummellänge = Belaglänge + 1 mm, d.h. Stummellänge = Filterlänge + ca. 5,5 mm).

Anzahl Rauchzüge

Wie zu erwarten war, ist auch die Anzahl der Rauchzüge pro Zigarette von der Zigarettenlänge abhängig (Tab. 11).

Tabelle 11

Abhängigkeit der Anzahl Rauchzüge pro Zigarette vom Tabaktyp, dem Filter und der Zigarettenlänge

(Anzahl Beobachtungen pro Tabellenwert siehe Tab. 10)

Zigarettentyp	Länge	Maryland	Orient	Virginia	Blend	Total
Mit Filter	70	8,0	10,0	10,3	8,7	9,0
	72	9,3	—	—	—	9,3
	75	9,3	—	—	—	9,3
	78	8,8 ^a	11,7	—	10,1 ^b	9,4
	80	7,0 ^a	9,8	—	10,5 ^b	10,3
	85	—	—	—	9,8	9,8
	Alle		8,9	10,0	10,3	10,2
Ohne Filter	68—75	8,3	8,0	11,2	8,6	8,6
	76—85	—	—	—	8,8	8,8
	Alle	8,3	8,0	11,2	8,7	8,6
Total über alle Zig.		8,8 ^c	9,8	10,8	10,1 ^d	9,4
Gewogenes Mittel						9,2

Statistisch gesicherte Unterschiede: a-b (99,9 %) und c-d (95 %).

So werden die kürzesten Zigaretten im Mittel mit 9, die längsten mit 10 Zügen geraucht. Wie aber aus den Tabellen 6 und 9 hervorgeht, ist die Anzahl Rauchzüge auch vom Tabaktyp abhängig; Blendzigaretten haben eine signifikant größere Zugzahl als Maryland-Zigaretten (Vertrauensgrenze 95 %). Da die Maryland-Zigaretten im Mittel kürzer sind, wurden die beiden Tabaktypen anhand eines Teilmusters, das nur Zigaretten von 78 und 80 mm Länge umfaßte, miteinander verglichen. Dabei fanden wir im Mittel über 82 Maryland-Zigaretten 8,8 und über 128 Blend-Zigaretten 10,0 Rauchzüge; der Unterschied der beiden Mittelwerte ist signifikant (99,9 %).

Die filterlosen Zigaretten werden im Durchschnitt mit weniger Rauchzügen abgeraucht als die Filterzigaretten (Unterschied statistisch wahrscheinlich).

Ein repräsentativer Mittelwert über alle Beobachtungen kann daher nur durch «Umwägen» über die Tabaktypenverteilung und den Filteranteil erhalten werden. Unter Berücksichtigung der Werte der Tabellen 6 und 7 erhalten wir ein gewogenes Mittel von knapp 9,2 Rauchzügen pro Zigarette.

Dieser niedrige Wert ist bemerkenswert, da bei der zur Zeit in der Schweiz üblichen Rauchmethodik⁷, die mit einem Zugintervall von 30 Sekunden arbeitet, pro Maryland-Zigarette 12–19 und pro Zigarette der anderen Typen 15–19 Rauchzüge gezogen werden. Da die Ausbeute an Rauchprodukten – gleiche Stummellänge vorausgesetzt – der Anzahl Rauchzüge proportional ist, muß diese Methode für den Gesamtrauch, den chloroformlöslichen Anteil und das Rauchenikotin zu hohe Werte geben. Das bedeutet aber, daß die derzeitige analytische Methode um etwa 50 % mehr Rauchprodukte erfaßt als die Menge, die der durchschnittliche Raucher tatsächlich ansaugt.

Rauchdauer

Wie aus Tab. 12 hervorgeht, ist die Rauchdauer mehr vom Tabaktyp als von der Zigarettenlänge abhängig.

Die Marylandzigaretten werden in signifikant kürzerer Zeit abgeraucht als die Orient- und Virginiazigaretten einerseits (Signifikanz 99 %) und als die Blendzigaretten andererseits (99,9 %). Die Ursache liegt im geringeren Schüttgewicht des Marylandtabakes und in dessen größerem Tabakbrand pro Rauchzug¹⁹.

In der Regel ist die Rauchdauer bei längeren Zigaretten größer (Ausnahme: Maryland 72 mm); im Mittel über alle Längen beträgt sie bei Marylandzigaretten 8–9 Minuten und bei den anderen Typen knapp 10 Minuten. Die filterlosen Zigaretten werden in der gleichen Zeit abgeraucht wie die Filterzigaretten (Ausnahme: Maryland ohne Filter werden etwas schneller abgeraucht).

Aus den Tabellen 4 und 9 geht außerdem hervor, daß die Rauchdauer an der Stadtperipherie (vorwiegend Außenbeobachtungen) signifikant größer ist als in der Innenstadt und auf dem Land. Die übrigen Auswahlkriterien haben auf die Rauchdauer keinen signifikanten Einfluß.

Die über die Tabaktypen gewogene mittlere Rauchdauer beträgt 528 Sekunden oder knapp 9 Minuten. Beim künstlichen Abrauchen nach der bisherigen Methodik (Zugintervall 30 Sekunden) liegen die Werte für die Rauchdauer jedoch zwischen 5 und 8 Minuten je nach Tabaktyp; das ist ein weiterer Hinweis dafür, daß diese Methodik für das natürliche Rauchen nicht repräsentativ ist.

Zugintervall

Aus der Tab. 9 geht hervor, daß das Zugintervall von den Auswahlkriterien unabhängig ist. Wir dürfen daraus den Schluß ziehen, daß die in Tab. 13 mitgeteilten Werte (Zugintervall in Abhängigkeit vom Tabaktyp und vom Filter) repräsentativ sind.

Tabelle 12

Abhängigkeit der Rauchdauer (in Sekunden) vom Tabaktyp, dem Filter und der Zigarettenlänge

(Anzahl Beobachtungen pro Tabellenwert siehe Tab. 10)

Zigarettentyp	Länge	Maryland	Orient	Virginia	Blend	Total
Mit Filter	70	467	592	500	570	531
	72	534	—	—	—	534
	75	489	—	—	—	489
	78	509	644	—	612	554
	80	411	565	—	572	568
	85	—	—	—	576	576
	Alle	504	582	500	588	546
Ohne Filter	68—75	478	584	516	543	503
	76—85	—	—	—	650	650
	Alle	478	584	516	586	519
Total über alle Zig.		501 ^a	582 ^b	509 ^b	588 ^c	543
Gewogenes Mittel						528

Statistisch gesicherte Unterschiede: a-b (99 %) und a-c (99,9 %).

Wir stellen fest, daß das Zugintervall fast ausnahmslos über 70 Sekunden beträgt und praktisch weder vom Tabaktyp noch vom Filter abhängt (Ausnahme: Virginiazigaretten, von denen jedoch nur 7 Beobachtungen vorliegen). Das Bild wird noch klarer, wenn wir aus dem Beobachtungsmaterial 10 Beobachtungen eliminieren, die ein Zugintervall von mehr als 3 Minuten aufweisen. Falls wir die Werte für Virginiazigaretten weglassen, erhalten wir dabei alle mittleren Zugintervalle, gesondert nach Tabaktyp und Filter, zwischen den Werten 69,4 und 71,9 Sekunden.

Es kann also kein Zweifel darüber bestehen, daß das mittlere Zugintervall beim natürlichen Rauchen etwas mehr als eine Minute beträgt. Als praktische Folgerung ergibt sich daraus, daß das in der Schweiz übliche Intervall von 30 Sekunden beim künstlichen Abrauchen wirklichkeitsfremd ist und durch das Intervall von 60 Sekunden ersetzt werden muß, welches in den USA schon seit längerer Zeit üblich ist und seither von der deutschen Industrie²¹ und dem CORESTA-Fachausschuß¹⁵ eingeführt wurde.

Tabelle 13

Abhängigkeit des Zugintervalls (in Sekunden) vom Tabaktyp und vom Filter

		Maryland	Orient	Virginia	Blend	Total
Alle 470 Beobachtungen	<i>Anzahl Beobachtungen</i>					
	Mit Filter	197	67	3	147	414
	Ohne Filter	32	5	4	15	56
	Zusammen	229	72	7	162	470
	<i>Zugintervall</i>					
	Mit Filter	76,8	73,6	56,3	73,0	74,8
	Ohne Filter	83,7	86,4	62,0	77,2	80,7
Zusammen	77,7	74,5	59,6	73,4	75,5	
	Gewogenes Mittel					75,9
Nach Weglassung der Werte über 180 Sekunden verbleibende 460 Beobachtungen	<i>Anzahl Beobachtungen</i>					
	Mit Filter	192	66	3	145	406
	Zusammen	222	71	7	160	460
	<i>Zugintervall</i>					
	Mit Filter	70,9	69,4	56,3	71,3	70,7
Zusammen	71,6	70,6	59,6	71,9	71,4	

Umgesetzte Tabakmenge

Vom gesamten in der Zigarette enthaltenen Tabak wird ein kleiner Teil mit dem Stummel weggeworfen, während der größte Teil unter Bildung von Nebenstromrauch verglimmt und nur etwa ein Fünftel zur Bildung von Hauptstromrauch verbraucht wird. Diese Verhältnisse wurden durch Einsetzen eigener Versuchsergebnisse in das Beobachtungsmaterial genauer untersucht und sind in der Tab. 14 dargestellt.

Zur Tab. 14 ist zu bemerken, daß für die Berechnung des Gesamttabakgehaltes der Zigaretten (A) und der total verrauchten Tabakmenge (B) alle 470 Beobachtungen verwendet wurden, während für die in den Hauptstrom verrauchte Tabakmenge (C) nur die 292 Innenbeobachtungen eingesetzt werden konnten. Für die Berechnung der Verhältniszahl C/B wurde B auf das Teilmuster von 192 Beobachtungen erneut berechnet und nun als B' bezeichnet. Um die Teilmuster nicht zu klein werden zu lassen, wurden die Zigarettenlängen in nur zwei Gruppen kurz (unter 75 mm) und lang (über 74 mm) eingeteilt.

Tabelle 14

Abhängigkeit der in der Zigarette vorhandenen, der total verrauchten und der in den Hauptstrom verrauchten Tabakmenge vom Tabaktyp, dem Filter und der Zigarettenlänge

Tabaktyp		Maryland		Orient		Virginia	Blend		Total		Total
Zigarettenlänge		<75	>74	<75	>74	<75	<75	>74	<75	>74	alle
Anzahl Beob. für A und B	Mit Filter	85	112	37	30	3	7	140	132	282	414
	Ohne Filt.	32	—	5	—	4	9	6	50	6	56
Anzahl Beob. für B' und C	Mit Filter	46	77	20	14	3	4	85	73	176	249
	Ohne Filt.	25	—	4	—	4	4	6	37	6	43
Mg Tabak pro Zigarette (A)	Mit Filter	785	806	889	911	963	880	917	823	872	856
	Ohne Filt.	982	—	1004	—	1025	999	1095	990	1095	1002
Mg Tabak pro Zigarette verraucht (B)	Mit Filter	648	667	599	687	607	733	746	638	708	686
	Ohne Filt.	659	—	552	—	637	669	788	648	788	663
<u>100 B</u> A	Mit Filter	83	83	67	75	63	83	81	76	81	80
	Ohne Filt.	67	—	55	—	62	67	72	65	72	66
Mg Tabak pro Zigarette verraucht (B')	Mit Filter	649	669	624	695	607	765	749	647	710	691
	Ohne Filt.	643	—	565	—	637	674	788	637	788	658
Mg Tabak in Hauptstrom verraucht (C)	Mit Filter	185	202	96	161	148	150	162	157	180	173
	Ohne Filt.	197	—	77	—	122	244	240	181	240	189
<u>100 C</u> B'	Mit Filter	29	30	15	23	24	20	22	24	25	25
	Ohne Filt.	31	—	14	—	19	36	31	28	31	29
<u>100 C</u> A	Mit Filter	24	25	11	18	15	17	18	19	21	20
	Ohne Filt.	20	—	8	—	12	24	22	18	22	19

Unter Bezugnahme auf die Tabellen 4, 6 und 9 halten wir fest, daß in der Innenstadt und auf dem Land pro Zigarette mehr Tabak verrauchet wird als an der Stadtperipherie, und daß pro Maryland- und Orient-/Virginiazigarette weniger Tabak verrauchet wird als pro Blendzigarette.

Die von der Beobachtung erfaßten Zigaretten enthalten wechselnde Mengen Tabak je nach Tabaktyp (Maryland am wenigsten), Filter (der Filter ersetzt etwa 150 mg Tabak) und Zigarettenlänge. Davon werden in Filterzigaretten etwa 80 % und in filterlosen Zigaretten etwa 66 % verrauchet (Tabellenwerte B/A). Nur 25 % der total verrauchten Tabakmenge wird zur Bildung von Hauptstromrauch verbraucht (29 % bei filterlosen Zigaretten) (Tabellenwerte C/B'). Als einfache Faustregel ergibt sich schließlich aus den Tabellenwerten C/A, daß in Maryland-Filterzigaretten ein Viertel und in allen anderen Zigarettentypen ein Fünftel des in der Zigarette vorhandenen Tabaks in den Hauptstrom verrauchet wird.

Die Tabellenwerte C/B' sind von spezieller Bedeutung im Hinblick auf den Nikotinübergang aus dem Tabak in den Hauptstromrauch. Es zeigt sich beispielsweise, daß das Rauchkondensat von Marylandzigaretten höchstens 30 % und von Blend-Filterzigaretten höchstens 22 % des im verrauchten Tabak vorhanden gewesenen Nikotins enthalten kann. In der Praxis liegen diese Anteile noch niedriger, da ein geringer Teil des Nikotins pyrolytisch zersetzt und ein weiterer Teil im Stummel bzw. Filter zurückgehalten wird. Bei der derzeitigen künstlichen Abrauchmethode^{7 18} werden hingegen im Rauch filterloser Zigaretten Nikotinausbeuten von 35–45 % für Maryland und 25–35 % für American Blend erhalten. Die Ursache für diese hohen Werte liegt, wie erwähnt, in der größeren Anzahl Rauchzüge pro Zigarette, welche ihrerseits durch das kurze Zugintervall von 30 Sekunden bedingt ist. Eine neuere japanische Arbeit erwähnt denn auch Nikotinübergangszahlen von 14–38 % je nach Größe des Zugintervalls¹⁶.

Tabakbrand pro Rauchzug

Diese Größe ergibt sich aus dem in den Hauptstrom verrauchten Tabak durch die Division durch die Anzahl Rauchzüge. Die aus dem Beobachtungsmaterial ermittelten Werte sind in Tab. 15 dargestellt.

Im Gegensatz zum Zugintervall, welches praktisch sortenunabhängig ist, ist der Tabakbrand pro Rauchzug bei Marylandzigaretten eindeutig größer als bei den anderen Zigarettentypen. Der Unterschied beruht nicht auf einem Zufall, sondern auf der objektiven Tatsache, daß für ein gegebenes Rauchzugvolumen mehr Marylandtabak verbrennt als Tabak anderer Sorten¹⁹.

Auf eine Diskussion dieser Größe wird jedoch verzichtet, da es sich dabei lediglich um einen Hilfwert zur Ermittlung des Rauchzugvolumens handelt.

Tabelle 15

Abhängigkeit des Tabakbrandes pro Rauchzug und des Rauchzugvolumens vom Tabaktyp und vom Filter

(Nur aus Innenbeobachtungen)

	Maryland	Orient	Virginia	Am. Blend	Total
<i>Anzahl Beobachtungen</i>					
Zigarette mit Filter	123	34	3	89	249
Zigarette ohne Filter	25	4	4	10	43
Zusammen	148	38	7	99	292
<i>Tabakbrand pro Rauchzug</i>					
Zigarette mit Filter	24,3	13,7	14,0	17,2	20,2
Zigarette ohne Filter	28,0	11,2	13,4	20,5	23,4
Zusammen	24,9	13,4	13,7	17,5	20,6
Gewogenes Mittel					21,3
<i>Rauchzugvolumen</i>					
Zigarette mit Filter	38,4	31,1	24,7	31,7	34,8
Zigarette ohne Filter	46,7	17,5	31,0	48,2	42,9
Zusammen	39,8 ^a	29,7 ^b	28,3 ^b	33,4 ^c	35,7
Gewogenes Mittel					36,7

Die Unterschiede zwischen a-b und a-c sind statistisch an der 95 %-Vertrauensgrenze nicht mehr gesichert, dürfen aber als wahrscheinlich gesichert betrachtet werden.

Rauchzugvolumen

Die nach dem bereits beschriebenen Verfahren¹⁹ ermittelten Rauchzugvolumina sind in der Tab. 15 als Durchschnittswerte in Abhängigkeit von Tabaktyp und Filter dargestellt.

Da die Rauchzugvolumina nur als Mittelwerte über eine größere Zahl von Einzelbestimmungen zuverlässig sind, können die in der Tab. 15 für die Virginia- und die filterlosen Orient- und Blendzigaretten mitgeteilten Werte nur als grobe Näherung betrachtet werden.

Es zeigt sich, daß die Marylandzigaretten mit einem größeren Zugvolumen geraucht werden als die Zigaretten der anderen Typen (vgl. Tab. 9). Die filterlosen Zigaretten zeigen im Mittel größere Zugvolumina als die Filterzigaretten; wegen der geringen Anzahl der filterlosen Zigaretten ist der Unterschied statistisch jedoch nicht gesichert. Beide Feststellungen decken sich mit der Tatsache, daß die Marylandzigaretten im besonderen und die filterlosen Zigaretten im allgemeinen einen geringeren Zugwiderstand aufweisen. Die Vermutung ist daher naheliegend, daß der Raucher mit zunehmendem Zugwiderstand der

Zigarette ein kleineres Zugvolumen ziehe. Einschränkend ist hierzu aber zu bemerken, daß diese Vermutung statistisch nicht gesichert werden konnte.

Im Mittel über alle 292 Beobachtungen finden wir ein Zugvolumen von 35,7 ml, das noch wie folgt zu korrigieren ist: Umwägung für die nicht repräsentative Tabaktypenverteilung gibt ein Mittel von 36,7 ml; zusätzliche Korrektur für den zu großen Filteranteil in unserem Muster gibt ein Mittel von etwa 37,4 ml; und die Korrektur für den zu großen Anteil weiblicher Raucher in unserem Muster (nach Tab. 3 und 9 ziehen die Frauen ein signifikant kleineres Zugvolumen als die Männer) führt schließlich zum Wert 38,5 ml. Eine Korrektur für das signifikant niedrigere Zugvolumen der jüngsten Altersklasse (Tab. 2 und 9) erübrigt sich, da diese Klasse zu einem repräsentativen Anteil im Gesamtmuster enthalten ist.

Wir kommen daher zum Schluß, daß der Schweizer Raucher im Mittel ein Rauchzugvolumen zieht, das zwischen 35 und 40 ml liegt, wobei die Werte für jüngste und weibliche Raucher sowie für Orient-, Blend- und (vermutlich) Virginiazigaretten unter 35 ml liegen. Dieses Resultat deckt sich mit den experimentell bestimmten Werten von *Cuzin*⁸ und *Schur* und *Rickards*⁶, sowie mit dem schon seit längerer Zeit allgemein üblichen Zugvolumen von 35 ml beim künstlichen Abrauchen.

Praktische Schlußfolgerungen

Wie schon in der Einleitung bemerkt, ist die Ermittlung der durchschnittlichen Bedingungen des natürlichen Rauchens nicht Selbstzweck, sondern die Voraussetzung für die Wahl repräsentativer Parameter beim künstlichen Rauchen. In der Tab. 16 sind daher die durchschnittlichen Beobachtungsergebnisse (gewogene und korrigierte Mittel) den in der Schweiz bisher üblichen Rauchbedingungen und den Empfehlungen des CORESTA gegenübergestellt.

Tabelle 16

Vergleich der Gesamtergebnisse mit Bedingungen des künstlichen Abrauchens

Rauchbedingung	Schweizerische Methodik (7)	Natürliches Rauchen	Empfehlung CORESTA (15)
Anzahl Rauchzüge	12—19 *	9,2	8—13 *
Rauchdauer (Min.)	5,5—9 *	8,8	7—12 *
Zugintervall (sec)	30	75,9	60
Stummellänge (mm)	20	23,7	23
Zugdauer (sec)	1,6 oder mehr	—	2,0
Zugvolumen (ml)	35,0	38,5	35,0

* Eigene Bestimmungen an Zigaretten der verschiedenen Typen.

Aus diesem Vergleich geht hervor, daß die heutigen Bedingungen des künstlichen Abrauchens in der Schweiz unrealistisch sind, während die CORESTA-Empfehlungen mit den Ergebnissen dieser Untersuchung nahezu übereinstimmen.

Zusammenfassung

1. Eine statistische Untersuchung über die Gewohnheiten der Zigarettenraucher in der Schweiz, basierend auf der objektiven Beobachtungsmethode, wurde durchgeführt, um genaue und repräsentative Werte für die das künstliche Rauchen charakterisierenden Größen zu erhalten. Als eine für die Schweiz ausreichende Mustergröße wurde ca. 0,01 % der Bevölkerungszahl angenommen und in 470 auswertbaren Beobachtungsergebnissen erhalten. Die Beobachtungen umfaßten alle in der Schweiz gerauchten Tabaktypen, d.h. Maryland, American Blend, Orient und Virginia. Die angewendete Methode erlaubte erstmals eine genaue Bestimmung der Stummellänge als Einzel- und Mittelwert, sowie eine im Mittel hinreichend genaue objektive Bestimmung des Zugvolumens.
2. Bei der Auswahl des Musters wurden folgende Kriterien berücksichtigt: Alters- und Geschlechtsverteilung, Verteilung auf städtische und ländliche Verhältnisse, den Beobachtungsort, Tabaktypen und Filter- bzw. Strangzigaretten. Auf Grund statistischer Berechnungen und verteilungsmäßiger Kriterien wurde festgestellt, daß die Mehrzahl der Auswahlkriterien auf die Beobachtungsergebnisse keinen Einfluß haben, während Abweichungen von der repräsentativen Verteilung rechnerisch ausgeglichen werden konnten. Das Resultat der Untersuchung ist daher für Schweizer Verhältnisse repräsentativ.
3. Die Beobachtungsergebnisse ergaben folgende, rechnerisch ausgeglichene Werte und statistisch signifikante Zusammenhänge:
 - a) Die mittlere Stummellänge beträgt 23,7 mm und ist von der Zigaretten- bzw. Filterlänge und dem Geschlecht des Rauchers abhängig.
 - b) Die mittlere Anzahl Rauchzüge beträgt 9,2 Züge und ist vom Tabaktyp und der Zigarettenlänge abhängig.
 - c) Die mittlere Rauchdauer beträgt 528 Sekunden und ist vom Tabaktyp und teilweise von der Zigarettenlänge abhängig.
 - d) Das Zugintervall beträgt im Mittel 75,9 Sekunden und ist von den untersuchten Auswahlkriterien nicht signifikant abhängig.
 - e) Während eine Strangzigarette im Mittel 1002 mg und eine Filterzigarette 856 mg Tabak enthält, und davon 663 mg bzw. 686 mg verraucht werden, gehen nur 189 mg bzw. 173 mg in den Hauptstromrauch. Diese Werte sind vom Tabaktyp abhängig.
 - f) Das mittlere Rauchzugvolumen beträgt 38,5 ml und ist vom Raucheralter und dem Geschlecht signifikant und vom Tabaktyp wahrscheinlich abhängig.
4. Bei der Berechnung der umgesetzten Tabakmenge wurde festgestellt, daß unter mittleren natürlichen Bedingungen bei Maryland-Filterzigaretten nur etwa 25 % und bei allen anderen Zigarettentypen nur etwa 20 % des vorhandenen Tabaks in den Hauptstrom verraucht werden. Der restliche Tabak verbleibt zum kleineren Teil im Stummel und wird zum größeren Teil dem Raucher im Nebenstromrauch entzogen. Daraus erfolgt, daß kein im Tabak enthaltener Stoff zu mehr als 25 % in den Hauptstromrauch übergehen kann.

Résumé

1. Pour obtenir des valeurs exactes et représentatives des paramètres définissant le fumage artificiel, une enquête statistique, basée sur la méthode de l'observation objective, a été menée en Suisse sur le mode de fumer des cigarettes. Les 470 résultats valables obtenus représentent un peu moins de 0,01 % de la population suisse et peuvent être considérés comme suffisants en nombre. Les observations concernent tous les types de goût fumés en Suisse, c'est-à-dire des cigarettes Maryland, American Blend, Orient et Virginie. Pour la première fois, des données exactes pour la longueur du mégot ont été obtenues, et le volume d'aspiration a pu être déterminé objectivement avec une précision suffisante.
2. Lors de la sélection de l'échantillon, il a été tenu compte des critères suivants: distribution des âges, des sexes, des régions urbaines et rurales, des lieux précis, des types de tabacs et de cigarettes (avec ou sans filtre). Par des calculs statistiques et la comparaison avec des critères de distribution connus, il a pu être démontré que la plupart des critères de sélection n'ont pas d'influence sur les résultats observés, tandis que les déviations dues à des sous-échantillons non représentatifs ont pu être corrigés mathématiquement. Le résultat global de l'enquête peut donc être considéré comme représentatif pour la Suisse.
3. Les résultats de l'enquête et leur dépendance significative des critères de sélection sont les suivants:
 - a) La longueur moyenne du mégot est de 23,7 mm; elle dépend de la longueur de la cigarette, respectivement du filtre, et du sexe du fumeur.
 - b) Le nombre moyen de bouffées par cigarette est de 9,2; il dépend du type de tabac et de la longueur de la cigarette.
 - c) La durée moyenne du fumage est de 528 secondes; elle dépend du type de tabac et, en partie, de la longueur de la cigarette.
 - d) L'intervalle moyen entre deux bouffées est de 75,9 secondes; il ne dépend, d'une manière significative, d'aucun des critères de sélection mentionnés.
 - e) En moyenne, une cigarette sans filtre contient 1002 mg de tabac; 663 mg sont fumés, dont 189 mg seulement dans la fumée principale. Pour les cigarettes filtres, les valeurs correspondantes sont de 856, 686 et 173 mg. Elles dépendent du type de tabac.
 - f) Le volume moyen d'aspiration est de 38,5 ml; il dépend de l'âge et du sexe du fumeur et, probablement, du type de tabac.
4. En établissant le bilan de tabac lors du fumage naturel, on constate que 25 % seulement du tabac total d'une cigarette Maryland filtre et 20 % du tabac total d'une cigarette des autres types forment de la fumée principale, tandis que le solde est soit jeté avec le mégot, soit, pour la majeure partie, brûlé dans la fumée secondaire. Il s'ensuit que le taux de transfert des composés du tabac dans la fumée ne peut pas être supérieur à 25 %.

Summary

1. A statistical study of the average Swiss cigarette smoker's habits has been conducted with the aim of obtaining reliable figures for the conditions of the artificial smoking. The method of mass observation was used, giving a sample of 470 valuable results, which represents almost 0,01 % of the population of Switzerland and can be considered as sufficient for obtaining accurate and representative results. The survey covered all types of cigarettes smoked in Switzerland, e.g. Maryland, American Blend, Turkish and Straight Virginia, and, for the first time, enabled the accurate determination of the stub length and a fairly accurate one of the real puff volume.
2. The composition of the sample, as regards the criteria of distribution of the smokers' age and sex, of urban and rural regions, the particular situation, the types of tobacco and cigarette, were known, and their influence on the data of the observation was examined by statistical methods. With these methods, and by comparing the sample with known criteria of distribution, it could be shown that most of the above criteria had no influence on the results of the observation, whereas in the other cases a correction of the original average values was possible. The results as a whole can therefore be considered as being representative for the natural smoking habits in Switzerland.
3. The evaluation of the data gave the following – corrected – results and statistically assured correlations with the criteria of selection:
 - a) The average stub has a length of 23,7 mm, which depends on the length of the cigarette and the filter, and on the sex of the smoker.
 - b) On an average, 9,2 puffs are drawn on a cigarette. This number depends on the type of tobacco and the length of the cigarette.
 - c) The average duration of smoking is 528 seconds; it depends on the type of tobacco and, partly, on the length of the cigarette.
 - d) The average time interval between the puffs is 75,9 seconds; it is independent of the mentioned criteria of selection.
 - e) On an average, a filterless cigarette contains 1002 mg of tobacco; 663 mg are burnt as a whole, and 189 mg are smoked into the main stream. The corresponding figures for filter cigarettes are 856, 686 and 173 mg. These values depend on the type of tobacco.
 - f) The average puff has a volume of 38,5 ml, and depends on the age and sex of the smoker and, probably, on the type of tobacco.
4. The material balance of the tobacco for the natural smoking of a cigarette can be summarized as follows: only about 25 percent of the total tobacco is used for the main-stream smoke in Maryland-filter cigarettes, and about 20 percent in all other types of cigarettes, whereas the remaining tobacco is, to a small extent, thrown away with the stub, and, to a large extent, burnt into the side-stream smoke. It follows therefrom that, of the compounds contained in the original cigarette tobacco, 25 percent at most can be transferred into the mainstream smoke.

Literatur

- 1 *A. Linder*, Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure, 2. Aufl., Basel 1951, S. 91 und 123.
- 2 *O. Gsell*, Schweiz. Medizin. Wochenschr. **86** (23) 669-689 (1956).
- 3 *O. Gsell*, «Unser Weg und Werk» (Hauszeitung der Sandoz AG, Basel) **10** (4) 105-111 (1956).
- 4 *W. Haenszel, M. B. Shimkin* und *H. P. Miller*, Tobacco smoking patterns in the United States, Public Health Monograph No. 45, Washington 1956.
- 5 Cigarette Components Ltd., London, Bulletin October 1957: Study of certain aspects of human smoking habits.
- 6 *M. O. Schur* und *J. C. Rickards*, Tobacco Science **1**, 13 (1957).
- 7 *M. Staub* und *H. Furrer*, diese Mitt. **48**, 94-116 (1957).
- 8 *J. L. Cuzin* und Mitarb., Actes du Iie Congrès scientifique international du tabac, Bruxelles 1958, S. 521-535.
- 9 *O. Gsell*, Schweiz. Medizin. Wochenschr. **88** (15) 349-361 (1958).
- 10 *G. F. Todd* und *J. T. Laws*, The reliability of statements about smoking habits, Tobacco Manufacturer's Standing Committee, Research paper No. 2, London 1958, S. 40-41.
- 11 *B. Wyß*, Die Rauchergewohnheiten der Studentenschaft der Universität Basel, Diss. Med. Fak. Univ. Basel, 1958.
- 12 *H. R. Bentley* und *J. G. Burgan*, Cigarette smoke condensate: preparation and routine laboratory estimation, Tobacco Manufacturer's Standing Committee, Research paper No. 4, London 1959.
- 13 *D. Hellhammer* und *O. Högl*, diese Mitt. **50**, 84-109 (1959).
- 14 *G. F. Todd*, Statistics of smoking, Tobacco Manufacturer's Standing Committee, Research paper No. 1, 2nd. ed., London 1959.
- 15 Bulletin d'information CORESTA **1960** (3), 7-12.
- 16 *Y. Kobashi, S. Sakaguchi* und *M. Izawa*, Bull. Agr. Chem. (Japan) **24** (3) 274-277 (1960); referiert in CORESTA **1960** (4), 39.
- 17 *E.-M. Staberg*, Nordisk Hygienisk Tidsskrift **41**, 199-216 (1960).
- 18 *P. Waltz* und *M. Häusermann*, diese Mitt. **51**, 303-320 (1960).
- 19 — diese Mitt. **51**, 325-338 (1960).
- 20 Berechnet aus Angaben der Eidg. Oberzolldirektion Bern.
- 21 Beiträge zur Tabakforschung, Heft 1, 32-34 (Jan. 1961).