

# Das individuelle Rauchverhalten als wesentlicher Parameter des Rauchvorganges

Von *P. Waltz* und *M. Häusermann*<sup>1</sup>

## *Zusammenfassung*

Auf Grund einer früher durchgeführten Rauchuntersuchung können die natürlichen Grenzen der Rauchparameter, wie sie durch das Verhalten Einzelner gegeben sind, festgehalten werden. Aus den dargelegten Versuchen ergeben sich die Variationen des Gesamtkondensatgewichtes innerhalb dieser Grenzen wie folgt: a) Die Rauchzüge variieren in den Grenzen von 4 bis 20 Zügen pro Zigarette. b) Das angesaugte Volumen schwankt je nach Raucher von 17 bis 51 ml. c) Die Stummellänge variiert von 16 bis 36 mm. d) Während die Zugdauer keine Änderung hervorruft, kann durch Änderung des Zugprofiles eine Abweichung von etwa 10% des Gesamtkondensates erreicht werden.

Aus diesen Zahlen ergibt sich, daß ein Raucher, welcher 10 Zigaretten raucht, und ein solcher, der 40 Zigaretten konsumiert, gleich viel Kondensat einatmen können. Auf Grund der Inhalations-Variationsbreite, die außergewöhnlich groß ist, schwankt die in den Atemwegen zurückgehaltene Menge des eingeatmeten Rauchkondensates zwischen etwa 10 bis 80%.

Daraus ergibt sich, daß den Angaben über die Anzahl verrauchter Zigaretten bei einem Individuum nur dann eine wirkliche Bedeutung zukommt, wenn die genauen Rauchgewohnheiten dieses Rauchers durch Beobachtung und Messung genau bekannt sind.

## 1. Einleitung

In den letzten Jahren sind eine große Anzahl von Statistiken über Rauchen und Auftreten verschiedener Krankheiten aufgestellt worden. Man geht dabei implizite von der Annahme aus, daß die Rauchexposition eines Individuums durch die Anzahl der gekauften oder konsumierten Zigaretten hinreichend

## *Résumé*

L'acte de fumer comporte de nombreuses variables. Sur la base d'un travail antérieur, il est possible de déterminer les limites naturelles de ces paramètres d'après le comportement de sujets particuliers. Les résultats présentés démontrent que la quantité de condensat de fumée varie comme suit à l'intérieur de ces limites naturelles: a) Le nombre de bouffées varie de 4 à 20 par cigarette. b) Le volume aspiré varie de 17 à 51 ml selon les fumeurs. c) La longueur du mégot est de 16 à 36 mm. d) La durée de la bouffée ne varie que très peu, cependant on peut enregistrer une déviation maximale de 10% du condensat, due au changement de profil de la pression négative pendant la bouffée.

Ces chiffres prouvent donc qu'un fumeur fumant 10 cigarettes peut aspirer autant de condensat que celui qui en fume 40. Comme la variation de l'inhalation peut être considérable, la quantité de condensat inhalée varie donc de 10 à 80%.

Cet exemple a pour but de démontrer que l'importance accordée au nombre de cigarettes fumées par un individu ne peut avoir de signification réelle que lorsque les habitudes particulières du fumeur sont observées et que tous les paramètres personnels sont déterminés avec exactitude.

<sup>1</sup> Adresse der Autoren: Fabriques de Tabac Réunies S.A., Neuchâtel-Serrières

gekennzeichnet sei. Diese Hypothese erscheint a priori zweifelhaft und soll im folgenden untersucht werden.

Wir verweisen auch noch besonders auf die Arbeiten von *Larson et al.* [1], und von *Ciocco* [16], die wesentliche Aspekte dieser Frage darlegen.

Bei allen biologischen Versuchen mit Rauchkondensaten nimmt man an, daß das Rauchkondensat, so wie es die Rauchmaschine künstlich liefert und wie es zum Beispiel auf Mäusehaut aufgepinselt wird, dem gleichwertig sei, welches der Raucher in den Atemwegen zurückhält. Auch diese Hypothese scheint zweifelhaft und soll hier näher untersucht werden.

Um diese Fragen abklären zu können, sind die Kenntnisse des natürlichen Rauchvorganges, als Mittelwert einer Population und als Einzelwert (Streuung) der Individuen sowie deren Inhalationsgewohnheiten, unumgänglich.

Dank vieler Untersuchungen sind heute die Rauchparameter, welche den Abrauchvorgang beschreiben, hinlänglich bekannt. Teils durch exakte Messungen, teils durch Beobachtungen von unbeeinflussten Rauchern [2, 3] ist es auch gelungen, diese Rauchparameter für das natürliche Rauchen von Gruppen einzelner Individuen festzustellen. Eine internationale Vorschrift [4], welche die Bedingungen des künstlichen Rauchens festlegt, stellt die Parameter auf die Mittelwerte der Beobachtungsergebnisse ab.

Sucht man die Anzahl konsumierter Zigaretten pro Tag und Individuum mit der Rauchexposition in ein Verhältnis zu setzen, so genügt jedoch die Kenntnis des mittleren Verhaltens nicht. Die einzelnen Rauchparameter müssen in ihren natürlichen Streuungen von Individuum zu Individuum erfaßt werden. Aus den daraus sich ergebenden Grenzwerten kann dann im Versuch gefunden werden, in welchem Maße diese natürlichen Verhaltensgrenzen die Ausbeute an Rauchkondensat eines Individuums respektive einer Gruppe von Individuen beeinflussen können.

Erst mit der Kenntnis des Ausmaßes des Einflusses des individuellen Rauchverhaltens auf die Gesamtausbeute an Kondensat kann die Frage beantwortet werden, ob die Zahl konsumierter Zigaretten mit der Rauchexposition eines Individuums in Relation gesetzt werden darf.

Die Beschreibung der Rauchparameter, ihrer natürlichen Grenzen und deren Auswirkungen auf die Rauchkondensatausbeute gibt jedoch nur die Menge an, die einzelne Raucher in den Mund ansaugen. Da aber auch bei oberflächlichster Betrachtung nur der Anteil des Kondensates von Bedeutung sein kann, welcher in die Atemwege gelangt, ist es selbstverständlich, daß für Fragen der Rauchexposition die Inhalation des Rauches durch das Individuum eine äußerst bedeutende Rolle spielt.

Die Inhalation ist ein wesentlicher Bestandteil des individuellen Raucherhaltens und muß deshalb in ihrem vollen Umfange mitberücksichtigt werden.

Es ist der Zweck der vorliegenden Arbeit, zu zeigen, in welchen Grenzen die Rauchparameter individueller Raucher schwanken. Diese bedeutsame Einflußgröße, das individuelle Raucherverhalten, soll möglichst genau in ihren Auswirkungen auf die Ausbeute an Totalkondensat erfaßt, und es soll daran gezeigt werden, inwieweit den Raucheraussagen über Anzahl konsumierter Zigaretten Bedeutung in bezug auf die eingesogene Rauchmenge zukommt.

Auf Grund der festgestellten Größe des Einflusses einzelner Parameter soll die Interpretierbarkeit der biologischen Arbeiten untersucht werden, die diese Konzentrationsfragen nicht berücksichtigt haben. Besonders soll auch die Frage der Inhalation und der Retention der Atemwege in ihrem Einflusse auf die mögliche Masse wirksamer Kondensatmenge diskutiert werden.

## 2. Die Rauchparameter und ihre natürlichen Grenzen

Der Abrauchvorgang von Zigaretten ist durch die folgenden Parameter bestimmt:

- Zahl der Züge pro Minute
- Dauer eines Zuges in Sekunden
- Angesaugtes Volumen pro Zug in ml
- Stummellänge in mm
- Kurve des an die Zigarette angelegten Unterdruckes

Die Kondensatausbeute ist zusätzlich von den folgenden Parametern abhängig:

- Tabak – seiner physikalischen und chemischen Beschaffenheit
- Geometrie der Zigarette
- Geometrie und Eigenschaften des Filters
- Papiereigenschaften

Für die folgenden Betrachtungen wollen wir die Parameter Tabak und Geometrie von Zigarette und Filter sowie Papier, unberücksichtigt lassen und uns als Beispiel auf eine Standardzigarette beschränken.

In einer Arbeit [3] haben wir die Resultate einer Raucherbeobachtung von 470 unbeeinflussten Personen wiedergegeben. Wir entnehmen daraus Abbildung 1, in welcher die Anzahl Rauchzüge pro Zigarette dargestellt ist, und Abbildung 2, worin die Länge des Stummels, die der jeweilige Raucher gelassen hat, aufgezeichnet ist.

Da bei einer Beobachtung immer einzelne aus dem Rahmen fallende Werte festgestellt werden, haben wir die besonders atypischen Befunde fallengelassen, das heißt die 95%-Grenze eingeführt. Dadurch werden repräsentativere Grenzwerte der Beobachtungsgrößen erhalten, die als Mittel über alle Beobachtungen, Werte aller Zigaretten und Tabaktypen umfassen.

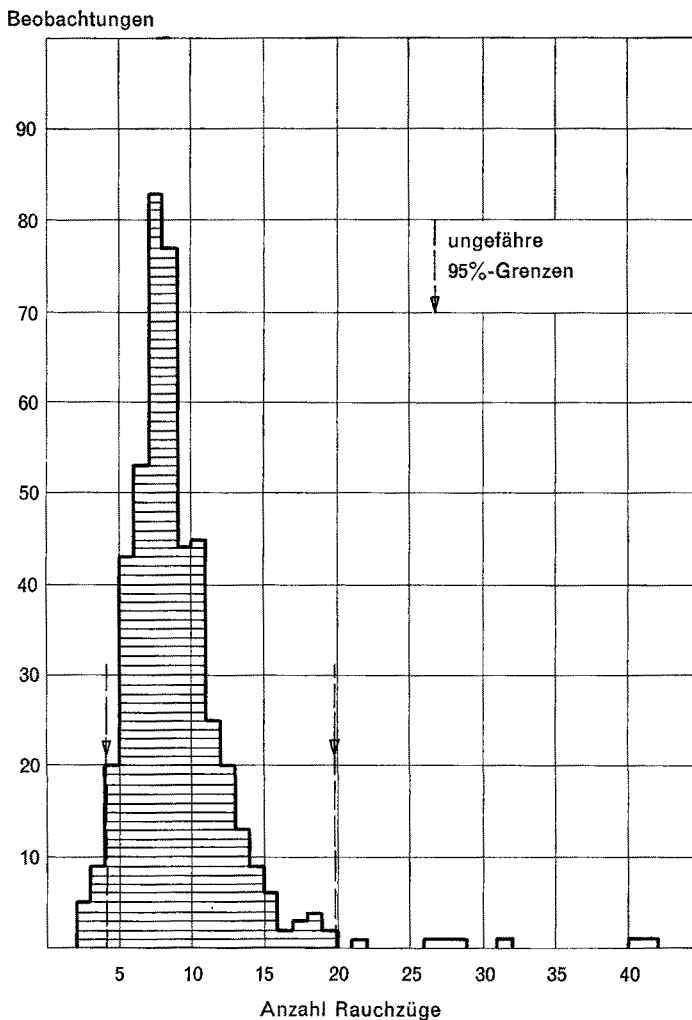


Abbildung 1 Anzahl Rauchzüge pro Zigarette von 470 unbeeinflussten Rauchern. Die Pfeile geben die ungefähren 95%-Grenzen an.

Wie in einer früheren Arbeit beschrieben [2], ist die Berechnung des Zugvolumens sowie des Tabakabbrandes nur bei Zigaretten bekannter Geometrie und bekannten Gewichtes mit einiger Genauigkeit möglich. Dieser Raucherbeobachtung entnehmen wir die Grenzwerte von 11,2 und 29,0 mg Tabakabbrand pro Rauchzug und die Volumengrenzwerte von 17 und 51 ml pro Zug.

Für die Parameter Zugdauer des Einzelrauchzuges und Verlauf der Unterdruckkurve beim Ansaugen des Rauches (Rauchprofil) können keine Grenzen festgelegt werden. Ihr Einfluß soll im Rahmen des Möglichen diskutiert werden.

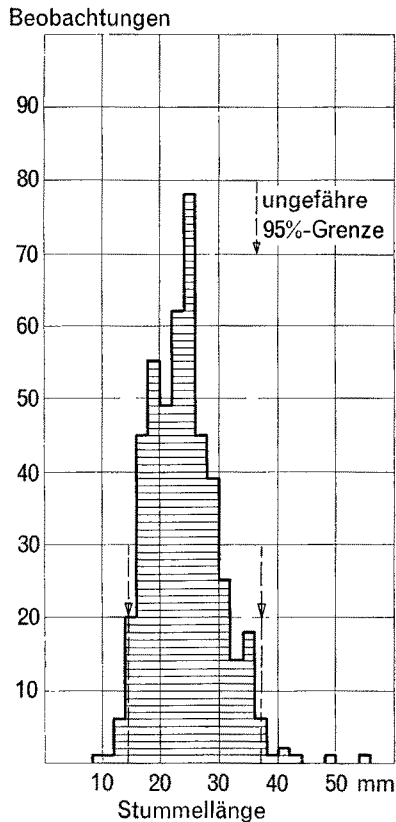


Abbildung 2 Länge der vom Raucher gelassenen Stummel in mm. Die Pfeile geben die ungefähren 95%-Grenzen an.

In Tabelle 1 sind die Grenzwerte der wesentlichen Rauchparameter und des Tabakabbrandes pro Rauchzug gegeben. Die Werte für Zugvolumen und Tabakabbrand beziehen sich auf eine kleinere Zahl von beobachteten Personen als jene für Zugzahl und Stummellänge.

Wir haben so Kenntnis der natürlichen Grenzen des Raucherverhaltens einer unbeeinflussten Population in bezug auf die wesentlichen Rauchparameter.

### 3. Kondensatausbeute und individuelles Raucherverhalten

#### a) Die Zugzahl

Die Zugzahl ist eine der wesentlichsten Einflußgrößen; sie wird mit kleinerem Intervall größer und vice versa.

In Tabelle 2 sind die Kondensatmengen für verschiedene Rauchzugzahlen in mg pro Zigarette angegeben. Es handelt sich dabei um die durchwegs verwendete Standardzigarette definierter Tabakmischung von 80 mm Länge, 8 mm Durchmesser und mit einem 17-mm-Zelluloseazetatfilter definierter Denierzahl.

Der Kurvenverlauf, mit den natürlichen Grenzen der Anzahl Züge pro Zigarette, ist in Figur 3 gegeben.

Größenordnungsmäßig kann der Einfluß des individuellen Raucherverhaltens in den natürlichen Grenzen dahin festgelegt werden, daß Grenzwerte der Kondensatausbeute zwischen 10 und 40 mg pro Zigarette entstehen.

Rauchzugzahl (2)	4	20
Stummellänge (2)	16 mm	36 mm
Zugvolumen (1)	17 ml	51 ml
Tabakabbrand pro Zug (1)	11,2 mg	29 mg

Tabelle 1 Die natürlichen Grenzen der Rauchparameter

Zugzahl	Intervall zwischen 2 Zügen	Elektr. Kondensat in mg pro Zig.
4,9	180	9,2
10,8	60	26,3
16,9	30	36,3
25,0	15	46,3

Tabelle 2 Elektrostatisches Kondensat in mg pro Zigarette für verschiedene Rauchzugzahlen einer Standardzigarette. CORESTA-Standardbedingungen<sup>1</sup>.

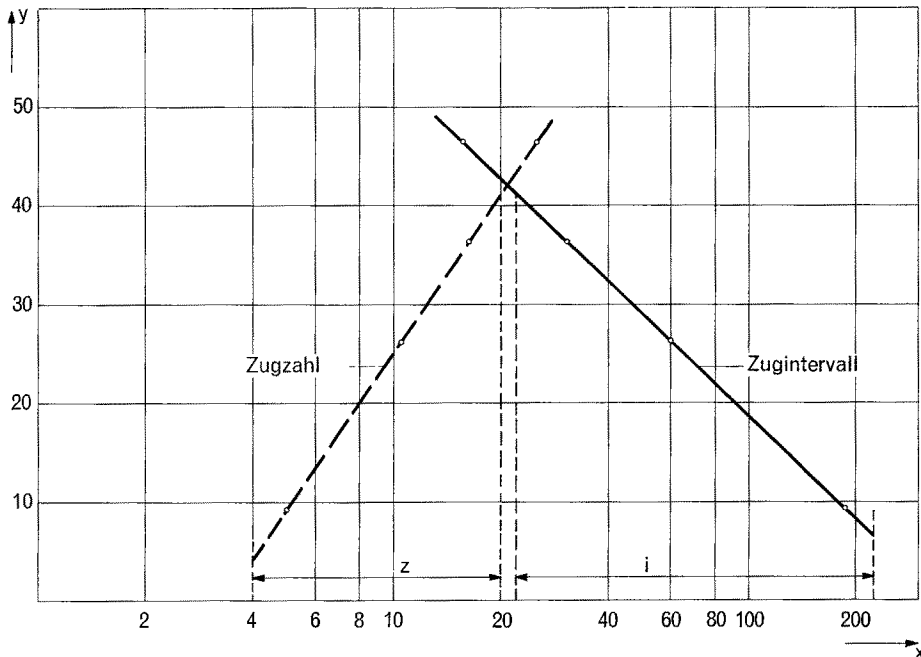
## b) Die Stummellänge

Dem Parameter Stummellänge kommt eine große Bedeutung zu, da seine natürlichen Grenzen mit 16 bis 36 mm weit auseinander liegen. Für unsere Betrachtungen müssen wir den Minimalstummel mit 17 mm annehmen, da diese durch die Filterlänge der Standardzigarette gegeben ist.

Die Standardzigarette hat bei einer Tabakstranglänge von 63 mm ein Tabakgewicht von 916 mg.

Daraus ergibt sich, daß bei 17 mm Stummel 916 mg Tabak abgeraucht werden und bei 36 mm 640 mg.

<sup>1</sup> Die Rauchbedingungen sind in allen Fällen die Standardbedingungen CORESTA [4], die Rauchmaschine entweder die von Staub und Furrer [5] oder die von Waltz et al. [6] beschriebene. Als Rauchabscheider dient in allen Fällen die von Cigarette Components [7] beschriebene elektrostatische Anordnung.



$y$  = mg Rauchkondensat (el. stat.) pro Cig.  
 $z$  = Bereich der Zugzahlen bei der Raucherbeobachtung (95% von 470 Beobachtungen)

$i$  = Bereich der Zugintervalle bei der Raucherbeobachtung (95% von 470 Beobachtungen).  
 (Abszisse  $\times$  im logarithmischen Maßstab).

Abbildung 3 Abhängigkeit der Rauchausbeute von der Anzahl Rauchzüge und dem Rauchzugintervall.

Die pro Zug abgerauchte Tabakmenge liegt bei 22,5 mg, während im Intervall 47,5 mg verglimmt [2]. Daraus ergeben sich für den Stummel von 17 mm 13,8 Züge und für den von 36 mm 9,8 Züge. Bei der Berechnung ist zu berücksichtigen, daß auf den letzten Zug keine Verglimmungsperiode folgt.

Cigarette Components [8] gibt an, daß die folgenden Prozentsätze des Gesamtkondensates für die jeweiligen Rauchzüge in den Hauptstromrauch übergehen:

1. bis 4. Zug	je 5,92%
5., 6., 7., 8. Zug	je 8,90%
9. und 10. Zug	je 13,57%
11. Zug	13,15%

Aus diesen Angaben kann errechnet werden, daß durch den Verlust der vier letzten Züge 49,3% des Kondensates bei kürzester Stummellänge (17 mm) verlorengehen muß, wenn nur auf einen Stummel von 36 mm abgeraucht wird.

In Tabelle 3 sind die experimentell gefundenen Werte gegeben, welche sich bei den verschiedenen Stummellängen ergeben. Es ergibt sich daraus eine Reduktion von 39%. Die Differenz zwischen den Angaben von Cigarette Components und den von uns gefundenen Werten ist in dem anderen Tabak und einer anderen Geometrie der von diesen Autoren verwendeten Zigaretten zu suchen.

Stummellänge in mm	17	26	36
Elektrost. Kondensat in mg pro Zigarette	30,1	24,6	19,4

*Tabelle 3* Elektrostatisches Kondensat einer Standardzigarette bei Verbrauch auf verschiedene Stummellänge.

### c) Das Zugvolumen

Der Faktor Zugvolumen kann nicht ohne weiteres von der Rauchdauer dissoziiert werden. Da wir beim vorliegenden Vergleich von gleichen Stummellängen ausgehen, variieren wir mit dem Zugvolumen auch gleichzeitig die Zugzahl. Um den Einfluß des Volumens genau zu charakterisieren, muß dementsprechend nach der Zugzahl korrigiert werden. In Tabelle 4 sind diese Werte für die Standardzigaretten dargestellt. Die Kondensatmenge wird auf den unter Standardbedingungen für diese Zigarette erhaltenen Wert von 10,8 Zügen bezogen.

Es ergibt sich aus diesen Werten, daß sich Volumen und korrigiertes elektrostatisches Kondensat direkt proportional verhalten.

Zugvolumen in mg	Stummellänge in mm	Rauchdauer in Sek.	Zugzahl	Elektr. Kond. in mg	Für 10,8 Züge korrigiertes Kond. in mg
17	25	696	12,6	13,9	11,9
51	25	534	9,9	31,6	34,5

*Tabelle 4* Elektrostatisches Kondensat einer Standardzigarette für Grenzwertvolumen des natürlichen Rauchens.

#### d) Die Zugdauer

Der Einfluß der Zugdauer wurde von verschiedenen Autoren abgeklärt [9], und es kann festgestellt werden, daß in normalen Grenzen 1,5 bis 4 Sekunden keine wesentliche Veränderung der Kondensatmenge auftritt [10].

Erst bei Werten von 0,8 Sekunden und darunter tritt eine Kondensat-abnahme von etwa 10% in Erscheinung. Über die Variation der individuellen Zugdauer bestehen keine Angaben, aber da ihr Einfluß in normalen Grenzen sehr klein ist, soll dieser Faktor vernachlässigt werden.

#### e) Das Zugprofil

*Mumpower* et al. [11] haben zwei Rauchmaschinen mit verschiedenen Rauchprofilen verglichen und haben dabei festgestellt, daß der in der Zigarette entstehende Rauch – gemessen als Summe des im Filter verbleibenden und des durchströmenden Rauches – vom Profil unabhängig ist.

Es kann sich jedoch die Filterwirksamkeit bis zu 6% (51 zu 57%) ändern, das heißt, die im Filter zurückgehaltene Rauchmenge ändert sich je nach Profil im gleichen Maße (38,6 mg und 44,8 mg für die zwei untersuchten Profile). Der Unterschied wird mit zunehmendem Luftwiderstand der Zigarette größer und ergibt niedrigere Kondensatwerte bei einem langsam ansteigenden, dann rapid abfallenden Unterdruck, höhere bei einem praktisch rechteckigen Unterdruckprofil. Da genaue Angaben über natürliche Profile fehlen, dieser Untersuchung aber zwei sehr verschiedene Profile zu Grunde liegen, darf man annehmen, daß diese Einflußgröße eine Gesamtkondensatvariation von höchstens 5 bis 10% verursacht.

#### f) Diskussion der Parametereinflüsse in natürlichen Grenzen

In Tabelle 5 sind die verschiedenen Kondensatmengen aufgezeichnet, die sich aus den Grenzwerten der verschiedenen Parameter ergeben.

Parameter	Rauchkondensat in mg		Abweichung vom Maximum
	Minimum	Maximum	
Zugzahl	9	40	77%
Stummellänge	19,7	30	37%
Zugvolumen	12	35	66%
Zugdauer	–	–	0%
Zugprofil	–	–	10%

Tabelle 5 Einfluß der Rauchparameter in natürlichen Grenzen auf die Kondensatausbeute von Standardzigaretten (auf respektiv abgerundete Zahlen).

Es ergibt sich eindeutig, daß die Parameter Volumen und Zugzahl den größten Einfluß ausüben, gefolgt von der Stummellänge als dritte wesentliche Größe. Dauer der Züge und Form der Unterdruckkurve haben keinen oder nur einen geringen Einfluß. Es ist selbstverständlich, daß die drei bedeutsamen Größen unter sich einen deutlichen Zusammenhang haben und deshalb in der Betrachtung des individuellen Raucherverhaltens entsprechend behandelt werden müssen.

Es ergibt sich daraus, daß die in Statistiken häufig angegebene Zahl der von einem Individuum gerauchten Zigaretten als wenig bedeutsam angesehen werden muß.

#### 4. Die Inhalation

Eine wesentliche Größe des individuellen Raucherverhaltens stellt die Tiefe der Inhalation dar, also die Intensität mit der der Raucher den Rauch in die Atemwege einzieht. Es ist selbstverständlich, daß je nach der Inhalationstiefe ein mehr oder weniger großer Anteil des eingezogenen Rauches wieder ausgeblasen wird.

*Foster* und *Gaffney* [12] finden Retentionswerte der Atemwege, die von 6 bis 95% des Gesamtkondensates schwanken (im Vergleich zu den durch Maschinenversuche gewonnenen Kondensatmengen). *Lakowski* [13] findet nach Substanzgruppen unterschiedliche Retentionszahlen der Atemwege von 14,9% für ätherunlösliche Substanzen bis 99% für Aldehyde und Ketone, während eine Retention des Totalkondensates von 37% festgestellt wurde.

Die Nikotinretention der Atemwege [14] zeigt Werte für sogenannte Mundraucher von 2,5 bis 78,5% des eingeatmeten Nikotins, während beim Inhalieren 7 bis 100% gefunden werden.

Diese Werte zeigen deutlich die Komplexität dieses Problemes. *Borbély* [15] hat mit der CO-Bestimmung im Blute eine Methode aufgezeigt, die die Inhalationstiefe bestimmen läßt. Erst bei gleichzeitiger Erfassung dieser Inhalationstiefe können genaue Messungen über die Retention von Einzelsubstanzen durchgeführt werden.

Es kann jedoch bereits heute mit einiger Sicherheit angenommen werden, daß diese Retentionswerte zwischen 10 und 80% schwanken, wobei der eventuellen Spezifität der Retention einzelner Substanzen durch die Atemwege nicht Rechnung getragen wird.

Bei allen Fragen der Inhalation ist dem Verdünnungsfaktor besondere Beachtung zu schenken. Nach dem Ansaugen des Rauchvolumens wird dieser Rauch (35 ml) bei der Inhalation mit einer Menge Luft verdünnt, die der Lungkapazität (Vitalkapazität) ungefähr entspricht.

Im Einzelfalle besteht außerdem die Möglichkeit des Ausblasens des frisch in den Mund gesaugten Rauches vor der Inhalation und der damit verbundenen Verdünnung des Rauches.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der Inhalationsfaktor, der etwa 8 beträgt, sicher einen der wesentlichsten Faktoren darstellt, durch den die Retention einer eingesaugten Rauchmenge in den Atemwegen durch den Raucher beeinflußt werden kann.

## 5. Diskussion

Für alle biologischen Versuche sind die Konzentrationen der Testsubstanzen der ausschlaggebende Faktor.

Es ist also interessant, die Grenzen zu kennen, in denen sich die Totalkondensatmengen bewegen, die in den Atemwegen zurückgehalten werden können.

Betrachtet man zunächst das Individuum, so können Schwankungen von mindestens 9 bis 40 mg eingesaugtem Kondensat auftreten, also von  $\pm 60\%$  des Mittelwertes. Durch die Variationsbreite der Inhalationstiefe, welche eine von 10 bis 80% schwankende Retention des eingeatmeten Kondensates bewirkt, wird diese individuelle Schwankung noch entsprechend größer, nämlich im Extremfalle  $\pm 95\%$  des Mittelwertes. In Kondensatmengen ausgedrückt heißt das, daß pro Zigarette 0,9 bis 35 mg Kondensat in den Rauchwegen zurückgehalten werden können oder aber, daß zwei Raucher einer gleichen Zigarette von 20 mg Kondensat dann gleich viel Kondensat zurückhalten, wenn der eine 1 Zigarette, der andere etwa 39 Zigaretten raucht.

Betrachtet man die Raucherpopulation als solche, so muß jedes Resultat, das auf die Mittelwerte der Rauchparameter und damit auf die mittleren Kondensatmengen pro Zigarette abstellt, mit dem Fehler von  $\pm 95\%$  behaftet sein. Geht man jedoch von einem nicht dem Mittel entsprechenden Werte aus, also sei es durch falsche Rauchmethodik oder durch Nichtbeachtung der Inhalation, so entsteht eine einseitige Verschiebung, deren Wert, bei einer mit einem derartig unübersehbaren Fehler behafteten Aussage, nicht mehr interpretierbar wird.

Betrachtet man zusätzlich die Angaben von *Lakowski*, der eine Selektivität der Retention der Atemwege nach Substanzgruppen feststellt, so entsteht hier ein zusätzlicher Fehler von  $\pm 74\%$  des Mittelwertes.

Es kann also festgehalten werden, daß eine Aussage über eventuelle Aktivitäten einer Substanzengruppe auf die Atemwege mit den heutigen Kenntnissen zweifelhaft erscheint, da sich die Fehlergrenzen in der Größenordnung von  $\pm 100\%$  bewegen. Erst die statistische und wissenschaftlich genaue Kenntnis der Inhalationsgewohnheiten der Raucher kann eine Erfassung von Gruppen den wahren Verhältnissen näherbringen.

Im Falle einer Umfrage über individuellen Zigarettenkonsum kann den erfragten Werten erst dann eine Bedeutung zugemessen werden, falls eine Beobachtung der Rauchgewohnheiten und eine Messung über die individuelle Inhalationstiefe ein klares Bild über die vom befragten Individuum wirklich zurückgehaltenen Kondensatmengen gibt.

Da in den diesbezüglichen Statistiken ein deutlicher Zusammenhang gefunden wird zwischen der von einem Raucher recht genau angegebenen Zahl konsumierter Zigaretten und der Krankheitshäufigkeit, so muß man sich im Lichte dieser Darlegung fragen, auf welche Weise dieser Zusammenhang berechnet werden konnte. Sicher kann ja nur biologisch aktiv sein, was in den Atemwegen zurückgehalten wird. Diese Menge kann bei einer oder bei 39 Zigaretten gleich sein, das heißt also, daß im Extremfall der Raucher einer Zigarette die gleiche Chance hätte, zu erkranken, wie ein solcher, der 39 Stück raucht, falls eine solche kausale Relation angenommen wird. Dies deckt sich nicht mit den Statistiken. Wir sind der Ansicht, daß dieser Frage größte Bedeutung zukommt.

#### *Literaturverzeichnis*

- [1] *Larson P. S., Haag H. B. und Silvette H.*, "Measurement of Tobacco Smoke", *Medical Times* 4 (1960).
- [2] *Waltz P. und Häusermann M.*, *Mitt. Lebensmitt. Hyg.* 51, 325 (1960).
- [3] *Waltz P. und Häusermann M.*, *Mitt. Lebensmitt. Hyg.* 52, 245 (1961).
- [4] *Bulletin d'information CORESTA*, 3, 7 (1960).
- [5] *Staub M. und Furrer H.*, *Mitt. Lebensmitt. Hyg.* 45, 473 (1954).
- [6] *Waltz P., Häusermann M., Nyari E. und Montandon G.*, *Beiträge zur Tabakforschung*, 1, 1 (1961).
- [7] "Ethel Mk VII Smoking Machine Operation and Service Manual" Cigarette Components Ltd., London 1961.
- [8] "Reducing the Dry Weight of Smoke Reaching the Smoker by Use of a Longer Filter", Cigarette Components Ltd., London, July 1958.
- [9] *Waltz P. und Häusermann M.*, *Mitt. Lebensmitt. Hyg.* 50, 166 (1959).
- [10] *Staberg E. M.*, *Nordisk Hygienisk Tidskrift* 41, 199 (1960).
- [11] *Mumpower R. C. II, Kiefer J. E. und Touey G. P.*, *Tobacco Science*, 5, 31 (1961).
- [12] *Foster D. und Gaffney H.*, 12th Tobacco Chemists' Research Conference, 1958.
- [13] *Larson P. S., Haag H. B., Silvette H.*, *Tobacco, Experimental and Clinical Studies*, Baltimore 1961, The Williams & Wilkins Co. (page 6).
- [14] *Larson P. S., Haag H. B., Silvette H.*, *Tobacco, Experimental and Clinical Studies*, Baltimore 1961, The Williams & Wilkins Co.
- [15] *Borbély F.*, *Zeitschrift für Präventivmedizin*, 7, 118 (1962).
- [16] *Ciocco A.*, in *Tobacco and Health 1952* by James and Rosenthal, Ch. C. Thomas, Publish., Springfield, USA.