

Die neuesten Forschungsergebnisse über Tabak,  
Tabakrauch und Nikotinaufnahme beim Tabakrauchen

Dr. Adolf Wenusch



ISBN 978-3-662-27461-3

ISBN 978-3-662-28948-8 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-28948-8

**Sonderabdruck aus**  
**„Österreichische Chemiker-Zeitung“**

Schriftwalter: Dr. E. Baroni, Wien. — Springer-Verlag in Wien.  
Der Verlag behält sich das ausschließliche Vervielfältigungs- und Verbreitungsrecht aller in der „Österreichischen Chemiker-Zeitung“ veröffentlichten Beiträge und deren Verwendung auch für fremdsprachige Ausgaben gemäß den gesetzlichen Bestimmungen vor.

---

**Jahrg. 44**

**5. Oktober 1941**

**Nr. 19/20, S. 228**

---

**Die neuesten Forschungsergebnisse über Tabak,  
Tabakrauch und Nikotinaufnahme beim Tabakrauchen.**

Von Dr. Adolf Wenusch, Wien.

*(Eingeg. am 8. Mai 1941.)*

Die Rauchwaren werden gegenwärtig hauptsächlich aus getrockneten und durch geeignete Maßnahmen zum industriellen Rohstoff ausgebildeten Blättern der zu den Nachtschattengewächsen (Solanaceen) gehörigen Tabakpflanzen (hauptsächlich *Nicotiana Tabacum*, *Nicotiana macrophylla* und *Nicotiana rustica*) hergestellt. So lange die Tabakblätter mit der wachsenden Pflanze vereint sind, enthalten sie bis zu 90% Wasser. Nach dem Pflücken trocknen die Blätter je nach dem Wachstumszustand, in dem sie sich im Zeitpunkt des Pflückens befinden, sehr verschieden rasch aus. Blätter, die ihr Wachstum beendet haben, die bereits lebenswichtige Bestandteile abbauen und in den Stengel zurückleiten, die also ihre „Vitalität“ verloren haben, trocknen nach dem Pflücken rasch aus. Die schon vor dem Pflücken der Blätter aktivierten proteolytischen Enzyme vollenden den Abbau der noch vorhandenen Eiweißgroßmoleküle, die Chlorophyllase baut das schon stark verminderte Chlorophyll ab. Der Zucker, die Chlorogensäure und andere Körper bleiben aber während der kurzen Trockenzeit erhalten. Da mit dem Chlorophyll die grüne Farbe verschwindet, kommen die im Blatt enthaltenen gelben Farbstoffe (Karotin, Xanthophyll, Rutin) zur Geltung und können während der kurzen Trockenzeit nicht verändert werden. Blätter, die nach dem Verlust der Vitalität gepflückt werden, trocknen also rasch aus, enthalten

nach dem Trocknen Zucker und Chlorogensäure, aber praktisch keine Eiweißgroßmoleküle und kein Chlorophyll. Sie sind mehr oder weniger gelb gefärbt und geben einen angenehm riechenden Rauch. Eine „Reifung“, die mit dem Lagern von Weinbrand verglichen werden kann und die keine nennenswerten Temperatursteigerungen und Gewichtsverluste, also keine tiefergehenden Vorgänge im Blatt hervorbringt, macht die Blätter fertig zum industriellen Rohstoff. Solche Blätter liefern einen sauer reagierenden Hauptstromrauch (Innenrauch) und gehören daher zur „sauren Gruppe“ (Typus: Orienttabake).

Blätter dagegen, die im Zeitpunkte des Pflückens noch vital sind, trocknen sehr langsam aus, wobei sie allen Zucker veratmen. Da sie als vitale Blätter noch viel Chlorophyll und viel Eiweiß, aber nur wenig aktive proteolytische Enzyme enthalten, bleiben sie einerseits lange grün und gehen dann in braun über, weil sich beim langsamen Trocknen braune Farbstoffe bilden, und enthalten andererseits nach dem Trocknen noch Großeiweißmoleküle neben reichlichen Mengen von Eiweißabbauprodukten ( $\alpha$ -Aminosäuren). Da das Eiweiß beim Verglimmen einen sehr unangenehmen Geruch entwickelt, sind vital geerntete Tabakblätter nach dem Trocknen unrauchbar. Um solche Blätter rauchbar zu machen, müssen sie in großen Haufen dicht gelagert werden. Dabei erwärmen sie sich auf Temperaturen über 50° und bauen das Eiweiß soweit ab, daß es beim Verglimmen nicht mehr stinkt. Außerdem verlieren sie erhebliche Mengen sonstiger organischer Körper. Je nachdem das Eiweiß vorwiegend durch enzymatische oder bakterielle Prozesse abgebaut wird, entwickeln sich mehr Aminosäuren oder mehr Ammoniak. Dieser Vorgang wird „Fermentation“ (auch Gärung) genannt. Da in solchen Tabaken einerseits kein Zucker enthalten ist, der beim Verglimmen stark saure Körper an den Rauch abgibt, und andererseits reichliche Mengen von Ammoniak in den Rauch übergehen, reagiert der Hauptstromrauch alkalisch. Die Tabake gehören daher der „alkalischen Gruppe“ an (Typus:

Zigarrentabake). Die Tabake der alkalischen Gruppe sind nicht gelb, sondern braun gefärbt und enthalten durchschnittlich mehr Asche als die Tabake der sauren Gruppe, weil bei der langsamen Trocknung und der Fermentation viel organische Substanz zu Kohlensäure abgebaut wird und sich die Mineralstoffe daher relativ anreichern. Aus diesem Grunde glimmen auch die Tabake der alkalischen Gruppe gewöhnlich besser als die der sauren Gruppe. Da ungeschnittene Tabake schwerer verglimmen als geschnittene, kann man für Zigarren, die ja aus ungeschnittenen Tabaken hergestellt werden, nur Tabake der alkalischen Gruppe verwenden. Für Zigaretten, die bekanntlich aus geschnittenen Tabaken erzeugt werden, lassen sich auch die an sich schlechter glimmenden Tabake der sauren Gruppe ohne weiteres verwenden. Die meisten in Mitteleuropa verbrauchten Zigaretten werden gegenwärtig sogar ausschließlich aus Tabaken der sauren Gruppe hergestellt. Aus Unkenntnis des Unterschiedes zwischen der Zusammensetzung von Tabaken der sauren und der alkalischen Gruppe hat man auch die Ausbildung von Tabaken der sauren Gruppe zum industriellen Rohstoff als Fermentation bezeichnet. Das ist aber irreführend und sollte durch „Reifung“ ersetzt werden.

Rauchwaren, die aus ungeschnittenen Tabaken hergestellt sind (Zigarren), geben vom verrauchten Anteil etwa 5% festflüssige Bestandteile an den Hauptstromrauch ab, während Tabake, die in geschnittenem Zustande verraucht werden, etwa 15%, also dreimal so viel festflüssige Bestandteile in den Hauptstromrauch übertreten lassen. Diese Tatsache ist so zu erklären, daß durch das Schneiden Millionen von Zellen geöffnet werden und aus den offenen Zellen verschiedene Inhaltsstoffe beim Herannahen der Glutzone rechtzeitig verdampfen können, während sie in geschlossenen Zellen vielfach von der Glutzone ereilt und verbrannt werden.

Bei jedem Zug erzeugt der Raucher in der Mundhöhle einen Unterdruck, der gewöhnlich 10 bis 50 mm Quecksilber beträgt. Infolge des Unterdruckes strömt Luft durch das Tabakerzeugnis in die Mundhöhle.

Durch diese Luftströmung angefacht, entwickelt sich am Brandende eine Glutzone, die mit jedem weiteren Zug ein Stück vorrückt, wobei die angrenzenden Teile des Tabakrauchmittels erhitzt werden. Die in der Hitze flüchtigen Bestandteile des Tabakes verdampfen, soweit sie sich aus den Zellverbänden befreien können. Jene Anteile aber, denen das nicht mehr rechtzeitig gelingt, werden von der Glutzone ereilt und verbrannt. Zu den in der Hitze flüchtigen Bestandteilen gehören das Wasser, die Harze und Harzsäuren, die höheren Kohlenwasserstoffe (Paraffine) und das Nikotin, welches einen Siedepunkt von  $248^{\circ}$  hat. Die nicht flüchtigen organischen Bestandteile des Tabakes werden im Bereiche der Glutzone unter Bildung anderer flüchtiger Körper zersetzt oder zu Kohlendioxyd und Wasser verbrannt. Die anorganischen Bestandteile bleiben als Asche zurück. Zu den nicht unzersetzt flüchtigen organischen Bestandteilen des Tabakblattes gehören die Zellulose, die Pektine, Zuckerarten, Farbstoffe und Eiweißabbauprodukte.

Über das Wesen des Rauches geben einige ganz einfache Versuche Aufschluß: Wird eine lebhaft glimmende Zigarre nach oben gehalten, grell beleuchtet und gegen einen dunklen Hintergrund betrachtet, dann sieht man, daß der Rauch nicht gleich in der Glutzone, sondern stets etwas höher beginnt. Wird der Tabakrauch durch ein Glasrohr geleitet und dieses an einer Stelle über  $300^{\circ}$  erhitzt, dann verschwindet der sonst im Rohr sichtbare Rauch an der erhitzten Stelle und wird hinter ihr allmählich wieder sichtbar. Diese und ähnliche Versuche beweisen, daß der Rauch erst entsteht, wenn die heiße Luft, welche die Bestandteile des Rauches enthält, aus dem Bereiche der Glutzone heraus kommt und abkühlt, und daß ein schon ausgebildeter Rauch wieder verschwindet, wenn er stärker erwärmt wird. In dem Maße, als der Luftstrom nach dem Verlassen der Glutzone auskühlt, kondensieren die aus den verschiedensten chemischen Körpern bestehenden Dämpfe zu Nebeln, die den sichtbaren Anteil des Rauches bilden.

Der Tabakrauch besteht also aus einem gasförmigen Anteil (dispergierende Phase), der sich aus Luftstickstoff, unverbrauchtem Sauerstoff, Kohlendioxyd und geringen Mengen von Kohlenmonoxyd, Schwefelwasserstoff, Cyanwasserstoff, Rhodanwasserstoff usw. zusammensetzt sowie aus dem in Form feinsten Nebelteilchen vorhandenen fest-flüssigen Anteil (dispergierte Phase), der aus den durch Verdampfen flüchtiger und durch Zersetzung nicht flüchtiger Anteile des Tabakblattes entstehenden und nach dem Abkühlen kondensierten Dämpfen gebildet wird.

Je stärker der Unterdruck ist, den der Raucher in der Mundhöhle erzeugt, desto rascher strömt die Luft durch das Tabakerzeugnis und um so rascher werden daher die entstehenden Dämpfe aus dem Bereiche der Glutzone gebracht. Diese Feststellung ist deshalb von Bedeutung, weil die Nikotindämpfe bei hoher Temperatur unter dem Einflusse des Luft-sauerstoffes leicht zersetzt werden, weshalb (innerhalb gewisser Grenzen) um so mehr unzersetztes Nikotin in den Hauptstromrauch übergeht, je stärker der Unterdruck bei den einzelnen Zügen und daher die Strömungsgeschwindigkeit des Rauches ist. Der sichtbare Anteil des Rauches besteht also aus einer ungeheuer großen Anzahl kleinster Teilchen, die einzeln für das freie Auge gar nicht sichtbar sind, in der großen Anzahl aber je nach der Konzentration den bläulichgrauen bis weißlichgrauen Eindruck hervorrufen. Diese, wenn auch winzigen Teilchen, sind der Schwerkraft unterworfen: Wird der Tabakrauch in einen Glaszylinder eingeschlossen, kann man beobachten, wie er sich langsam am Boden absetzt. Da diese Teilchen vielfach aus klebrigen Körpern bestehen (z. B. Harze!), kleben sie bei Zusammenstößen aneinander; sie ballen sich zusammen. Diese „Zusammenballung“ ist um so stärker, je mehr Rauchteilchen in gleich großen Räumen enthalten sind, weil um so öfter Zusammenstöße einzelner Teilchen erfolgen. Nun sind im sauer reagierenden Hauptstromrauch von Tabaken der sauren Gruppe alle Basen (und somit auch alles Nikotin) an

Säuren gebunden. Das Nikotin ist daher in Form winzigster Nikotinsalzteilchen enthalten, die ebenfalls der Zusammenballung unterliegen. Ein Nikotinsalzteilchen mag sich mit einem Harzteilchen, ein anderes mit einem Paraffinteilchen, wieder ein anderes mit einem Ammonsalzteilchen oder einem anderen Nikotinsalzteilchen zusammenballen. Zusammengeballte Teilchen sind aber größer und schwerer als die Einzelteilchen und fallen daher unter dem Einflusse der Schwerkraft nicht nur rascher zu Boden, sondern bleiben beim Auftreffen auch leichter auf Wänden hängen, die den Rauch begrenzen. Die Zusammenballung ist daher von größtem Einfluß auf die Menge des im Organismus abgelagerten Nikotins. Da der von geschnittenen Tabaken stammende Zigarettenrauch etwa dreimal so viel dieser winzigsten Teilchen enthält als der Zigarrenrauch, beeinflußt die Zusammenballung der Nikotinsalzteilchen des Zigarettenrauches die Nikotinablagerung im Organismus weit stärker als beim Zigarrenrauch, bei welchem sie praktisch fast keine Rolle spielt. Da die Zusammenballung um so stärker ist, je mehr Teilchen im gleichen Raum enthalten sind, ist es verständlich, daß besonders harzreiche Tabake einen Rauch mit besonders starker Zusammenballung geben. Da durch trockene Tabake weniger Luft zum Verglimmen gleicher Tabakmengen durchgesaugt werden muß als durch feuchte Tabake, enthält der Rauch von trockenen Tabaken mehr Teilchen und hat daher eine stärkere Zusammenballungsfähigkeit als der Rauch feuchter Tabake.

Die Zahl der Zusammenstöße und damit die Zusammenballung der Rauchteilchen erhöht sich mit der Zeit, der Bewegung des Rauches und den Richtungsänderungen. Je länger der Rauch besteht, je rascher er bewegt wird und je öfter er seine Bewegungsrichtung ändert, um so stärker wird die Zusammenballung und damit die Nikotinablagerung im Organismus. Daher wird beim bloßen Mundrauchen (Einziehen des Rauches nur in die Mundhöhle mit darauffolgendem Ausatmen durch den Mund) von Zigaretten nur sehr wenig Nikotin in der Mundhöhle

abgelagert (etwa 2% des im verrauchten Tabak enthaltenen gewesenen Nikotins), weil der Rauch nur kurze Zeit in der Mundhöhle verweilt und wenig Bewegung und Richtungsänderungen durchmacht. Ganz anders liegen die Dinge beim Inhalieren (Einziehen des Rauches in den Lungenraum). Auf dem weiten Weg durch Luftröhre, Bronchien, Bronchiolen bis in die Alveolen, wo der Rauch mit dem Blut direkt in Berührung kommt, besteht reichliche Gelegenheit zur Zusammenballung der Nikotinsalze, weil der Rauch länger im Körper verweilt und wiederholt die Bewegungsrichtung und die Strömungsgeschwindigkeit ändert. Bei sehr starkem Inhalieren des Rauches von harzreichen, trockenen Zigaretten können bis zu 40% des im verrauchten Tabak enthaltenen gewesenen Nikotins im Körper (hauptsächlich im Lungenraum) abgelagert werden. Aber auch bei nicht so starkem Inhalieren werden leicht 20% des im verrauchten Tabak enthaltenen Nikotins im Organismus abgelagert. Es ist daher auch ganz sinnlos, die Stärke des Rauchens nach der Stückzahl der verrauchten Zigaretten beurteilen zu wollen.

Während also die Zusammenballung der Nikotinsalzteilchen für die physiologische Wirkung des Zigarettenrauches von ausschlaggebender Bedeutung ist, spielt sie beim Zigarrenrauch nur eine untergeordnete Rolle, weil der von ungeschnittenen Tabaken stammende Zigarrenrauch viel weniger Teilchen enthält als der Zigarettenrauch und die Teilchen daher viel weniger häufig zusammenstoßen und sich zusammenballen. Da die ungeschnittenen Tabake wegen der ungleichmäßigen Anordnung mehr Luft zum Verglimmen benötigen als geschnittene, ist die von gleichen Tabakmengen von Zigarren erzeugte, viel geringere Zahl von Rauchteilchen noch überdies in einem größeren Luftvolumen verteilt, was die Zusammenballung noch weiter herabsetzt. Die Menge des beim Zigarrenrauchen im Organismus abgelagerten Nikotins wird durch einen Umstand beeinflusst, welcher mit der alkalischen Reaktion des Hauptstromrauches von Tabaken der alkalischen

Gruppe zusammenhängt: Wenn im Rauch mehr Säuren vorhanden sind als zur Abbindung aller Basen benötigt werden, dann reagiert ein solcher Rauch sauer und enthält im abgekühlten Zustand alle Basen, also auch alles Nikotin, an Säuren gebunden in Form winzigster Salzteilchen. Das ist eben beim Hauptstromrauch von Tabaken der sauren Gruppe der Fall. Enthält der Rauch aber weniger Säuren als zur Abbindung aller Basen notwendig sind, dann binden sich beim Abkühlen zuerst die stärkeren Basen ab, während die schwächeren Basen nur noch nach Maßgabe der noch übrigbleibenden Säuren gebunden werden können. Ein dem Defizit an Säuren entsprechender Teil an schwächeren Basen bleibt ungebunden und kann daher keine Salzteilchen bilden, sondern liegt auch nach dem Abkühlen des Rauches in Dampfform vor. Da das Nikotin zu den schwächeren Basen des Rauches gehört, bleibt in einem alkalisch reagierenden Hauptstromrauch immer ein dem Säuredefizit entsprechender Teil des Nikotins ungebunden in Dampfform. Dieser in Dampfform bleibende Anteil des Rauchnikotins, der im Verhältnis zum gebundenen Anteil immer klein ist, schlägt sich nun — zusammen mit den kondensierenden Wasserdämpfen — schubartig an allen den Rauch begrenzenden kühleren Flächen nieder. Insbesondere beim Einziehen des Rauches in die Mundhöhle schlägt sich praktisch alles ungebundene (dampfförmige) Nikotin auf den Schleimhäuten der Mundhöhle nieder und bildet den „Nikotinschub“. Nach diesen Ausführungen ist es leicht begreiflich, daß durch den Nikotinschub um so mehr Nikotin in der Mundhöhle niedergeschlagen wird, je mehr freies Nikotin der Rauch enthält, bzw. je stärker alkalisch er ist. Die Menge an freiem Nikotin, das sich beim Rauchen einer Zigarre in der Mundhöhle niederschlägt, ist bei den einzelnen Zügen nicht gleich groß. Bei den ersten Zügen schlägt sich praktisch noch kein Nikotin in der Mundhöhle nieder. Erst wenn die Hälfte einer Zigarre verraucht ist, erreicht der Nikotinschub bei den einzelnen Zügen merkbare Werte. Er wird dann in dem Maße, als sich die

Stummellänge verringert, immer stärker. Das hat zwei Ursachen: Erstens kondensiert sich bei einer noch langen Zigarre ein großer Teil der im Hauptstromrauch enthaltenen Wasserdämpfe schon im Inneren der Zigarre und mit den Wasserdämpfen schlägt sich das freie Nikotin in der Zigarre nieder, so daß praktisch noch keines in die Mundhöhle gelangt. Zweitens schlagen sich mit den im Innern der Zigarre kondensierenden Wasserdämpfen auch stärkere Basen nieder, welche in die Tabakblätter eindringen und das Nikotin aus den Salzen teilweise in Freiheit setzen. Dieses in den Tabaken freigemachte Nikotin verdampft aber unter dem Einfluß der heran nahenden Glutzone bereits mit der Feuchtigkeit, also noch bevor die Hochtemperatur der Glutzone zersetzend einwirken kann. Es wird daher weniger Nikotin zersetzt als wenn die Hochtemperatur der Glutzone erst alles Nikotin durch Dissoziation der Nikotinsalze in Freiheit setzen muß. Der Nikotinschub ist ausschlaggebend für die Menge des beim Zigarrenrauchen im Organismus abgelagerten Nikotins; die Zusammenballung der Nikotinsalze spielt beim Zigarrenrauch — aus den früher ausgeführten Gründen — praktisch keine Rolle. Außerdem wird der Zigarrenrauch gewöhnlich nicht inhaliert, weil er wegen der alkalischen Reaktion und des geringeren Gehaltes der als Mucilaginosa wirkenden Harze und Paraffine kratzend wirkt. Die Größe des Nikotinschubes läßt sich weder durch die Bestimmung des Nikotingehaltes von Zigarren noch durch die Ermittlung des in den Hauptstromrauch übergehenden Nikotins feststellen. Durch den Nikotinschub können gleich große Zigarren mit gleichem Nikotingehalt verschieden stark wirken. Eine einfache Methode ermöglicht die direkte Bestimmung der Größe des Nikotinschubes. Durch geeignete Fermentationsmethoden läßt sich der Nikotinschub der Tabake verhältnismäßig niedrig halten. Der Nikotinschub läßt sich auch künstlich durch Mittel herabsetzen, welche dem Rauch zusätzlich Säuren zuführen und auf diese Weise die Alkalität des Hauptstromrauches vermindern. Zucker gibt beispielsweise beim Verglimmen

stark saure Dämpfe. Werden Zuckerlösungen auf Tabake der alkalischen Gruppe aufgesprüht und eingetrocknet gelassen, dann vermindert sich die Alkalität des Rauches solcher Tabake und damit ihr Nikotinschub.

Erzeugt man kleine Zigarren aus Tabaken mit schwachem Nikotinschub, dann ist von Seiten der Erzeuger schon allerhand für die Volksgesundheit geleistet. Wenn dann die Raucher solche Zigarren langsam rauchen und den Stummel fortwerfen, sobald die Zigarre auf 20 mm bis 30 mm abgebrannt ist, dann hält sich die Nikotinaufnahme in so mäßigen Grenzen, daß ernstere Schäden nur bei besonders nikotinempfindlichen Personen zu befürchten wären, denen das Rauchen ja ohnedies bedingungslos zu verbieten ist. Das folgende Beispiel möge einen Einblick in die beim Rauchen einer Zigarre herrschenden Verhältnisse geben: Eine 121 mm lange, 5 g schwere Zigarre mit 1,8% Nikotin wurde auf 10 mm Stummellänge abgeraucht. Jedesmal, wenn von den 111 mm ein Drittel (also 37 mm) abgeraucht waren, wurde ein neues Glasrohr zur Bestimmung des Nikotinschubes eingeschaltet. Beim Verrauchen vom ersten Drittel setzte sich im Glasrohr 0,0002 g Nikotin ab. Das zweite Drittel gab schon einen Nikotinschub von 0,001 g, während das letzte Drittel 0,0031 g Nikotin im Glasrohr niederschlug. Da die Versuchsanordnung so getroffen war, daß die in den Glasrohren abgelagerten Mengen von Nikotin den tatsächlichen Verhältnissen beim Rauchen entsprechen, gibt dieser Versuch ein anschauliches Bild des beim Rauchen der verwendeten Zigarrensorte auf 10 mm Stummellänge vom Organismus aufgenommenen Nikotins. Beim Rauchen des ersten Drittels nimmt der Raucher etwa 0,0002 g, beim zweiten Drittel 0,001 g und erst beim letzten Drittel 0,0031 g Nikotin auf. Diese Zigarrensorte gehört schon zu den mittelschweren Sorten. Leichte Zigarren geben die Hälfte und noch weniger Nikotin an den Organismus ab, sehr schwere dagegen auch das Doppelte. Wird, statt auf 10 mm Stummellänge abzurauchen, der Stummel schon fortgeworfen, wenn er noch 30 mm lang ist,

dann sinkt die Nikotinaufnahme beim letzten Drittel auf mehr als die Hälfte und beträgt kaum mehr 0,0015 g. Während beim Zigarettenrauchen — sofern nur die einzelnen Züge in gleicher Art ausgeführt werden — vom ersten bis zum letzten Zug praktisch gleich viel Nikotin im Organismus abgelagert wird, gibt das erste Drittel einer Zigarre so wenig Nikotin an den Organismus ab, daß es sich physiologisch noch gar nicht auswirken kann. Wenn auch der Nikotinschub im zweiten Drittel schon ansteigt, so lagert das erste und zweite Drittel einer mittelschweren Zigarre zusammen noch nicht so viel Nikotin im Organismus ab wie eine einzige inhalierte Zigarette. Erst beim Verrauchen des letzten Drittels nimmt der Nikotinschub mit jedem Zug immer stärker zu und erreicht bei ganz kleinen Stummeln so bedenkliche Werte, wie sie beim Inhalieren des Zigarettenrauches festzustellen sind. Beim Zigarrenrauchen ist wegen der geringen Zusammenballungsfähigkeit des Zigarrenrauches das Inhalieren ziemlich belanglos, aber die Stummellänge von höchster Bedeutung. Beim Zigarettenrauchen ist die Stummellänge ziemlich belanglos, aber das Inhalieren von stärkstem Einfluß.

In der Pfeife werden sowohl Tabake der sauren als auch der alkalischen Gruppe geraucht. In der langen Pfeife gewöhnlich grob geschnittene Tabake der alkalischen Gruppe, in der kurzen Pfeife gewöhnlich weniger grob geschnittene Tabake der sauren Gruppe. Im Gegensatz zur Zigarre und Zigarette ist die Glutzone in der Pfeife nicht frei, sondern von der Wand des Pfeifenkopfes umgeben. Überdies fällt die Asche nicht ab, sondern bleibt über der Glutzone liegen. Während der Rauchpausen kommt daher die Luft nicht an die Glutzone heran. Es bildet sich daher weniger, aber stärker alkalisch reagierender Nebenstromrauch. Dieser wird durch die Aschenschicht zurückgehalten und beim folgenden Zug durch den noch unverbrannten Tabak gesaugt. Dadurch wird der Tabak mit alkalischen Kondensaten beladen, was zur Folge hat, daß der Hauptstrom-

rauch immer stärker alkalisch wird. In der Pfeife können daher auch Tabake der sauren Gruppe einen alkalisch reagierenden Hauptstromrauch geben. Die häufig mit unzureichenden Voraussetzungen erörterte Frage, ob das Rauchen von Zigarren, Zigaretten oder Pfeifen schädlicher sei, läßt sich allgemeingültig überhaupt nicht beantworten. Die Schädlichkeit hängt bei Zigaretten von der Art des Rauchens (Inhalieren) und bei Zigarren mehr von der Größe des Nikotinschubes und der Stummellänge ab. Ganz allgemein läßt sich aber feststellen, daß das Mundrauchen von Zigaretten mit einem unter 1% liegenden Nikotingehalt, das Rauchen von zwei Dritteln kleiner Zigarren, die keinen starken Nikotinschub geben, sowie das Rauchen von recht grob geschnittenen Tabaken mit einem unter 1% liegenden Nikotingehalt aus Pfeifen mit langen Rohren und das Rauchen nikotinarmer, stark gesoßter Tabake aus kurzen Pfeifen mit kleinen Köpfen die harmloseren Arten des Rauchens darstellen. Zur verhältnismäßigen Harmlosigkeit gehört selbstredend noch, daß auch diese Arten des Rauchens mäßig und nicht in geschlossenen Räumen oder bei körperlicher Anstrengung betrieben werden.

Die Unkenntnis der Umstände, welche die Nikotinaufnahme durch den Organismus beeinflussen und die damit verbundene Hilfslosigkeit hat zu Irrtümern geführt, von denen einige erwähnt werden sollen: Die häufig anzutreffende Meinung, Zigarren seien um so leichter, je heller die Farbe des Deckblattes ist, entbehrt jeder Grundlage, denn erstens wiegt das Deckblatt nur etwa den zwanzigsten Teil der ganzen Zigarre und wäre schon deshalb bedeutungslos und zweitens hat die Farbe eines Tabakes mit der Schwere überhaupt nichts zu tun, denn es gibt sehr nikotinreiche Tabake, die ganz licht sind und fast schwarze Tabake, die fast kein Nikotin enthalten. Die ebenfalls häufig anzutreffenden Ansichten über die Schädlichkeit des Zigarettenpapiers sind unbegründet. Das Zigarettenpapier besteht nur aus Cellulose und Mineralstoffen und hat außerdem ein so geringes Gewicht, daß eine Schädigung durch Zigarettenpapier

ausgeschlossen ist. Vielfach überschätzt wird die Wirkung des Kohlenmonoxydes. Wenn der Rauch nicht inhaliert wird, kann überhaupt nicht viel aufgenommen werden. Beim Inhalieren von Zigarettenrauch wird aber so viel des weit giftigeren Nikotins abgelagert, daß dem Kohlenmonoxyd nur eine untergeordnete Rolle in der Gesamtwirkung zufallen kann. Lediglich beim Inhalieren vom Zigarrenrauch, der mehr Kohlenoxyd enthält als der Zigarettenrauch, könnten im Blute solche Kohlenoxydkonzentrationen auftreten, die einer gesonderten Betrachtung bedürfen. Der Zigarrenrauch wird aber gewöhnlich nicht inhaliert.

Was uns heute noch fehlt ist ein Deklarationszwang für nikotinreiche Rauchwaren. Nach den gesetzlichen Vorschriften dürfen Rauchwaren mit weniger als 0,1% Nikotin als nikotinfrei und solche mit weniger als 0,5% Nikotin als nikotinarm bezeichnet werden. Das ist ja ganz schön, erfaßt aber nur einen ganz geringen Bruchteil aller am Markt befindlichen Rauchwaren. Viel wichtiger wäre es, wenn alle Zigaretten, die beispielsweise mehr als 1% Nikotin enthalten, durch einen Aufdruck: „Mehr als 1% Nikotin“ gekennzeichnet werden müßten. Man wende ja nicht ein, daß es schwer fallen würde, eine in großen Mengen hergestellte Zigarettensorte dauernd unter 1% Nikotin zu halten. Durch Zuzusammensetzung der von P. Koenig-Forchheim gezüchteten nikotinfreien Tabake ist es unter allen Umständen leicht möglich, diese Höchstgrenze einzuhalten. Diese natürlich nikotinfreien Tabake sind, wie eine genaue pharmakologische Untersuchung ergeben hat, praktisch frei von jeder Nikotinwirkung. (Münchener Medizinische Wochenschrift, 87. Jahrg., S. 1263, 1940.)

Durch die Einführung der Begriffe „Vitalität“, „saure und alkalische Gruppe“, „Zusammenballung“ und „Nikotinschub“ ist die Tabakchemie einer streng wissenschaftlichen Bearbeitung zugänglich geworden. Viele Beobachtungen, die früher verschieden gedeutet wurden oder rätselhaft blieben, lassen sich nunmehr einheitlich erklären.

Wir wissen heute, daß gleich große Rauchwaren mit gleichem Nikotingehalt bei gleicher Art des Rauches deshalb eine ganz verschieden starke physiologische Wirkung ausüben können, weil die Wirkung nicht vom Nikotingehalt, sondern vom Nikotinschub (bei Zigarren) und von der Zusammenballung (bei Zigaretten) abhängt. Nikotinschub und Zusammenballung stehen aber in keinem direkten Verhältnis zum Nikotingehalt der Rauchwaren.

Die Beobachtung, daß feuchte Zigaretten leichter, feuchte Zigarren dagegen schwerer empfunden werden als trockene, ist ebenfalls leicht zu erklären: Durch trockene Zigaretten muß zum Verglimmen gleicher Tabakmengen weniger Luft gesaugt werden wie durch feuchte. Daher verteilen sich die Rauchteilchen im Rauch von trockenen Zigaretten auf ein kleineres Rauchvolumen und unterliegen einer stärkeren Zusammenballung. Der Rauch trockener Zigaretten lagert infolgedessen mehr Nikotinsalzteilchen im Organismus ab und wird daher schwerer empfunden als der Rauch feuchter Zigaretten. Das mitunter geübte Betupfen des Brandendes von Zigaretten mit Wasser oder Bier vor dem Anzünden macht das Rauchen aus den oben erwähnten Gründen leichter. Bei trockenen Zigarren dagegen enthält der Rauch weniger Feuchtigkeit und ist wegen des besseren Brandes weniger stark alkalisch, weswegen sich weniger alkalisches Kondensat auf der Oberfläche der noch unverbrannten Tabake bildet. Es wird daher weniger Nikotin in Freiheit gesetzt und der Nikotinschub bleibt geringer. Trockene Zigarren werden also leichter empfunden als feuchte. Auch die immer unrichtig gedeutete Beobachtung, daß Zigarren, die nach einigem Rauchen ausgegangen sind und einige Zeit liegen, nach dem Wiederanzünden viel schwerer empfunden werden, während eine Unterbrechung des Abrauchens Zigaretten nicht schwerer macht, ist einfach zu erklären: Die beim Rauchen in der Zigarre niedergeschlagenen alkalischen Kondensate können um so tiefer in die inneren Zellen der noch unverbrannten Blatteile eindringen und Nikotin aus den Salzen in Freiheit setzen, je

mehr Zeit zwischen dem Ausgehen und dem Wiederanzünden verstreicht. Das in Freiheit gesetzte Nikotin, das nach dem Wiederanzünden schon beim Herannahen der Glutzone zusammen mit den Wasserdämpfen abdestilliert, noch bevor es von der Glutzone ereilt und teilweise verbrannt wird, vermehrt den absoluten Anteil an Nikotin im Rauch; das Säuredefizit wächst und der Nikotinschub wird größer.\* Zigaretten aus Tabaken der sauren Gruppe geben einen sauer reagierenden Hauptstromrauch, so daß die entstehenden Kondensate kein Nikotin im unverbrannten Tabak in Freiheit setzen können. Aber auch bei Zigaretten aus Tabaken der alkalischen Gruppe spielt der Nikotinschub keine Rolle, weil die zahllosen beim Schneiden eröffneten Zellen auch bei ganz kurzen Stummeln den Nikotinschub schwammartig aufsaugen.

Die Tatsache, daß feuchte Tabake der alkalischen Gruppe, welche durch Erhitzen (rösten) getrocknet werden, bei diesem Vorgang zwar nur wenig Nikotin verlieren und trotzdem viel leichter empfunden werden, beruht darauf, daß beim Erhitzen mit den Wasserdämpfen auch Ammoniak verjagt wird. Dadurch wird der Hauptstromrauch solcher Tabake weniger alkalisch und der Nikotinschub vermindert sich. Es ist selbstverständlich, daß Tabake der sauren Gruppe durch das Erhitzen nicht leichter werden, weil sie keinen Nikotinschub geben.

Leicht zu erklären ist auch die häufig beobachtete, aber immer unrichtig gedeutete Tatsache, daß Zigarren, wenn man sie mit einer Spitze raucht, leichter empfunden werden, während der Zigarettenrauch bei Verwendung einer kurzen Spitze unverändert, bei

---

\* Anmerkung während des Druckes: Von besonderem Einfluß ist auch ein Umstand, den ich in jüngster Zeit nachweisen konnte: Das Kondenswasser löst beim Eindringen in die Zellen Nikotinsalze auf. Beim Herannahen der Glutzone verdampft nun dieses Wasser und nimmt nicht nur das in Freiheit gesetzte Nikotin, sondern auch jenen Anteil an Nikotin, der an sehr schwache Säuren (z. B. Harzsäuren) gebunden ist, mit. Dadurch entgeht ein weiterer Teil des Nikotins der teilweisen Zersetzung in der Glutzone und vergrößert den Nikotinschub.

Verwendung einer besonders langen Spitze aber sogar als schwerer empfunden wird: Die Zigarre gibt einen Nikotinschub, der sich teilweise im Spitz niederschlägt und daher nicht in den Organismus gelangt. Deshalb macht die Spitze den Zigarrenrauch leichter. Der Zigarettenrauch macht keinen Nikotinschub, deshalb kann eine kürzere Spitze keinen Einfluß auf die Nikotinablagerung im Organismus ausüben. Die Verwendung sehr langer Spitzen bewirkt eine für die Zusammenballung wirksame Verlängerung der Wegstrecke des Rauches. Wegen der verstärkten Zusammenballung können sehr lange Spitzen den Zigarettenrauch sogar schwerer machen.

Mit dem neuen Rüstzeug können wir getrost an heiß umstrittene Fragen herangehen, die bisher ganz unzutreffend behandelt worden sind. Da ist vor allem die Frage nach der Wirksamkeit von Rauchfiltern zu nennen. Solche Filter bestehen gewöhnlich aus einem Pfropfen von Baumwolle, Zellstoff oder anderem Fasermaterial, aus gekörneter Tierkohle oder aus Körnern von Kolloiden (z. B. Silikagel). Diese Materialien sind in einer Hülse so angeordnet, daß der Hauptstromrauch durchstreichen muß, bevor er in die Mundhöhle gelangt. Durch Imprägnieren mit Säuren wollte man derlei Filter besonders wirksam gestalten. Man ging dabei von dem Gedanken aus, daß das Nikotin als Base durch die in den Filtern verteilten Säuren gebunden werden müsse. Da aber der Hauptstromrauch von Zigaretten aus Tabaken der sauren Gruppe sauer reagiert und deshalb alles Nikotin bereits gebunden in Form kleinster Salzteilchen vorliegt, können die Säuren des Filters kein Nikotin mehr binden und dadurch auf dem Filter festhalten. Aus Zigarren und Pfeifenrauch können die Säuren solcher Filter von dem freien, dampfförmigen Anteil des Rauchnikotins selbstredend etwas binden. Der saure Zigarettenrauch wird also durch Säuren nicht beeinflußt. Wohl aber können Nikotinsalzkügelchen im Netzwerk solcher Rauchfilter hängen bleiben und auf diese Weise dem Rauch entzogen werden. Sind aber solche Filter nicht sehr dicht, dann geht der Großteil der Nikotinsalzteilchen

ungehindert durch. Wenn sie aber sehr dicht sind, dann erzeugen sie einen so starken Luftwiderstand, daß die Raucher zu stark ziehen müßten, um genügend Rauch zu bekommen, weshalb sie solche Filter ablehnen. Aus diesem Grund werden derart dichte Rauchfilter auch nicht erzeugt. Demgemäß bestätigen verschiedene Chemiker auf Grund sorgfältiger Untersuchungen ziemlich übereinstimmend, daß die im Handel befindlichen Nikotinfiler dem Rauche keine erheblicheren Mengen von Nikotin entziehen. Im Gegensatz zu dieser Feststellung steht das Urteil von Rauchern und auch Ärzten, daß der Rauch durch solche Filter leichter, also physiologisch weniger wirksam werde. Die Erklärung für diesen scheinbaren Widerspruch ist sehr einfach: Die üblichen Filter halten zwar nur wenig Nikotinsalzteilchen aus dem Rauche zurück. In den Maschen des Filters bleiben aber auch andere fest-flüssige Teilchen des Rauches, insbesondere die klebrigen Harzteilchen hängen. Dadurch aber wird die Zahl der Teilchen im Rauche geringer und die Zusammenballfähigkeit wird vermindert. Da eine geringere Zusammenballung *ceteris paribus* zu einer verminderten Nikotinaufnahme führt, wird der Rauch als leichter, als physiologisch weniger wirksam empfunden. In den Filtern von abgerauchten Filterzigaretten findet man — sofern nicht für das freie Auge sichtbare Luftkanäle bestanden haben, was sie unwirksam macht — einen gelbbraunen Belag, der zwar nur zum geringsten Teil aus Nikotin, wohl aber aus beachtlichen Mengen von Harzstoffen und höheren Kohlenwasserstoffen (Paraffinen) besteht. Es haben also sowohl die Chemiker einerseits als auch die Raucher und Ärzte andererseits mit ihren scheinbar widersprechenden Urteilen recht. Auf jeden Fall unrecht haben aber Anpreisungen, die von Filtern einen sechzigprozentigen und noch höheren Nikotinentzug behaupten. Noch an einem anderen Beispiel kann gezeigt werden, daß trotz scheinbarer Widersprüche in den Urteilen von Ärzten und Chemikern beide Teile recht haben können: Werden Tabake mit gerbstoffhaltigen Flüssigkeiten imprägniert (z. B.

Wendt Patent-Zigarren), dann finden die Chemiker im Hauptstromrauch solcher Tabake ebensoviel Nikotin als im Rauch vom unbehandelten Tabak, während die Ärzte beim gerbstoffhaltigen Tabak eine Abschwächung der physiologischen Wirkung feststellen, die sich übrigens an geeigneten Versuchspersonen auch durch Blutdruckmessungen bestätigen läßt. Da Gerbstoffe den Nikotinübergang in den Rauch nicht beeinflussen können, haben die Chemiker recht mit ihrer Behauptung. Nun gehen aber auch die Gerbstoffe teilweise in den Rauch über, schlagen sich an den Wandungen der Mundhöhle nieder und haben Gelegenheit, mit dem vom Nikotinschub stammenden freien Nikotin die bekannte, schwer lösliche Verbindung (gerbsaures Nikotin) zu bilden. Während nun freies Nikotin lipoidlöslich ist und daher rasch von den Schleimhäuten resorbiert wird, muß aus dem schwer löslichen gerbsauren Nikotin erst allmählich das Nikotin in Freiheit gesetzt werden. Das verzögert aber die Nikotinaufnahme beträchtlich. Die Giftwirkung hängt aber nicht nur von der absoluten Menge des Giftes ab, sondern auch von der Zeitspanne, in der diese Menge zur Wirkung kommt. Da die Bindung an Gerbstoffe den raschen Übertritt in den Blutkreislauf verhindert und einen schleichen- den Übergang bewirkt, wird auch die physiologische Wirkung herabgemindert. Es haben also auch die Ärzte mit ihrer Behauptung recht.\*

---

\* Von Schrifttumsnachweisen wurde in dieser zusammenfassenden Darstellung abgesehen. Wer sich dafür interessiert oder noch mehr über diesen Gegenstand zu erfahren wünscht, sei auf das Buch A. Wenusch, Der Tabakrauch, Bremen 1939, verwiesen.

---