Beiträge zur Tabakforschung · Band 4 · Heft 3 · Februar 1968
DOI: 10.2478/cttr-2013-0174

Flüchtige Inhaltsstoffe des Tabakrauches

Die chemischen Bestandteile der Gas-Dampf-Phase*

von H. Elmenhorst und Ch. Schultz

Institut der Wissenschaftlichen Forschungsstelle im Verband der Cigarettenindustrie, Hamburg

1. EINLEITUNG

Über die chemischen Inhaltsstoffe des Tabakrauches gibt es eine ausgedehnte Literatur, die im Laufe der Jahre in verschiedenen Übersichten zusammengefaßt veröffentlicht wurde (25a, 40a, 44, 62a, 129, 130). Eine spezielle Zusammenfassung der Literatur über die leicht flüchtigen Anteile des Rauches, die Gas-Dampf-Phase, ist unseres Wissens bisher nicht erschienen. Im Zusammenhang mit der Entwicklung neuer Cigarettenfilter und im Zusammenhang mit dem besonderen Problem der selektiven Filtration von Inhaltsstoffen aus dem Rauch sind jedoch gerade diese Substanzen in der letzten Zeit wieder in den Brennpunkt des allgemeinen Interesses gerückt. Dementsprechend erschienen in den letzten Jahren zahlreiche Arbeiten über die Untersuchung leicht flüchtiger Substanzen im Rauch. Verschiedene Stoffgruppen wie flüchtige Amine *(Neurath, Kuhn)* und Schwefelverbindungen *(Mokhnachev, Philippe)* sind dabei erst in neuer Zeit eingehender untersucht worden. Viele leicht flüchtige Stoffe, wie Cyanwasserstoff, Acrolein, Formaldehyd, Crotonaldehyd, Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure und einige Phenole, wirken ciliotoxisch (82c). Für die Planung und Beurteilung von Berauchungsversuchen ist daher ein Überblick über das Vorkommen und die Mengen leicht flüchtiger Stoffe, die neben den Bestandteilen der Kondensate im Rauch vorhanden sind, ebenfalls von Interesse.

Die vorliegende Arbeit erhebt nicht den Anspruch, die Literatur vollständig zu berücksichtigen; sie soll die oben erwähnten Übersichtsarbeiten ergänzen. Wir haben besonders die neueren Veröffentlichungen berücksichtigt, in denen auch Hinweise auf frühere Literatur zu finden sind. Soweit es möglich war, wurde die Originalliteratur durchgesehen. In Ausnahmefällen, zum Beispiel bei einigen Arbeiten, die anläßlich der „Tobacco Chemists' Research Conference" (USA) veröffentlicht wurden, waren uns jedoch nur Zusammenfassungen zugänglich.

Unsere Ergebnisse sind in zwei Tabellen zusammengefaßt. Tabelle 1 enthält Angaben über Stoffe, die in der Gas-Dampf-Phase nachgewiesen wurden. In Tabelle 2 sind einige flüchtige Inhaltsstoffe des Tabakrauches zusammengestellt, die in der Gas-Dampf-Phase vorkommen könnten und deren Vorkommen im Gesamtrauch nachgewiesen wurde.

In den Tabellen finden sich in der Spalte *„Literaturzitat und Konzentration"* die Konzentrationen einzelner Stoffe in der Gasphase, soweit uns dies sinnvoll erschien. Die quantitativen Angaben werden immer in der Dimension ausgedrückt, die von dem Autor angegeben wird. Diese Angaben verschiedener Autoren lassen sich leider nur in wenigen Fällen vergleichen. In der durchgesehenen Literatur werden wenigstens 11 verschiedene Dimensionen für die Gehaltsangaben benutzt. Es erscheint uns nicht ratsam und in den meisten Fällen auch undurchführbar, einheitlich auf eine bestimmte Dimension umzurechnen, zumal in einigen Fällen nicht ganz klar ist, worauf die Konzentrationsangaben bezogen sind.

In der mit *„Nachweismethode"* überschriebenen Spalte der Tabellen haben wir versucht, in kurzer Form die für die jeweiligen Substanzen angewandten analytischen Verfahren zusammenzustellen.

* Eingegangen am 1. Dezember 1967.

2. DIE GAS-DAMPF-PHASE

Definition der Gas-Dampf-Phase

Tabakrauch ist ein Aerosol. Es besteht aus der Gas-Dampf-Phase und der Partikelphase, die miteinander in einem temperaturabhängigen Gleichgewicht stehen. In der Gas-Dampf-Phase liegen alle Bestandteile in molekularer Verteilung vor. In der Partikelphase liegen die Komponenten teils im festen, teils im flüssigen Aggregatzustand vor.
Durch Glasfaserfilter, sogenannte Cambridge-Filter, kann die Partikelphase von der Gas-Dampf-Phase getrennt werden. Die Partikelphase wird auf dem Filter niedergeschlagen, die flüchtigen Stoffe gehen durch das Filter hindurch. Es liegt nahe, die Gas-Dampf-Phase als denjenigen Anteil des Rauches zu definieren, der durch das Cambridge-Filter hindurchgeht. Diese Definition ist recht willkürlich, denn das Glasfaserfilter hält schwerer flüchtige und polare Anteile der Gasphase (zum Beispiel Methanol) stark zurück, weil diese sich in der niedergeschlagenen Partikelphase auflösen. Wir sehen jedoch keine Möglichkeit, die Phasen ohne Überschneidungen zu definieren. Denkbar wäre höchstens ein Dampfdruckschwellenwert bei einer festzulegenden Temperatur (36a).

Inhaltsstoffe der Gas-Dampf-Phase

Nach unseren Ermittlungen sind bisher 206 verschiedene Verbindungen in der Gasphase nachgewiesen worden. Die Hauptbestandteile sind Stickstoff, Sauerstoff, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Wasserstoff und Methan. Alle anderen Bestandteile sind nur in untergeordneten Mengen vorhanden. Nach *Grob* (36a) dürfte die Anzahl der Gasphasenkomponenten aber wesentlich größer sein. *Grob* erhielt mit Kapillarsäulen in dem von ihm untersuchten Sektor der Gasphase mindestens 420 reproduzierbare gaschromatographische Peaks. Hinzu kommen die unter seinen Meßbedingungen nicht aufgelösten leichten Kohlenwasserstoffe und ferner alle sauren und basischen Komponenten. Das Ergebnis sind rund 500 aufgezeigte Gasphasenkomponenten, die von *Grob* in jüngster Zeit auch mehrfach erwähnt wurden. Daß diese Zahl tatsächlich noch höher liegen muß, geht aber schon daraus hervor, daß wenigstens ein Drittel der gaschromatographischen Peaks noch keineswegs Reinsubstanzen darstellen.
Für diejenigen Leser, die sich für eine spezielle Gruppe von Stoffen und deren Vorkommen in der Gasphase interessieren, seien die folgenden Hinweise auf Autoren gegeben, die sich besonders eingehend mit einzelnen Substanzgruppen beschäftigt haben:

Die aliphatischen Kohlenwasserstoffe in der Gasphase wurden vor allem von *Philippe* (78, 80), *Caroff* (18) und *Norman* (65) bearbeitet. Aldehyde und Carbonylverbindungen wurden von *Pailer* und *Kuhn* (71), *Schepartz* (95), *Laurene* (51) und *Irby* und *Harlow* (47) untersucht. Flüchtige Säuren untersuchten *Mokhnachev* (57), *Oakley* (67) und *Quin* (83). Schwefelverbindungen wurden von *Mokhnachev* (57), *Philippe* (73) und *Toth* (103—105) nachgewiesen.
Stickoxide untersuchten *Philippe* und *Hackney* (75), *Haagen-Smit* (38), *Bokhoven* (12), und *Westcott* (123). Mit der Bestimmung des Gehaltes an Kohlenmonoxid und Kohlendioxid beschäftigten sich vor allem *Watanabe* (118), *Baxter* und *Hobbs* (8), *Fishel* und *Haskins* (27), *Mumpower* (59). Der Gehalt an flüchtigen Basen im Rauch wurde von *Neurath* (60) und *Pailer* und *Kuhn* (70) untersucht.
Grundlegende experimentelle Arbeiten über die Zusammensetzung der Gasphase, wobei große Zahlen von Einzelverbindungen bestimmt wurden, sind u. a. von folgenden Autoren veröffentlicht worden: *Grob* (31—36), *Newsome* und Mitarbeiter (63, 64), *Philippe* und *Hobbs* (74), *Mokhnachev* (57), *Spears* (90), *Caroff* (19) und *Carugno* (21).

Beeinflussung der Zusammensetzung der Gasphase

Abschließend möchten wir noch auf einige Arbeiten über die Beeinflussung der Zusammensetzung der Gasphase hinweisen.
Die Gasphase kann in ihrer Zusammensetzung u. a. durch Filter, Zusätze zum Tabak, Auswahl der Tabaksorten, Änderung der Porosität des Cigarettenpapiers und Änderung der Tabakfeuchte beeinflußt werden.

Filter: *Keith* und *Misenheimer* (49) und *Williamson* (124 bis 127) sowie verschiedene andere Autoren beschäftigten sich mit der selektiven Wirkung verschiedener Filtermaterialien auf die Inhaltsstoffe der Gasphase. Eine zusammenfassende Arbeit über die Wirkung verschiedener Filter auf die Inhaltsstoffe des Rauches wurde von *Wynder* und *Hoffmann* (129) veröffentlicht.

Zusätze zum Tabak: *Mokhnachev* (57) untersuchte die Wirkung des Zusatzes von Harzen und Pigmentanteilen zum Tabak auf die Zusammensetzung der Gasphase. *Wakeham* (114) untersuchte den Einfluß eines Zusatzes von Cellulose zum Tabak auf die Zusammensetzung der gasförmigen Stoffe.

Tabaksorten: *Smith* (88a) stellte im Rauch von Cigaretten einer amerikanischen Tabakmischung einen höheren Gehalt an Stickoxiden fest als im Rauch von Cigaretten aus einer englischen Virginiamischung. *Philippe* und *Hobbs* (74) fanden im Rauch von Cigaretten aus türkischen Tabaken geringere Konzentrationen von Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Methan, Äthylen, Acetaldehyd, Aceton und Methanol als im Rauch von Cigaretten aus Burleytabaken. *Lipp* (54) fand Unterschiede in der selektiven Wirkung von Cigarettenfiltern auf Nikotin und Phenole, die von der Tabaksorte abhängen.

Porosität des Cigarettenpapiers: *Rickards* und *Owen* (84a) sowie *Owen* und *Reynolds* (69a) beobachteten, daß der Gehalt an Methan, CO_2, Wasserstoff und Stickoxiden im Rauch von der Porosität des Papiers abhängt. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen *Mumpower* und Mitarbeiter (59). Diese Autoren fanden im Rauch von Cigaretten, die mit einem mit Aluminium überzogenen Papier umwickelt waren, einen besonders hohen CO-Gehalt von etwa 14 %.

Einfluß der Tabakfeuchte: Die Menge kondensierbarer Gase im Rauch ist nach *Grob* (32) in stärkerem Maße vom Wassergehalt des Tabaks abhängig als die Mengen von Nikotin und Kondensat. Bei einer Abnahme der Tabakfeuchtigkeit von 12 % auf 6,5 % fanden *Pailer, Kuhn* und *Grünberger* (71) bei Orient- und Blendcigaretten, daß der Gesamtcarbonylgehalt im Rauch etwa auf das 2½fache ansteigt. Der Acetaldehydgehalt stieg auf das 5fache, der Acetongehalt auf das 3fache, der Gehalt an Butyraldehyd auf das Doppelte der bei feuchten Cigaretten festgestellten Werte.

3. ERKLÄRUNG DER IN DEN TABELLEN VERWENDETEN ABKÜRZUNGEN

A. Konzentrationsangaben

( )	= Konzentration in der Gasphase.
(( ))	= Konzentration in der Gasphase bei beheiztem Cambridge-Filter (z. B. + 40° C oder + 60° C), (*Grob* 1963, 1964).
[ ]	= Konzentration im Gesamtrauch ohne Zwischenschaltung eines Filters (z. B. bei Aminen, die in Waschflaschen mit Säurefüllung hinter einer Kühlfalle aufgefangen wurden).
Vol %	= Volumenprozent, bezogen auf die Gesamtgasphase einer Cigarette.
Mol %	= Molprozent, bezogen auf die Gesamtgasphase oder auf das Gesamtvolumen.
µg/Cig	= Mikrogramm (10^{-6} g) pro Cigarette.
mg/Cig	= Milligramm (10^{-3} g) pro Cigarette.
µg/Zug	= Mikrogramm pro 1 Zug der Cigarette.
ppm/Trock.	= ppm, bezogen auf 1 g verbrannten trockenen Tabak.
ppm	= ppm, bezogen auf den Gesamtrauch bzw. die Gesamtgasphase.
ml/g Tabak	= ml Gasvolumen, bezogen auf 1 g verbrannten Tabak.
mg/l Rauch	= Milligramm pro 1 Liter Rauch.
µg/g Tabak	= Mikrogramm pro 1 g verbrannten Tabak.
%	= Prozentgehalt im Rauch (z. B. bei Gasen wie O_2, H_2 etc.) ohne nähere Angaben

GA	=	Gasanalyse (Orsat),
GC	=	Gaschromatographie,
UR, IR	=	Infrarotspektrum,
UV	=	Ultraviolettspektrum,
MS	=	Massenspektrum,
grav.	=	gravimetrische Bestimmung,
titr.	=	titrimetrische Bestimmung,
DC	=	Dünnschichtchromatographie,
SC	=	Säulenchromatographie,
PC	=	Papierchromatographie,
Kol.	=	Kolorimetrie,
elec.	=	Elektrolyse nach Baher und Morrison,
Fp	=	Schmelzpunkt,
Kp	=	Siedepunkt,
De	=	Derivat, hergestellt und charakterisiert durch z. B. UV-Spektrum oder Fp.

4. GLIEDERUNG DER TABELLEN 1 UND 2

TABELLE 1

Inhaltsstoffe der Gas-Dampf-Phase

A. Anorganische Verbindungen

B. C-H-Verbindungen
- 1. Alkane, aliphatische Kohlenwasserstoffe
- 2. Alkene, ungesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe
- 2.1 Alkadiene, Diolefine
- 2.2 Alkine
- 3. Cyclische, nicht aromatische Kohlenwasserstoffe
- 4. Aromatische Kohlenwasserstoffe

C. C-H-Cl-Verbindungen

D. C-H-O-Verbindungen
- 1. Alkohole
- 2. Aldehyde
- 2.1 Dialdehyde
- 2.2 Aldehyde, ungesättigt
- 3. Ketone
- 3.1 Diketone
- 3.2 Ketone, ungesättigt
- 3.3 Cyclische Ketone
- 4. Ester
- 4.1 Ester, ungesättigt
- 5. Monocarbonsäuren
- 6. Heterocyclische Sauerstoffverbindungen
- 7. Phenolische Verbindungen

E. C-H-N-Verbindungen
- 1. Nitrile
- 2. Heterocyclische Verbindungen (N enthaltend)
- 3. Diverses

F. Verbindungen, die Schwefel enthalten.

G. Angaben über Substanzgruppen

TABELLE 2

Flüchtige Inhaltsstoffe des Tabakrauches, die in der Gas-Dampf-Phase vorkommen könnten und deren Vorkommen im Rauch nachgewiesen ist.

A. C-H-N-Verbindungen
- 1. Primäre Amine
- 2. Sekundäre Amine
- 3. Tertiäre Amine
- 4. Nitrile
- 5. Heterocyclische N-Verbindungen

B. Verbindungen, die Schwefel enthalten.

C. Phenolische Verbindungen

TABELLE 1

INHALTSSTOFFE DER GAS-DAMPF-PHASE

Lfd. Nr.	Substanz	Formel	Kp° C	Nachweis-methode	Literaturzitat und Konzentration
	A. Anorganische Verbindungen (s. a. Schwefelverbindungen)				
1	Wasserstoff	H_2	–252,8	GA, GC, MS	2, 24, 41, 50 (0,7 mg/Cig; 2,2 Vol %), 56 [0,67–1,78 %], 57, 64 (8,2–1,2 Vol %), 69 (1,6 Mol %), 74 (1,6 Mol %), 69 a
2	Sauerstoff	O_2	–182,9	GA, GC, MS	2, 8, 20 [13 %], 24, 41, 43 [2–12 %], 50 (13,3 Vol %), 56 [15,22–17,35 %], 64 (1,4–15,5 Vol %), 57 (15,24 Vol %), 122 [7,2–13,4 Vol %], 112 [11–14 %], 69 (10 Mol %)
3	Stickstoff	N_2	–195,8	GC, MS, IR	2, 43 [78–68 %], 50 (67,2 Vol %), 56 [72,18–74,9 %], 57 (73,75 Vol %), 64 (53–70 Vol %), 69 (73 Mol %), 91, 110
4	Kohlenmonoxid	CO	–190,0	GA, GC, IR, MS, titr.	1, 2, 3, 7 [0,02–0,37 Vol %], 8, 11 (3–11 ml/Cig), 12 [2,0–2,2 Vol %], 23, 24, 25, 27 (4,3 ml/Cig), 39, 40, 41, 43 [0–6 %], 44, 50 (16,2 mg/Cig; 3,7 Vol %), 52, 55 (4,89 %), 54 a, 56 [1,37–6,87 %], 57 (2,83 Vol %), 59 (4,2 Vol %), 64 (2,4–11,8 Vol %), 69 (3,3 Mol %), 74 (3–4 Mol %), 81, 84 a, 84 b, 102, 106, 108, 112 (2,6–3,2 %), 113, 117 (15,3 mg/Cig), 118 (4,5 %), 122 [2,2–5,6 Vol %], 69 a, 128
5	Kohlendioxid	CO_2	–78,5 subl.	GA, GC, IR, MS, titr.	2, 8, 12 [7,0–7,8 Vol %], 23, 38 (4,3–11,4 %), 24, 27 (7,77 Vol %), 36/111, 41, 43 [14–0 %], 44, 50 (68,1 mg/Cig; 9,8 Vol %), 55 (3,38 %), 56 [4,1–6,2 %], 57 (6,31 Vol %), 64 (17,7–7,6 Vol %), 69 (8,0 Mol %), 74 (7–8 Mol %), 68 a (5,0–9,5 %), 112 (5,2–8,2 %), 106, 117, 118 (10,0 %), 122 [7,5–14,2 Vol %], 11 (21–63 ml/Cig), 82 b (92.000 ppm)
6	Stickstoffoxid	NO	–151,8	GC, IR, MS, UV	2, 36/111, 63 (30 µg/40 ml Zug), 65 [160–400 µg/Cig], 106, 117, 68 a (80–395 ppm), 82 b (42.000 ppm), 69 (4,2 Mol %)
7	Distickstoffmonoxid	N_2O	–88,5	IR	2, 69, 74, 75 (30–44 µg/Cig), 106
8	Stickstoffdioxid	NO_2	21,1	IR, UV	12 [120–80 ppm], 65, 106, 68 a (30–150 ppm), 88 a (45–580 µg/Cig), 82 b (250 ppm)

8a	Gemisch	$NO + NO_2$	–	IR, UV	12 [170–210 ppm], 38 [145–655 ppm], 123 (650–700 µg/Cig), 68 a, 84 a
9	Argon	Ar	–185,7	MS	50 (5,0 mg/Cig; 0,8 Vol %), 56, 69 (0,6 Mol %), 74 (0,3 Mol %)
10	Ammoniak	NH_3	–33,5	DC, E, IR, Kol., PC, titr., UV, GC	2, 5, 6 [1,33 %], 13 [0,19–0,37 mg/l. Rauch], 44, 60 [440 ppm/Trock.], 63 (12 µg/40 ml Zug), 66, 68, 82 [1 %], 86, 11, 82 b (300 ppm), 82 a, 118 b
11	Cyanwasserstoff	HCN	26,0	elec., Kol., grav., IR, MS, titr.	2, 23, 27, 30, 36/111, 44, 50 (0,3 mg/Cig), 53 [0,045–0,13 %], 63 (32 µg/40 ml Zug), 66, 69 (10,8 x 10^{-2} Mol %), 74 (0,8–11 x 10^{-2} Mol %), 90 (400 µg/Cig), 100, 106, 117, 119 [0,02–0,034 %], 126, 68 a (3–275 ppm), 59 a (130–149 µg/Cig), 21 a [550 µg/g Tabak], 82 b (1.600 ppm)
12	Wasser	H_2O	100,0	grav., Karl-Fischer, IR	2, 27, 41, 42 (6–7 mg/Cig), 50 (5,8 mg/Cig), 55, 57, 61, 87 (8,6 mg/Cig), 88, 117
	SO_2, H_2S	siehe Schwefelverbindungen			

B. C-H-Verbindungen

1. Alkane, aliphatische Kohlenwasserstoffe

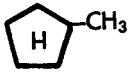
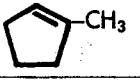
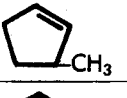
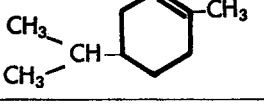
13	Methan	CH_4	–164,0	grav., GC, IR, MS	2, 18, 19, 23, 24, 41, 44, 50 (1,3 mg/Cig; 0,5 Vol %), 55 (0,63 %), 63 (97 µg/40 ml Zug), 64 (1,3–0,3 Vol %), 69 (0,6 Mol %), 74 (0,5–0,6 Mol %), 90 (1.000 µg/Cig), 106, 117, 120, 57a, 69a
14	Äthan	$CH_3–CH_3$	–88,5	GC, IR	2, 18, 19, 21 (27,3 x 10^{-2} Mol %), 23 (0,2 Vol %), 41, 44, 63 (51 µg/40 ml Zug), 66 (27,3 x 10^{-2} Mol %), 69 (9,7 x 10^{-2} Mol %), 72 (0,2 Vol %), 74 (9–12 x 10^{-2} Mol %), 78 (8,4 x 10^{-2} Mol %), 106, 57 a, 90 (500 µg/Cig)
15	Propan	$CH_3–CH_2–CH_3$	–44,5	GC, IR, MS	2, 18, 19, 21 (8,6 x 10^{-2} Mol %), 23 (0,06 Vol %), 44, 63 (23 µg/40 ml Zug), 66 (3,0 x 10^{-2} Mol %), 69 (7,7 x 10^{-2} Mol %), 72 (0,06 Vol %), 74 (5 x 10^{-2} Mol %), 78 (2,4 x 10^{-2} Mol %), 90 (250 µg/Cig), 106, 57 a
16	n-Butan	$CH_3–(CH_2)_2–CH_3$	–0,5	GC, IR, MS	2, 18, 19, 21 (3,7 x 10^{-2} Mol %), 23 (0,006 Vol %), 44, 74 (0,5 x 10^{-2} Mol %), 63 (7,0 µg/40 ml Zug), 66 (0,67 x 10^{-2} Mol %), 72 (0,006 Vol %), 78 (0,5 x 10^{-2} Mol %), 90 (70 µg/Cig), 106, 57 a

Lfd. Nr.	Substanz	Formel	Kp° C	Nachweis-methode	Literaturzitat und Konzentration
16a	Propan/Butan	–		GC, MS	57 (6,00 ml/1 g Tabak), 74 (7,2 x 10^{-2} Mol %)
17	Isobutan, 2-Methylpropan	$CH_3-CH(CH_3)-CH_3$	–10,2	GC, IR	2, 18, 19, 23, 44, 63 (2,4 µg/40 ml Zug), 66 (0,23 x 10^{-2} Mol %), 72 (0,001 Vol %), 78 (0,19 x 10^{-2} Mol %), 90 (23 µg/Cig), 106
18	n-Pentan	$CH_3-(CH_2)_3-CH_3$	36,1	GC, IR, MS	18, 19, 36/111, 63 (2,3 µg/40 ml Zug), 66 (0,16 x 10^{-2} Mol %), 78 (0,11 x 10^{-2} Mol %), 90 (23 µg/Cig), 106
19	Isopentan, 2-Methylbutan	$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$	27,5	GC, IR, MS	18, 19, 63 (1,9 µg/40 ml Zug), 66 (0,15 x 10^{-2} Mol %), 78 (0,15 x 10^{-2} Mol %), 90 (20 µg/Cig), 106
20	n-Hexan	$CH_3-(CH_2)_4-CH_3$	68,8	GC, MS	18, 19, 36/111, 66 (0,06 x 10^{-2} Mol %), 78 (0,02 x 10^{-2} Mol %), 90 (10 µg/Cig), 106
21	2-Methylpentan	$CH_3-(CH_2)_2-CH(CH_3)-CH_3$	60,2	GC, MS, IR	19, 36/111, 63 (0,6 µg/40 ml Zug), 66 (0,04 x 10^{-2} Mol %), 78 (0,01 x 10^{-2} Mol %), 90 (6 µg/Cig), 106
22	3-Methylpentan	$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$	63,2	GC, MS, IR	19, 63 (0,2 µg/40 ml Zug), 66 (0,01 x 10^{-2} Mol %), 78 (0,01 x 10^{-2} Mol %), 90 (1 µg/Cig), 106
22a	Methylpentan	–	–	GC	18
23	2,2-Dimethylbutan	$CH_3-CH_2-C(CH_3)_2-CH_3$	49,7		23
24	n-Heptan	$CH_3-(CH_2)_5-CH_3$	98,3	GC	36/111
25	3-Methylhexan	$CH_3-(CH_2)_2-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$	91,8	GC, MS	36/111
26	2,4-Dimethylpentan	$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$	80,8	GC	36/111
27	n-Octan	$CH_3-(CH_2)_6-CH_3$	125,8	GC	36/111
28	n-Nonan	$CH_3-(CH_2)_7-CH_3$	150,6	GC, MS	36/111
	2. Alkene, ungesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe				
29	Äthylen	$CH_2 = CH_2$	–103,9	GC, IR, MS	2, 18, 19, 21 (13,6 x 10^{-2} Mol %), 23, 24, 41, 44, 57 (3,28 ml/1 g Tabak), 63 (22 µg/40 ml Zug), 66 (4,6 x 10^{-2} Mol %), 69 (5,0 x 10^{-2} Mol %), 72 (0,1 Vol %), 74 (5–7 x 10^{-2} Mol %), 78 (6,3 x 10^{-2} Mol %), 90 (240 µg/Cig), 106, 57 a

30	Propylen, Propen	$CH_2 = CH–CH_3$	–47,0	GC, IR, MS	2, 18, 19, 21 (1,6 x 10^{-2} Mol %), 23, 44, 57 (5,64 ml/1 g Tabak), 63 (25 µg/40 ml Zug), 66 (3,3 x 10^{-2} Mol %), 69 (3,6 x 10^{-2} Mol %), 72 (0,07 Vol %), 74 (2 x 10^{-2} Mol %), 78 (3,3 x 10^{-2} Mol %), 90 (240 µg/Cig), 106, 114, 57 a
31	2-Methylpropen, Isobutylen	$CH_2 = C(CH_3)–CH_3$	–6,0	GC	2, 18, 19, 44, 63 (6,6 µg/40 ml Zug), 66 (0,64 x 10^{-2} Mol %), 74 (0,2–0,8 x 10^{-2} Mol %), 78 (0,98 x 10^{-2} Mol %), 90 (64 µg/Cig), 106
32	Buten-(1)	$CH_3–CH_2–CH = CH_2$	–5,0	GC	19, 63 (6,2 µg/40 ml Zug), 106
33	2-Methylbuten-(1)	$CH_3–CH_2–C(CH_3) = CH_2$	31,0	GC, IR	18, 19, 63 (2,4 µg/40 ml Zug), 90 (24 µg/Cig), 106
34	3-Methylbuten-(1), Isopropyläthylen	$(CH_3)_2CH–CH = CH_2$	25(21)	GC, IR, MS	18, 19, 63 (1,6 µg/40 ml Zug), 66 (0,14 x 10^{-2} Mol %), 78 (0,08 x 10^{-2} Mol %), 90 (1 µg/Cig), 106
35	2,3-Dimethylbuten-(1)	$(CH_3)HC – C(CH_3) = CH_2$	56,0	GC, IR, MS	80 (0,06 x 10^{-2} Mol %; 0,08 µg/Zug)
36	3,3-Dimethylbuten-(1)	$(CH_3)_3–C–CH = CH_2$	41,2	MS	36/111, 78
37	cis-Buten-(2)	$CH_3–HC = CH–CH_3$	4,0	GC	2, 18, 19, 21 (0,4 x 10^{-2} Mol %), 44, 63 (2,9 µg/40 ml Zug), 66 (0,4 x 10^{-2} Mol %), 78 (0,28 x 10^{-2} Mol %), 90 (29 µg/Cig), 106
38	trans-Buten-(2)	$CH_3–HC = CH–CH_3$	1,0	GC	2, 18, 19, 21 (1,5 x 10^{-2} Mol %), 44, 63 (4,1 µg/40 ml Zug), 66 (0,29 x 10^{-2} Mol %), 90 (41 µg/Cig), 106
39	2-Methylbuten-(2)	$CH_3–HC = C(CH_3)–CH_3$	38,4	GC, IR	18, 63 (6,8 µg/40 ml Zug), 90 (68 µg/Cig), 106
39a	Buten	–	–	IR	69, 114
39b	Buten-(1) und trans-Buten-(2)	–	–	GC	66 (0,9 x 10^{-2} Mol %), 78 (0,61 x 10^{-2} Mol %)
40	Penten	–	–	GC, IR, MS	114
40a	Penten-(1)	$CH_3(CH_2)_2–CH = CH_2$	29,9	GC, IR, MS	18, 19, 36/111, 63 (1,9 µg/40 ml Zug), 66 (0,15 x 10^{-2} Mol %), 78 (0,12 x 10^{-2} Mol %), 90 (19 µg/Cig), 106
41	2-Methylpenten-(1)	$CH_3(CH_2)_2–C(CH_3) = CH_2$	61,5	GC, IR, MS	80 (0,04 x 10^{-3} Mol %, 0,05 µg/Zug)

Lfd. Nr.	Substanz	Formel	Kp° C	Nachweis-methode	Literaturzitat und Konzentration
42	3-Methylpenten-(1)	$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH=CH_2$	53,6	GC, IR, MS	80 (0,02 x 10^{-3} Mol %, 0,02 µg/Zug)
43	4-Methylpenten-(1)	$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH=CH_2$	53,6	GC, IR, MS	63 (0,4 µg/40 ml Zug), 80 (0,05 x 10^{-3} Mol %; 0,06 µg/Zug)
44	trans-Penten-(2)	$CH_3-CH_2-CH=CH-CH_3$	36,0	GC, IR, MS	18, 19, 63 (1,5 µg/40 ml Zug), 90 (15 µg/Cig), 106
45	cis-Penten-(2)	$CH_3-CH_2-CH=CH-CH_3$	37,0	GC, IR, MS	18, 19, 63 (1,0 µg/40 ml Zug), 106
46	2-Methylpenten-(2)	$CH_3-CH_2-CH=C(CH_3)-CH_3$	67,2	GC, IR, MS	19, 80 (0,23 x 10^{-3} Mol %; 0,34 µg/Zug), 106
46a	2-Methylbuten-(1) + trans-Penten-(2)	–	–	IR, MS	66 (0,25 x 10^{-2} Mol %), 78 (0,22 x 10^{-2} Mol %)
46b	2-Methylbuten-(2) + cis-Penten-(2)	–	–	IR, MS	66 (0,56 x 10^{-2} Mol %), 78 (0,34 x 10^{-2} Mol %)
47	trans-4-Methylpenten-(2)	$CH_3-CH(CH_3)-CH=CH-CH_3$	58,5	IR, GC, MS	63 (0,4 µg/40 ml Zug), 80 (0,03 x 10^{-3} Mol %; 0,04 µg/Zug)
48	cis-4-Methylpenten-(2)	$CH_3-CH(CH_3)-CH=CH-CH_3$	56,0	GC	63 (0,4 µg/40 ml Zug)
49	3-Methylpenten-(2)	$CH_3-CH_2-C(CH_3)=CH-CH_3$	67,6	GC, IR	106
50	Hexen-(1)	$CH_3-(CH_2)_2-CH=CH_2$	63,5	GC, IR, MS	80 (0,32 x 10^{-3} Mol %; 0,40 µg/Zug)
51	trans-Hexen-(2)	$CH_3-(CH_2)_2-CH=CH-CH_3$	67,9	GC, IR, MS	80 (0,09 x 10^{-3} Mol %; 0,12 µg/Zug)
51a	Hexen	–	–	GC, IR, MS	114
52	Decen-(1)	$CH_3-(CH_2)_7-CH=CH_2$	170,7	MS	36/111

	2.1 Alkadiene, Diolefine				
53	Propadien, Allen	$CH_2 = C = CH_2$	–32,0	GC, IR, MS, SC	19, 63 (0,5 µg/40 ml Zug), 66 (0,07 x 10^{-2} Mol %), 78 (0,08 x 10^{-2} Mol %), 90 (5 µg/Cig), 106
54	Butadien	–	–	IR, MS	2, 44, 69 (0,95 x 10^{-2} Mol %), 74 (0,5 x 10^{-2} Mol %), 114
55	Butadien-(1,2)	$CH_3–CH = C = CH_2$	10,3	GC	63 (0,2 µg/40 ml Zug)
55a	Butadien-(1,3)	$CH_2 = CH–CH = CH_2$	–3,0	GC	18, 19, 21 (1,6 x 10^{-2} Mol %), 36/111, 63 (4,3 µg/40 ml Zug), 66 (0,45 x 10^{-2} Mol %), 78 (0,3 x 10^{-2} Mol %), 106
56	Isopren, 2-Methylbutadien-(1,3)	$CH_2 = CH–C(CH_3) = CH_2$	34,0	GC, IR, MS	2, 10, 18, 19, 21 (18,1 x 10^{-2} Mol %), 23, 28, 32, 35, 36/111, 44, 47 (630 µg/Cig), 49, 51, 57 (0,85 ml/1 g Tabak), 63 (47 µg/40 ml Zug), 66 (4,1 x 10^{-2} Mol %), 69 (9,0 x 10^{-2} Mol %), 74 (9–14 x 10^{-2} Mol %), 78 (3,0 x 10^{-2} Mol %), 90 (500 µg/Cig), 106, 110, 114, 117, 120, 124, 125, 127, 57 a, 118 a
57	Pentadien-(1,2)	$CH_3–CH_2–CH = C = CH_2$	44,9	GC	19, 36/111
57a	Pentadien	–	–	GC	31 ((20 µg/Cig)), 33 ((20 µg/Cig)), 34 ((20 µg/Cig)), 35, 90, 106, 114
58	trans-Pentadien-(1,3)	$CH_3–CH = CH–CH = CH_2$	42,0	IR, GC, MS	19, 36/111, 63 (1,2 µg/40 ml Zug), 78 (0,03 x 10^{-2} Mol %)
59	cis-Pentadien-(1,3)	$CH_3–CH = CH–CH = CH_2$	44,0	GC, IR, MS	19, 63 (1,9 µg/40 ml Zug), 78 (0,02 x 10^{-2} Mol %)
60	Pentadien-(1,4)	$CH_2 = CH–CH_2–CH = CH_2$	26,0	GC, MS	36/111 (?), 63 (0,2 µg/40 ml Zug), 78 (Spuren), 90 (2 µg/Cig)
61	Myrcen	$(CH_3)_2C = CH–CH_2–CH_2–C(=CH_2)–CH = CH_2$	167,0	MS	36/111
	2.2 Alkine				
62	Acetylen	$CH \equiv CH$	–83,6	GC, IR	2, 18, 19, 21 (0,4 x 10^{-2} Mol %), 23, 27 (1–2 x 10^{-2} Mol %), 41, 44, 63 (2,7 µg/40 ml Zug), 66 (0,55 x 10^{-2} Mol %), 69 (1,28 x 10^{-2} Mol %), 72 (0,01 Vol %), 74 (1 x 10^{-2} Mol %), 78 (0,79 x 10^{-2} Mol %), 90 (26 µg/Cig), 106, 114, 57 a

Lfd. Nr.	Substanz	Formel	Kp° C	Nachweis-methode	Literaturzitat und Konzentration
63	Propin, Methylacetylen	$CH_3-C \equiv CH$	–23,3	GC, IR, MS	2, 19, 44, 63 (0,7 µg/40 ml Zug), 66 (0,1 x 10^{-2} Mol %), 78 (0,1 x 10^{-2} Mol %), 90 (7 µg/Cig), 106, 114
64	Butin-(1), Äthylacetylen	$CH_3-CH_2-C \equiv CH$	8,6	IR, MS	78 (Spuren), 90
64a	Butylen-Acetylen	–	–	GC, MS	57 (2,87 ml/1 g Tabak)
65	Buten-(3)-in-(1), Vinylacetylen	$CH_2 = CH-C \equiv CH$	5,0	IR, MS	78 (0,06 x 10^{-2} Mol %), 90
	3. Cyclische, nicht aromatische Kohlenwasserstoffe				
66	Cyclopentan		49,5	GC, MS	19, 63 (0,2 µg/40 ml Zug), 66 (0,01 x 10^{-2} Mol %), 78 (0,01 x 10^{-2} Mol %), 90 (1 µg/Cig), 106
67	Methylcyclopentan		72,0	GC, MS	80 (0,04 x 10^{-3} Mol %; 0,04 µg/Zug), 63 (0,2 µg/40 ml Zug)
68	Cyclohexan		80,8	GC, IR, MS	31 ((3 µg/Cig)), 33 ((3 µg/Cig)), 34 ((3 µg/Cig)), 80 (Spuren), 90 (3 µg/Cig)
69	Cyclopenten		44,2	GC, IR, MS	63 (0,7 µg/40 ml Zug), 78 (0,04 x 10^{-2} Mol %; 0,41 µg/Zug)
70	1-Methylcyclopenten-1		76,0	IR, GC, MS	80 (0,02 Mol % x 10^{-3}; 0,03 µg/Zug)
71	1,3-Cyclopentadien		42,5	GC, MS	78 (Spuren), 106, 90
72	3-Methylcyclopenten-1		65,0	MS, GC	80 (0,01 x 10^{-3} Mol %; 0,01 µg/Zug)
73	Cyclohexen		83,0	GC, IR, MS	80 (0,01 x 10^{-3} Mol %; 0,01 µg/Zug)
74	Carvomethen, 1-Methyl-4-isopropyl-cyclohexen-(1)		175,0	MS	36/111

75	β-Pinen		164,0	GC	34 ((3 µg/Cig))
76	d-Sylvestren, d-1,8(9)-m-Menthadien		177,0	MS	36/111, 44
77	dl-Limonen, dl-1,8(9)-p-Menthadien, Dipenten		176,0	De, GC, MS	2, 34 ((24 µg/Cig)), 45, 117, 35, 36/111
	4. Aromatische Kohlenwasserstoffe				
78	Benzol		80,2	GC, IR, MS, UV	19, 23, 31 ((32 µg/Cig)), 32, 33 ((32 µg/Cig)), 34 ((30 µg/Cig)), 35, 36/111, 45 [12–48 µg/Cig], 49, 63 (6,1 µg/40 ml Zug), 66, 74 (0,3–0,4 x 10^{-2} Mol %), 90 (30 µg/Cig), 106, 110, 114, 120, 127
79	Toluol, Methylbenzol		110,8	GC, IR, MS, De	2, 19, 23, 31 ((80 µg/Cig)), 32, 33 ((80 µg/Cig)), 34 ((80 µg/Cig)), 35, 36/111, 45 [46–164 µg/Cig], 49, 63 (9,7 µg/40 ml Zug), 74 (0,5 x 10^{-2} Mol %), 90 (80 µg/Cig), 106, 114, 117, 120, 127
80	o-Xylol, 1,2-Dimethylbenzol		143,6	De, GC, MS	34 ((6 µg/Cig)), 35, 36/111, 114, 90 (22 µg/Cig), 45
81	m-Xylol, 1,3-Dimethylbenzol		139,0	De, GC, MS	34 ((16 µg/Cig)), 35, 36/111, 45 [20–48 µg/Cig], 90 (30 µg/Cig), 114
82	p-Xylol, 1,4-Dimethylbenzol		138,4	GC, MS	34 ((< 10 µg/Cig)), 35, 36/111, 114

Lfd. Nr.	Substanz	Formel	Kp° C	Nachweis-methode	Literaturzitat und Konzentration
83	Äthylbenzol	C_2H_5	136,1	GC, De, MS	34 ((< 14 µg/Cig)), 35, 36/111, 45, 90 (7 µg/Cig)
84	Hemimelliten, 1,2,3-Trimethylbenzol	CH_3, CH_3, CH_3	175,6	GC	34 ((3 µg/Cig))
85	Pseudocumol, 1,2,4-Trimethylbenzol	CH_3, CH_3, CH_3	170,0	GC, MS	2, 34 ((6 µg/Cig)), 35, 36
86	Mesitylen, 1,3,5-Trimethylbenzol	CH_3, CH_3, CH_3	164,0	GC, MS	2, 34 ((1 µg/Cig)), 35, 36/111, 45, 90 (9 µg/Cig)
87	1-Äthyl-2-methylbenzol	C_2H_5, CH_3	164,0	GC, MS	34 ((1 µg/Cig)), 35, 36/111
88	3-Äthyltoluol, 1-Äthyl-3-methylbenzol	C_2H_5, CH_3	159,0	GC, MS	34 ((3 µg/Cig)), 35, 36/111
89	4-Äthyltoluol, 1-Äthyl-4-methylbenzol	C_2H_5, CH_3	161,0	GC, MS	34 ((2 µg/Cig)), 35, 36/111
90	Isopropylbenzol, Cumol	CH, CH_3, CH_3	152,5	De	35, 90 (11 µg/Cig)

91	p-Cymol, 4-Isopropyl-1-methylbenzol, 4-Isopropyl-toluol	CH_3, $CH(CH_3)_2$	176,7	De, GC, MS	36/111, 45 [7–14 µg/Cig], 90 [11 µg/Cig]
92	Styrol, Phenyläthylen, Vinylbenzol	$-CH=CH_2$	146,0	GC, MS	34 ((10 µg/Cig)), 35, 36/111, 90, 45
93	o-Methylstyrol, 1-Methyl-2-vinylbenzol	CH_3, $-CH=CH_2$	–	GC	34 ((1 µg/Cig))
94	m-Methylstyrol, 1-Methyl-3-vinylbenzol	CH_3, $-CH=CH_2$	146,0	GC	34 ((2 µg/Cig))

Weitere Literatur über aromatische Kohlenwasserstoffe im Rauch, siehe Elmenhorst und Reckzeh (25a).

C. C-H-Cl-Verbindungen

95	Methylchlorid	CH_3–Cl	–23,7	GC, IR, MS	2, 18, 19, 21 (7,8 x 10^{-2} Mol %), 36/111, 44, 66, (2,3 x 10^{-2} Mol %), 69 (10,0 x 10^{-2} Mol %), 74 (5–9 x 10^{-2} Mol %), 78 (2,5 x 10^{-2} Mol %), 90, 106, 110, 114, 120, 82b (1.200 ppm)
96	Äthylchlorid	C_2H_5–Cl	13,1	MS	36/111 (?)

D. C-H-O-Verbindungen (s. a. Heterocyclische Sauerstoffverbindungen)

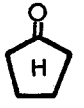
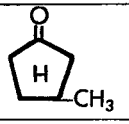
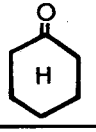
1. Alkohole

97	Methanol	CH_3OH	64,7	GC, IR, MS	2, 10, 19, 31 ((180 µg/Cig)), 32, 33 ((180 µg/Cig)), 34 ((180 µg/Cig)), 35, 36/111, 44, 47 (90 µg/Cig), 49, 63 (13 µg/40 ml Zug), 66, 69 (4,5 x 10^{-2} Mol %), 74 (2–6 x 10^{-2} Mol %), 90, 106, 110, 114, 117, 120, 82b (700 ppm)
98	Äthanol	CH_3–CH_2OH	78,3	GC	2, 19, 31 ((2 µg/Cig)), 32, 33 ((2 µg/Cig)), 34 ((2 µg/Cig)), 44, 90, 106
99	n-Propanol	CH_3–CH_2–CH_2OH	97,4	GC	2, 32, 45 ((4 µg/Cig))
100	Isopropylalkohol, Propanol-2	CH_3–CH(OH)–CH_3	82,4	GC, MS	36/111

Lfd. Nr.	Substanz	Formel	Kp° C	Nachweis-methode	Literaturzitat und Konzentration
101	n-Butanol, Butanol-1	$CH_3-(CH_2)_2-CH_2OH$	117,4	GC	2, 34 ((5 µg/Cig))
102	Isobutanol, 3-Methylbutanol-1	$(CH_3)_2CH-CH_2OH$	107,7	GC	34 ((< 6 µg/Cig))
103	sec.-Butanol, Butanol-2	$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$	99,5	GC	34 ((< 4 µg/Cig))
	2. Aldehyde (s. a. Heterocyclische Sauerstoffverbindungen)				
104	Formaldehyd	H–CHO	–21,0	De(UV), DC, GC, PC, UV	2, 15 [26–41 µg/Cig], 30, 44, 48, 57 (Spuren), 58 [20 µg/Cig], 63 (4,1 µg/40 ml Zug), 66, 71 (20–40 µg/Cig), 90 (40 µg/Cig), 106, 107, 126, 68 a (14–72 ppm), 82 b (30 ppm)
105	Acetaldehyd, Äthanal	CH_3-CHO	20,2	De(UV), DC, GC, IR, MS, PC, SC	2, 10, 15 [980–1.310 µg/Cig], 19, 23, 32, 36/111, 35, 44, 47 (730 µg/Cig), 48, 49, 51 [720–850 µg/Cig], 57 (901 µg/1 g Tabak), 58 [1.200 µg/Cig], 63 (81 µg/40 ml Zug), 66, 69 (11,0 x 10^{-2} Mol %), 71 [180–240 µg/Cig], 74 (11–28 x 10^{-2} Mol %), 90 (1.100 µg/Cig), 106, 107 (800–900 µg/Cig), 110, 114, 117, 120, 124, 127, 68 a (2.000–6.000 ppm), 82 b (3.200 ppm)
106	Propionaldehyd, Propanal	CH_3-CH_2-CHO	46,5 740 Torr	De(UV), DC, GC, PC, MS	2, 10, 15, 19, 31 ((40 µg/Cig)), 32, 33 ((40 µg/Cig)), 34 ((40 µg/Cig)), 35, 36/111, 44, 47 (50 µg/Cig), 48, 51, 58 [15 µg/Cig], 63 (6,9 µg/40 ml Zug), 71 [51–67 µg/Cig], 90 (40 µg/Cig), 106, 107, 114
107	n-Butyraldehyd, n-Butanal	$CH_3-CH_2-CH_2-CHO$	74,7	De(UV), DC, GC, MS, PC	2, 15, 19, 32, 33 ((10 µg/Cig)), 34 ((10 µg/Cig)), 36/111, 31 ((10 µg/Cig)), 44, 57 (38 µg/1 g Tabak), 63 (0,8 µg/40 ml Zug), 71, 90 (10 µg/Cig), 106, 107
108	Isobutyraldehyd, 2-Methylpropanal	$(CH_3)_2CH-CHO$	65,0	GC, MS	2, 19, 32, 33 ((12 µg/Cig)), 34 ((12 µg/Cig)), 35, 36/111, 31 ((12 µg/Cig)), 47 (30 µg/Cig), 51, 63 (3,6 µg/40 ml Zug), 90, 106, 107, 114
109	n-Valeraldehyd, n-Pentanal	$CH_3-(CH_2)_3-CHO$	103,7	DC, GC, PC	2, 19, 31 ((8 µg/Cig)), 33 ((8 µg/Cig)), 34 ((8 µg/Cig)), 35, 36/111, 63 (0,1 µg/40 ml Zug), 71, 90, 106

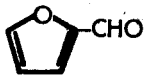
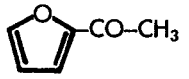
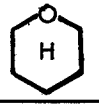
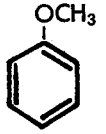
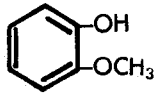
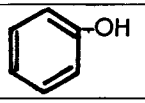
110	2-Methylbutanal	$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CHO$	–	GC, MS	36/111
111	Isovaleraldehyd, 3-Methylbutanal	$(CH_3)_2CH-CH_2-CHO$	92–93	GC, MS	19, 31 ((20 µg/Cig)), 32, 33 ((20 µg/Cig)), 34 ((20 µg/Cig)), 35, 36/111, 63 (3,3 µg/40 ml Zug), 90
112	Pivaldehyd, 2,2-Dimethylpropanal	$(CH_3)_3-C-CHO$	75,0	GC	31 ((4 µg/Cig)), 33 ((4 µg/Cig)), 34 ((4 µg/Cig)), 35, 36/111, 63 (Spuren)
113	Capronaldehyd, Hexanal	$CH_3-(CH_2)_4-CHO$	128,0	GC, MS	34 ((12 µg/Cig)), 35, 36/111
114	2-Methylvaleraldehyd	$CH_3-(CH_2)_2-CH(CH_3)-CHO$	–	GC	63 (1,3 µg/40 ml Zug)
115	Gemisch: Propionaldehyd + Isobutyraldehyd	–	–	GC	57 (13 µg/1 g Tabak)
	2.1 Dialdehyde				
116	Glyoxal, Oxalaldehyd	$CHO-CHO$	51,0	GC	34
	2.2 Aldehyde, ungesättigt				
117	Acrolein	$CH_2=CH-CHO$	52,1	De(UV), GC, IR, MS, SC	2, 10, 19, 30, 31 ((45 µg/Cig)), 32, 33 ((45 µg/Cig)), 34 ((45 µg/Cig)), 35, 36/111, 44, 47 (70 µg/Cig), 48, 49, 51 [54–83 µg/Cig], 57 (82 µg/1 g Tabak), 58, 63, (8,2 µg/40 ml Zug), 66, 90, 106, 114, 117, 126, 127, 82 b (150 ppm)
118	Methacrolein	$CH_2=C(CH_3)-CHO$	159,0 742 Torr	GC	19, 31 ((8 µg/Cig)), 33 ((8 µg/Cig)), 34 ((8 µg/Cig)), 35, 63 (0,9 µg/40 ml Zug), 90, 106
119	Crotonaldehyd, 2-Butenal	$CH_3-CH=CH-CHO$	104,0	De(UV, IR), MS, GC	2, 19, 31 ((16 µg/Cig)), 33 ((16 µg/Cig)), 34 ((14 µg/Cig)), 35, 36/111, 44, 48, 58, 63 (1,6 µg/40 ml Zug), 90 (16 µg/Cig), 106, 114, 127
120	2-Methylpenten-4-al	$CH_2=CH-CH_2-CH(CH_3)-CHO$	–	MS	36/111
121	2,4-Pentadienal	$CH_2=CH-CH=CH-CHO$	–	MS	36/111 (?)

Lfd. Nr.	Substanz	Formel	Kp° C	Nachweis-methode	Literaturzitat und Konzentration
	3. Ketone (s. a. Heterocyclische Sauerstoffverbindungen)				
122	Aceton, Dimethylketon	$CH_3–CO–CH_3$	56,2	De(PC, Fp, UV), GC, IR, MS, SC	2, 10, 15, 19, 23, 82 b (1.000 ppm), 31 ((360 µg/Cig)), 32, 33 ((360 µg/Cig)), 34 ((360 µg/Cig)), 35, 36/111, 44, 47 (390 µg/Cig), 49, 51 [370–560 µg/Cig], 57 (203 µg/1 g Tabak), 58 [650 µg/Cig], 63 (42 µg/40 ml Zug), 66, 69 (5,3 x 10^{-2} Mol %), 71 (88,0–178 µg/Cig), 74 (3–4 x 10^{-2} Mol %), 90 (360 µg/Cig), 106, 114, 117, 120, 125, 127, 118 a
123	Methyläthylketon, Butanon-2	$CH_3–CO–CH_2–CH_3$	79,6	De(PC, UV), GC, MS, IR	2, 15, 19, 23, 31 ((80 µg/Cig)), 32, 33 ((80 µg/Cig)), 34 ((80 µg/Cig)), 35, 36/111, 44, 47 (80 µg/Cig), 49, 57 (247 µg/1 g Tabak), 58 [250 µg/Cig], 63 (10 µg/40 ml Zug), 69 (1,5 x 10^{-2} Mol %), 74 (0,2–0,5 x 10^{-2} Mol %), 90 (80 µg/Cig), 106, 114, 127, 82 b (500 ppm)
124	Methylisopropylketon, 3-Methyl-butanon-2	$CH_3–CO–CH(CH_3)_2$	93,0	GC, MS	22, 19, 31 ((6 µg/Cig)), 32, 33 ((6 µg/Cig)), 34 ((6 µg/Cig)), 35, 36/111, 63 (1,0 µg/40 ml Zug), 90, 106
125	Methylpropylketon, Pentanon-2	$CH_3–CO–(CH_2)_2–CH_3$	101,7	GC, MS	2, 31 ((12 µg/Cig)), 32, 33 ((12 µg/Cig)), 34 ((12 µg/Cig)), 35, 36/111, 63 (2,3 µg/40 ml Zug), 90, 106
126	Diäthylketon, Pentanon-3	$CH_3–CH_2–CO–CH_2–CH_3$	102,7	De(PC, UV), MS	2, 15, 19, 31 ((12 µg/Cig)), 32, 33 ((12 µg/Cig)), 34 ((12 µg/Cig)), 35, 36/111, 44, 58, 63 (0,5 µg/40 ml Zug), 90 (12 µg/Cig), 106, 127
127	Äthylpropylketon, Hexanon-3	$CH_3–CH_2–CO–(CH_2)_2–CH_3$	124	MS, GC	35, 36/111
128	Methylbutylketon, Hexanon-2	$CH_3–CO–(CH_2)_3–CH_3$	127,2	GC, MS	35, 36/111
129	Isopropyläthylketon, 2-Methylpentanon-3	$CH_3–CH_2–CO–CH(CH_3)–CH_3$	114,5	GC	22, 35, 36/111
130	3-Methylpentanon-2	$CH_3–CO–CH(CH_3)–CH_2–CH_3$	118,0	GC, MS	36/111
131	4-Methylpentanon-2	$CH_3–CO–CH_2–CH(CH_3)–CH_3$	119,0	GC, MS	36/111, 35

132	2,4-Dimethyl-pentanon-3, Diisopropylketon	$(CH_3)_2CH-CO-CH(CH_3)_2$	124,5	GC	36/111
133	Dipropylketon, Hexanon-4	$CH_3-(CH_2)_2-CO-(CH_2)_2-CH_3$	144,2	GC	2, 22, 35, 36/111, 44
	3.1 Diketone				
134	Diacetyl, Butandion-2,3	$CH_3-CO-CO-CH_3$	89–90	GC, MS, IR	2, 19, 23, 34, 35, 36/111, 44, 49, 57 (215 µg/1 g Tabak), 63 (15 µg/40 ml Zug), 69 (Spuren), 74 (0,3 x 10^{-2} Mol %), 85, 96, 106, 127, 90 (45 µg/Cig)
135	Acetylpropionyl, Pentandion-2,3	$CH_3-CO-CO-CH_2-CH_3$	110–112	GC, MS	35, 36/111, 44
	3.2 Ketone, ungesättigt				
136	Butenon, 1-Butenon-3, 3-Buten-2-on	$CH_3-CO-CH=CH_2$	–	GC, MS	31 ((28 µg/Cig)), 33 ((28 µg/Cig)), 34 ((28 µg/Cig)), 35, 36/111, 63 (3,7 µg/40 ml Zug), 90, 106, 114
137	2-Methyl-buten-1-on-3	$CH_3-CO-C(CH_3)=CH_2$	–	GC, MS	35, 36/111
138	1-Pentenon-3, Vinyläthylketon	$CH_3-CH_2-CO-CH=CH_2$	96,0	GC, MS	34 ((45 µg/Cig)), 35, 36/111
139	1-Pentenon-4	$CH_3-CO-CH_2-CH=CH_2$		GC, MS	36/111
	3.3 Cyclische Ketone				
140	Cyclopentanon		130,6	GC, MS	35, 36/111
141	3-Methylcyclopentanon		–	MS	36/111 (?)
142	Cyclohexanon		156,7	GC	36/111
	4. Ester				
143	Ameisensäure-methylester	$HCOO-CH_3$	31,5	GC	31 ((30 µg/Cig)), 32, 33 ((30 µg/Cig)), 34 ((30 µg/Cig)), 35, 63 (3,6 µg/40 ml Zug), 90, 106, 127

Lfd. Nr.	Substanz	Formel	Kp° C	Nachweis-methode	Literaturzitat und Konzentration
144	Ameisensäure-äthylester	$HCOO–C_2H_5$	54,3	GC	32, 48, 63 (0,5 µg/40 ml Zug)
145	Ameisensäure-isopropylester	$HCOO–CH(CH_3)_2$	71,3	GC	63 (0,6 µg/40 ml Zug)
146	Essigsäure-methylester	$CH_3–COO–CH_3$	57,1	GC, IR, MS	2, 19, 31 ((8 µg/Cig)), 33 ((8 µg/Cig)), 34 ((8 µg/Cig)), 35, 36/111, 44, 47, (10 µg/Cig), 51, 63 (1,7 µg/40 ml Zug), 90, 106, 110, 114, 127
147	Essigsäure-äthylester	$CH_3–COO–C_2H_5$	77,0	GC, MS	2, 31 ((2 µg/Cig)), 33 ((2 µg/Cig)), 34 ((2 µg/Cig)), 35, 44, 63 (1,0 µg/40 ml Zug), 90
148	Essigsäure-n-butylester	$CH_3–COO–(CH_2)_3–CH_3$	126,5	GC	34 ((1 µg/Cig))
149	Buttersäure-äthylester, Äthyl-n-butyrat	$CH_3–(CH_2)_2–COO–C_2H_5$	121,0		2, 44, 106
150	Propionsäure-äthylester	$CH_3–CH_2–COO–C_2H_5$	99,1		2, 44, 106
151	Äthylcapronat	$CH_3–(CH_2)_4–COO–C_2H_5$	222,0	GC	2, 34 ((1 µg/Cig)), 44
152	Ameisensäure-ester	–	–	MS, PC	57 (36,3 µg/1 g Tabak)
153	Essigsäure-ester	–	–	MS, PC	57 (12,9 µg/1 g Tabak)
154	Propionsäure-ester	–	–	MS, PC	57 (Spuren)
	4.1 Ester, ungesättigt				
155	Essigsäure-vinylester	$CH_3–COO–CH = CH_2$	73,0	GC	63 (0,5 µg/40 ml Zug)
156	Acrylsäure-methylester	$CH_2 = CH–COO–CH_3$	80,5	GC	31 ((3 µg/Cig)), 33 ((3 µg/Cig)), 34 ((3 µg/Cig)), 90, 106
	5. Monocarbonsäuren				
157	Ameisensäure	HCOOH	100,7	GC, PC, SC, titr.	2, 13 [0,72–1,17 mg/l Rauch], 16 [0,28–0,42 mg/Cig], 44, 57 (47,7 µg/1 g Tabak), 67 [48–94 µg/Cig], 83, 97, 90 [600 µg/Cig]
158	Essigsäure	$CH_3–COOH$	118,1	GC, IR, PC, UV, titr., SC	2, 16 [0,65–1,03 mg/Cig], 23, 57 (34,9 µg/1 g Tabak), 67 [117–322 µg/Cig], 83, 92 [72,2 mg/100 Cig], 97, 90 [1,7 mg/Cig]
159	Propionsäure	$CH_3–CH_2–COOH$	141,1	GC, titr., SC, IR, PC, UV	2, 16 [0,11–0,23 mg/Cig], 57 (30,2 µg/1 g Tabak), 83, 92, 97, 90 [300 µg/Cig]

160	Buttersäure	$CH_3–CH_2–CH_2–COOH$	163,5	GC, IR, PC, UV	2, 44, 57 (44,6 µg/1 g Tabak), 91, 92, 97, 16
161	Isobuttersäure	$(CH_3)_2CH–COOH$	154,4	GC, IR, PC, UV	2, 44, 92, 91, 16, 57
162	n-Valeriansäure	$CH_3–(CH_2)_3–COOH$	187,0	IR, PC, UV, GC	2, 44, 57 (48 µg/1 g Tabak), 91, 92, 16
163	Isovaleriansäure	$(CH_3)_2CH–CH_2–COOH$	176,7	IR, GC, PC, UV	2, 44, 57 (139 µg/1 g Tabak), 91, 92, 16
164	n-Capronsäure	$CH_3–(CH_2)_4–COOH$	205 (202)	GC, IR, PC, SC, titr., UV	2, 16 [0,053–0,15 mg/Cig], 44, 57 (25,4 µg/1 g Tabak), 91, 92 [0,5 mg/Cig]
165	Isocapronsäure	$(CH_3)_2CH–(CH_2)_2–COOH$	207,7	GC, IR, PC, UV	57 (54,0 µg/1 g Tabak), 91, 92 [0,7 mg/Cig]
	6. Heterocyclische Sauerstoffverbindungen				
166	Furan		32,0	GC, IR, MS	2, 10, 19, 31 ((18 µg/Cig)), 32, 33 ((18 µg/Cig)), 34 ((18 µg/Cig)), 35, 36/111, 44, 47 (30 µg/Cig), 49, 51, 63 (4,6 µg/40 ml Zug), 74 (0,2–0,3 x 10^{-2} Mol %), 78 (1 %), 90 (18 µg/Cig), 106, 114, 127
167	2-Methylfuran, Silvan		65,0	GC, IR, MS	19, 34 ((20 µg/Cig)), 36/111, 44, 49, 63 (5,8 µg/40 ml Zug), 74 (0,1–0,3 x 10^{-2} Mol %), 110, 114, 127
168	2,5-Dimethylfuran		93,4	De, GC, MS	2, 19, 31 ((16 µg/Cig)), 34 ((16 µg/Cig)), 36/111, 45 [3,5–48 µg/Cig], 63 (4,9 µg/40 ml Zug), 127, 90, 114
169	Methylfuran	–	–	GC	2, 31 ((20 µg/Cig)), 32, 33 ((20 µg/Cig)), 35, 47 (20 µg/Cig), 74 (0,3 x 10^{-2} Mol %), 90, 106, 114
170	Tetrahydrofuran		65,5	GC	31 ((8 µg/Cig)), 33 ((8 µg/Cig)), 34 ((8 µg/Cig)), 35, 63 (Spuren), 90, 106
171	Furfurylalkohol, 2-Furancarbinol		171,0	GC, IR, MS, SC, UV	14, 37, 114

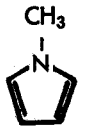
Lfd. Nr.	Substanz	Formel	Kp° C	Nachweis-methode	Literaturzitat und Konzentration
172	Furfurol, 2-Formylfuran		161,7	De (PC, UV), GC, IR, MS, SC	2, 11, 14, 15 [45–110 µg/Cig], 34, 35, 36/111, 44, 57 (100 µg/1 g Tabak), 58 [100 µg/Cig], 71, 84 106, 114, 117
173	5-Methylfurfurol		187,0		14, 114, 30 a
174	2-Acetylfuran		173,0	GC	36/111
175	Tetrahydropyran		81–82	GC	31 ((2 µg/Cig)), 33 ((2 µg/Cig)), 34 ((2 µg/Cig))
	7. Phenolische Verbindungen				
176	Anisol, Methoxybenzol		155,4	GC, MS	34 ((5 µg/Cig)), 36/111 (?)
177	Guajacol, o-Methoxyphenol		205,0	MS	57 (2,90 µg/1 g verbr. Tabak), 90 [13 µg/Cig], 83 a [15–25 µg/Cig]
178	Phenol		182,0	MS	41a [83–121 µg/Cig], 54a, 83a [95–202 µg/Cig], 48 a, 57 (3,2 µg/1 g verbr. Tabak), 89 a, 90, 40 a

Weitere Literatur über phenolische Rauchinhaltsstoffe siehe Herrmann (40a)

E. C-H-N-Verbindungen

1. Nitrile

179	Cyanwasserstoff	HCN	25,7	IR	23, 66, 74 (0,8–11 x 10^{-2} Mol %); weitere Angaben siehe unter anorgan. Verbindungen
180	Acetonitril	CH_3–CN	82,0	GC, MS	17, 19, 31 ((140 µg/Cig)), 33 ((140 µg/Cig)), 34 ((140 µg/Cig)), 35, 36/111, 63 (18 µg/40 ml Zug), 106, 111, 117, 127, 90
181	Propionitril	CH_3–CH_2–CN	97,0	GC, MS	31 ((30 µg/Cig)), 33 ((30 µg/Cig)), 34 ((30 µg/Cig)), 35, 36/111, 63 (2,8 µg/40 ml Zug), 90

182	n-Butyronitril, n-Propylcyanid	$CH_3-(CH_2)_2-CN$	118,0	GC, MS	34 ((5 µg/Cig)), 35, 36/111
183	Isobutyronitril, 2-Methyl-propionitril	$(CH_3)_2CH-CN$	107–108	GC	31 ((8 µg/Cig)), 33 ((8 µg/Cig)), 35, 36/111, 63 (1,0 µg/40 ml Zug), 90
184	n-Valeronitril, n-Butylcyanid	$CH_3-(CH_2)_3-CN$	141,0	GC	34 ((2 µg/Cig)), 35, 36/111
185	Isovaleronitril	$(CH_3)_2CH-CH_2-CN$	129,3	GC, MS	35, 36/111
186	n-Capronitril, n-Amylcyanid	$CH_3-(CH_2)_4-CN$	163,0	GC	34 ((1 µg/Cig)), 35, 36/111
187	Isocapronitril, 4-Methyl-pentannitril	$(CH_3)_2CH-(CH_2)_2-CN$	155,5	GC, MS	35, 36/111
188	Acrylnitril	$CH_2=CH-CN$	77,5–79	GC	31 ((10 µg/Cig)), 33 ((10 µg/Cig)), 34 ((10 µg/Cig)), 63 (1,4 µg/40 ml Zug), 106, 90
189	Methacrylnitril	$CH_2=C(CH_3)-CN$	–	GC	19, 33 ((3 µg/Cig)), 34 ((3 µg/Cig)), 63 (0,4 µg/40 ml Zug), 90
190	Crotonsäurenitril, 2-Butennitril	$CH_3-CH=CH-CN$	118–119	GC, MS	36/111, 63 (0,4 µg/40 ml Zug)
191	Allylcyanid, 3-Butennitril	$CH_2=CH-CH_2-CN$	116–119	GC	36/111
	2. Heterocyclische Verbindungen, N enthaltend				
192	Pyrrol		131,0	GC, MS	36/111, 98, 117
193	N-Methylpyrrol		114,0	GC, MS	36/111

Lfd. Nr.	Substanz	Formel	Kp° C	Nachweis-methode	Literaturzitat und Konzentration
194	Pyridin		115,3		1a, 2, 29, 68, 98, 116, 117
	3. Diverses				
195	Methylnitrit	CH_3ONO	–12,0	GC, IR, UV	2, 44, 75 (16–468 µg/Cig), 88 (19–94 µ/Cig), 82 b (200 ppm)
196	Methylisocyanat	$CH_3–N = CO$	37,4	GC, IR, MS	77, 79 (0,55 µg/Cig)
197	Äthylamin	$CH_3–CH_2–NH_2$	16,6		69 (Spuren)

F. Verbindungen, die Schwefel enthalten

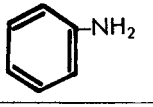
198	Schwefelwasserstoff	H_2S	–60,0	GC, grav., Kol., IR, MS	2, 27 (0,0019 Vol %; 12 µg/Cig), 36/111, 44, 63 (3,4 µg/40 ml Zug), 66, 69, 73 (55 ppm), 82 b (40 ppm), 99, 103, 105, 121, 68 a (1–31 ppm)
199	Schwefeldioxid	SO_2	–10,0		68 a (1–2 ppm)
200	Kohlenmonosulfid	CS	–	IR	69, 74
201	Schwefelkohlenstoff, Kohlendisulfid	CS_2	46,3	IR, GC, MS	2, 44, 73 (0,8 ppm), 76 [0,8 ppm]
202	Carbonylsulfid, Kohlenoxysulfid	COS	–50,2	GC, grav., IR, MS	2, 44, 69 ($0,76 \times 10^{-2}$ Mol %), 73 (50–60 ppm), 74 ($0,2–0,7 \times 10^{-2}$ Mol %), 106
203	Methylmercaptan	CH_3SH	6,0	GC, IR, MS	36/111, 57, 69
204	Äthylmercaptan	$CH_3–CH_2–SH$	34,7	GC, MS	57
205	Dimethylsulfid	$CH_3–S–CH_3$	37,3	GC, IR, MS	73 (1–2 ppm)
206	Dimethyldisulfid	$CH_3–S–S–CH_3$	116,0	GC, MS	57
207	Methylthionitrit	$CH_3–SNO$	–	GC, IR, MS	2, 73 (10–20 ppm), 76 [8–17 ppm]
208	Thiophen, Thiofuran		84,0	GC, IR, MS	31 ((2 µg/Cig)), 33 ((2 µg/Cig)), 34 ((2 µg/Cig)), 63 (0,1 µg/40 ml Zug), 73 (0,6–1 ppm)

G. Angaben über Substanzgruppen

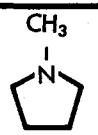
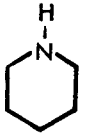
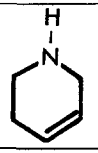
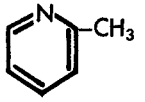
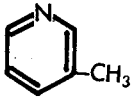
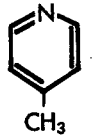
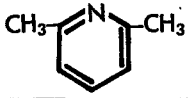
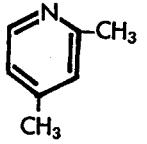
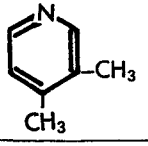
	Nachweis-methode	Literaturzitat und Konzentration
Gesamtgasphase	MS, GC	9 (1 gaschromatographischer Peak als Maßstab für Gesamtgasphase), 109, 115, 120
Kondensierbare Gasphase, Gesamtbetrag	MS, IR	69 (10,3 Mol %), 74 (10,6 Mol %)
Nicht kondensierbare Gasphase, Gesamtbetrag	MS, IR	69 (89,7 Mol %), 74 (89,4 Mol %), 69
Gesamtbetrag an Carbonyl-Verbindungen in der Gasphase	grav., DC, PC	15, 50 (1,9 mg/Cig), 57 (8,18 mg/1 g Tabak), 71 (0,59–0,92 mg/Cig)
Gesamtbetrag an Carbonsäuren in der Gasphase	GC, SC, titr.	57 (0,73 mg/1 g Tabak), 83
Betrag an aliphatischen Kohlenwasserstoffen in der Gasphase:		
Gesättigte Kohlenwasserstoffe	MS, IR, GC	18, 23, 28, 56, 57 (0,43 Vol %), 57 a, 66, 78, 82 b (87.000 ppm), 89
Ungesättigte Kohlenwasserstoffe	GC, MS	45, 56, 57, (0,13 Vol %), 82 b (31.000 ppm), 78

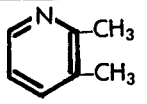
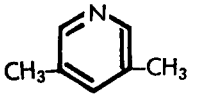
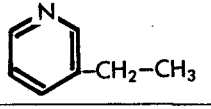
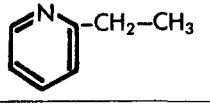
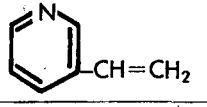
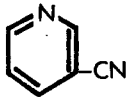
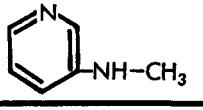
TABELLE 2

SUBSTANZEN, DEREN VORKOMMEN IN DER GASPHASE VERMUTET WERDEN KANN UND DEREN VORKOMMEN IM RAUCH NACHGEWIESEN IST.

Lfd. Nr.	Substanz	Formel	Kp° C	Nachweis-methode	Literaturzitat und Konzentration
	A. C-H-N-Verbindungen				
	1. Primäre Amine				
209	Methylamin	$CH_3–NH_2$	–6,5	De(Fp), DC, GC, MS, PC, UR	2, 44, 60 [30 ppm/Trock.], 70, 91, 56 a
210	Äthylamin	$CH_3–CH_2–NH_2$	16,6	De(Fp), GC, IR, MS, UR	2, 44, 60 [15 ppm/Trock.],68, 69 (Spuren), 70, 56 a
211	n-Propylamin	$CH_3–(CH_2)_2–NH_2$	48,7	De(Fp), DC, GC, MS, UR	60 [3 ppm/Trock.], 70, 56 a
212	Isopropylamin	$CH_3–CH(CH_3)–CH_2–NH_2$	34,0	GC, MS	70
213	n-Butylamin, 1-Aminobutan	$CH_3–(CH_2)_3–NH_2$	77,8	De(Fp), GC, MS	60 [4 ppm/Trock.], 70, 56 a
214	Isobutylamin, 1-Amino-2-methylpropan	$CH_3–CH(CH_3)–CH_2–NH_2$	68,0	DC, GC, MS, UR	60 [4 ppm/Trock.], 70
214a	Gemisch: Methyl-n-butylamin und Methylisobutylamin	–	–		60 [2,5 ppm/Trock.]
215	2-Aminobutan	$CH_3–CH_2–CH(CH_3)–NH_2$	63,0	GC, MS	70
216	n-Amylamin, 1-Aminopentan	$CH_3–(CH_2)_4–NH_2$	104,0	GC, MS	70, 56 a
217	Isopentylamin, Isoamylamin, 1-Amino-3-methylbutan	$CH_3–CH(CH_3)–CH_2–CH_2–NH_2$	95,0	De(Fp), DC, GC, PC	44, 60 [6 ppm/Trock.], 70
217a	n-Hexylamin	$CH_3–(CH_2)_5–NH_2$	132,7	GC, MS	70
218	Allyamin	$CH_2 = CH–CH_2–NH_2$	53,2	GC, MS	70
219	Anilin		184,4	De(Fp), DC, GC, MS, UR	60 [0,4 ppm/Trock.], 70 [1,5 µg/g verbr. Tabak trock.]

220	β-Phenyläthylamin	$C_6H_5-CH_2-CH_2-NH_2$	194–6	De(Fp), DC, GC, MS, UR	60 [6 ppm/Trock.], 70 [1 ppm/g verbr. Tabak trock.]
	2. Sekundäre Amine				
221	Dimethylamin	$CH_3-NH-CH_3$	7,4	De(Fp), DC, GC, MS, UR	2, 44, 60 [15 ppm/Trock.], 70, 56 a
222	Methyläthylamin	$CH_3-NH-C_2H_5$	34–5	De(Fp), DC, GC, MS, UR	60 [3 ppm/Trock.], 70
223	n-Butyl-methylamin	$CH_3-NH-(CH_2)_3-CH_3$	91,0	MS, GC	70
224	Diäthylamin	$C_2H_5-NH-C_2H_5$	55,5	DC, GC, MS	60 [0,4 ppm/Trock.], 70
225	Di-n-propylamin	$(CH_3-CH_2-CH_2)_2-NH$	109,0	GC, MS	70
226	n-Propyl-isopropylamin	$CH_3-CH_2-CH_2-NH$ / $(CH_3)_2-CH$	–	GC, MS	70
227	Methyl-β-phenyläthylamin	$C_6H_5-CH_2-CH_2-NH-CH_3$	–	De(Fp), DC, GC, UR	60 [0,8 ppm/Trock.]
	3. Tertiäre Amine				
228	Trimethylamin	$(CH_3)_3-N$	3,5	PC	2, 44, 56 a
	4. Nitrile				
229	Dicyan, Cyanogen, Prussit	$N\equiv C-C\equiv N$	–34,4		44, 104, 59 a
	5. Heterocyclische Verbindungen				
230	Pyrrolidin	H, N	88,5	De(Fp), DC, GC, MS, UR	60 [36 ppm/Trock.], 62, 70
231	Pyrrolin –Δ^3	H, N	90/748 Torr	GC, MS	70
232	2-Methylpyrrolidin	H, N, CH_3	100,0	De(Fp), DC, GC, UR	60 [0,8 ppm/Trock.], 62

Lfd. Nr.	Substanz	Formel	Kp° C	Nachweis-methode	Literaturzitat und Konzentration
233	N-Methylpyrrolidin		81–83		44
234	Piperidin		106,3	De(Fp), DC, GC, PC, UR	29, 44, 60 [1,4 ppm/Trock.], 62
235	Δ^3-Piperidein		–	MS	60 [0,8 ppm/Trock.], 70
236	α-Picolin, 2-Methylpyridin		128,0	DC, GC, PC, IR, UV	1a, 2, 29, 44, 98 [31 µg/Cig]
237	β-Picolin, 3-Methylpyridin		126,0	DC, GC, PC, IR, UV	1a, 2, 29, 44
238	Gemisch aus β-Picolin und γ-Picolin, 4-Methylpyridin		129,0	GC, IR	98 [51 µg/Cig]
239	2,6-Lutidin, 2,6-Dimethylpyridin		143,0	DC, GC, IR, PC, UV	1 a, 2, 44, 98 [1, 5 µg/Cig]
240	2,4-Dimethylpyridin		158,0	GC	1a
241	3,4-Lutidin, 3,4-Dimethylpyridin		163,5	GC	98

242	2,3-Dimethylpyridin		161,0		1a
243	3,5-Lutidin, 3,5-Dimethylpyridin		172,0	GC	98
244	3-Äthylpyridin		165,3	DC, GC, IR	1a, 98 [1,9 µg/Cig]
245	2-Äthylpyridin		149,0	GC	1a
246	3-Vinylpyridin		–	DC, GC, IR, PC, UV	98 [28 µg/Cig]
247	3-Cyanopyridin		–	GC	1a
248	3-Methylaminopyridin		–	De(Fp), DC, MS, UR	60 [0,5 ppm/Trock.]

B. Verbindungen, die Schwefel enthalten

249	Thiocyansäure, Rhodanwasserstoff	H–S–C≡N	Z	grav.	2, 44, 99 [0,5 mg/100 verr. Cig]
250	Thiocyanat, Thiocyanogen	N≡C–S–C≡N	subl. 30–40	grav.	2, 44, 103

C. Phenolische Verbindungen

	Phenole	siehe auch Übersichtsreferat von Herrmann (40a)	40a, 41a, 90, 57b, 83a

1. Armstrong, H. E., Evans, E. V.: Brit. Med. J. 1 (1922) 992–993.
1a. Artho, A. J., Grob, K.: Z. Präventivmedizin 9 (1964) 14–25; Nikotinabsorption aus dem Cigarettenrauch.
2. Bentley, H. R., und Berry, E. G. N.: Tobacco Manufacturers' Standing Committee, Research Paper No. 3 and Supplements (1959), (1960), (1963).
3. Borbély, F.: Die Umschau 2 (1963) 37–42; Toxikologische Aspekte des Rauchens.
4. Barkemeyer, H.: Beitr. Tabakforsch. 3 (1965) 91–93; Zur Untersuchung der Gas-Dampf-Phase des Cigarettenrauches: Der Rotationsabscheider, ein Gerät zur Absorption von Aerosolen, Dämpfen und Gasen in Flüssigkeiten.
5. Barta, L.: Angewandte Chemie 47 (1934) 215–216; Über die Bestimmung des Ammoniaks im Tabakrauch.
6. Barta, L., Toole, E.: Angewandte Chemie 45 (1932) Nr. 43; Über den Nikotin- und Ammoniakgehalt des Cigarettentabakrauches.
7. Baumberger, J. P.: J. Pharmacol. 21 (1923) 23–24; The carbon monoxide content of tobacco smoke and its absorption on inhalation.
8. Baxter, J. E., Hobbs, M. E.: Tob. Science XI (1967) 65–71; Investigation of some physicochemical aspects of cigarette smoke using oxygen isotopes, I: Co and CO_2 from atmospheric oxidation.
9. Bell, J. P., Lee, L. A.: 18th Tob. Chem. Res. Conf., Raleigh (1964); Analysis of total organic volatiles in cigarette smoke.
10. Bell, J. P., Lee, L. A.: Product Bulletin No. 57, NB-65-19-(1965); Analysis of total organic volatiles in cigarette smoke.
11. Bogen, E. I.: J. Am. Med. Assoc. 93 (1929) 1110–1114; The composition of cigarettes and cigarette smoke.
12. Bokhoven, C., Niessen, H. J.: Nature 192 (1964) 458–459; Amounts of oxides of nitrogen and carbon monoxide in cigarette smoke with and without inhalation.
13. Bradford, J. A., Harlow, E. S., Harlan, W. S., Hammer, H. R.: Ind. Eng. Chem. 29 (1937) 45–50; Nature of cigarette smoke, Volatile bases and acids.
14. Burdick, D., Schmeltz, I., Miller, R. C., and Stedman, R. L.: Tob. Science VII (1963) 97–100; Composition studies on tobacco, XIV: Steam-volatile, neutral substances in various types and grades.
15. Buyske, D. A., Owen, L. H., Wilden, P., Hobbs, M. E.: Anal. Chem. 28 (1956) 910–913; Chromatography of the 2.4-dinitrophenylhydrazones of some aldehydes and ketones in tobacco smoke.
16. Buyske, D. A., Wilder, P., Hobbs, M. E.: Analyt. Chem. 29 (1957) 105; Volatile organic acids of tobacco smoke.
17. Campbell, J. K., Rhoades, J. W., Gross, A. L.: Nature Vol. 198 (1963) 991–992; Acetonitrile as a constituent of cigarette smoke.
18. Caroff, J., et al.: J. of Gaschromatography (1964) 320–322; Qualitative analysis of light hydrocarbons in cigarette smoke by gaschromatography.
19. Caroff, J., Véron, J., Badré, R., Guillerm, R.: J. of Gaschromatography (1965) 196–201; Direct chromatography of the gas phase of cigarette smoke: Hydrocarbons and compounds containing oxygen and nitrogen.
20. Carugno, N.: Persönliche Mitteilung.
21. Carugno, N., Giovannozzi, G.: Il Tobacco 62 (1958) 255–265.
21a. Darby, P. W., Wilson, J.: Brit. J. of Ophthalmology 51 (1967) 336–338; Cyanide, smoking and tobacco amblyopia, Observations on the cyanide content of tobacco smoke.
22. Dymond, H. F., Kilburn, K. D.: Symposiumbericht 6. Int. Sympos. f. Gaschrom. u. verwandte Technik, 20. – 23. Sept. (1966) – Bericht 23; The characterization of tobacco smoke by gaschromatography.
23. Tennessee Eastman Co. Report No. 4-1201-1 (1956), p. 175, 133, 221; Investigation of vapor phase of smoke.

24. Tennessee Eastman Co. Report No. 4-1201-2 (1959), p. 25.
25. Ekrismann, Ö., Abel, G.: Z. Hyg. Infektionskrankh. 4 (1944) 116.
25a. Elmenhorst, H., Reckzeh, G.: Beitr. Tabakforsch. 2 (1964) 180–204; Aromatische Kohlenwasserstoffe im Tabakrauch.
26. Esterle, J. G., Duffy, W. M.: Abstr. 16th Tob. Chem. Res. Conf., Richmond (1962) 16.
27. Fishel, J. B., Haskins, J. F.: Ind. Eng. Chem. 41 (1949) 1374–1376; Composition of cigarette smoke, the gaseous phase.
28. Gil-Av., E., Shabtai, J.: Nature 197 (1963) 1065–1066; Vorstufen carcinogener Kohlenwasserstoffe im Tabakrauch.
29. Glock, E., Vaisghan, T. H.: 13th Tob. Chem. Res. Conf., University Kentucky (1959); Quantitative chromatographic separation of pyridine and some pyridine derivates from cigarette smoke.
30. Graham, J. F.: Beitr. Tabakforsch. 3 (1965) 225–232; Calculation of retention values and selectivity factors for dual filters.
30a. Graham, J. F.: Chemistry and Industry 46 (1966) 1924–1925; Identification of 5-methylfurfural in cigarette smoke.
31. Grob, K.: Beitr. Tabakforsch. 1 (1962) 315–323; Zur Gaschromatographie des Cigarettenrauches, 2. Teil: Verfeinerte Trennung mit Hilfe von Kapillarkolonnen.
32. Grob, K.: Beitr. Tabakforsch. 1 (1962) 285–290; Zur Gaschromatographie des Cigarettenrauches, 1. Teil: Eine Methode zur Routineanalyse der Gas-Dampfphase.
33. Grob, K.: 3rd International Scientific Tobacco Congress (1963), Salisbury, Paper No. 7; Gas chromatographic studies on cigarette smoke.
34. Grob, K.: J. of Gaschrom. (1965) 52–55; Gaschromatography of cigarette smoke, III.: Separation of the overlap region of gas and particulate phase by capillary columns.
35. Grob, K.: Beitr. Tabakforsch. 3 (1965) 243–250; Zur Gewinnung und Behandlung frischer Gasphase aus Cigarettenrauch.
36. Grob, K.: Beitr. Tabakforsch. 3 (1966) 403–408; Zur Gaschromatographie des Cigarettenrauches, 4. Teil: Identifikation mit Hilfe des Massenspektrometers.
36a. Grob, K.: Persönliche Mitteilung vom 5. 12. 1967.
37. Guvernator, G. Chr., III.: Tob. Science VII (1963) 63; Identification of furfuryl alcohol in cigarette smoke.
38. Haagen-Smit, A. J., Brunelle, M. F., Hara, J.: Arch. Indust. Health 20 (1959) 399–400; Nitrogen oxide content of smokes from different types of tobacco.
39. Habermann, J.: Zeit. f. Physiolog. Chemie XXXIII (1901) 54.
40. Hartridge, H.: Proc. Physiol. Soc., J. Physiol. 53 (1920) 82.
40a. Herrmann, K.: Beitr. Tabakforsch. 2 (1964) 159–179; Über die phenolischen Inhaltsstoffe des Tabaks und des Tabakrauches.
41. Hobbs, M. E., Baxter, J. M.: Tob. Science 1 (1957) 74–77; A study of some possible chemical equilibria in the gas phase of cigarette smoke.
41a. Hoffmann, D., Wynder, E. L.: Beitr. Tabakforsch. 2 (1963) 51–66; Die Filtration von Phenolen aus Cigarettenrauch.
42. Holmes, J. C., Cridlin, W. B.: J. of Association of Official Agric. Chem. 43 (1960) 515–518; Moisture in the total particulate matter and gas phase of cigarette smoke.
43. Jarrell, J. E., de la Burde, R.: Tob. Science IX (1965) 26–32; A study of the major gaseous constituents in the mainstream smoke of a cigarette.
44. Johnstone, R. A. W., Plimmer, J. R.: Chemical Reviews 59 (1959) 885–936; The chemical constituents of tobacco and tobacco smoke.
45. Johnstone, R. A. W., Quan, P. M., Carruthers, W.: Nature 195 (1962) 1267–1269; Composition of cigarette smoke: some low boiling components.
46. Irby, R. M., Barbee, E. P., Mitchell, B. C.: Abstr. 16th Tob. Chem. Res. Conf., Richmond (1962) p. 16.
47. Irby, R. M., Harlow, E. S.: Tob. Science 3 (1959) 52; Cigarette smoke I. Determination of certain vapor constituents.

48. Izard, C., Lacharpagne, J., Morèe-Testa, P., Testa, A.: C. R. Acad. Sc. Paris 264 (1967) 47—49 (Série D); Observations relatives aux effets de la phase gazeuse de la fumée de cigarette sur la motilité de Dunaliella bioculata Butcher.
48a. Kaburaki, Y., Mikami, Y., Kuniyoshi, H.: Scientific papers of the Central Research Institute, Japan Monopoly Corporation, No. 107 (1965) 159; Total volatile phenols of tobacco smoke and their retentions on cigarette filters.
49. Keith, C. H., Misenheimer, J. R.: Beitr. Tabakforsch. 3 (1966) 583—589; Vapor filtration by fibrous cigarette filters.
50. Keith, C. H., Tesh, P. G.: Tob. Science IX (1965) 61—64; Measurement of the total smoke issuing from a burning cigarette.
51. Laurene, A. H., Lyerly, L. A., Young, G. W.: Tob. Science VIII (1964) 150—153; Direct vapor chromatographic determination of acetaldehyde, acrolein and acetone in cigarette smoke.
52. Lehmann, K. B.: Münchn. med. Wochenschr. (1908) 723.
53. Lehmann, K. B., Gundermann, K.: Arch. Hyg. 76 (1912) 98—115; Neue Untersuchungen über die Bedeutung der Blausäure für die Giftigkeit des Tabakrauches.
54. Lipp. G.: Beitr. Tabakforsch. 3 (1965) 109—127; Über die selektive Wirkung von Cigarettenfiltern auf Nikotin und Phenole sowie ihre Abhängigkeit von der Tabaksorte.
54a. Marcelet, H.: Mémoires présentes a la Société Chimique, Bull. Soc. Chim. (1908) 556; Sur le dosage de l'oxyde de carbone, en particulier dans les fumées de tabac.
55. Miller, J. E.: 3rd International Scientific Tobacco Congress (1963), Salisbury, p. 584—595; s. a. Beitr. Tabakforsch. 1 (1962) 299—304.
56. Mokhnachev, I. G., Pisklov, V. P.: „Tabak" (USSR) 27 (4), (1966) 31—34, Ref. entn. aus Chem. Abstr. 66 (1967) 7778; Gas phase of tobacco.
56a. Mokhnachev, I. G., Kanevcheva, I. S.: Izw. Vyssh. Ucheh. Zaved. Pishch Tekhnol. 1 (1967) 62—63; I. Qualitative composition of tobacco smoke amines.
57. Mokhnachev, I. G., Popova, L. P., Sirotenko, A. A., Dulan, L. A., Kamenstchikova, S. V., Kovtunov, V. S., Latayeva, D. N., Pisklov, V. P., Serdjuka, L. G.: 4th International Scientific Tobacco Congress (1966), Athens; The gas phase of smoke and the influence of the neutral part of tobacco resins on its composition.
57a. Mokhnachev, I. G., Pisklov, V. P.: Izw. Vyssh. Ucheh. Zaved. Pishch. Tekhnol. 1 (1967) 64—67; II. Gaseous hydrocarbons of tobacco smoke.
57b. Mokhnachev, I. G., Lataveva, D. N.: Izw. Vyssh. Ucheh. Zaved. Pishch. Tekhnol. 2 (1967) 47—49; Quantitative determination of volatile phenols of tobacco smoke.
58. Mold, J. D., McRae, M. T.: Tob. Science I (1957) 40—46; The determination of some low molecular weight aldehydes and ketones in cigarette smoke as the 2.4-dinitrophenylhydrazones.
59. Mumpower, R. C., Lewis, J. S., Touey, G. P.: Tobacco Science VI (1962) 142—145; Determination of carbon monoxide in cigarette smoke by gas chromatography.
59a. Nall, J. F.: Tobacco Chem. Res. Conference (1966); Complex cyanides in collected cigarette smoke.
60. Neurath, G., Dünger, M., Gewe, J., Lüttich, W., Krull, A., Pirrmann, B., Wandrey, W.: Beitr. Tabakforsch. 3 (1966) 563—576; Untersuchung der flüchtigen Basen des Tabakrauches.
61. Neurath, G., Ehmke, H., Schneemann, H.: Beitr. Tabakforsch. 3 (1966) 351—357; Über den Wassergehalt von Haupt- und Nebenstromrauch.
62. Neurath, G., Pirrmann, B., Dünger, M.: Beitr. Tabakforsch. 3 (1965) 129—134; Isolierung von gesättigten heterocyclischen Basen aus dem Tabakrauch.
62a. Neurath, G.: Beitr. Tabakforsch. 4 (1967) 1; Tobacco products and smoke.
63. Newsome, J. R., Norman, V., Keith, C. H.: Tob. Science IX (1965) 102—110; Vapor phase analysis of tobacco smoke.
64. Newsome, J. R., Keith, C. H.: Tob. Science IX (1965) 65—69; Variation of the gas phase composition within a burning cigarette.
65. Norman, V., Keith, C. H., Durham, N. C.: Nature 205 (1965) 915—916; Nitrogen oxides in tobacco smoke.

66. Norman, V., Newsome, J. R., Keith, C. H.: Div. agric. Food Chem. 145th Meet., ACS, NY (1963), 17th Tobacco Chemists' Research Conference (1963), Montreal, P. Q., Canada; Vapor phase analysis of tobacco smoke.
67. Oakley, E. T., Weissbecker, L., Resnik, F. E.: Anal. Chem. 37 (1965) 380–382; Gaschromatographic determination of free formic and acetic acids in cigarette smoke.
68. Onishi, J.: 2nd International Scientific Tobacco Congress, Brüssel (1958) 553–559; Recent studies on tobacco smoke by the Japan Monopoly Corporation.
68a. Osamu Tada, M. D.: Reports of the Institute for Science of Labour (Japan) (1959–1964), p. 55–64; Determination of nitrogen oxides in the air.
69. Osborne, J. S., Adamek, St., Hobbs, M. E.: Anal. Chem. 28 (1956) 211–215; Some components of gas phase of cigarette smoke.
69a. Owen, W. C., Reynolds, M. L.: Tob. Science XI (1967) 14–20; The diffusion of gases through cigarette paper during smoking.
70. Pailer, M., Hübsch, W. J., Kuhn, H.: Fachl. Mitteilung der Österr. Tabakregie, 7. Heft (1967) 109–118; Untersuchung der aliphatischen und aromatischen primären und sekundären Amine des Cigarettenrauches mit Hilfe der Gaschromatografie und Massenspektrometrie.
71. Pailer, M., Kuhn, H., Grünberger, I.: Fachl. Mitteilung der Österr. Tabakregie, 3. Heft (1962) 33–39; Über quantitative Unterschiede im Auftreten von niedermolekularen Carbonylverbindungen im Rauch von Cigaretten verschiedener Tabakmischungen und verschiedener Feuchtigkeitsgehalte.
72. Patton, H. W., Touey, G. P.: Anal. Chem. 28 (1956) 1685–1688; Tob. Science I (1957) 82–85; Gaschromatographic determination of some hydrocarbons in cigarette smoke.
73. Philippe, R. J.: Beitr. Tabakforsch. 3 (1966) 577–582; Dimethyl sulfide in cigarette smoke.
74. Philippe, R. J., Hobbs, M. E., Marehus, C.: Anal. Chem. 28 (1956) 2002–2005; Some components of the gas phase of cigarette smoke.
75. Philippe, R. J., Hackney, E. J.: Tob. Science III (1959) 139–143; The presence of nitrous oxide and methyl nitrite in cigarette smoke and tobacco pyrolysis gases.
76. Philippe, R. J., Moore, H.: Tob. Science V (1961) 121–124; The semiquantitative determination of methyl thionitrite and carbon disulfide in cigarette smoke.
77. Philippe, R. J., Honeycutt, R. G.: 18th Tob. Chem. Res. Conf., Raleigh (1964).
78. Philippe, R. J., Moore, H., Honeycutt, R. G., Ruth, J. M.: Anal. Chem. 36 (1964) 859–865; Some hydrocarbons of the gas phase of cigarette smoke.
79. Philippe, R. J., Honeycutt, R. G.: Tob. Science IX (1965) 33–37; Methyl isocyanate in cigarette smoke and its retention by an adsorption-type filter.
80. Philippe, R. J., Honeycutt, R. G., Ruth, J. M.: J. Chromatogr. 20 (1965) 250–259; Some C_6-hydrocarbons of the gas phase of cigarette smoke.
81. Pontag, J. J.: Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel VI (1903) 43.
82. Preiß, W.: Pharmaz. Zentralhalle 77 (1936) 453; Zur Bestimmung von Nikotin, Ammoniak, Pyridinbasen und Teer im Tabakrauch.
82a. Preiß, W.: Z. f. Untersuchg. d. Lebensmittel 72 (1936) 189–196; Bestimmung des Ammoniaks neben Pyridinbasen im Tabakrauch.
82b. Public Health Service Publication No. 1103 (1964), p. 60, Report of the Advisory committee to the Surgeon General of the Public Health Service; Smoking and Health.
82c. Public Health Service Publication No. 16961 (1967), p. 107; The Health Consequences of Smoking, a Public Health Service Review 1967.
83. Quin, L. D., George, W., Menefee, D. S.: J. of the AOAC 44 (1961) 367; Some semiquantitative gaschromatografic studies on the organic acids of tobacco and its smoke.
83a. Rayburn, C. H., Harlan, W. R., Hanmer, H. R.: Anal. Chem. 25 (1953) 1410.
84. Rice, E. W.: Proc. Soc. Expt. Biol. Med. 87 (1954) 533–535; Furfural content of cigarette smoke and its determination.
84a. Rickards, C., Owen, W. F.: Tobacco Chemists' Res. Conference (1966); The diffusion of gases through cigarette paper during smoking.
84b. Saruta, N.: Hokuoka acta med. 31 (1938) 180; Über die quantitative Bestimmung der Kohlenoxydmenge im Tabakrauch.

85. Sasaki, T.: Agr. Chem. Soc., Japan 27 (1953) 134–136, C. A. 49 16359i; The chemical components of tobacco smoke, Diacetyl content of cigarette smoke.
86. Savrilov, N. J., Koperina, A. W.: Biochem. Z. 231 (1931) 25.
87. Seehofer, F., Hanßen, D., Rabitz, H., Schröder, R.: Beitr. Tabakforsch. 3 (1966) 491–503; Über den Verbleib des Wassers beim Abrauchen.
88. Sloan, C. H., Sublett, B. J.: Tob. Science XI (1967) 21; Moisture content of the particulate phase of smoke from filter and non filter cigarettes.
88a. Smith, G. A. L., Sullivan, P. J., Irvine, W. J.: Analyst. 92 (1967) 456–462; The determination of the oxidisable nitrogen oxides present in cigarette smoke.
89. Spears, A. W., Lassiter, C. W., Bell, J. M.: Abstr. 16th Tob. Chem. Res. Conf., Richmond (1962), p. 13; The determination of saturated hydrocarbons in cigarette smoke condensate.
89a. Spears, A.: Tob. Science VII (1963) 76; Selective filtration of volatile phenolic compounds from cigarette smoke.
90. Spears, A. W., Routh, W. E.: 18th Tob. Chem. Res. Conf., Raleigh (1964); A combined approach to the quantitative analysis of the volatile components of cigarette smoke.
91. Stedman, R. L., Burdick, D., Schmeltz, I.; Tob. Science VII (1963) 166–169; Composition studies on Tobacco, XVII: Steam-volatile acidic fraction of cigarette smoke.
92. Stedman, R. L., Burdick, D., Chamberlain, W. J., Schmeltz, I.: Tob. Science VIII (1964) 79–81; Composition studies on tobacco, XVIII: Steam-volatile acids in smoke of cigarettes having different organoleptic properties.
93. Stenhagen, E.: Acta Soc. Med. Upsalensis 64 (1959) 322; On the chemistry of tobacco smoke.
94. Schepartz, A. I.: Tob. Science IV (1960) 12–16; The chemistry of cigar smoke, II: Some components of the neutral fraction.
95. Schepartz, A. I., McDowell, P. E.: United States Department of Agriculture, Agric. Research Service, ARS 73–74 (1961) 8; Identification of carbonyls in cigar smoke by hydrazone exchange gas chromatography.
96. Schmalfuß, H.: Rev. intern. Tabacs 25 (1950) 89; Diacetyl, an aroma component of tobacco smoke.
97. Schmeltz, I., Schlotzhauer, W. S.: Tob. Science V (1961) 92–94; Volatile acids of cigar smoke.
98. Schmeltz, I., Stedman, R. L., Chamberlain, W. J., Burdick, D.: J. of Science of Food and Agriculture 15 (11), (1964) 744–781; Composition studies on tobacco, XX: Bases of cigarette smoke.
99. Schöller, R.: Fachl. Mitteilg. der Österr. Tabakregie (1938), 2. Heft, 1–4; Schwefelwasserstoff und Rhodanwasserstoff in den gasförmigen und fest-flüssigen Anteilen des Tabakrauches.
100. Schöller, R.: Fachl. Mitteilg. der Österr. Tabakregie (1938), 1. Heft, 7–10; Über den Gehalt des gasförmigen und des fest-flüssigen Anteils des Tabakrauches an Cyanwasserstoff.
101. Tada, O.: Rept. Inst. Sci. Labour, Japan (1962), No. 60, 7–26.
102. Thomas, H.: Ber. d. Deutsch-Pharmazeut. Gesellschaft X (1900) 19.
103. Toth, J.: Chem. Ztg. 33 (1909) 1301; Rhodanverbindungen im Tabakrauch.
104. Toth, J.: Chem. Ztg. 34 (1910) 299; Über die im Tabakrauch enthaltenen Cyanverbindungen.
105. Toth, J.: Chem. Ztg. 89 (1913) 899; Über Schwefelwasserstoff im Rauch des ungarischen Tabaks.
106. Touey, G. P.: Persönliche Mitteilung vom 23. 12. 1963.
107. Touey, G. P.: Anal. Chem. 27 (1955) 1788–1790, Tob. Science I (1957) 78–81; Gaseous phase of cigarette smoke, Isolation and analysis for total aldehydes.
108. Tsmura, H., Chosen, J.: Med. Assoc. 27 (1937) 926.
109. Varsel, C. J., Resnik, F. E., Morrel, F. A.: 17th Tobacco Chem. Res. Conf., Montreal, P. Q., Canada (1963); Quantitative analysis of gas phase of cigarette smoke by low voltage mass spectrometry.
110. Vilcins, G., Varsel, Ch. J., Resnik, F. E.: Tob. Science VIII (1964) 49–52; Infrared method for evaluation of cigarette filter efficiency.
111. Völlmin, J. A., Omura, I., Seibl, J., Grob, K., Simon, W.: Helvetica Chimica Acta 49 (1966) 1768–1778; Einsatz gas-chromatografischer Kolonnen hoher Trennleistung in direkter Kombination mit dem Massenspektrometer.

112. Voogd, J. G. de, Linden, A., van der: Het. Gas 59 (1939) 165; Koolmonoxyde in tabaksrook.
113. Wahl, F.: Arch. f. d. Ges. Physiologie 1 XXVIII (1899) 262.
114. Wakeham, H., Silberman, H.: Beitr. Tabakforsch. 3 (1966) 605–610; Effect of cellulose on taste of cigarette smoke.
115. Waltz, P.: Persönliche Mitteilung vom 19. 2. 1962.
116. Waltz, P., Häusermann, M., Moser, F.: Beitr. Tabakforsch. 2 (1964) 283; Zur Bestimmung des Pyridins im Rauch von Cigaretten im Rahmen der Bestimmung der Gesamtalkaloide.
117. Waltz, P., Häusermann, M.: Beitr. Tabakforsch. 3 (1965) 169–202; Betrachtungen über die Veränderung des Tabakrauches in der Cigarette.
118. Watanabe, M., Kobashi, Y.: Jap. Monop. Corp., Cent. Res. Inst., Sci. Papers 107 (1965) 177–180; Determination of carbon monoxide and carbon dioxide in cigarette smoke by gaschromatography.
118a. Watanabe, M., Kobashi, Y.: Scientific papers of the Central Research Institute, Japan Monopoly Corp., No. 109 (1967) 133; Gas chromatographic determination of some low boiling components in cigarette smoke.
118b. Mikami, Y., Saida, Y., Kaburaki, Y.: Scientific papers of the Central Research Institute, Japan Monopoly Corp., No. 109 (1967) 139; Determination of ammonia in tobacco smoke by gas chromatography.
119. Waser, E., Stähli, M.: Z. Unters. Lebensm. 67 (1934) 280–284; Untersuchungen am Tabakrauch, IV: Methodik der Blausäurebestimmung.
120. Watson, D. C., Ikeda, R. M., Resnik, F. E.: Tob. Science X (1966) 88–94; An automated GLC apperatus for the evaluation of the gas phase of cigarette smoke.
121. Wenusch, A.: Z. Unters. Lebensm. 70 (1935) 201–204; Über das Auftreten von Schwefelwasserstoff im Tabakrauch.
122. Wenusch, A., Schöller, R.: Z. Unters. Lebensm. 75 (1938) 346–353.
123. Westcott, D. T.: 18th Tob. Chem. Res. Conf., Raleigh (1964); Oxides of nitrogen in cigarette smoke.
124. Williamson, J. T., Allman, D. R., Houlan, K. G.: 16th Tob. Chem. Res. Conf., Richmond (1962), Abstracts p. 12; Measurement of the adsorption of isoprene and acetaldehyde in tobacco smoke by some common absorbents.
125. Williamson, J. T., Allman, D. R.: Beitr. Tabakforsch. 2 (1964) 263–269; Die Wirkung von Cigarettenfiltern auf die Bestandteile der Dampfphase.
126. Williamson, J. T., Graham, J. F., Allman, D. R.: Beitr. Tabakforsch. 3 (1965) 233–242; The modification of cigarette smoke by filter tips.
127. Williamson, J. T., Allman, D. R.: Beitr. Tabakforsch. 3 (1966) 590–596; The distribution of tobacco smoke constituents between the vapor phase and the particulate phase.
128. „Carbon Monoxide, A bibliography with abstracts", US-Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service Publication No. 1503 (1966).
129. Wynder, E. L., Hoffmann, D.: „Tobacco and Tobacco Smoke", Academic Press, New York (1967).
130. Quin, L. D.: Selecta Chim. 21 (1962) 37.

Anschrift der Verfasser:

Institut der Wissenschaftlichen Forschungsstelle im Verband der Cigarettenindustrie,
2 Hamburg 54, Gazellenkamp 38