

Krebserregende Stoffe (3,4-Benzpyren) in geräucherten Fleischwaren*

L. Tóth u. W. Blaas

aus dem Institut für Chemie und Physik der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Direktor: Prof. Dr. R. Hamm.

Einleitung

Die Bedeutung der Krebserkrankungen ist allgemein bekannt. Laut Statistik stirbt jeder vierte Bundesbürger an Krebs. Die Heilung derartiger Erkrankungen ist sehr schwierig und nur bei Früherkennung möglich. Gerade aus diesem Grund ist die Vorstellung des Vorhandenseins krebserregender Stoffe in unseren Nahrungsmitteln beunruhigend. Die Bildung eines Krebsgeschwürs kann durch eine Vielzahl organischer, aber auch anorganischer Substanzen ausgelöst werden (1). Derartige Substanzen gelangen gewollt oder ungewollt in unsere Umgebung, also in Luft, Wasser, Boden und können schließlich auch in unseren Lebensmitteln angetroffen werden.

Eine wichtige Gruppe dieser krebserregenden, cancerogenen Stoffe bildet sich bei der Verbrennung von organischen Substanzen, wie z. B. von Holz, Kohle, Öl oder auch Tabak. Häufiges Einatmen des Rauches kann zu Krebs führen. Raucher leiden daher häufiger an Lungenkrebs als Nichtraucher. Räucherrauch, mit dem wir eine Vielzahl unserer Lebensmittel seit Jahrtausenden behandeln, entsteht ebenfalls durch Verbrennung oder Verglimmung des Holzes. Folglich muß auch er krebserregende Stoffe enthalten. Tatsächlich gelang es, krebserregende Rauchbestandteile aus Räucherammerruß, aber auch aus Räucherrauch zu isolieren. Es war anzunehmen, daß zusammen mit den für die Bildung des beliebten Raucharomas verantwortlichen Substanzen auch diese unerwünschten Rauchbestandteile an und in das geräucherte Produkt gelangen und somit verzehrt werden. Mit Hilfe modernster Nachweismethoden gelang es, verschiedene krebserregende Substanzen, vor allem 3,4-Benzpyren, in allen geräucherten Produkten nachzuweisen, unabhängig davon, ob diese kalt oder heiß, in modernen oder althergebrachten Räucheranlagen hergestellt waren (2).

Diese beunruhigende Feststellung hat immer wieder Bedenken gegen Geräuchertes wachgerufen. Von unseren Lebensmitteln erwarten wir schließlich, daß sie keine gesundheitsschädlichen Stoffe enthalten. *Sollte die konventionelle Räucherung, eines der ältesten Konservierungs- und Aromatisierungsverfahren, deswegen verboten werden?*

* Diese Arbeit wurde mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt.

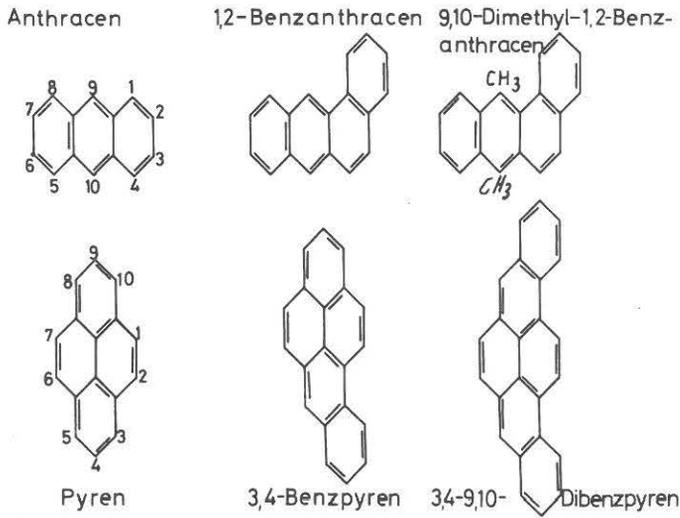
Falls wir die Aufnahme cancerogener Stoffe konsequent vermeiden wollten, dürften wir aus unserer mit den verschiedensten gesundheitsschädlichen Verbindungen verseuchten Umwelt keine Nahrung, Wasser oder gar Luft aufnehmen. Aus den unterschiedlichsten Gründen sind wir gezwungen, das Vorhandensein derartiger Substanzen in unserer Umwelt zu dulden. Wollen wir vielleicht auf unsere Gesundheit oder unser Auto verzichten? Die Menge der gesundheitsschädlichen Stoffe sollte aber, vor allem in Lebensmitteln, auf ein unvermeidbares Minimum begrenzt, und ihre zulässige Höchstmenge festgesetzt sein. Welche Mengen der aus Rauch und Abgasen stammenden krebserregenden Stoffen ohne Gefahr für unsere Gesundheit aufnehmbar sind, konnte noch nicht ermittelt werden. Daß wir insgesamt zuviel davon zu uns nehmen, dürfte durch die Häufigkeit bestimmter Krebserkrankungen bewiesen sein.

Damit ist natürlich nicht gesagt, daß gerade die geräucherten Fleischwaren eine der Hauptursachen der Krebserkrankungen sein müssen. In den meisten Lebensmitteln sind nämlich die aus Rauch stammenden krebserregenden Stoffe gefunden worden (3). *Die Frage ist also nicht nur, wo diese Stoffe vorkommen, sondern auch in welcher Menge sie anzutreffen sind!*

Krebserregende Bestandteile des Rauches

Als stärkster krebserregend wirkender Bestandteil des Rußes, des Tabakrauches, der Autoabgase oder der Abgase von Verbrennungsanlagen wurde die Substanz: *3,4-Benzpyren* (Benzo(a)pyren) ermittelt. Diese Verbindung gehört zu der chemischen Gruppe der polycyclisch-aromatischen Kohlenwasserstoffe. Typisches Merkmal dieser Verbindungen ist es, daß sich drei, vier oder mehr Benzolringe zu einem Kohlenwasserstoffgerüst verbinden. Ihr bekanntester Vertreter ist das Anthracen, bei dem in einem Molekül drei Benzolringe kondensiert sind (Abb.). Durch Bindung eines weiteren Benzolringes entsteht das 1,2-Benzanthracen, das selbst und etliche seiner Methyl-Derivate, wie z. B. 9,10-Dimethyl-1,2-Benzanthracen, cancerogen ist. Die Kondensation von einem oder von zwei Benzolringen an dem häufig vorkommenden, aber nicht cancerogenem Pyren führt zu dem stark krebserregenden 3,4-Benzpyren bzw. 3,4,9,10-Dibenzpyren (Abb.)

Aus Rauch, Ruß und Teer konnte eine große Anzahl poly-



cyclischer Kohlenwasserstoffe isoliert werden. Eine Vielzahl dieser Stoffe erwies sich als krebserregend. Tierversuche weisen darauf hin, daß die cancerogene Eigenschaft des Rauches weitgehend diesen Stoffen zuzuschreiben ist.

Isolierung und Nachweis der polycyclischen Kohlenwasserstoffe

Die Konstitution dieser Verbindungen weist auf ihre gute Löslichkeit im Fett hin. Sie werden deswegen gemeinsam mit dem Fettanteil aus dem Lebensmittel mit Hilfe eines Fettlösungsmittels, wie z. B. Cyclohexan extrahiert. Zeitraubend ist die anschließend notwendige Abtrennung des Fettes und anderer Fettbegleitstoffe. Gut bewährte Reinigungsmethoden wurden von *Grimmer* und *Hildebrandt* (4), sowie von *Howard* und Mitarbeiter (5) ausgearbeitet. Wir haben bei unseren Arbeiten sehr erfolgreich das erstere Verfahren verwendet. Hierbei werden durch flüssig-flüssig-Verteilung zwischen Cyclohexan und N,N-Dimethylformamid das Fett weitgehend entfernt und die anderen Begleitstoffe durch Säulenchromatographie an Kieselgel und Papierchromatographie eliminiert. Nach Auftrennung der gereinigten polycyclischen Kohlenwasserstoffe an einer Al₂O₃-Säule in mehrere Fraktionen können 13 Verbindungen spektralphotometrisch quantitativ bestimmt werden. Um einen sichereren Nachweis der vorhandenen polycyclischen Kohlenwasserstoffe vornehmen zu können, führen wir sowohl die Identifizierung als auch die quantitative Bestimmung nach einer dünnschichtchromatographischen Auftrennung der einzelnen Fraktionen spektralphotometrisch aus (6). Die Spektralfluorometrie erlaubt die Bestimmung von nur wenigen Nanogramm dieser Substanzen.

Mit Hilfe der hier erwähnten Methoden konnten in gerä-

cherten Fleischwaren die in Tabelle 1 aufgeführten polycyclischen Kohlenwasserstoffe nachgewiesen und bestimmt werden. Neben 3,4-Benzpyren sind laut Literaturangaben (7, 8) noch einige andere Polycyclen krebserregend. Ihre Krebswirksamkeit ist in Tabelle 1 durch die unterschiedliche Anzahl der Kreuzchen ausgedrückt.

Tab.1 Aus geräucherten Fleischwaren isolierte polycyclische Kohlenwasserstoffe

Substanz	Menge in ppb = µg/kg	Cancerogenität
Anthracen	0,7-57,5	-
Phenanthren	28,6-188,0	-
Pyren	1,5-161,0	-
Fluoranthen	2,0-156,0	-
1,2-Benzanthracen	0,5- 33,0	(+); +
Chrysen	0 - 66,0	+; (+)
3,4-Benzpyren	Sp.- 55,0	+++
3,4-Benzfluoranthen	0,7- 33,4	+; ++
Perylen	0 - 12,9	-
1,2-Benzpyren	Sp.- 26,3	-
1,12-Benzperylen	0 - 25,2	(+); ++
1,2-5,6-Dibenzanthracen	0 - 9,2	+++
Coronen	0 - Sp.	-
4-Methyl-Pyren	0 - 1,9	-
6-Methyl-Chrysen	0 - 0,5	-
11, 12-Benzfluoranthen	qu.	++
Methyl-Pyrene	qu.	-
Methyl-Fluoranthene	qu.	-

Sp. = Spuren; qu. = qualitativ; (+) = schwach nicht gesichert; + = schwach; ++ = mittel; +++ = stark cancerogen

Nachweis und Bestimmung der vielen in geräucherten Lebensmitteln vorkommenden krebserregenden Kohlenwasserstoffe sind sehr aufwendig. Deswegen wird auf ihren Nachweis oft verzichtet und durch abgekürzte Trennverfahren nur die Menge des 3,4-Benzpyrens ermittelt (5). An Hand einer Vielzahl von Untersuchungen ließ sich beweisen, daß die Menge der gesamten krebserregenden Kohlenwasserstoffe in geräucherten Produkten um das Fünf- bis Zehnfache höher liegt als die des 3,4-Benzpyrens. Diese Tatsache sollte bei Angaben des 3,4-Benzpyrengehaltes immer berücksichtigt werden.

3,4-Benzpyrengehalt geräucherter Fleischwaren

a) Kalträucherung

Zur Herstellung geräucherter Fleischprodukte werden verschiedene Verfahren angewendet. Das bekannteste ist die traditionelle *Langzeit-Kalträucherung*, wobei in einem relativ dünnen Kaltrauch die Fleischwaren mehrere Wochen geräuchert werden. Der Rauch wird durch langsame Verglimmung verschiedener Hartholzspäne und Gewürze erzeugt. Die Temperatur in der Räucher- kammer beträgt weniger als 20° C. Diese Art der Räucherung wird nur bei Schinken (z.B. Schwarzwälder)

und einigen anderen Dauerwaren angewandt, da eine durch die lange Räucherzeit bewirkte Abtrocknung die Produkte entsprechend lagerfähig macht. Die Langzeiträucherung kann als echtes Konservierungsverfahren bezeichnet werden.

Der 3,4-Benzpyrengehalt langzeit-kaltgeräucherter Fleischwaren beträgt durchschnittlich 0,6 µg je Kilogramm oder, anders ausgedrückt, 0,6 ppb* (Tabelle 2). 1 ppb bedeutet, daß nur ein Milliardstel Teil eines Produktes diesen krebserregenden Stoff ausmacht. Um 1 Gramm zu gewinnen, müßten wir 1 Million-Kilogramm – das sind ca. 25 Güterwagen – Schwarzwälder Schinken aufarbeiten.

Bei der *Kurzzeit-Kalträucherung*, d.h. bei einer Räucherdauer von 2 bis 5 Tagen, nehmen die Fleischwaren entgegen der kürzeren Räucherzeit keineswegs weniger 3,4-Benzpyren auf, als bei mehrwöchiger Kalträucherung (Tabelle 2). Dies dürfte durch die intensivere Räucherung bzw. die erhöhte Rauchdichte verursacht sein.

Die Untersuchung von insgesamt 23 kaltgeräucherten Fleischwaren beweist, daß die Anwendung derzeitiger Räuchertechniken die Herstellung von Produkten mit weniger als 1 ppb 3,4-Benzpyren gestatten. Nur in wenigen Fällen (ca. 10% der Proben) konnte ein geringfügig über 1 ppb liegender Gehalt ermittelt werden.

Tab. 2 3,4-Benzpyrengehalt geräucherter Fleischwaren, geordnet nach Räucherverfahren (2)

Räucherverfahren	Zahl der Proben	Gehalt an 3,4-Benzpyren (ppb)	
		mittel	minimal-maximal
Langzeit-Kalträucherung	8	0,6	Spuren – 1,6
Kurzzeit-Kalträucherung	15	0,7	n. n. – 2,9
Heißräucherung	24	0,4	n. n. – 1,1
Schwarzräucherung	10	8,9	0,3 – 55,0

b) Heißräucherung

Dieselbe Feststellung trifft auch auf die heißgeräucherten Fleischprodukte zu. Bei dieser Art der Räucherung werden die Fleischwaren – meistens Brühwurstsorten – bei ca. 70° C Räucherkamertemperatur in dichtem Rauch kurze Zeit, d.h. 10 Minuten bis 3 1/2 Stunden, geräuchert. Hierbei erfolgt eine Raucharomatisierung und Anfärbung der Ware, nicht aber eine Konservierung.

Obwohl insgesamt gesehen die heißgeräucherten Fleischprodukte mit einem mittleren 3,4-Benzpyrengehalt von 0,4 ppb etwas günstiger sind als kaltgeräucherte Fleischwaren, kann die Heißräucherung nicht als schonenderes, gesünderes Verfahren bezeichnet werden. Wenn wir nämlich die Aufnahme des 3,4-Benzpyrens durch das Produkt auf eine bestimmte Räucherzeit (z.B. eine Stunde) beziehen, dann nehmen die Produkte bei der Heiß-

räucherung sogar 50 bis 100 fach mehr auf als bei der Kalträucherung.

c) Schwarzräucherung

Die kalt- und heißgeräucherten Fleischwaren stellen den Hauptanteil der Produktion dar; wie eingehende Untersuchungen zeigten, ist ihr Gehalt an cancerogenen Substanzen, wie z.B. an 3,4-Benzpyren, sehr gering. In der Literatur tauchen aber immer wieder Angaben auf, wonach bei geräucherten Fleischwaren bis zu 10 ppb, in manchen Fällen sogar mehr, z.B. 53 ppb (9) gefunden wurden. Derartig hohe Gehalte fanden wir nur bei dem sogenannten Schwarzgeräucherten. Diese Produkte weisen eine rußig-teerige Oberfläche auf und werden durch Räucherung in stark rußendem Rauch hergestellt. Ein rußhaltiger Rauch wird durch Verglimmung von Weichhölzern, vor allem aber von stark harzhaltigen Hölzern und Wurzelstöcken erzeugt. Ruß und Teer des Holzrauchs aber sind sehr reich an krebserregenden Stoffen. Wir fanden z.B. über 1000 ppb 3,4-Benzpyren in Räucherammerruß. Somit enthält bereits 0,5 g Ruß soviel 3,4-Benzpyren wie 1 kg kaltgeräucherter Schinken. Überraschend ist, daß die von uns ermittelten Gehalte an 3,4-Benzpyren der schwarzgeräucherten Fleischwaren enorm unterschiedlich waren (Tabelle 2), obwohl alle diese Proben eine schwarze, rußige, teerige Oberfläche aufwiesen. Wir fanden 3,4-Benzpyrengehalte zwischen 0,3 und 55 ppb. Es ist also eine Herstellung schwarzgeräucherter Produkte mit sehr niedrigen, aber auch mit extrem hohen Gehalten an cancerogenen Stoffen möglich. Die Frage nach den Ursachen konnte noch nicht ganz geklärt werden. Verschiedene Versuche und Beobachtungen weisen auf folgende Erklärung hin: Es ist sicher, daß niemand Geräuchertes, auch nicht Schwarzgeräuchertes, mit Absicht so herstellt, daß es hohe Gehalte an krebserregenden Stoffen enthält. Wohl aber beabsichtigt man aus wirtschaftlichen Gründen, zur Vermeidung hoher Abtrocknungsverluste das Produkt so schnell wie möglich schwarz zu räuchern. Gerade diese Absicht, eine schnelle Schwarzräucherung zu erreichen, führt zur Ablagerung erhöhter Mengen cancerogener Substanzen. Wir haben z.B. Nußschinken eine Woche in einer althergebrachten Räucherammer kaltgeräuchert. Der Gehalt an 3,4-Benzpyren war 0,4 ppb. Anschließend haben wir einen Teil der Schinkenstücke mit Hilfe eines Schwarzrauchpulvers (Gemische verschiedener harzreicher Wurzelstöcke und Gewürze) innerhalb von 10 Minuten schwarzgeräuchert. Der 3,4-Benzpyrengehalt stieg während dieser kurzen Räucherzeit auf 4,4 ppb, also auf etwa das Zehnfache an. Schwarzgeräucherte Produkte, die besonders hohe 3,4-Benzpyrengehalte aufwiesen – z.B. 30 bis 55 ppb – wären heiß-schwarzgeräuchert. Die Räucherzeiten betragen nur wenige Stunden. Daß heiß-schwarzgeräucherte

* ppb = part per billion = Teile zur Milliarde

Fleischwaren technologisch auch mit niedrigen Gehalten an cancerogenen Substanzen herstellbar sind, wurde durch eine Wiener Firma bewiesen. Nachdem das Produkt „Wiener Gselchtes“ mit über 30 ppb 3,4-Benzpyrengehalt wegen möglicher Gesundheitsschädigung beanstandet wurde, konnten auf einmal Proben mit niedrigen, unterhalb von 1 ppb liegenden Gehalten hergestellt werden. Diese Produkte verloren ihr typisches Aussehen und den Geschmack bei niedrigen 3,4-Benzpyrengehalten keineswegs.

Aufgabe der Räucherung

In diesem Zusammenhang ist eine Diskussion über den Sinn einer Räucherung unbedingt erforderlich. Ursprünglich diente die Räucherung fast ausschließlich zur Herstellung haltbarer Fleischprodukte. Die Räucherzeiten waren mehrere Wochen lang. Hierbei erfolgten neben der Ablagerung aromatisierender Rauchbestandteile auch solche von Ruß und Teer. Die Produkte trockneten aus, es wurde also jene niedrige Wasseraktivität erreicht, wie sie zur Lagerfähigkeit unbedingt erforderlich ist. Die Räucherung war somit ein reines Konservierungsverfahren. Bei der Kurzzeit-Kalträucherung oder bei der Heißräucherung werden aber lediglich eine Aromatisierung sowie die Bildung einer gewissen Räucherfarbe angestrebt. Der konservierende Effekt des Rauches ist nunmehr zweitrangig oder sogar praktisch bedeutungslos. Was erreicht man aber bei der in wenigen Stunden ausgeführten Schwarzräucherung? Die Produkte erwecken beim Verbraucher durch ihr rußig-teeriges Aussehen den Eindruck einer Dauerware und somit guter Lagerfähigkeit. Die meisten Produkte sind jedoch so leicht verderblich wie frische Wurstwaren, da keine Abtrocknung stattgefunden hat. Die Räucherung dient also nicht der Haltbarmachung, sondern der Erzeugung einer schwarzen Färbung. Soll diese schwarze Farbe trotz ihres hohen Gehaltes an krebserregenden Stoffen erwünscht sein? Wir glauben diese Frage verneinen zu müssen. Wenn jemand Schwarzgeräuchertes herstellt, sollte dies so geschehen, daß dabei, ebenso wie bei den anderen Räucherverfahren, nicht mehr als 1 ppb 3,4-Benzpyren in das Produkt gelangt. Wir sind der Meinung, daß ein so beliebtes Aromatisierungsverfahren wie die Räucherung nicht durch vereinzelte Produkte, bei denen die Räucherung lediglich färbenden Effekt hat, in ungerechtfertigten Mißkredit gebracht werden darf.

Beurteilung der Gesundheitsschädlichkeit geräucherter Fleischwaren

Unsere Untersuchungen und auch die Ergebnisse anderer Wissenschaftler zeigten, daß die geräucherten Fleischwaren

in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle weniger als 1 ppb 3,4-Benzpyren enthalten. Ihr Gesamtgehalt an krebserregenden polycyclischen Kohlenwasserstoffen beträgt somit weniger als 10 µg je Kilogramm Ware. Sind diese kleinen Mengen bedenklich oder gar gesundheitsschädlich? Die krebserregende Wirksamkeit derartig kleiner Mengen cancerogener Substanzen bei der Aufnahme durch Lebensmittel konnte noch nicht bewiesen werden. Fütterungsversuche an Mäusen mit 3,4-Benzpyren wirkten erst ab 10000 ppb cancerogen (3). Hieraus kann auf ihre Wirkung bei Menschen noch nicht geschlossen werden. Ob die Aufnahme kleiner Mengen dieser Stoffe über einen langen Zeitraum hinweg wirksam ist und welche Mengen unbedeutend sind, wird zur Zeit geprüft. Vorerst kann nur das Mitverschulden geräucherter Fleischwaren an der Gesamtbelastung unseres Organismus mit krebserregenden polycyclischen Kohlenwasserstoffen, die durch Lebensmittel aufgenommen werden, beurteilt werden. Ausführliche Zusammenstellungen der relativ umfangreichen Befunde über 3,4-Benzpyrengehalte verschiedener Lebensmittel wurden schon früher veröffentlicht (3, 8). An dieser Stelle möchten wir nur einige typische Beispiele für die Kontamination pflanzlicher Produkte vor Augen führen.

Tab. 3 3,4-Benzpyrengehalt einiger pflanzlicher Produkte

Produkt	3,4-Benzpyren (ppb)	Autor
Pflanzenöle		Grimmer u.Hildebrandt (11)
Kokosfett	17,9–48,4	
Rübenöl	1,3–44,0	„
Sonnenblumenöl	5,1–15,3	„
Sonnenblumenöl		Franzke u.Fritz (12)
a) roh	1,9	„
b) raffiniert	0,5	„
Margarine		Fabian (13)
a) ohne Behandlung	93,9	„
b) Aktivkohle-Dampf-Beh.	1,4	„
Salate		Fritz u.Engst (14)
a) Villenvorort	23*	„
b) Industriegebiet	150*	„
Apfelinneres		
a) Villenvorort	0,1– 0,38*	„
b) Industriegebiet	0,72– 4,1*	„
Apfelschalen		
a) Villenvorort	0,2– 0,5*	„
b) Industriegebiet	30,0–60,0*	„
Getreide		Grimmer u.Hildebrandt (10)
a) ländliche Gegend	0,17–0,38	
b) Industriegebiet	0,72–4,13	„
Mehl	0,7– 1,6	„
Brot	0,9– 1,6	„
Röstkaffee-Extrakt	0,3– 1,3	Schmidt (3)
Tee (Extrakt)	* 3,9	„

* = bezogen auf Trockengewicht

In Pflanzenölen wurden von *Grimmer* und *Hildebrandt* recht beachtliche Mengen des cancerogenen 3,4-Benzpyrens und auch anderer polycyclischer Kohlenwasserstoffe gefunden (Tabelle 3). Diese starke Kontamination wurde z.B. bei Kokosfett durch die früher übliche Trocknung der Kopa über Feuer, bei den anderen Ölen durch Ablagerung des Luftstaubes auf den Früchten verursacht. Daß Margarine und auch Speiseöle nicht mit diesem hohen Gehalt an krebserregenden Stoffen den Verbraucher erreichen, ist den intensiven Bemühungen der Ölindustrie zur Entfernung der polycyclischen Kohlenwasserstoffe aus den Rohölen zu verdanken. Durch Aktivkohle-Dampf-Behandlung gelang es den 3,4-Benzpyrengelhalt sowohl der raffinierten Öle als auch der Margarine unter 1 ppb herabzudrücken. Bei Salat, Obst, Getreide und anderen pflanzlichen Produkten ist die Entfernung der durch Luftstaub verursachten und in Industrienähe stark erhöhten 3,4-Benzpyrengelhalte nur selten möglich, sodaß diese mitverzehrt werden.

Cancerogene Kohlenwasserstoffe wurden praktisch in allen Nahrungsmitteln pflanzlichen Ursprungs gefunden, und zwar in der Nähe von Industrie und Autostraßen in mehr als zehnmals höherer Menge als in ländlichen Anbaugebieten. Der 1 ppb-Wert wird von den meisten Proben überschritten. Der prozentuale Anteil der Produkte mit über 1 ppb 3,4-Benzpyrengelhalten ist bei pflanzlichen Erzeugnissen weit höher als bei geräucherten Fleischwaren. Hinzu kommt noch, daß viele pflanzliche Produkte während der Verarbeitung, z.B. Trocknen und Rösten, mit weiteren Mengen an cancerogenen Kohlenwasserstoffen kontaminiert werden.

Die geräucherten Fleischwaren verursachen mit ihrem verhältnismäßig niedrigen, unter 1 ppb liegenden 3,4-Benzpyrengelhalt im Vergleich mit anderen Lebensmitteln nur eine geringe Belastung unseres Organismus. Die oft geäußerte Behauptung der erhöhten Krebsgefährdung durch Räucherprodukte muß daher als unbegründet abgelehnt werden.

Literatur

- (1) Roe, F.J.C.: Carcinogenesis and Sanity
Fd. Cosmet. Toxicol. 6 (1968) 485–498.
- (2) Tóth, L. und W. Blaas: Einfluß der Räuchertechnologie auf den Gehalt von geräucherten Fleischwaren an cancerogenen Kohlenwasserstoffen I. Einfluß verschiedener Räucherverfahren,
Fleischwirtsch. 52 (1972) im Druck;
- (3) Schmidt, F.: Neuere Befunde zur Frage Krebs und Ernährung, Ernährungsumschau 16 (1969) 172–179.
- (4) Grimmer, G. und A. Hildebrandt: Kohlenwasserstoffe in der Umgebung des Menschen I. Eine Methode zur simultanen Bestimmung von 13 polycyclischen Kohlenwasserstoffen
J. Chromatog. 20 (1965) 89–99.
- (5) Howard, J. W., R. T. Teague, jr., R.H. White and B.E. Fry, jr.: Extraktion and estimation of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked foods I. General Method
J. of the A.O.A.C. 49 (1966) 595–611.
II. Benzo(a)pyren
J. of the A.O.A.C. 49 (1966) 611–617.
- (6) Tóth, L.: Spektralfluorometrische In-situ-Analyse polycyclischer Aromaten nach Trennung auf acetylierten Celluloseschichten I. Qualitative und quantitative Auswertung
J. Chromatog. 50 (1970) 72–82.
- (7) Souci, S.W.: Über den Einfluß von Verbrennungsgasen auf Lebensmitteln und Futtermittel
Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 64 (1968) 235–241.
- (8) Fritz, W.: Studien über Vorkommen und Bildung von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Lebensmitteln.
Dissertation vom 9. April 1968, Humboldt-Universität, Berlin.
- (9) Tóth, L.: Cancerogene Stoffe in geräucherten Fleischwaren
Fleischwirtsch. 49 (1969) 1611–1614.
- (10) Grimmer, G. und A. Hildebrandt: Kohlenwasserstoffe in Brotgetreide verschiedener Standorte
Z. f. Krebsforsch. 67 (1965) 272–277.
- (11) Grimmer, G. und A. Hildebrandt: Kohlenwasserstoffe in der Umgebung des Menschen VI. Der Gehalt polycyclischer Kohlenwasserstoffe in rohen Pflanzenölen
Arch. Hyg. 152 (1968) 255–259.
- (12) Franzke, Cl. und W. Fritz: Über das Vorkommen von 3,4-Benzpyren neben anderen polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Pflanzenfetten
Fette, Seifen, Anstrichmittel 71 (1969) 23–24.
- (13) Fabian, B.: Kanzerogene Substanzen in Speisefett und -öl VI. Weitere Untersuchungen an Margarine und Schokolade.
Arch. Hyg. 153 (1969) 21–24.
- (14) Fritz, W. und R. Engst: Zur umweltbedingten Kontamination von Lebensmitteln mit krebserregenden Kohlenwasserstoffen
Z. Ges. Hyg. 17 (1971) 271–275.

Anschrift der Verfasser: Dr. L. Tóth und W. Blaas,
Bundesanstalt für Fleischforschung, 8650 Kulmbach,
Blaich 4