

Zur Problematik der Lebensmittelkonservierung unter Aspekten internationaler Zusammenarbeit

Von Prof. Dr. S. W. SOUČI

Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, München

Die mit der Lebensmittelkonservierung zusammenhängenden Fragen sind so vielschichtig, daß man nicht abwarten kann, bis sie alle experimentell beantwortet sind, sondern zweckmäßiger schon jetzt vorläufige Verordnungen über die Anwendung von Konservierungsmitteln erläßt. Es wird hier gezeigt, wo es noch Wissenslücken gibt, wie die einzelnen Probleme ineinandergreifen und welche Forschungswege einzuhalten wären.

Das am 21. Dezember 1958 erlassene Ergänzungsgesetz zum Deutschen Lebensmittelgesetz¹⁾ wird erst dann ein voller Erfolg sein, wenn auch die zugehörigen Verordnungen über die einzelnen als Ausnahmen zuzulassenden Zusatzstoffe, also Lebensmittelfarbstoffe, Konservierungsmittel usw. erlassen sein werden. Auf dem Gebiet der chemischen Konservierung sind die Vorarbeiten zur Schaffung der wissenschaftlichen Grundlagen seit längerem im Flusse. Es sei nur die Tätigkeit der „Kommission zur Prüfung der Lebensmittelkonservierung“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) erwähnt, die seit 1952 in 8 Vollsitzungen und zahlreichen Arbeitsgruppensitzungen konkrete Richtsätze und Vorschläge erarbeitet und bekanntgegeben hat²⁾.

Im Ausland haben sich ähnliche wissenschaftliche Gremien mit gleichen Zielen gebildet. Genannt seien das „Joint Expert Committee on Food Additives“ der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und der Landwirtschaftsorganisation (FAO) der UNO³⁾, ferner das „Expertenkomitee für Lebensmittelzusätze der Westeuropäischen Union“ (WEU) (ehem. „Brüsseler Pakt“⁴⁾), das „Ständige Europäische Forschungskomitee für den Schutz der Bevölkerung vor chronisch-toxischen Umweltsschädigungen“⁵⁾ sowie die seit 1956 bestehenden Ausschüsse „Antimikrobielle Stoffe“, „Antibiotica“ und „Antioxydantien“ der „Commission Internationale des Industries Agricoles“ (CIIA) und des „Bureau International Permanent de Chimie Analytique“ (BIPCA)^{6,7)}.

Gewiß wurde bereits umfangreiches wissenschaftliches Material in allen Ländern erarbeitet. Aber viele Wissenslücken sind noch offen. Sie müssen durch erhöhte Forschungsarbeit und Forschungsmittel (Neugründung von Instituten oder Erweiterung und zweckdienliche Einrichtung bestehender Institute) und durch Schaffung eines ausreichenden Nachwuchses auf den einschlägigen Gebieten (Lebensmittelchemie, Technische Mikrobiologie, Toxikologie, Ernährungsphysiologie usw.) geschlossen werden.

Die Entwicklung der Lebensmittelindustrie in den letzten Dezennien zeigt, daß es sich um Projektierungen handelt, bei denen es den erwähnten Aufwand durchaus „lohnt“. Es wird aber auch klar, daß man mit den gesetzgeberischen Maßnahmen nicht warten kann, bis alle Erkenntnislücken geschlossen sind. Schon heute muß dem Verbraucher ein erreichbares Maß an Sicherheit gewährt werden. Man muß darauf bedacht sein, nicht nur erwiesene Nachteile auszuschließen, sondern auch Möglichkeiten einer etwaigen Schädigung auf ein tragbares Minimum zu reduzieren. Auf „Unsicherheitsgebieten“ wird ein sorgsames Abwägen aller Vor- und Nachteile und eine sinnvolle Übertragung von Analogieerfahrungen der einzige Weg sein, um dem Gesetzgeber von wissenschaftlicher Seite entsprechende Hinweise und Anregungen an die Hand geben zu können.

Hier sei versucht, einige wesentliche Unsicherheitsgebiete zu umreißen und damit die Grenzen unseres derzeitigen Wissensstandes abzustecken.

Definition

Seit langem ist die Definition der Begriffe „Konservierung“ und „Konservierungsmittel“ oder „Konservierungsstoff“ umstritten⁸⁾. Es stehen sich im wesentlichen zwei Auffassungen gegenüber: wissenschaftlich werden alle Stoffe gegen jegliche Art von Veränderungen von Lebensmitteln als „Konservierungsmittel“ bezeichnet, wie dies auch dem Ausdruck „conservare“ (lat. = erhalten) entspricht. Nach der Definition für die Zwecke der Industrie und der Gesetzgebung werden dagegen hierunter nur Stoffe gegen mikrobiell bedingten Verderb verstanden, also Stoffe, die man bisher auch als „klassische Konservierungsmittel“ oder „Konservierungsmittel im engeren Sinn“ bezeichnet hat. Einige Definitionen schließen zusätzlich auch die Antioxydantien in die Gruppe der Konservierungsmittel ein.

Beide Definitionen haben ihre Berechtigung. Die wissenschaftlichen Kreise wollen und müssen sich mit dem Gesamtgebiet befassen und können sich nicht durch eine einschränkende Definition Grenzen setzen. Kreise der Industrie hingegen suchen begreiflicherweise zu vermeiden, daß z. B. Vorratsschutzmittel, Emulgatoren und sonstige Zusätze als Konservierungsmittel bezeichnet werden, weil sie befürchten, daß dies möglicherweise zu einem Deklarationszwang führen könnte. Um diese Schwierigkeiten zu vermeiden, schlägt der Ausschuß „Antimikrobielle Stoffe“ der CIIA vor, den Ausdruck „Konservierungsmittel“ zu vermeiden und statt dessen für die Definition die Wir-

¹⁾ Gesetz zur Änderung und Ergänzung des Lebensmittelgesetzes vom 21. 12. 1958. (BGBl. I, S. 950). — Vollst. Fassung des derzeit gültigen Gesetzes vgl. Z. Lebensm.-Unters. u. -Forsch. (Ges. u. VO) 109/110, 3 [1959].

²⁾ Kommission zur Prüfung der Lebensmittelkonservierung: Mitteilung I vom 11. Okt. 1954; Mitteilung II vom 27. Juli 1956; Mitteilung III vom 24. Juni 1958; Mitteilung IV z. Zt. im Druck. Herausgeg. von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Bad Godesberg, Frankengraben 40.

³⁾ Vgl. Berichte über die Tagungen des gemeinsamen Fachausschusses für Lebensmittelzusatzstoffe der „Food and Agriculture Organization“ (FAO) und der „World Health Organization“ (WHO) in Rom vom 3.–10. Dez. 1956 und in Genf vom 17. bis 24. Juni 1957; ref. in Z. Lebensm.-Unters. u. -Forsch. 108, 184 [1958].

⁴⁾ Vgl. R. Truhaut: Mises au point de Chimie analytique, Masson et Cie., Paris 1956; Annales Falsificat. Fraudes 50, 432 [1957].

⁵⁾ Vgl. Bericht über die 3. Konferenz vom 10.–12. April 1957 in Ascona (Schweiz): Mitt. Lebensmittelunters. Hyg. 48, 259 [1947]; ref. in Z. Lebensm.-Unters. u. -Forsch. 108, 62 [1958].

⁶⁾ Vgl. Bericht über das III. Symposium über chemische Fremdstoffe in Lebensmitteln vom 14.–18. Mai 1957 in Como; hrsg. v. d. „Commission Internationale des Industries Agricoles“ (CIIA) und dem „Bureau International Permanent de Chimie Analytique“ (BIPCA), Paris, Unione Tipografica, Mailand 1958; ref. in Z. Lebensm.-Unters. u. -Forsch. 106, 401 [1957]; Bericht über das IV. Symposium vom 14.–19. Juli 1958 in Paris; ref. in Z. Lebensm.-Unters. u. -Forsch. 108, 443 [1958].

⁷⁾ R. Souverain, Ann. Falsificat. Fraudes 50, 338 [1957]. Vgl. auch J. F. Reith, Voeding en Hyg. 76, 760 [1955].

⁸⁾ Zur Frage der Definition vgl. H. Fincke, Ernährungswirtsch. 2, 151 [1955]. W. Gabel, Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 47, 98 [1951]. O. Högl: Beimengungen fremder Stoffe zu Lebensmitteln, Experientia-Supplementum I: Symposium über Gegenwartsprobleme der Ernährungsforschung, Verlag Birkhäuser, Basel 1953, S. 148. — Stellungnahme zum Entwurf einer Verordnung über die chemische Konservierung von Lebensmitteln der Vereinigung der deutschen Ernährungsindustrie: Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 49, 17 [1953].

kungsweise als Grundlage zu wählen. Nach den Beschlüssen dieses Ausschusses, die von dem IV. Symposium der CIIA und des BIPCA angenommen wurden⁹⁾, lauten die Definitionen wie folgt:

1. „Stoffe zur Qualitätserhaltung“ sind Stoffe, die dazu bestimmt sind oder dazu dienen, nachteilige Veränderungen von Lebensmitteln zu verzögern oder zu verhindern, sofern sie selbst Bestandteil der Lebensmittel werden.

2. „Antimikrobielle Stoffe“ sind Stoffe, die dazu bestimmt sind oder dazu dienen, durch Mikroorganismen bedingte nachteilige Veränderungen von Lebensmitteln zu verzögern oder zu verhindern, sofern sie selbst Bestandteil der Lebensmittel werden und in diesen nur in geringer Konzentration – im allgemeinen unter 1% – enthalten sind.

Die Angabe „im allgemeinen unter 1%“ soll der Abgrenzung gegenüber konservierend wirkenden Lebensmitteln, wie Zucker, Salz, Essig, Speisefetten und -ölen u. dgl. dienen, die zweckmäßigerweise nicht in den Begriff „Antimikrobielle Stoffe“ eingeschlossen werden. – Die Frage der Deklarationspflicht soll durch diese Definitionen in keiner Weise berührt werden, sondern ist ausschließlich Angelegenheit des Gesetzgebers.

Die nachfolgenden Ausführungen betreffen die Gruppe der „antimikrobiellen Stoffe“. Soweit der Ausdruck „Konservierungsmittel“ gebraucht ist, ist er in diesem Sinne zu verstehen. Eine Reihe von Gesichtspunkten, die für antimikrobielle Stoffe gelten, lassen sich jedoch auch auf andere Gruppen von Lebensmittel-Zusatzstoffen übertragen.

Toxikologische Fragen¹⁰⁾

Aus der reichen Literatur über Schädigungen durch Fremdstoffe in der Nahrung seien besonders erwähnt die Publikationen von K. H. Bauer¹¹⁾, F. Eichholtz¹²⁾, A. C. Frazer¹³⁾, W. C. Hueper¹⁴⁾, K. Lang¹⁵⁾, P. Marquardt¹⁶⁾, R. Reding¹⁷⁾, D. G. Steyn¹⁸⁾ und R. Truhaut¹⁹⁾. Aus ihnen läßt sich folgern, daß auf diesem Gebiet noch schwerwiegende Unsicherheiten bestehen. Es geht letztlich um die Frage, ob und in welchen Mengen ein Stoff beim Menschen – nicht nur beim Tier – schädlich oder unschädlich ist. Hierüber ist man trotz aller bisherigen Untersuchungen aber nur unzureichend unterrichtet, und es erscheint notwendig, diesbezügliche Arbeiten in größerem Maßstab als bisher in Angriff zu nehmen, um zu abschließenden Ergebnissen zu kommen.

Tierversuche sind nur mit Vorbehalt auf den Menschen übertragbar²⁰⁾. Versuche am Menschen sind aber – wenn überhaupt²¹⁾ – nur über eine kurze Spanne des menschlichen Lebens möglich, geben also nicht Aufschluß über die Wirkung eines Stoffes bei ständiger Aufnahme über die ganze Lebensdauer.

Gelegentlich wurde auch gefordert, Lebensmittel-Zusatzstoffe sollten frei von „keimschädigenden Wirkungen“ sein²²⁾. Bei unserer derzeitigen Kenntnis erscheint es aber noch nicht möglich, diese Forderung zu verallgemeinern, da sich die Ergebnisse der Tests auf mutagene Wirkung von Zusatzstoffen noch viel weniger, als es bei sonstigen toxikologischen Versuchsergebnissen der Fall ist, auf den Menschen übertragen lassen. Diese werden ja üblicherweise nur an niederen Versuchsorganismen durchgeführt, und in vielen Fällen dürfte ein Abbau der untersuchten Stoffe im menschlichen Organismus auf dem Weg zu den Keimzellen anzunehmen sein, worüber aber noch keine ausreichenden Kenntnisse vorliegen²³⁾. Es ist verständlich, daß bei einer Zerstörung mutagener Verbindungen im Körper die mutagene Wirkung nicht zur Geltung kommen würde, wie auch umgekehrt – theoretisch gesehen – an die Möglichkeit gedacht werden muß, daß Abbauprodukte an sich nicht mutagener Verbindungen mutagen wirken können.

Zur Verringerung dieser Unsicherheiten wurden u. a. von dem gemeinsamen Fachausschuß der „Food and Agriculture Organization“ (FAO) und der „World Health Organization“ (WHO), ferner dem „Ständigen Europäischen Forschungskomitee für den Schutz der Bevölkerung vor chronisch-toxischen Umweltschädigungen“ Festlegungen getroffen, nach denen die toxikologischen Untersuchungen an mindestens zwei Tierarten, darunter einem Nichtnager, vorzunehmen sind²⁴⁾. Stimmen die Ergebnisse überein, so ist die Wahrscheinlichkeit, daß die beim Tier gefundenen Verhältnisse auch für den Menschen gelten, größer. Hierzu muß erwähnt werden, daß bei den meisten Zusatzstoffen die Versuche bisher nur an Ratten durchgeführt wurden, an anderen Tierarten dagegen im allgemeinen nur ausnahmsweise. Oft wurde auch nur auf akute und subakute („semichronische“) Toxizität geprüft. Auch ist darauf zu achten, daß die Untersuchungen nicht nur mit dem Konservierungsmittel an sich, sondern auch mit dem Lebensmittel, das mit dem Konservierungsstoff versetzt wurde, vorgenommen werden – ähnlich wie dies auch für mikrobiologische Untersuchungen gefordert werden muß.

Es kann weiterhin als erwiesen gelten, daß verschiedene Diätformen bei der Prüfung auf die Toxizität eines Stoffes zu verschiedenen Ergebnissen führen können.

Beispielsweise wird berichtet, daß ein erhöhtes Angebot an Riboflavin und andere Einflüsse der Diät die cancerogene Wirkung des Dimethylaminoazobenzols („Buttergelb“) herabsetzen²⁵⁾. In die gleiche Richtung weisen z. B. neuere Versuche von F. deEds²⁶⁾, wonach Cadmium im Tierversuch bei Anwendung verschiedener, an sich ausreichender Versuchsdiäten verschiedene Toxizität zeigt.

Abgesehen von möglichen Einflüssen der Diät besteht aber auch die Möglichkeit, daß besondere physiologische Zustände eine besondere Reaktionsfähigkeit des Organismus bedingen. Insbesondere können Krankheitszustände oder Unterernährung [Unterernährung gegenüber bestimmten Stoffen (z. B. Vitaminmangel) oder allgemeine Unterernährung] eine Änderung der Ansprechbarkeit gegenüber bestimmten Giften zur Folge haben und somit zu einer Änderung der Toxizitätswerte führen²⁷⁾. Dies hat umso größere Bedeutung, als heute noch etwa 60% aller Menschen an spezieller oder allgemeiner Unterernährung leiden.

Eine weitere Unsicherheit besteht darin, daß Reaktionen eines bestimmten Zusatzstoffes mit anderen Stoffen mög-

⁹⁾ S. W. Souci, Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 54, 314 [1958].
¹⁰⁾ Für die Durchsicht der toxikologischen Ausführungen danke ich Prof. Dr. med. E. Gross (Bonn/Rh.), Mitglied der „Farbstoff-Kommission“ und der „Kommission zur Prüfung der Lebensmittelkonservierung“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft.
¹¹⁾ K. H. Bauer: Das Krebsproblem. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1949.
¹²⁾ F. Eichholtz: Die toxische Gesamtsituation auf dem Gebiet der menschlichen Ernährung. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1956. F. Eichholtz, Food Drug Cosmetic Law J. 10, 206 [1955].
¹³⁾ A. C. Frazer: The Control of the Use of Chemical Aids in Food Processing. Symposium on Nutritive Aspects of Preserved Food. Publikation No. 115 des Swedish Institute for Food Preservation Research, Göteborg 1956, S. 159.
¹⁴⁾ W. C. Hueper: Umweltschädigter und berufsabhängiger Krebs. Beitrag 209 der Public Healths Reports 1948. United States Government Printing Office, Washington 1949.
¹⁵⁾ K. Lang, Nahrung 7, 7 [1957].
¹⁶⁾ P. Marquardt, Münch. med. Wschr. 100, 579, 636 [1958].
¹⁷⁾ R. Reding: Influence de certaines Industralisations outrancières sur la Santé et particulièrement sur la Progression continue de la Morbidité cancéreuse. Imprimerie Médicale et Scientifique, Bruxelles 1955.
¹⁸⁾ D. G. Steyn, Unio Internationalis contra Cancrum Acta 13, Nr. 2, S. 342 [1957]. D. G. Steyn, J. adult Education [Pretoria] 1953–54.
¹⁹⁾ R. Truhaut: Les Substances étrangères dans les Aliments, Aspects biologiques et analytiques du Problème, Mises au Point de Chimie analytique pure et appliquée et d'Analyse bromatologique. Masson et Cie., Paris 1956, 4. Série S. 139.
²⁰⁾ Zur Problematik der Tierexperimente vgl. H. Oettel diese Ztschr. 70, 532 [1958].
²¹⁾ J. Ladimer, New England J. of Medicine 257, 18 [1957].

²²⁾ Ergebnisse einer Tagung westeuropäischer Wissenschaftler zur Prophylaxe des Krebses bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft in Bad Godesberg am 1. Mai 1954. Hrsg. v. d. Deutschen Forschungsgemeinschaft.
²³⁾ S. W. Souci u. H. Lück, Z. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch. 106, 201 [1957]. H. Lück u. S. W. Souci, ebenda 107, 236 [1958].
²⁴⁾ Weitere Vorschläge über die Durchführung von Tierversuchen stammen aus dem Arbeitskreis von A. J. Lehman, Food Drug Cosmetic Law J. 10, 679 [1955]; deutsche Übersetzung bei F. Eichholtz¹²⁾ sowie von D. G. Steyn¹⁸⁾ und anderen.
²⁵⁾ Zitiert bei W. Stepp, J. Kühnau u. H. Schroeder: Die Vitamine und ihre klinische Anwendung. Ferdinand Enke, Stuttgart 1952, I, S. 24. W. Stepp, Münch. Med. Wschr. 100, 1989 [1958].
²⁶⁾ F. deEds (Western Regional Research Laboratories, Albany, Calif.), persönliche Mitteilung, Nov. 1957. R. H. Wilson u. F. de Eds, Arch. Industr. Hyg. Occupat. Med. 1, 73 [1950].
²⁷⁾ Vgl. D. G. Steyn, J. adult Education [Pretoria] 1953–54, zit. in¹⁸⁾.

lich sind, und zwar einmal durch die Kombination eines bestimmten Konservierungsstoffes mit anderen Konservierungsstoffen, die gleichzeitig angewandt werden (sog. „Kombinate“), oder aber dadurch, daß verschiedene Zusatzstoffe gleichzeitig oder kurz hintereinander mit verschiedenen Lebensmitteln verzehrt werden. Auch Kombinationen mit Stoffen der natürlichen Nahrung sind zu berücksichtigen. Die Möglichkeiten bestehen darin, daß eine Potenzierung der Toxizität durch die Kombinationspartner, oder aber auch eine Potenzierung der Wirkung der Abbauprodukte im Körper eintreten könnte.

Die Ursachen solcher Toxizitätssteigerungen können sehr verschieden sein. Als Beispiel sei die Kombination des Malathions® mit organischen Phosphorverbindungen angeführt, die den fermentativen Abbau des Malathions in der Leber inhibieren und dadurch eine erhebliche Erhöhung der Toxizität bedingen²⁸⁾. Auch die Wirkung des Tetraäthylthiuramdisulfids auf Alkohol im Sinne einer Toxizitätssteigerung kann als Beispiel hierfür angeführt werden. Erwähnt sei auch die Möglichkeit der „Cocarcinogenese“²⁹⁾. Nach H. Oettel³⁰⁾ spielt beim Krebs des Menschen die Kombinationswirkung verschiedener (auch innerer) Faktoren wahrscheinlich eine viel größere Rolle, als man bisher nachweisen konnte.

Schließlich können auch sonstige Variationen der Lebensumstände des Organismus einerseits oder der Substrateigenschaften, d. h. der Chemie und Physik der Lebensmittel andererseits, die Toxizität bestimmter Zusatzstoffe beeinflussen.

Es wird also notwendig sein, die richtige Grenze zu suchen zwischen Schädigungsmöglichkeiten, die mit einiger Wahrscheinlichkeit zu erwarten sind und daher ausgeschaltet werden müssen, und solchen von geringer Wahrscheinlichkeit, die nicht berücksichtigt werden können. Ein gewisses „Restrisiko“ kann trotz aller pharmakologischen Versuche nicht vermieden werden.

Der Ausschuß „Antimikrobielle Stoffe“ der CIIA entschied sich deshalb dafür, für alle Stoffe, die auf Grund wissenschaftlicher Untersuchungen mit erheblicher Wahrscheinlichkeit unschädlich sind, nicht die Bezeichnung „unschädlich“, sondern „unbedenklich“ zu wählen. Neue antimikrobielle Stoffe sollen nur zugelassen werden, wenn sie bereits anerkannten überlegen sind. Ferner ergibt sich die Notwendigkeit, die „positive Liste“ der antimikrobiellen Stoffe und die Anwendungstabellen der einschlägigen Vorschriften der Länder ständig zu überprüfen. Es soll die Möglichkeit bestehen, dieselben kurzfristig rechtsverbindlich abzuändern.

Technische (antimikrobielle) Wirkung

Auch hier bestehen erhebliche Unsicherheiten. Die Hauptfrage ist die, welche Konzentration von einem Stoff notwendig ist, um die erwartete Wirkung mit Sicherheit erreichen zu lassen, denn es gilt, in den gesetzlichen Vorschriften wissenschaftlich fundierte Höchstmengen festzulegen. Bei Betrachtung der bisher gültigen Mengenangaben ergibt sich nun, daß diese meist nur auf empirischen Erfahrungen beruhen; systematische experimentelle Untersuchungen liegen noch kaum vor. Es ist daher zu fordern, daß experimentelle Arbeiten zur Feststellung der Wirkungsstärke der antimikrobiellen Stoffe in jedem einzelnen Fall möglichst umgehend in Angriff genommen werden. Für die hierbei einzuhaltende Methodik wurden an der „Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie“ durch K. Raible Richtlinien ausgearbeitet, die in Kürze veröffentlicht werden sollen.

²⁸⁾ J. W. Cook, J. R. Blake u. M. W. Williams, J. Assoc. off. agric. Chemists 40, 664 [1957].

²⁹⁾ Cocarcinogenese = krebsfördernde Wirkung eines gleichzeitig oder nachfolgend angewandten unspezifischen Reizes, wodurch die cancerogene Wirkung eines Stoffes verstärkt oder überhaupt erst manifest wird.

Hiernach muß gelten, daß jedes Konservierungsmittel in seinem „natürlichen Medium“, also in jedem Lebensmittel, das damit konserviert werden soll, mikrobiologisch untersucht werden muß. Das Vorgehen besteht darin, daß zunächst die Verderbserreger ermittelt werden, die dann in Reinkultur gezüchtet werden. Zum eigentlichen „Konservierungsversuch“ wird schließlich das Lebensmittel infiziert, und zwar einmal mit den in Reinkultur gezüchteten Verderbserregern, zum anderen durch Spontaninfektion unter Bedingungen, die denen der Praxis so weit als möglich angepaßt sind. Dann folgt in einer genügenden Anzahl von Parallelproben der Zusatz abgestufter Konservierungsmittelmengen, worauf schließlich durch Beobachtung über längere Zeit (etwa 4 Wochen) festzustellen ist, von welchen Konzentrationen an eben keine Vermehrung mehr eintritt. Die Ergebnisse sind in möglichst breit anzulegenden Versuchsreihen durch Variation der Substratbedingungen (z. B. Feuchtigkeit, Zusammensetzung), der Umweltbedingungen (z. B. Temperatur) und endlich des physiologischen Zustandes der Mikroben (z. B. Alter der Kulturen) zu erhärten.

Für die Auswertung der Ergebnisse hat zu gelten, daß die unter den ungünstigsten Verhältnissen der Praxis gefundene Grenzzahl zuzüglich eines ausreichenden Sicherheitsfaktors für die technische Wirkung diejenige Menge darstellt, die die Konservierung eines bestimmten Lebensmittels mit Sicherheit gewährleistet, die also in den entsprechenden gesetzlichen Vorschriften als Höchstmenge festzulegen ist, allerdings unter der selbstverständlichen Voraussetzung, daß sie pharmakologisch vertretbar ist.

Auch Untersuchungen über eine etwaige Resistenzerhöhung von Mikroorganismen sind erforderlich mit der Folgerung, daß Konservierungsmittel, die Bakterien in bemerkenswertem Ausmaß gegen schädigende Einflüsse resistent machen, von der Verwendung nach Möglichkeit ausgeschlossen werden.

Reinheitsanforderungen

Es ist pharmakologisch belegt, daß Verunreinigungen eines Präparates gefährlicher sein können als die Hauptsubstanz selbst. Dies zwingt dazu, auch für toxische Begleitstoffe der Konservierungsmittel Grenzzahlen festzusetzen. Hier sind noch manche Fragen ungeklärt. Vor allem ist noch nicht genügend bekannt, mit welchen verunreinigenden Stoffen überhaupt im einzelnen zu rechnen ist, welche Mengen davon unter den Verhältnissen der Praxis zu erwarten sind, und schließlich, welche Grenzzahlen aus toxikologischen Gründen als zulässig gelten können.

Letzteres ist nur für bestimmte Fälle bekannt (z. B. bei vielen metallischen Verunreinigungen), jedoch in anderen Fällen, vor allem bei organischen Beimengungen, die von der Produktion herühren, noch weitgehend ungeklärt. Da sich die Produktionsverfahren mit fortschreitender Entwicklung ändern können, ist damit zu rechnen, daß auch die von der Herstellung herrührenden Beimengungen andere werden, so daß sich also auch die notwendigen Prüfungen und Anforderungen dem jeweiligen Stand der Technik anzupassen haben.

Für die Festlegung von Reinheitsanforderungen sind im Prinzip zwei Wege möglich: einmal die Aufstellung von Grenzzahlen, zweitens die Festlegung von Analyseverfahren, die nur dann ansprechen, wenn eine bestimmte Grenze, die als tragbar anzusehen ist, überschritten wird, wobei diese Grenze in ihrem Zahlenwert dem Untersucher nicht bekannt zu sein braucht. Dabei können zwei Ziele verfolgt werden: entweder die Grenzzahlen so niedrig festzulegen, wie dies technologisch möglich ist, oder aber so niedrig, wie dies pharmakologisch notwendig ist.

Als Beispiel sei das Arsen angeführt. Hier wird für Lebensmittelfarbstoffe³⁰⁾ gefordert, daß die Menge 5 mg As/kg nicht

³⁰⁾ Mitteilung 9 der „Farbstoff-Kommission“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft vom 20. Dez. 1956. Franz Steiner Verlag GmbH., Wiesbaden. — Beschlüsse der „Union Internationale contre le Cancer“. Unio Internationalis contra Cancrum Acta 73, Nr. 2, 196 [1957].

überschreiten soll. Auf Grund zahlreicher Analysen läßt sich errechnen, daß der Arsen-Gehalt unserer Lebensmittel — von Extremfällen abgesehen — zwischen 10 und 1000 µg / kg liegt. Im Durchschnitt dürften 200 µg As/kg anzunehmen sein. Auch der durchschnittliche Gehalt des menschlichen Körpers dürfte in grober Annäherung etwa diesen Daten entsprechen: er wird zu 100 bzw. 300 µg/kg berechnet. Nimmt man nun eine Gesamtnahrungsaufnahme für den Erwachsenen von 1,5 kg pro Tag an und unterstellt weiterhin, daß davon ein Drittel, also 0,5 kg konserviert seien und daß der Gehalt an Konservierungsmittel 0,2 % betrage, so würde sich ergeben, daß pro Tag und Kopf 1 g Konservierungsmittel zugeführt wird. Wenn man den geforderten Maximalgehalt an Arsen zugrundelegt, würde sich die tägliche durchschnittliche Arsen-Zufuhr nur von 300 µg auf 305 µg erhöhen, d. h. um ca. 1,5 %. Dieser Gehalt könnte also als technisch erreichbares Maß an Reinheit bezüglich des Arsens angesehen werden. Es ist aber gewiß, daß, pharmakologisch gesehen, wesentlich höhere Mengen noch unbedenklich wären; so gibt die „Food and Drug Administration“ (USA) eine Tagesaufnahme von 3000 µg As, also die 10fache Menge noch als unbedenklich an³¹⁾.

Auf Grund bisheriger Erwägungen haben sich die zuständigen wissenschaftlichen Gremien meist entschlossen, das technisch erreichbare Maß an Reinheit zu fordern. Die Begründung hierfür ist die, daß der Beurteilung der Schädlichkeitsgrenze auch hinsichtlich der Verunreinigungen immer eine gewisse Unsicherheit anhaftet, was besonders bei solchen Verbindungen zutrifft, die sich im Körper kumulieren, wie etwa Blei. Dieser Grundsatz entspricht auch der Auffassung der „Kommission zur Prüfung der Lebensmittelkonservierung“ der DFG, die in ihrer letzten Sitzung (30. Oktober 1958) bestimmte Reinheitsanforderungen für Konservierungsmittel beschlossen hat. Als maßgebend galt dabei die Forderung von O. Högl³²⁾, wonach es nicht auf die chemische Reinheit, also z. B. die Abwesenheit von Spuren von Kochsalz, sondern auf die „physiologische Reinheit“, nämlich das Freisein von zusätzlichen physiologischen Effekten ankommt.

Nach Vorschlägen eines von O. Pauli geleiteten Arbeitskreises wurde von dieser Kommission festgelegt, daß für hochtoxische Verunreinigungen bei Konservierungsmitteln ähnlich verfahren werden soll, wie es in der Farbstoff-Kommission der DFG für Lebensmittelfarbstoffe geschehen ist, und zwar wurden im einzelnen folgende Höchstmengen festgelegt, die für alle Konservierungsmittel gelten sollen.

1. Blei	10 mg/kg
2. Arsen	3 mg/kg
3. Zink und Kupfer zusammen	50 mg/kg

Durch umfassende Erhebungen und Analysen wird zunächst allerdings noch festzustellen sein, ob diese Forderungen den praktischen Verhältnissen entsprechen und somit eingehalten werden können, was als Voraussetzung für ihre definitive gesetzliche Festlegung zu gelten hätte. Die z. Zt. vorliegenden Erhebungen und Analysen einer Reihe von Handelspräparaten durch J. F. Reith (Utrecht), P. K. Datta (Calcutta, Indien³³⁾) und O. Pauli (Urdingen) bestätigen schon mit hoher Wahrscheinlichkeit, daß diese Anforderungen eingehalten werden können.

Darüber hinaus sollen für einzelne Konservierungsmittel noch Sonderregelungen folgen, wobei die technischen Verfahren der Herstellung zu berücksichtigen sind. So wird es sinnvoll sein, für Benzoesäure einen Maximalgehalt an organisch gebundenem Chlor und an mehrker-nigen Säuren festzulegen, die von der Herstellung her enthalten sein könnten. Die Grenzzahlen und Prüfungsgrundsätze werden in Kürze als Mitteilung IV der „Kommission zur Prüfung der Lebensmittelkonservierung“ veröffentlicht werden.

Es verdient hervorgehoben zu werden, daß die Vorschriften der verschiedenen Arzneibücher der Länder, wie auch der „Pharmacopoea internationalis“, nur zum Teil verwendbar sind; zum anderen Teil gehen sie über das notwendige Maß entweder weit

hinaus (z. B. Ausschaltung von Spuren von Kochsalz) oder sind in mancher Hinsicht auch unzureichend. In diesem Zusammenhang verdient der Vorschlag von B. L. Oser³⁴⁾ besondere Beachtung, wonach eine sog. „Bromatopoe“ für alle Lebensmittel-Zusatzstoffe geschaffen werden soll, die ähnlich wie die Arzneibücher die Unterlage für die experimentelle Untersuchung der Zusatzstoffe bilden und einheitlich in allen Ländern angewandt werden soll.

Auf der 3. Sitzung des „Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives“ vom 1. bis 8. Dezember 1958 in Rom wurden für 15 antimikrobielle Stoffe und 16 Antioxydantien (einschließlich Synergisten) vorläufige Reinheitsanforderungen festgelegt, die im Laufe dieses Jahres veröffentlicht werden sollen.

Analytik der Lebensmittel-Zusatzstoffe

Es erscheint notwendig, Analysenmethoden für alle Lebensmittel-Zusatzstoffe auszuarbeiten und zu standardisieren. Für zugelassene Konservierungsmittel müssen Methoden zum qualitativen Nachweis und zur quantitativen Bestimmung vorliegen. Für die altherkömmlichen antimikrobiellen Stoffe darf diese Forderung als erfüllt angesehen werden, jedoch ist das Ziel der Standardisierung dieser Methoden auf internationaler Basis bisher noch nicht in Angriff genommen worden. Für neue bzw. neu zuzulassende Konservierungsmittel ist der Ausschluß „Antimikrobielle Stoffe“ der CIIA zu der Auffassung gekommen, daß die Genehmigung eines Stoffes die Ausarbeitung geeigneter analytischer Methoden zur Voraussetzung haben sollte. Diese Auffassung ist allerdings nicht unwidersprochen geblieben.

Aber auch nicht zulässige Konservierungsmittel sollten qualitativ und möglichst auch quantitativ bestimmbar sein. Welche der zahlreichen antimikrobiell wirkenden Stoffe heute oder in Zukunft ungesetzlich zur Lebensmittelkonservierung verwendet werden, ist natürlich noch unbekannt. Geeignete Nachweismethoden sollten durch den Staat bzw. von der staatlich geförderten Forschung, nicht aber der Lebensmittelwirtschaft, erarbeitet werden.

Positive Konservierungsmittel-Listen

Einheitlich ist man der Auffassung, daß nur sog. „positive Listen“ zugelassener Stoffe einen ausreichenden Schutz des Verbrauchers gewährleisten können. Dabei ist vorausgesetzt, daß jeder darin aufgeführte Stoff genauestens untersucht ist. Leider besteht noch keine Einhelligkeit darüber, welche Stoffe in den positiven Listen aufgeführt werden sollen.

Über viele Stoffe kann schon deshalb kein endgültiges Urteil abgegeben werden, weil noch keine ausreichenden Beurteilungsgrundlagen vorhanden sind. Beispielsweise sind für das in Deutschland viel gebrauchte Hexamethylen-tetramin noch langfristige Tierversuche nach neuzeitlichen Gesichtspunkten notwendig, die ein abschließendes Bild über eine etwaige cancerogene Wirkung geben können³⁵⁾. Auch ob die mutagene Wirkung dieses Stoffes bzw. des daraus entstehenden Formaldehyds unter den Verhältnissen beim Menschen zu erwarten ist, ist noch offen. Bei Nitrit — gebraucht als Bestandteil des Nitritpökelsalzes und als Konservierungsmittel — fehlen ebenfalls langfristige Tierversuche mit unterschwelligen Dosen, die nicht nur mit dem Ausgangsstoff, sondern auch mit den verschiedenen Umsetzungsprodukten des Nitrits, vor allem mit den Nitrit-Farbstoffverbindungen³⁶⁾ unternommen werden müßten. Für schwefelige Säure ist es erforderlich, Versuche über das Verhältnis von freiem zu gebundenem SO₂ über die Abspaltbarkeit von freiem aus gebundenem SO₂ unter Berücksichtigung verschiedener Bindungspartner und über die Toxizitätsunterschiede (auch in langfristigen Versuchen) zwischen der freien und der gebundenen

³⁴⁾ Dr. B. L. Oser (New York), persönl. Mittell., Dez. 1957. Vgl. auch B. L. Oser, Food, Drug and Cosmetic Law J. 12, 714 [1957].

³⁵⁾ Nach F. Watanabe u. S. Sugimoto (zit. bei W. Schmidt-Lorenz, Z. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch. 108, 423 [1958]) entstanden bei Injektion von Urotropin-Lösungen Sarkome.

³⁶⁾ S. W. Souci, Fleischwirtsch. 10, 452 [1958]. Kl. Möhler, Z. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch. 108, 20 [1958].

³¹⁾ J. F. Reith, Voeding en Hyg. 16, Nr. 9, 10 u. 11 [1955].

³²⁾ O. Högl, Unio Internat. contra Cancrum Acta 13, Nr. 2, 299 [1957].

³³⁾ Z. Zt. Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, München.

schwefligen Säure durchzuführen. Ähnlich liegen die Verhältnisse auch bei anderen Konservierungsstoffen³⁷⁾.

Wegen solcher Unsicherheiten konnte die Konservierungskommission der DFG bisher nur eine vorläufige Liste aufstellen, die in Mitteilung III³⁸⁾ veröffentlicht wurde (Tabelle 1).

	Bezeichnung	Tageshöchstmenge g	Höchstkonz. g/kg
1	Benzoessäure u. Natrium-Verb.	0,6	—
2	p-Hydroxy-benzoessäureäthylester u. Natrium-Verb.	folgt später	
3	p-Hydroxy-benzoessäurepropylester u. Natrium-Verb.	folgt später	
4	Ameisensäure u. Natrium-, Kallium- u. Calcium-Verb.	1,0	1,0
5	Schwefeldioxyd, Schweflige Säure, Natriumsulfit, Natriumhydrogensulfit, Kalliumhydrogensulfit, Natriumpyrosulfit, Kallumpyrosulfit	folgt später	
6	Sorbinsäure u. Natrium- und Calcium-Verb.	1,0	—

Nicht aufgeführt ist in dieser vorläufigen Liste der aus sauberm, nicht chemisch behandeltem oder mit Anstrichen versehenem Holz frisch hergestellte Rauch zum Räuchern von Lebensmitteln. Dieses Verfahren wird von der Kommission ebenfalls vorläufig als unbedenklich angesehen.

Andere wichtige Vorschlagslisten wurden aufgestellt von der Westeuropäischen Union (WEU) und der „Union Internationale contre le Cancer“ (UICC)³⁹⁾ sowie neuerdings vom Ständigen Europäischen Forschungsausschuss für den Schutz der Bevölkerung vor chronisch-toxischen Umweltschädigungen⁴⁰⁾. Die Unterschiede zwischen diesen verschiedenen Listen sind z. T. erheblich; bisweilen wurden geradezu widersprechende Beschlüsse gefaßt.

So wird für den Hydroxybenzoessäure-äthylester von der Konservierungskommission der DFG anerkannt, daß er innerhalb bestimmter Grenzen vorläufig als duldbar angesehen werden kann (ähnlich lauten die Beschlüsse der UICC und des „Ständigen europäischen Forschungsausschusses für den Schutz der Bevölkerung vor chronisch-toxischen Umweltschädigungen“), während die WEU die Ester der p-Hydroxybenzoessäure allgemein als „gefährlich für die Gesundheit“ bezeichnet.

Solche Unsicherheiten sollten so rasch wie möglich durch Übereinkunft zwischen allen beteiligten Kreisen beseitigt werden. Zunächst wird man sich damit begnügen müssen, nur eine vorläufige positive Liste auf internationaler Basis unter Berücksichtigung der bisher vorhandenen einzelnen Vorschlagslisten aufzustellen.

Anwendungstabellen

Mit der Aufstellung einer internationalen positiven Liste der Konservierungsstoffe wären aber noch nicht alle Notwendigkeiten erfüllt. Offen bleibt, welche Konservierungsmittel für welche Lebensmittel verwendet werden dürfen. Es läge nahe, dies, wie auch bei den Lebensmittelfarbstoffen, der Lebensmittelindustrie zu überlassen. Dagegen spricht aber, daß es sich bei Konservierungsmitteln um Stoffe mit

einer beachtenswerten physiologischen Wirkung handelt. Es muß daher Vorsorge getroffen werden, daß bei durchschnittlicher Nahrungszufuhr die für jedes Konservierungsmittel geltende Tageshöchstmenge in Summa nicht überschritten wird. Dies kann aber nur die Aufgabe des Staates sein, der die gleichzeitig zu erwartende Zufuhr des betreffenden Konservierungsmittels mit allen anderen Lebensmitteln in Rechnung zu stellen hat.

Auf Grund der vorstehenden Ausführungen müssen bei der Aufstellung der Anwendungstabelle (Anlage zur kommenden Konservierungsmittel-Verordnung) folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

1. Anerkennung der technischen Notwendigkeit jedes einzelnen Konservierungsverfahrens unter Anlegung strenger Maßstäbe,

2. Einhaltung der für das Konservierungsmittel vorgeschriebenen Tageshöchstmenge (unter Berücksichtigung der gesamten Tagesaufnahme aller mit dem gleichen Konservierungsmittel konservierten Lebensmittel),

3. Einhaltung der Höchstkonzentration im Lebensmittel (wenn lokale Reizwirkungen zu erwarten sind),

4. Einhaltung der technisch notwendigen Mindestkonzentration (= niedrigste Menge an Konservierungsmittel, die notwendig ist, um eine sichere Wirkung zu erzielen).

Aber selbst bei strenger Beachtung dieser Punkte bestehen noch zahlreiche Möglichkeiten für die Verteilung der zuzulassenden Konservierungsmittel auf die Lebensmittel. Der Ausschuß „Antimikrobielle Stoffe“ der CIIA schlägt deshalb vor, die Anwendungstabellen in allen Ländern möglichst gleichförmig zu gestalten.

Bezüglich der Darstellungsweise dürfte das in den Beschlüssen der CIIA wiedergegebene Tabellenschema⁴¹⁾ am geeignetsten sein, in dem die Konservierungsmittel zu den Lebensmitteln koordiniert sind, so daß aus den einzelnen Feldern ersehen werden kann, welche Konservierungsmittel unzulässig sind, bzw. in welchen Höchstkonzentrationen ein Konservierungsmittel angewendet werden darf.

Das Schema soll nach den Beschlüssen der CIIA so verstanden werden, daß nur das Recht der Wahl eines bestimmten Konservierungsmittels für das betreffende angegebene Lebensmittel besteht. Es darf also hiernach nur eines der zulässigen Konservierungsmittel verwendet werden. Wenn dagegen Kombinationen mehrerer Konservierungsmittel erlaubt werden sollen, so sollte dies ausdrücklich erwähnt werden. Eine solche Erlaubnis darf aber nur dann gegeben werden, wenn experimentell nachgewiesen ist, daß durch die Kombination eine echte Potenzierung der Wirkung oder eine Verbreiterung des „Wirkungsspektrums“, nicht aber nur eine Summierung der Effekte, hervorgerufen wird. Für diesen Fall wird vorgeschlagen, als Berechnungssystem die Forderung zu erheben, daß die prozentualen Anteile der einzelnen Höchstmengen zusammen 100% nicht überschreiten dürfen⁴¹⁾.

Auch die Forderung einer Verminderung der Anwendungsmengen auf eine niedrigere Gesamtzahl, z. B. 75%, erschiene bei Kombinatoren — im Hinblick auf ihre potenzierende Wirkung — vertretbar.

Für ein bestimmtes Lebensmittel sollten nicht mehr Konservierungsmittel zugelassen werden als nötig. Wenn später ausreichende experimentelle Arbeiten ergeben, welches das beste Konservierungsverfahren ist, wird es sogar

³⁷⁾ Eine Übersicht über die neueste toxikologische Literatur bezüglich einer etwaigen cancerogenen Wirkung von Konservierungsmitteln und Antioxydantien gibt H. van Genderen, *Unio Internationalis contra Cancrum Acta* 13, Nr. 2, 357 [1957].

³⁸⁾ Mitteilung III der „Kommission zur Prüfung der Lebensmittelkonservierung“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft vom 24. Juni 1958; herausgeg. von der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

³⁹⁾ Wiedergegeben bei S. W. Souci, *Dtsch. Lebensmittel-Rdsch.* 54, 317 [1958].

⁴⁰⁾ 4. Sitzung am 6.–8. Okt. 1958 bei Montecatini (Italien), Veröffentlichung in Vorbereitung.

⁴¹⁾ Beispiel: Sind zur Konservierung eines bestimmten Lebensmittels 1200 mg/kg Sorbinsäure bzw. 2000 mg/kg Benzoessäure zulässig, so können im Falle ihrer gemeinsamen Verwendung beispielsweise maximal folgende Mengen zugesetzt werden:

Sorbinsäure 900 mg/kg... = 75 % der Höchstmenge
+ Benzoessäure 500 mg/kg... = 25 % der Höchstmenge
100 %

angezeigt sein, überhaupt auf die Zulassung mehrerer Konservierungsmittel für dieses Lebensmittel zu verzichten und nur noch das beste zu genehmigen.

Da für die oben unter Nr. 4 genannte Voraussetzung noch keine ausreichenden Grundlagen vorhanden sind, ist es derzeit noch notwendig, empirische Erfahrungen

der Praxis mit zu verwerten, obgleich die hieraus sich ergebenden Konzentrationsangaben im einen oder anderen Fall einen höheren Sicherheitsfaktor beinhalten dürften, als an sich notwendig wäre. Später sollten Ergebnisse experimenteller Untersuchungen an die Stelle der Praxiserfahrungen treten. Eingegangen am 17. November 1958 [A 929]

Über den DDT-Gehalt menschlichen Fettes

Von Prof. Dr. H. MAIER-BODE

Pharmakologisches Institut der Universität Bonn

Ein verbessertes Analysenverfahren zeigt, daß der DDT- + DDE-Gehalt von 21 Proben in jedem Falle unter 10 mg/1 kg Fett lag. Biologische Vergleichsversuche bestätigen die Analysenergebnisse. Die Werte liegen wesentlich niedriger als ältere USA-Ergebnisse.

Die Verabreichung DDT enthaltenden Futters über längere Zeiträume führt beim Tier bekanntlich zu einer Speicherung des Insektizids im Fett und in den Lipoiden. Man darf deshalb annehmen, daß auch das von *Mattson, Spillane, Baker* und *Pearce*¹⁾ im Fett von Einwohnern der USA analytisch ermittelte DDT — zum mindesten in den meisten Fällen — aus deren Nahrung stammt. Die Autoren haben unter 50 menschlichen Fett-Proben aus verschiedenen Gegenden der USA nur zwei gefunden, in denen DDT (Dichlor-diphenyl-trichloräthan) oder DDE (Dichlor-diphenyl-dichloräthylen) nicht nachweisbar war. 31 Fette enthielten zwischen 2 und 9 ppm, 14 Fette zwischen 10 und 59 ppm und 3 Fette sogar zwischen 60 und 79 ppm DDT + DDE. Das gefundene DDE ist durch Abspaltung von Chlorwasserstoff aus DDT entstanden.

Es erhebt sich die Frage, ob sich aus diesen USA-Ergebnissen Schlüsse auf unsere europäischen Verhältnisse ziehen lassen und ob tatsächlich „in Großstädten kaum eine Leiche sezziert wird, in deren Fettgewebe man nicht DDT finden würde“ (*Eichholtz*²⁾). Dabei müssen selbstverständlich Sonderfälle unberücksichtigt bleiben, wie etwa der des Arbeiters in einem DDT-Formulierungsbetrieb der USA, in dessen Fett 249 ppm DDT + DDE gefunden worden sind³⁾, oder die von *Hertel*³⁾ beschriebene DDT-Intoxikation eines deutschen Bunkerwartes, der ohne jegliche Schutzvorrichtung im fensterlosen Bunker jahrelang DDT verstaubt hat und in dessen Organen nach seinem Tode sogar Abscheidungen von DDT-Kristallen festgestellt worden sind. Derartige Fälle sind ungewöhnlich und durch geeignete vorbeugende Schutzmaßnahmen in den betreffenden Betrieben vermeidbar. Uns interessiert viel mehr die Frage, ob die im Fett des normalen europäischen Menschen etwa vorhandene DDT-Menge so groß ist, daß unter gewissen Umständen (Mobilisierung des Depotfettes z. B. bei akutem Nahrungsentzug, Infektionskrankheiten oder bösartigen Geschwülsten) Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit befürchtet werden müssen. Als Beitrag zu ihrer Beantwortung haben wir — Anregungen von *W. Schulemann* und *O. R. Klimmer* folgend — Untersuchungen an Fettproben von Menschen aus dem Gebiete der Deutschen Bundesrepublik vorgenommen.

Zum Analysenverfahren

Dabei erwies sich die Überprüfung des amerikanischen Analysenverfahrens als wünschenswert. *Mattson* und Mitarbeiter¹⁾ haben nämlich einen Gehalt an 0,7 bzw. 0,6 und 1,0 ppm DDT + DDE in den Fetten von drei Personen gefunden, die bereits gestorben

waren (1938, 1940), bevor DDT überhaupt in der Schädlingsbekämpfung verwendet wurde, die also gar kein DDT enthalten konnten. Diese Fehler rühren anscheinend daher, daß das in der sog. *Davidow-Kolonne*⁴⁾ vom Fett befreite DDT noch Verunreinigungen enthält, welche bei der anschließenden kolorimetrischen DDT-Bestimmung nach *Schechter* und *Haller*⁵⁾ DDT und DDE vortäuschen. Jedenfalls konnten wir durch Anwendung von Kieselgur-Schwefelsäure, Aluminiumoxyd und Natriumcarbonat als Füllung der *Davidow-Kolonne* an Stelle von Kieselgur-Schwefelsäure allein (wie von *Mattson* und Mitarbeitern benutzt) erreichen, daß in DDT-freien Fetten (z. B. im Schweinefett aus einem Bauernhof, in dem grundsätzlich weder chemische Pflanzenschutzmittel noch Kunstdünger angewendet und Futtermittel von auswärts nicht zugekauft werden, ferner in Margarine „Rama“ und in „Palmin“) tatsächlich 0 ppm DDT + DDE gefunden wurden.

Mit dieser Variation der Kolonnenfüllung und einigen weiteren, aber weniger wesentlichen Abänderungen konnte das von *Mattson* und Mitarbeitern beschriebene Analysenverfahren¹⁾, wie eine größere Anzahl Kontrollanalysen zeigte, für unsere Zwecke verwendet werden.

Ergebnisse

Analysiert wurden 9 Fettproben aus dem Sektionsmaterial eines westdeutschen Pathologischen Universitäts-Instituts (A) und 9 Proben aus einem süddeutschen gleichartigen Institut (B). Dazu kamen 3 weitere Fettproben, die in einer westdeutschen Chirurgischen Klinik (C) bei Operationen entnommen worden waren. Insgesamt wurden also 21 Fettmuster analysiert. Sie waren verschiedener Herkunft: Nierenkapsel-, Netz- und Darmfett. Tabelle 1 läßt erkennen, daß mit Ausnahme von 2 Fetten alle Proben DDT enthielten, die überwiegende Mehrzahl aber (16

Gehalt an DDT + DDE im Fett ppm	Zahl der Fettmuster aus den Bereichen				Beruf und Alter der Personen
	A	B	C	Insgesamt	
0,0	—	2	—	2	Rentner 67; Hausfrau 59
0,4–1,2	2	—	1	3	Landwirt 37; unbekannt; Korbmacher 45
1,3–1,9	4	5	2	11	Winzer 51; Landwirt 75; Landwirt 63; unbekannt; kaufmänn. Angest. 67; Schulmädchen 7; Hausfrau 75; Gutsbesitzer 53; Rentner 62; unbekannt 75; unbekannt
2,0–3,8	1	2	—	3	Hausfrau 77; kaufmänn. Angest. 67; Lehrer 87
5,3	1	—	—	1	unbekannt 43
10,0	1	—	—	1	Rentner 91
0,0–10,0	9	9	3	21	

Tabelle 1
Ergebnisse der DDT-Analyse in 21 deutschen menschlichen Fetten

¹⁾ A. M. Mattson, J. T. Spillane, C. Baker u. G. W. Pearce, Analyt. Chem. 25, 1065 [1953].

²⁾ F. Eichholtz: Die toxische Gesamtsituation auf dem Gebiete der menschlichen Ernährung, Springer-Verlag, 1956. Vom Streit der Gelehrten, G. Braun-Verlag, Karlsruhe 1958.

³⁾ H. Hertel, Dtsch. Arch. klin. Med. 199, 256 [1952].

⁴⁾ B. Davidow, Ass. of. Off. Agric. Chemists 33, 130 [1950].

⁵⁾ M. S. Schechter, S. B. Soloway, S. B. Hayes u. H. L. Haller, Ind. Engng. Chem., Analyt. Ed. 17, 704 [1945].