

## Unterrichtung durch die Bundesregierung

### Bericht der Bundesregierung über die Behandlung von Lebensmitteln mit ionisierenden Strahlen

#### Inhaltsübersicht

	Seite
<b>1. Einleitung</b> .....	3
<b>2. Technische Aspekte der Lebensmittelbestrahlung</b> .....	3
2.1 Prinzip .....	3
2.2 Bestrahlungsanlagen .....	3
<b>3. Anwendungsmöglichkeiten</b> .....	4
3.1 Keimhemmung .....	4
3.2 Reifungsverzögerung .....	4
3.3 Insekten- und Parasitenbekämpfung .....	4
3.4 Pasteurisierung .....	4
3.5 Sterilisierung .....	4
<b>4. Die Beurteilung der Lebensmittelbestrahlung</b> .....	4
4.1 Die Beurteilung durch internationale Organisationen .....	4
4.2 Wissenschaftlicher Lebensmittelausschuß bei der EG-Kommission ....	5
4.3 Deutsche Forschungsgemeinschaft und Bundesgesundheitsrat .....	5
<b>5. Verfahren zur Identifizierung strahlenbehandelter Lebensmittel</b> .....	6
5.1 Überblick über die Entwicklung von Nachweisverfahren seit 1970 ....	6
5.2 Spezielle Nachweisverfahren .....	6
<b>6. Weiterentwicklung von alternativen Verfahren der Konservierung</b> ..	8
6.1 Allgemeine Verfahren .....	8
6.2 Verfahren zur Entkeimung von Gewürzen .....	9

	Seite
<b>7. Zulassungspraxis und praktische Anwendung der Lebensmittelbestrahlung</b> .....	11
7.1 Die Situation in der Bundesrepublik Deutschland .....	12
7.2 Die Situation in der Deutschen Demokratischen Republik .....	12
7.3 Die Situation in den Mitgliedstaaten der Gemeinschaft .....	13
<b>8. Stand der Diskussion der Zulassung der Lebensmittelbestrahlung in der Gemeinschaft</b> .....	13

## 1. Einleitung

Der Deutsche Bundestag hat in seiner 176. Sitzung am 16. November 1989 im Rahmen des Antrags der Abgeordneten Frau Saibold und der Fraktion DIE GRÜNEN betr. „Radioaktive Bestrahlung von Lebensmitteln“ — Drucksache 11/1745 vom 1. Februar 1988 und 11/4421 vom 26. April 1989 — die Bundesregierung um einen Bericht ersucht über

- die Beurteilung der Lebensmittelbestrahlung seitens bestimmter internationaler Organisationen,
- die Weiterentwicklung von alternativen Methoden der Konservierung,
- die Nachweismöglichkeiten der Bestrahlung,
- die internationale Praxis der Bestrahlung,
- die Einfuhr von Produkten, bei denen häufig Bestrahlung praktiziert wird,
- die Feststellung der Kapazität der in der Bundesrepublik Deutschland installierten einschlägigen Anlagen, die für die Durchführung einer Lebensmittelbestrahlung geeignet wären und
- den Stand der Diskussion über die radioaktive Bestrahlung von Lebensmitteln in den anderen EG-Mitgliedstaaten, der EG-Kommission und im Rat.

Zu Fragen der Lebensmittelbestrahlung hat sich die Bundesregierung wiederholt geäußert.

In der Bundesrepublik Deutschland ist das Behandeln von Lebensmitteln mit ionisierenden Strahlen und das Inverkehrbringen von mit ionisierenden Strahlen behandelten Lebensmitteln durch das Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz (LMBG) verboten.

Von der in dem Gesetz eingeräumten Möglichkeit, die Bestrahlung von Lebensmitteln zuzulassen — sei es durch Rechtsverordnung oder im Wege der Erteilung von Ausnahmegenehmigungen — wird außer für Kontroll- und Meßzwecke durch die Lebensmittel-Bestrahlungs-Verordnung vom 19. Dezember 1959 i. d. F. der Anpassungsverordnung vom 16. Mai 1975 kein Gebrauch gemacht.

## 2. Technische Aspekte der Lebensmittelbestrahlung

### 2.1 Prinzip

Die Strahlenbehandlung ist ein physikalisches Verfahren, bei dem man auf das Lebensmittel energiereiche, ionisierende Strahlen einwirken läßt. Es kommen nur solche Arten ionisierender Strahlen in Betracht, die nicht in der Lage sind, eine künstliche Radioaktivität in dem bestrahlten Gut zu erzeugen. Dies sind Gammastrahlen, wie sie von Kobalt-60- oder Caesium-137-Quellen ausgesandt werden, Elektronenstrahlen mit einer Maximalenergie von 10 Megaelek-

tronenvolt (MeV) und Röntgenstrahlen mit einer Maximalenergie von 5 MeV.

### 2.2 Bestrahlungsanlagen

In der Praxis kommen überwiegend Gammastrahlen mit Kobalt-60- und Caesium-137-Quellen, sowie in geringerem Umfang Elektronenstrahlen zur Anwendung. Die Elektronenstrahlen werden in verschiedenen Typen von Elektronenbeschleunigern erzeugt.

Zwischen den beiden Strahlenarten bestehen hinsichtlich ihrer Eindringtiefe in das Bestrahlungsgut und hinsichtlich der Dosisleistung, d. h. der in der Zeiteinheit erbringbaren Energiedosis, wesentliche Unterschiede. So ist die Eindringtiefe von Elektronenstrahlen im Gegensatz zu der von Gammastrahlen auf wenige Zentimeter begrenzt, die Energiedosisleistung von Elektronenstrahlen hingegen um ein Vielfaches höher als die der Gammastrahlung der Isotope Kobalt-60 und Caesium-137.

Bei der typischen Konstruktion einer Bestrahlungsanlage wird das zu bestrahlende Gut mittels einer Fördereinrichtung in dem von Betonwänden umschlossenen Bestrahlungsraum bewegt, in diesem um die Isotopenquellen herum oder durch den Elektronenstrahl hindurch gefahren. Für spezielle Anwendungen sind auch andere Konstruktionsprinzipien möglich. Bedingt durch die hohe Energiedosisleistung von Elektronenbeschleunigern verläßt das bestrahlte Gut eine Elektronenbestrahlungsanlage bereits nach wenigen Minuten, während die Aufenthaltsdauer des zu bestrahlenden Materials im Feld von Gammastrahlen je nach Stärke der Strahlenquelle und gewünschter Energiedosis mehrere Stunden beträgt.

Nach Angaben der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) werden Lebensmittel weltweit in insgesamt 28 Bestrahlungsanlagen verschiedenen Typs zu gewerblichen Zwecken bestrahlt. 27 weitere Anlagen sollen sich im Bau oder in fortgeschrittener Planung (Stand: Januar 1988) befinden.

Von den 28 Bestrahlungsanlagen befinden sich 16 Anlagen in Europa und zwar in Belgien (1 Anlage), Finnland (1 Anlage), Frankreich (4 Anlagen), der Deutschen Demokratischen Republik (3 Anlagen), in Jugoslawien (2 Anlagen), den Niederlanden (2 Anlagen), in Norwegen (1 Anlage), Ungarn (1 Anlage) und in der UdSSR (1 Anlage).

In der Bundesrepublik Deutschland sind sechs Gammabestrahlungsanlagen sowie drei Elektronenbestrahlungsanlagen bekannt, bei denen von ihrer Bauart her eine Bestrahlung von Lebensmitteln möglich ist. Alle Gammabestrahlungsanlagen sind mit dem Radioisotop Kobalt-60 als Strahlenquelle ausgerüstet. Es handelt sich um Bestrahlungsanlagen, die im wesentlichen zur Sterilisierung von medizinischen oder

medizinisch-pharmazeutischen Produkten eingesetzt werden. In einzelnen Fällen werden zur Ausfuhr bestimmte Lebensmittel behandelt (siehe Abschnitt 7.1).

Die Standorte für die Gammabestrahlungsanlagen sind Allershausen, Hamburg (2 Anlagen), Melsungen, Rommelshausen und Wiehl. Die Elektronenstrahlanlagen befinden sich in Bruchsal, Wedel und Wiehl.

### 3. Anwendungsmöglichkeiten

Die Strahlenwirkung auf ein Lebensmittel hängt von der von dem bestrahlten Gut aufgenommenen Energiedosis ab. Diese wird in Gray (Gy) bzw. Kilogray (kGy) angegeben. Die Einheit 1 Gray entspricht dem von einem Kilogramm Materie aufgenommenen Energiebetrag von 1 Joule.

Die Strahlenbehandlung mit Energiedosen von etwa 0,02 bis 50 Kilogray (kGy) kann vielfältige biologische Vorgänge beeinflussen. Je nach der vom Bestrahlungsgut aufgenommenen Energiedosis können verschiedene Wirkungen erzielt werden wie:

#### 3.1 Keimhemmung

Mit einer Energiedosis von etwa 0,03 bis 0,2 Kilogray kann das Auskeimen von z. B. Kartoffeln, Zwiebeln oder Knoblauch während ihrer Lagerung verhindert werden. Dies beruht darauf, daß Dosiswerte in diesem Bereich eine Zellteilung verhindern.

#### 3.2 Reifungsverzögerung

Durch geeignete Wahl einer entsprechenden Energiedosis zwischen 0,1 und 1 Kilogray kann bei bestimmten Früchten eine Verzögerung des Nachernte-Reifungsprozesses erzielt werden. Dies wirkt sich z. B. bei Äpfeln oder Tomaten, vor allem aber bei tropischen und subtropischen Früchten wie Mangos, Papayas und Bananen günstig auf die Lagerfähigkeit aus. Wirkungsvoll ist auch die Bestrahlung von Zuchtchampignons, durch die der Pilz über längere Zeit geschlossen bleibt.

#### 3.3 Insekten- und Parasitenbekämpfung

Mit Energiedosen von etwa 1 Kilogray werden Insekten in jeder Phase ihres Lebenszyklus abgetötet. Geringere Dosen bewirken, daß die Insekten nicht mehr fortpflanzungsfähig sind. Die Bestrahlung kann somit zur Bekämpfung von Schadinsekten bei der Lagerung von z. B. Getreide, Getreideprodukten oder Trockenfrüchten eingesetzt werden. Die Bestrahlung mit Energiedosen dieses Bereiches ist auch zur Bekämpfung von Parasiten wie Trichinen in frischem Schweinefleisch geeignet.

#### 3.4 Pasteurisierung

Energiedosen von etwa 1 bis 10 Kilogray bewirken eine der Hitzepasteurisierung vergleichbare teilweise Abtötung von Mikroorganismen. Damit wird eine begrenzte Verlängerung der Haltbarkeit der bestrahlten Lebensmittel erreicht. Pathogene Organismen und nicht sporenbildende Organismen mit Ausnahme der Viren können praktisch vollständig abgetötet werden. Die Strahlenbehandlung mit Energiedosen dieses Bereiches kann deshalb vor allem der Beseitigung von Krankheitserregern auf Lebensmitteln, z. B. von Salmonellen auf Geflügelfleisch, dienen.

#### 3.5 Sterilisierung

Durch eine Strahlenbehandlung mit Energiedosen von etwa 30 Kilogray und höher läßt sich eine Sterilisierung, d. h. eine Abtötung von Mikroorganismen und Viren erreichen.

### 4. Die Beurteilung der Lebensmittelbestrahlung

Bei dem Durchgang ionisierender Strahlen durch ein Lebensmittel werden Ionen, angeregte Moleküle und freie Radikale gebildet. Letztere sind überwiegend instabil und reagieren untereinander oder mit anderen Molekülen zu einer Vielzahl von sogenannten radiolytischen Produkten. Die Strahlenbehandlung von Lebensmitteln wurde daher eingehend wie wohl kein anderes Behandlungsverfahren hinsichtlich einer möglichen gesundheitlichen Gefährdung des Verbrauchers geprüft. Im Jahre 1969 wurde das „Internationale Projekt auf dem Gebiet der Lebensmittelbestrahlung“ (IFIP) mit Sitz bei der Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Karlsruhe, gegründet, das bis 1983 von 24 Staaten, darunter der Bundesrepublik Deutschland, gemeinsam finanziert wurde. Im Rahmen dieses Projektes wurden Untersuchungsmethoden speziell zur Prüfung von mit ionisierenden Strahlen behandelten Lebensmitteln auf die Anwesenheit mutagener oder carcinogener radiolytischer Produkte entwickelt und Aufträge für tierexperimentelle Untersuchungen an wissenschaftliche Institute vergeben. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in IFIP-Berichten und wissenschaftlichen Publikationen wiedergegeben.

#### 4.1 Die Beurteilung durch internationale Organisationen

Im November 1980 hat in Genf ein von der Weltgesundheitsorganisation (WHO), der Welternährungsorganisation (FAO) und der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) der Vereinten Nationen eingesetzter Gemeinsamer Expertenausschuß (JECFI) getagt und die Untersuchungsergebnisse ausgewertet. Der Ausschuß kam zu dem Ergebnis, daß mit einer Energiedosis von bis zu 10 Kilogray behandelte Lebensmittel keinen toxikologischen Bedenken begegnen. Angesichts der Fülle der vorliegenden Daten vertrat der Ausschuß des weiteren die Auffassung, daß

weitere toxikologische Untersuchungen in dem Dosisbereich bis 10 Kilogray nicht mehr erforderlich seien.

Aufgrund dieser Beurteilung durch den Internationalen Expertenausschuß verabschiedete die FAO/WHO Codex Alimentarius Kommission im Jahre 1983 „Internationale Richtlinien für den Betrieb von Anlagen für die Lebensmittelbestrahlung“ sowie einen „Allgemeinen Standard für bestrahlte Lebensmittel“, in dem den Mitgliedstaaten die generelle Zulassung der Lebensmittelbestrahlung bis zu einer Energiedosis von 10 Kilogray empfohlen wurde. Lediglich die Bundesrepublik Deutschland und Österreich stimmten gegen die Annahme dieses Standards, mit dem die Weltgesundheitsorganisation, die Welternährungsorganisation und die Internationale Atomenergie-Organisation ihre grundsätzliche Befürwortung der Nutzung der Lebensmittelbestrahlung zum Ausdruck gebracht haben.

Die befürwortende Haltung der Weltgesundheitsorganisation zur Lebensmittelbestrahlung, die von FAO und IAEO geteilt wird, ist in Publikationen niedergelegt. Die Weltgesundheitsorganisation betrachtet das Verfahren als unbedenklich, sofern die bei der Bestrahlung aufgenommene Energiedosis 10 Kilogray nicht übersteigt, und als förderungswürdig. So heißt es in einer Pressemitteilung („In Point of Fact“ No. 40/1987):

„Die Weltgesundheitsorganisation schätzt die Lebensmittelbestrahlung als ein Verfahren ein, das die Möglichkeit schafft, den Vorrat an gesunden Lebensmitteln zu erhöhen und das somit zur Verbesserung der gemeinsamen gemeindenahen gemeinschaftlichen Gesundheitsversorgung beiträgt“. Die Weltgesundheitsorganisation fördere die praktische Nutzung der Strahlenbehandlung von Lebensmitteln vor allem in Ländern, in denen der Lebensmittelverderb hoch sei und die hygienischen Verhältnisse sich auf einem niedrigen Stand befinden würden.

Die Förderung der Nutzung der Lebensmittelbestrahlung haben die internationalen Organisationen auch durch die gemeinsame Einberufung einer Konferenz über „Akzeptanz, Kontrolle und Handel mit bestrahlten Lebensmitteln“ deutlich gemacht. Die Konferenz tagte vom 12. bis 16. Dezember 1988 in Genf. Vorrangiges Ziel dieser Konferenz war die Akzeptanz bestrahlter Lebensmittel und die Beseitigung von Handelshemmnissen im internationalen Handel mit bestrahlten Lebensmitteln.

#### **4.2 Wissenschaftlicher Lebensmittelausschuß bei der EG-Kommission**

Der Wissenschaftliche Lebensmittelausschuß (SCF) hat zu der Strahlenbehandlung von Lebensmitteln eine ausführliche Stellungnahme abgegeben, die in der Berichtreihe „Ernährungswissenschaft und Verfahren der Nahrungsmittelherstellung“ der Kommission der Europäischen Gemeinschaften veröffentlicht ist. Der Ausschuß hat danach nach eingehender Prüfung festgestellt, daß die toxikologischen Studien keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen der

Aufnahme strahlenbehandelter Lebensmittel zeigen würden. Er kam dennoch zu dem Ergebnis, daß nur solche Lebensmittelgruppen für eine Strahlenbehandlung zugelassen werden sollten, die nicht nur unter streng toxikologischen Gesichtspunkten, sondern auch aus chemischer, mikrobiologischer, ernährungsphysiologischer und technologischer Sicht für eine derartige Behandlung geeignet sind. Er nannte in seinem Bericht acht Lebensmittelgruppen, bei denen nach seiner Auffassung eine Strahlenbehandlung mit bestimmten, von ihm ebenfalls genannten Energiedosen, keinen gesundheitlichen Bedenken begegnet. Diese sind: Obst; Gemüse; Getreide; Stärkehaltige Knollen; Gewürze und Gewürzubereitungen; Fisch und Schalentiere; Frisches Fleisch; Geflügel.

#### **4.3 Deutsche Forschungsgemeinschaft und Bundesgesundheitsrat**

In der Bundesrepublik Deutschland haben sich die Senatskommission zur Prüfung von Lebensmittelinhalts- und -zusatzstoffen der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Bundesgesundheitsrat zu Fragen der Lebensmittelbestrahlung geäußert.

Die Senatskommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft schloß sich in ihrer Sitzung vom 12./13. Mai 1981 der von dem Gemeinsamen FAO/IAEO/WHO-Expertenausschuß abgegebenen gesundheitlichen Bewertung der Lebensmittelbestrahlung an. Sie sah in Kenntnis neuerer Ergebnisse zur Konservierung von Lebensmitteln durch Behandlung mit ionisierenden Strahlen in diesem Verfahren eine für bestimmte Lebensmittel brauchbare Konservierungsmethode. Zur besonderen Frage einer Behandlung von Gewürzen mit ionisierenden Strahlen empfahl sie die Zulassung bei einer Energiedosis bis zu 10 Kilogray.

Der Bundesgesundheitsrat hat am 12. Oktober 1983 zu Fragen der Lebensmittelbestrahlung ein Votum erstatet. Danach bestehe in der Bundesrepublik Deutschland für die Zulassung der Behandlung von Lebensmitteln mit ionisierenden Strahlen allgemein keine Notwendigkeit. Die gegenwärtig angewendeten Verfahren zur Haltbarmachung würden, wie die Erfahrung zeige, in der Regel ausreichen, um den Verbraucher vor gesundheitlichen Gefahren durch mikrobielle Kontamination beim Verzehr von Lebensmitteln zu schützen. Die Behandlung bestimmter Lebensmittelgruppen mit ionisierenden Strahlen zur Keimreduktion oder zu anderen Zwecken bedürfe in jedem Einzelfall der Prüfung, ob eine solche Behandlung notwendig sei, wobei dazu erwiesen sein müsse, daß die Bestrahlung den bisher angewendeten Verfahren auch unter gesundheitlichen Gesichtspunkten deutlich überlegen ist und die Bestrahlung eine empfehlenswerte Alternative darstellt. Zu der speziellen Frage der Zulassung einer Strahlenbehandlung von Gewürzen äußerte sich der Bundesgesundheitsrat dahingehend, daß er nach Abwägen aller Argumente dagegen keine Bedenken habe. Das Votum des Bundesgesundheitsrates ist dem Bericht als Anlage 1 beigefügt.

## 5. Verfahren zur Identifizierung strahlenbehandelter Lebensmittel

### 5.1 Überblick über die Entwicklung von Nachweisverfahren seit 1970

Die Diskussion über die Möglichkeit der gewerbsmäßigen Anwendung der Behandlung von Lebensmitteln mit ionisierenden Strahlen sowie toxikologische Aspekte bewirkten, daß auch mit der Entwicklung von Methoden für den Nachweis einer Strahlenbehandlung von Lebensmitteln begonnen wurde. Die Kommission der Europäischen Gemeinschaft, die zu Beginn der siebziger Jahre damit begann, allgemeine gemeinschaftsrechtliche Bestimmungen für die Bestrahlung von Lebensmitteln sowie spezielle Bestimmungen für die Bestrahlung von Kartoffeln vorzubereiten, veranstaltete in den Jahren 1970 und 1973 zwei Kongresse, deren Thema ausschließlich die Entwicklung von Verfahren zur Identifizierung strahlenbehandelter Lebensmittel war. Trotz mannigfaltiger Ideen waren die Bemühungen um die Entwicklung praktikabler Nachweisverfahren jedoch zunächst ohne Erfolg.

Im Bundesgesundheitsamt wurde Anfang der 80er Jahre mit den Arbeiten zur Entwicklung von Verfahren zur routinemäßigen Erkennung bestrahlter Lebensmittel begonnen. Sie führten dazu, daß im Jahre 1983 die erste Arbeit über die Erkennung von bestrahlten Gewürzen und Trockengemüsen mit Hilfe der Chemilumineszenz- und Thermolumineszenztechnik publiziert werden konnte. Die Verfahren wurden am Bundesgesundheitsamt und mit Hilfe eines vom Bundesministerium für Jugend, Familie und Gesundheit geförderten Forschungsvorhabens für die routinemäßige Kontrolle weiterentwickelt und in der Amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 des Lebensmittel- und Bedarfsgegenstandesgesetzes veröffentlicht. Damit ist die Bundesrepublik Deutschland der erste Staat, in dem mit offiziell anerkannten Nachweisverfahren die Kontrolle bestimmter bestrahlter Lebensmittel durchgeführt werden kann.

Im Jahre 1986 veranstaltete das Regionalkomitee Europa der Weltgesundheitsorganisation zusammen mit dem Bundesgesundheitsamt eine Arbeitstagung in Neuherberg, auf der in einem Erfahrungsaustausch die Identifizierungsmöglichkeiten für eine möglichst breite Palette von bestrahlten Lebensmitteln diskutiert wurden. Die Tagung wurde vom Bundesministerium für Jugend, Familie und Gesundheit finanziert. Sie gab Anstoß für weitere Aktivitäten in diesem Forschungsbereich.

Der Forschungsbedarf wird auch von den internationalen Organisationen anerkannt. So hat die Gemeinsame Kommission der Welternährungsorganisation und der Internationalen Atomenergie-Organisation ein Forschungsprogramm entwickelt, das die Forschungsarbeiten von etwa 16 Laboratorien auf diesem Gebiet koordiniert. In der Gemeinschaft ist das Referenz-Büro der EG-Kommission (BCR) bestrebt, die Forschungsaktivitäten in der Gemeinschaft zu koordinieren. In der Bundesrepublik Deutschland sind das Bundesgesundheitsamt und die Bundesforschungsan-

stalt für Ernährung, Karlsruhe, an beiden Programmen beteiligt.

### 5.2 Spezielle Nachweisverfahren

Gegenwärtig gibt es kein Nachweisverfahren, das für alle Lebensmittel angewendet werden kann. Die Entwicklung einer universellen Nachweismethode dürfte in den nächsten Jahren auch nicht zu erwarten sein. Es sind jedoch eine Anzahl von speziellen Verfahren in der Entwicklung, mit denen die Möglichkeit der Überprüfung eines größeren Bereiches des Warenangebotes eröffnet werden dürfte.

Für die Beurteilung der routinemäßigen Anwendbarkeit eines Nachweisverfahrens sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

- Der gemessene Effekt muß strahlenspezifisch sein, d. h., er sollte möglichst nicht nach anderen Behandlungsmethoden oder bei der Lagerung des Lebensmittels auftreten.
- Der Schwellenwert, ab dem ein Produkt als bestrahlt identifiziert wird, muß sich genügend stark von den Meßwerten, die an unbestrahlten Produkten festgestellt werden, unterscheiden.
- Der Bestrahlungseffekt sollte über die gesamte, jeweils produktspezifische Lagerzeit des Lebensmittels nachweisbar sein.
- Der Bestrahlungseffekt sollte grundsätzlich auch eine Aussage über die Höhe der bei der Bestrahlung angewandten Energiedosis erlauben.

Die Mehrzahl dieser Kriterien werden durch die Lumineszenz-Techniken, die Elektronenspin-Resonanz-Technik und von den Nachweismethoden, die mit dem im bestrahlten Fettanteil von Lebensmitteln entstehenden Veränderungen geführt werden, erfüllt.

Bei der nachfolgenden Darstellung des Standes der Entwicklung von Nachweisverfahren werden die Forschungsaktivitäten des Bundesgesundheitsamtes besonders erwähnt, weil hier an diesem Forschungsbereich schwerpunktmäßig gearbeitet wird.

#### Messung der Thermolumineszenz

Die Messung beruht auf dem Effekt, daß ein nicht freigewordener, kleiner Anteil der von dem Lebensmittel aufgenommenen Strahlungsenergie als Licht ausgesandt wird, sobald das Erzeugnis erhitzt wird. Die Lumineszenzintensität wurde im Bundesgesundheitsamt an mehr als vierzig verschiedenen Gewürzen gemessen, in Abhängigkeit von der Strahlungsdosis und der Lagerzeit nach der Bestrahlung. Bei den Gewürzen, die für dieses Nachweisverfahren geeignet sind, konnte in den meisten Fällen eine Strahlenbehandlung mit einer Energiedosis von 10 Kilogray noch nach mehreren Wochen, in einigen Fällen noch nach einem Jahr nachgewiesen werden. Die Nachweismethode war auch in einem europäischen Ringversuch, an dem sich zehn Institutionen beteiligten, erfolgreich. Die Teilnehmer an dem Ringversuch mußten von 10 Gewürzsorten jeweils 5 Proben als bestrahlt

bzw. unbestrahlt identifizieren. Die Methode wurde in der Amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes veröffentlicht.

Die Technik der Thermolumineszenz wurde mittlerweile vom Bundesgesundheitsamt auch erfolgreich an Garnelen, Pilzen und Erdbeeren angewendet.

Eine Gruppe von Wissenschaftlern in Schottland konnte zeigen, daß bereits Spuren mineralischer Verunreinigungen in Gewürzen oder an Früchten nach der Bestrahlung häufig stärker zu dem Thermolumineszenzeffekt beitragen als die Früchte bzw. Gewürze selbst. Diese Ergebnisse konnten vom Bundesgesundheitsamt bestätigt werden. Damit eröffnet sich die Möglichkeit, die Thermolumineszenztechnik auf alle Früchte- und Gemüsesorten auszuweiten, da selbst ein gründlicher und kostenintensiver Reinigungsprozeß in aller Regel nicht in der Lage sein wird, die mineralischen Verunreinigungen an Früchten und Gemüse vollständig zu beseitigen. Die Untersuchungsergebnisse zeigen andererseits, daß diese Methode für die quantitative Messung der bei der Bestrahlung verwendeten Energiedosis nicht geeignet erscheint.

#### Chemilumineszenz

Die Chemilumineszenztechnik mißt die frei werdende Strahlungsenergie als Lichtimpuls nach Kontakt mit Wasser, unter Zugabe der lichtverstärkenden chemischen Substanz Luminol. Die meisten Untersuchungen wurden an bestrahlten Gewürzen und Trockengemüsen durchgeführt. Dabei zeigte sich, daß im Vergleich zur Thermolumineszenztechnik der Bestrahlungsnachweis bei nur wenigen Gewürzen möglich ist. Dies bestätigte auch ein europäischer Ringversuch, der vom Bundesgesundheitsamt organisiert wurde. Die Technik der Chemilumineszenz ergänzt jedoch in bestimmten Fällen die Thermolumineszenztechnik, da bei einigen Gewürzen, die nach einer Strahlenbehandlung ein sehr niedriges Thermolumineszenzsignal zeigen, mittels der Chemilumineszenztechnik die Bestrahlung gut nachweisbar ist. Die Methode wurde daher ebenfalls in der Amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes veröffentlicht.

Beide Lumineszenztechniken benötigen einen geringen analytischen Aufwand und verursachen nur geringe Kosten.

#### Elektronenspin-Resonanz (ESR)

Der Nachweis einer Strahlenbehandlung mit Hilfe der Elektronenspin-Resonanz beruht auf der Messung von freien Radikalen in festen Materialien. Wegen der Kurzlebigkeit der freien Radikale nach der Bestrahlung eignet sich die Messung mittels ESR als Nachweis dafür, daß ein Produkt bestrahlt worden ist, nur für bestimmte Lebensmittel. Zufriedenstellende Ergebnisse wurden bei Messungen an kalzifiziertem Material wie Knochen oder Muschelschalen erzielt.

Damit kann mit dieser Methode der gesamte Bereich von knochenhaltigem Fleisch erfaßt werden. Nach ersten Arbeiten erscheint zudem gesichert, daß die Technik desweiteren an Fischgräten einsetzbar ist. Messungen wurden auch an Samenkeimen und an Kernen von Früchten durchgeführt. Eine endgültige Beurteilung der Anwendungsmöglichkeiten dieser Methode ist derzeit noch nicht möglich.

Die Technik der Elektronenspin-Resonanz überzeugt durch ihre hohe Genauigkeit und Reproduzierbarkeit. Sie kann auch zur Abschätzung der aufgenommenen Energiedosis herangezogen werden. Das Bundesgesundheitsamt wird daher an der Weiterentwicklung dieses Verfahrens zur Identifizierung bestrahlter Lebensmittel arbeiten. Die ESR-Technik bedingt einen großen apparativen Aufwand und verursacht höhere Kosten.

#### Messung strahlenbedingter Veränderungen an Fetten

Durch den Bestrahlungsprozeß entstehen im Fettanteil von Lebensmitteln flüchtige Kohlenwasserstoffe, deren Art von der Fettzusammensetzung des Produktes, speziell dem Anteil der einzelnen Fettsäuren abhängig ist. Die Zusammensetzung der radiolytischen Produkte kann somit vorhergesagt werden, wenn die Fettsäureanteile des Fettes bekannt sind. Die ersten Arbeiten zum Nachweis derartiger flüchtiger Stoffe aus der Fettfraktion wurden bereits im Jahre 1970 durchgeführt. Seit etwa zwei Jahren werden wieder verstärkt Arbeiten durchgeführt, um mit dieser Methode bestrahlte Lebensmittel zu identifizieren. Die flüchtigen Kohlenwasserstoffe werden mit gaschromatographischen und massenspektrometrischen bzw. gaschromatographischen und HPLC-Methoden nachgewiesen. Von verschiedenen wissenschaftlichen Arbeitsgruppen konnte mit diesen Methoden eine Strahlenbehandlung von Hühnerfleisch und von Froschschenkeln nachgewiesen werden. Es wird erwartet, daß im Jahre 1991 Kontrollmessungen an Hühnerfleisch routinemäßig durchgeführt werden können. Weitere, am Bundesgesundheitsamt geplante Untersuchungen sollen zeigen, inwieweit sich die Methode für den Nachweis einer Strahlenbehandlung von fetthaltigen Lebensmitteln allgemein eignet.

#### Messung der Viskosität

Am Bundesgesundheitsamt wurden Viskositätsmessungen an Gewürzen und Trockengemüsen durchgeführt. An neun Gewürzen konnten Unterschiede zwischen der bestrahlten und unbestrahlten Probe festgestellt werden, wobei je nach Art des Gewürzes die Viskosität zu- oder abnehmen kann. Die Unterschiede zwischen den bestrahlten und unbestrahlten Proben erschienen jedoch in der Regel zu gering, als daß durch die Messung der Viskosität allein ein endgültiges Urteil darüber, ob die Probe bestrahlt wurde, abgegeben werden könnte. In Anbetracht der Einfachheit der Methode und der geringen Kosten könnte sie jedoch in Ergänzung zu anderen Nachweisverfahren eingesetzt werden.

**Messung des elektrischen Widerstandes**

Durch Messung des elektrischen Widerstandes konnte eine Strahlenbehandlung von Kartoffeln nachgewiesen werden. Die Methode erscheint einfach und in kurzer Zeit zu Ergebnissen zu führen. Vor einer Einführung dieser Methode in die routinemäßige Kontrolle müßte sie allerdings noch eingehend in einem Ringversuch geprüft werden.

**Bestimmung von o-Tyrosin**

Es konnte gezeigt werden, daß bei der Bestrahlung von eiweißhaltigen Lebensmitteln mit einem Gehalt an der Aminosäure Phenylalanin die chemische Substanz o-Tyrosin gebildet wird. In bestrahltem Hühnerfleisch konnte o-Tyrosin mit zwei verschiedenen chromatographischen Methoden nachgewiesen werden. Das Vorhandensein eines Gehaltes an o-Tyrosin in unbestrahlten Proben bedarf noch einer endgültigen Klärung. Im Bundesgesundheitsamt werden zur Zeit Untersuchungen durchgeführt.

**Messung strahlenbedingter Veränderungen der DNS**

Die durch eine Bestrahlung der Desoxyribonukleinsäure hervorgerufenen bekannten Veränderungen können mit verschiedenen Methoden gemessen werden. Mit chromatographischen Methoden wird versucht, spezifische Veränderungen, wie z. B. das bei der Bestrahlung entstehende Thyminglycol, nachzuweisen. Im Bundesgesundheitsamt werden zur Zeit entsprechende Untersuchungen durchgeführt. Es wird in diesem Zusammenhang auch die Frage zu klären sein, inwieweit derartige Schäden nicht auch bei einer längeren Lagerung von Lebensmitteln entstehen können.

**Bestimmung histologischer und morphologischer Veränderungen**

Derartige Methoden beruhen auf zum Beispiel Untersuchungen über die Sprossung bei Kartoffeln oder elektronenmikroskopische Untersuchungen an Kartoffeln und Zwiebeln. Diese Methoden sind bisher zu wenig untersucht worden, um ein Urteil über ihre routinemäßige Anwendbarkeit abgeben zu können.

**Bestimmung mikrobiologischer Veränderungen**

Veränderungen in der mikrobiologischen Kontamination von Lebensmitteln können als Indikatoren für eine Bestrahlung dienen. Die mikrobiologische Untersuchung eines Produktes kann damit andere Methoden unterstützen. Bereits die wenigen vorliegenden Studien lassen allerdings Zweifel an der Praktikabilität dieser Methode.

**6. Weiterentwicklung von alternativen Verfahren der Konservierung****6.1 Allgemeine Verfahren**

Die zur Behandlung von Lebensmitteln mit ionisierenden Strahlen alternativen Konservierungsverfahren können sowohl traditionelle als auch neue Verfahren sein.

Zu den traditionellen Verfahren zählen der Einsatz von chemischen Konservierungsmitteln, physikalische Verfahren der Haltbarmachung mit Hilfe hoher oder tiefer Temperaturen oder mit Hilfe einer veränderten Atmosphäre bei der Lagerung sowie die biologischen Verfahren der Fermentation von Lebensmitteln. Diese Verfahren unterliegen allgemein einer ständigen Weiterentwicklung, an der ebenso wie bei der Entwicklung neuer Konzepte wissenschaftliche Einrichtungen in der Bundesrepublik Deutschland beteiligt sind.

Das Institut für Mikrobiologie, Toxikologie und Histologie der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, hat das sogenannte Hürdenkonzept zur „milden“ Konservierung von Lebensmitteln der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) auf Einladung vorgestellt. Gegenwärtig wird dieses Konzept im Rahmen eines EG-Forschungsprojektes, an dem sich zehn europäische Länder beteiligen, weiterverfolgt. Die Entwicklung solcher alternativen Konzepte zur Lebensmittelkonservierung stellt auch einen der Schwerpunkte der Arbeiten des Instituts für Hygiene und Toxikologie der Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Karlsruhe, dar. Im Programm des Forschungsschwerpunktes „Biotechnologie im Ernährungsbereich“ ist der „Einsatz von Mikroorganismen/Enzymen bei der Bearbeitung von Rohstoffen und Vorprodukten für die Lebensmittelherstellung und für die biologische Konservierung“ als eine der zentralen Aufgaben enthalten. Zu untersuchen ist, inwieweit durch den Zusatz von ausgewählten „Schutzbakterien“ unter Beteiligung weiterer „unterstützender“ Maßnahmen, wie z. B. einer ausreichenden Kühlung, eine biologische Konservierung zu erreichen ist.

Besonders geeignet erscheinen für diesen Zweck Milchsäurebakterien, insbesondere Lactobazillen, die gesundheitlich unbedenklich sind und ohnehin bei der traditionellen Fermentation vieler Lebensmittel maßgeblich beteiligt sind oder die als Starterkulturen eingesetzt werden. Sie könnten zusätzlich zu ihrer Funktion z. B. als Starterkulturen als Schutzbakterien dienen. Milchsäurebakterien können durch verschiedene Mechanismen Begleitorganismen unterdrücken. Wissenschaftliche Arbeiten belegen das Potential der Milchsäurebakterien, durch die Bildung antimikrobieller Wirkstoffe Konkurrenzorganismen auszuschalten. Es fehlt jedoch noch an Grundwissen über diese Substanzen. Im Mittelpunkt steht außerdem die Frage, inwieweit durch Screening-Verfahren ausgewählte und für den spezifischen Einsatz angepaßte Milchsäurebakterien eine Anwendung in der Herstellungspraxis von Lebensmitteln finden werden. Am Institut für Hygiene und Toxikologie der Bundesforschungsanstalt für Ernährung wird derzeit eine



Gruppe von Milchsäurebakterien auf die Fähigkeit zur Bildung antibakterieller Substanzen untersucht.

Am Institut für Chemie und Biologie der Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Karlsruhe, befindet sich ein Projekt zur Untersuchung des Einsatzes antagonistischer Organismen gegen Pilz- und Bakterienkrankungen von Obst in der Vorbereitungsphase. Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet haben zunehmendes Interesse gefunden. Verschiedene natürliche Antagonisten, u. a. *Bacillus subtilis*, gegen wichtige Erreger von Nacherntekrankheiten sind entdeckt worden. Da vermutet wird, daß natürlicher Antagonismus ein in der Natur weit verbreitetes Phänomen darstellt, soll am Institut für Chemie und Biologie zunächst nach natürlichen Antagonisten der Erreger bei Nacherntekrankheiten von Zitrusfrüchten, Erdbeeren, Himbeeren, Pfirsichen und Trauben gesucht werden. Weiter sollen die Bedingungen untersucht werden, welche die antagonistische Effizienz erhöhen, sowie eine Technologie zur Anwendung in der Praxis vorangetrieben werden.

## 6.2 Verfahren zur Entkeimung von Gewürzen

Gewürze sind aufgrund der in ihnen enthaltenen geschmacksgebenden Inhaltsstoffe unentbehrlich für die Herstellung wohlschmeckender Speisen. Sie bringen auch wünschenswerte optische Effekte in das Lebensmittelangebot.

Eine besondere Bedeutung haben Gewürze in der gewerblichen Herstellung von Lebensmitteln. Allerdings können sich bei ihrer Verarbeitung Probleme unterschiedlicher Art ergeben, da Gewürze mehr oder weniger stark mit Mikroorganismen wie Bakterien, Hefen oder Schimmelpilzen, belastet sind. Importierte Gewürze, die unter unzureichenden hygienischen Bedingungen des Erzeugerlandes gewonnen wurden, weisen teilweise ein reichhaltiges Spektrum an Mikroorganismen mit einem hohen Verkeimungsgrad auf. Die Bundesregierung setzt sich daher dafür ein, daß von der FAO/WHO Codex Alimentarius Kommission internationale Verhaltensregeln über die Gewinnung und Behandlung von Gewürzen verabschiedet werden. Von dem zuständigen Fachkomitee der Kommission ist inzwischen der Entwurf für einen „Code of Hygienic Practice for Spices and Herbs“ erarbeitet worden. Er befaßt sich mit den bei der Ernte, Trocknung, Aufbewahrung und dem Transport von Gewürzen zu treffenden hygienischen Maßnahmen. Solange sich in der präventiven Produktionshygiene keine wesentlichen Fortschritte zeigen, erscheint es notwendig, naturbelassene Gewürze zu entkeimen bzw. entkeimte Gewürze bei der Herstellung von Lebensmitteln zu verwenden. „Entkeimung“ bedeutet in diesem Sinne die Keimverminderung auf einen zufriedenstellenden Restkeimgehalt.

Die Notwendigkeit der Entkeimung von Gewürzen ist, wie der Bundesgesundheitsrat in seinem Votum vom 12. Oktober 1983 zu Fragen der Lebensmittelbestrahlung bemerkt hat, seitens der Wissenschaft zum Schutze des Verbrauchers anerkannt worden. Sie ist jedoch nicht allgemein erforderlich. So ist es nicht erforderlich, für den Gebrauch im Haushalt bestimmte

Gewürze auf einen bestimmten Restkeimgehalt einzustellen. Auch bei der gewerblichen Lebensmittelherstellung kann überwiegend auf die Verwendung entkeimter Gewürze verzichtet werden. Sie kommt im wesentlichen nur in jenen Fällen in Betracht, in denen das Produkt keinem Erhitzungsprozeß unterworfen ist. Nach Expertenmeinung bedürfen etwa 20 % der in der Bundesrepublik Deutschland bei der Herstellung von Industrie und Handwerk verwendeten Gewürze im Hinblick auf ihre Zweckbestimmung einer Keimverminderung.

Für die Entkeimung von Gewürzen bieten sich zwei Verfahrensprinzipien an, die auf physikalischen oder chemischen Methoden beruhen. Zu den physikalischen Verfahren gehören die Anwendung ionisierender Strahlen, von Mikrowellen, hoher Temperatur, von hohem Druck und von Wasserdampf. Zu den chemischen Verfahren zählen der Einsatz von Gasen wie Ethylenoxid, Schwefeldioxid und Ozon, von Wasserstoffperoxid und Enzymen sowie eine Säure- oder Laugenbehandlung der Gewürze.

Das bei Gewürzen fast ausschließlich verwendete Verfahren der Keimverminderung durch Begasen mit Ethylenoxid ist in der Bundesrepublik Deutschland nicht mehr zulässig, da Ethylenoxid als krebserzeugend gilt und bei mit diesem Stoff behandelten Lebensmitteln das Reaktionsprodukt Ethylenchlorhydrin, dem mutagene Effekte zugeschrieben werden, nachgewiesen wurde. Seitdem werden immer wieder alternative Verfahren zur Diskussion gestellt, die sich allerdings hinsichtlich ihrer Effizienz jeweils an dem zur Praxisreife entwickelten Verfahren der Behandlung von Gewürzen mit ionisierenden Strahlen messen lassen müssen.

Ein der Bestrahlung gleichwertiges Verfahren — das also für die Behandlung der ganzen Palette von Gewürzen geeignet ist — ist bisher noch nicht entwickelt worden. Die der Bundesregierung bekanntgewordenen, als Alternativen zur Strahlenbehandlung diskutierten Verfahren werden nachfolgend beschrieben. Nach Angaben des Fachverbandes der Gewürzindustrie e. V. scheinen allenfalls einige davon, jedoch jeweils nur für einige wenige Gewürze anwendbar zu sein. Diese Verfahren seien zudem aufwendig und ungeeignet für die Entkeimung großer Mengen von Gewürzen. Eine gewisse Einsatzmöglichkeit werde lediglich einem speziellen, nicht näher bekannten Verfahren, das in einem Unternehmen der Gewürzindustrie Anwendung finde, eingeräumt.

Die Unternehmen der Gewürzindustrie scheinen sich demnach in erster Linie zu bemühen, durch eine strenge Auswahl aus dem vorhandenen Rohwarenangebot Gewürze mit den für den Weiterverarbeiter erforderlichen Spezifikationen verfügbar zu machen. Die Weiterverarbeiter dürften sich zum Teil durch eine Umstellung des Produktionsprozesses oder durch eine innerbetriebliche Vorbehandlung der zum Einsatz gelangenden Gewürzchargen helfen. Bei mikrobiologisch riskanten Erzeugnissen sind die Hersteller auch dazu übergegangen, vermehrt Gewürzextrakte zu verwenden.

Die derzeitige Lage belaste dennoch, wie der Fachverband der Gewürzindustrie mitteilte, seine Mit-

gliedersfirmen erheblich, weshalb die Entscheidung über die Zulassung der Behandlung von zur gewerblichen Weiterverarbeitung bestimmten Gewürzen in der Bundesrepublik Deutschland umgehend herbeigeführt werden sollte.

#### Alkoholdampf-Verfahren

Das vom Institut für Mikrobiologie, Toxikologie und Histologie der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, entwickelte Verfahren folgt dem Prinzip des Vakuumverfahrens: In eine rotierende Trommel, in der die zu behandelnde Gewürzcharge enthalten ist, wird nach dem weitgehenden Entfernen der Luft ein Ethanol-/Wasserdampfgemisch mit einem Ethanolgehalt von etwa 80 % in der Dampfphase injiziert und kurzzeitig auf 105 bis 115 °C erhitzt.

Das Verfahren ist nur bei ungemahlene Gewürzen einsetzbar. Bei Blattgewürzen wie z. B. Majoran oder Thymian ist es nicht oder nur sehr eingeschränkt geeignet. Es hat sich insofern nicht als eine Alternative zu Ethylenoxid oder zu der Strahlenbehandlung erwiesen, könnte jedoch bei weiterer technischer Fortentwicklung zur Lösung spezieller Probleme eingesetzt werden.

#### Wasserdampf-Verfahren

Das Verfahren scheint in Einzelfällen in verschiedenen Modifizierungen bereits angewandt zu werden. Im Prinzip werden die Gewürze mit bis zu über 300 °C überhitztem Wasserdampf kurzzeitig erhitzt. In seiner Anwendbarkeit ist es dem Alkoholdampf-Verfahren vergleichbar, d. h., es können nur bestimmte stückige Gewürze und Gemüse unter Erhalt einer zufriedenstellenden Qualität behandelt werden.

#### „Sterispice“-Verfahren

Dieses patentierte Verfahren einer dänischen Firma ist eine Variante des Wasserdampf-Verfahrens, bei dem das Gut vor der Hitzebehandlung mit Wasserdampf mit einem Schutzfilm überzogen wird. Nach Angaben der Firma besteht trotz des besonderen Schutzsystems die Gefahr von Verfärbungen und eines gewissen Aromaverlustes. Das Verfahren scheint im wesentlichen für die Entkeimung von schwarzen und weißen Pfefferkörnern geeignet.

#### Elektroimpuls-Verfahren

Das Verfahren ist nur bei wasserhaltigen Lebensmitteln anwendbar. Bei Gewürzen brachten an der Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Karlsruhe, durchgeführte Untersuchungen mit dem Verfahren unbefriedigende Ergebnisse.

#### Hochfrequenzbehandlung

Die keimreduzierende Wirkung des Verfahrens beruht auf der Aufheizung des Lebensmittels durch das elektrische Feld, wobei ein hoher Wassergehalt des Lebensmittels diese Aufheizung begünstigt. Insofern sind die Einsatzmöglichkeiten des Verfahrens auf hitzestabile, wasserhaltige Lebensmittel beschränkt.

Bei Gewürzen kann durch den Wärmeeffekt die Keimzahl vermindert werden. Die Höhe der Reduktion wird bestimmt durch die Intensität der Strahlung und durch die Behandlungszeit. Eine Studie des Bundesgesundheitsamtes, die nahezu abgeschlossen ist, zeigt, daß bei gerade noch akzeptablen Qualitätsverlusten der Gewürze die Keimzahl nur um den Faktor 100 vermindert werden konnte. Da Gewürze häufig mit mehr als 1 Million Keimen pro Gramm belastet sind, andererseits für die Weiterverarbeitung meistens Gewürze mit einer Keimzahl von weniger als 10 000 pro Gramm benötigt werden, scheint dieses Verfahren allenfalls für niedriger belastete Chargen in Betracht zu kommen.

Für die Entwicklung des Verfahrens sind einem in der Bundesrepublik Deutschland ansässigen privaten Institut öffentliche Mittel zur Verfügung gestellt worden.

#### Mikrowellenbehandlung

Die keimverbessernde Wirkung beruht ebenfalls auf einem Wärmeeffekt. Untersuchungen des Bundesgesundheitsamtes zur Mikrowellenbehandlung von Gewürzen zeigten sehr unterschiedliche Ergebnisse hinsichtlich der Keimverminderung. Eine endgültige Bewertung dieser Ergebnisse konnte bisher noch nicht erfolgen. Es ist jedoch absehbar, daß eine, wie bei der Hochfrequenzbehandlung geringe Keimverminderung bei noch akzeptabler Qualität erreicht werden kann.

Grundsätzlich kann anstelle einer Hochfrequenz- oder Mikrowellenbehandlung auch eine konventionelle Erhitzung zur Verringerung der Keimzahl bei Lebensmitteln verwendet werden. Bei kleinstückigen oder flüssigen Lebensmitteln bietet die herkömmliche Erhitzung sogar vielfach Vorteile. Lediglich bei grobstückigen Lebensmitteln kann wegen der für eine schonende Behandlung ungünstigen Temperaturverteilung im Lebensmittel ein Hochfrequenz- oder Mikrowellenverfahren für die keimreduzierende Wirkung günstiger sein.

#### Extrusions-Verfahren

Verfahren zur Entkeimung von Gewürzen durch Extrusion sind bereits in den Jahren 1978/79 patentiert worden. Das Prinzip besteht darin, daß Gewürzpulver in Extrudern bzw. Schneckenstrangpressen, wie sie in der Lebensmittelverarbeitung Verwendung finden, kurzfristig hohen Scherkräften – bei gleichzeitiger Erhöhung der Temperatur bis über 100° Celsius im Produkt – ausgesetzt werden. Das Gewürzpulver ist im Anschluß an die Behandlung krümelig und muß

erneut vermahlen werden. Durch die zweimalige Vermahlung sind zusätzliche Qualitätsbeeinträchtigungen in Kauf zu nehmen.

#### Behandlung mit verdichtetem Kohlendioxid

Nach einer Patentanmeldung läßt sich durch die Behandlung von Drogen und Gewürzen mit Kohlendioxid und bei Anwendung von hohem Druck sowie anschließendem schnellem Entspannen je nach Druckhöhe eine Entwesung, d. h. eine Abtötung von Insekten, oder eine Keimverminderung erzielen. Nähere Angaben darüber, inwieweit die Qualität der Gewürze durch eine Hochdruckbehandlung mit Kohlendioxid beeinträchtigt werden könnte, liegen nicht vor. Da verdichtetes Kohlendioxid zur Extraktion von Gewürzen verwendet wird, dürfte ein Verlust von Gewürzinhaltsstoffen bei der Anwendung des Verfahrens zur Entkeimung wahrscheinlich sein.

#### Behandlung mit Ozon

Ozon ist ein Zusatzstoff im Sinne des § 2 des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes. Der Stoff darf bei der Herstellung von Lebensmitteln nur verwendet werden, wenn er ausdrücklich zugelassen ist. Seine mögliche Verwendung für die Entkeimung von Gewürzen in einer Mischung mit Kohlendioxid wird im Rahmen eines im Jahre 1987 gestellten Antrages auf Erteilung einer Ausnahmegenehmigung nach § 37 des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes geprüft.

Die Erteilung der Ausnahmegenehmigung konnte bisher nicht in Aussicht gestellt werden, weil die von dem Antragsteller eingereichten Unterlagen nicht belegen, daß die mit dem beantragten Verfahren behandelten Gewürze gesundheitlich unbedenklich sind. Die Prüfung auf ihre gesundheitliche Unbedenklichkeit ist erforderlich, da Ozon zu den für alle höheren tierischen und pflanzlichen Lebewesen stark toxischen Gasen gehört. Die zuständigen Kommissionen der Deutschen Forschungsgemeinschaft haben bereits in den Jahren 1956 bis 1967 die Behandlung von Lebensmitteln mit oxidierend wirkenden Stoffen, zu denen Ozon gehört, allgemein wegen gesundheitlicher Bedenken als nicht duldbare Konservierungs- und Bleichverfahren beurteilt.

Unabhängig von der gesundheitlichen Beurteilung des Verfahrens wird in einer derzeit am Bundesgesundheitsamt laufenden Studie untersucht, inwieweit eine Mischung aus Ozon und Kohlendioxid für eine Keimverminderung bei Gewürzen geeignet ist. Erste Ergebnisse zeigen sowohl hinsichtlich der Keimverminderung als auch hinsichtlich des Qualitätserhaltes der Gewürze keine zufriedenstellenden Ergebnisse. Eine weitere Untersuchungsreihe unter geänderten Bedingungen ist vorgesehen. Das Ergebnis wird Ende des Jahres 1990 erwartet.

### 7. Zulassungspraxis und praktische Anwendung der Lebensmittelbestrahlung

Über den Stand der Zulassungen der Lebensmittelbestrahlung in den einzelnen Staaten der Welt berichtet die Internationale Atomenergie-Organisation regelmäßig in der Zeitschrift „Food Irradiation News Letter“. Die neueste Übersicht (Stand: 2. November 1989) ist dem Bericht als Anlage 2 beigelegt.

In etwa 40 Staaten ist durch Rechtsvorschriften die Bestrahlung von Lebensmitteln geregelt. Die Regelungen reichen von einem Verbot wie in der Bundesrepublik Deutschland und Österreich über auf einige wenige Lebensmittel bzw. Lebensmittelgruppen beschränkte Zulassungen bis zu einer umfangreichen Zulassung der Bestrahlung.

Die Anzahl der Staaten, in denen die Bestrahlung von Lebensmitteln zugelassen wurde, hat sich in den letzten zehn Jahren stetig erhöht. Bis zum Jahre 1990 haben etwa 35 Staaten die Strahlenbehandlung jeweils für bestimmte Lebensmittel zugelassen.

Die erteilten nationalen Genehmigungen wurden gleichwohl nur in begrenztem Umfang in Anspruch genommen. So sind bis zum Jahre 1988 in 19 Staaten, davon 9 Staaten in der europäischen Region, bestrahlte Lebensmittel gewerbsmäßig in den Markt eingeführt worden. Diese gelangten zumeist — außer zu Zwecken von Markttests — nicht an den Endverbraucher. Lediglich in der Republik Südafrika scheinen im Einzelhandel regelmäßig verschiedene Früchte — unter Kennzeichnung mit dem internationalen Symbol — angeboten zu werden. In Thailand gelangen einzelne mit ionisierenden Strahlen behandelte Fleischerzeugnisse in den Einzelhandel. In Frankreich sind offensichtlich mit ionisierenden Strahlen behandelte und als solche gekennzeichnete Froschschenkel im Einzelhandel erhältlich. In den übrigen Staaten werden in erster Linie nur solche Lebensmittel bestrahlt, die von der Lebensmittelwirtschaft weiterverarbeitet und somit als Zutat eines Lebensmittels in den Verkehr gebracht werden. Nach einer aus dem Jahre 1988 stammenden Schätzung der Internationalen Atomenergie-Organisation werden weltweit etwa 500 000 Tonnen Lebensmittel pro Jahr mit ionisierenden Strahlen behandelt, wobei in dieser Zahl etwa 400 000 Tonnen jährlich in der UdSSR bestrahltes Getreide enthalten sind.

Über Art und Umfang der Lebensmittel, die bestrahlt werden, liegen nur Einzelinformationen vor. Eine Liste der in den einzelnen Staaten für eine Strahlenbehandlung am häufigsten *zugelassenen* Lebensmittel liegt dem Bericht als Anlage 3 bei. Ebenfalls in Anlage 3 sind die im Jahre 1989 in die Bundesrepublik Deutschland eingeführten Mengen aufgeführt. Hinsichtlich des Verbotes der Einfuhr bestrahlter Lebensmittel in die Bundesrepublik Deutschland wird auf Abschnitt 7.1 dieses Berichtes verwiesen.

Über den internationalen Handel mit bestrahlten Lebensmitteln liegen keine Informationen vor. Nach Meinung der Internationalen Atomenergie-Organisation war er in der Vergangenheit ohne Bedeutung, dürfte aber künftig im Zunehmen begriffen sein.

## 7.1 Die Situation in der Bundesrepublik Deutschland

In der Bundesrepublik Deutschland unterliegt das gewerbsmäßige Behandeln von Lebensmitteln mit ionisierenden Strahlen sowie das gewerbsmäßige Inverkehrbringen bestrahlter Lebensmittel einem gesetzlichen Verbot mit Erlaubnisvorbehalt (§ 13 Abs. 1 Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz). Durch Rechtsverordnung, die der Zustimmung des Bundesrates bedarf, und soweit es mit dem Schutz des Verbrauchers vereinbar ist, kann eine Bestrahlung für Lebensmittel allgemein, für bestimmte Lebensmittel oder bestimmte Verwendungszwecke zugelassen werden (§ 13 Abs. 2 Nr. 1 LMBG). Soweit es zum Schutze des Verbrauchers erforderlich ist, können dabei für zugelassene Bestrahlungen bestimmte technische Verfahren vorgeschrieben werden (§ 13 Abs. 2 Nr. 2 LMBG).

Das Verbotssprinzip mit Erlaubnisvorbehalt ist vorsorglich durch das Gesetz zur Änderung und Ergänzung des Lebensmittelgesetzes vom 21. Dezember 1958 eingeführt worden, nachdem zu jener Zeit nicht geklärt war, inwieweit mit ionisierenden Strahlen behandelte Lebensmittel nachteilige Eigenschaften annehmen können. Von der im Lebensmittelgesetz auch damals bereits eingeräumten Möglichkeit, die Bestrahlung von Lebensmitteln durch Rechtsverordnung zuzulassen, ist durch den Erlaß der Lebensmittel-Bestrahlungs-Verordnung vom 19. Dezember 1959 Gebrauch gemacht worden. Durch sie wurde die Bestrahlung von Lebensmitteln mit Gamma-, Röntgen- und Elektronenstrahlen zu Kontroll- und Meßzwecken unter bestimmten Voraussetzungen zugelassen. Die Bestimmungen der Verordnung sind noch rechtskräftig.

Für die Behandlung von Lebensmitteln mit ionisierenden Strahlen können im Einzelfall Ausnahmegenehmigungen nach § 37 des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes erteilt werden. Ihre Erteilung darf nur unter bestimmten Voraussetzungen erfolgen. Von dieser Möglichkeit wurde bisher kein Gebrauch gemacht. Von der im Lebensmittelgesetz in der durch das Gesetz vom 21. Dezember 1958 geänderten Fassung ebenfalls eingeräumten Möglichkeit der Erteilung von Versuchsgenehmigungen war hingegen in vier Fällen Gebrauch gemacht worden: In den Jahren 1969 und 1971 waren drei Genehmigungen, jeweils zur Erprobung der Behandlung von Kartoffeln bzw. Kartoffelerzeugnissen mit ionisierenden Strahlen, erteilt worden. Durch Auflagen war jeweils sichergestellt worden, daß die bestrahlten Erzeugnisse nicht in den Einzelhandel gelangten, sondern nur zu innerbetrieblichen Verbrauchstests verwendet wurden. Eine weitere Versuchsgenehmigung ist einer klinischen Einrichtung für die Einfuhr von mit ionisierenden Strahlen keimfrei gemachten Mahlzeiten zur Ernährung von bestimmten Patienten erteilt worden. Diese Genehmigung ist nicht in Anspruch genommen worden.

Das Verbot der Behandlung von Lebensmitteln mit ionisierenden Strahlen gilt auch für die Einfuhr derart behandelter Lebensmittel (§ 47 Abs. 1 LMBG). Hingegen dürfen Lebensmittel, die für den Export bestimmt

sind, mit ionisierenden Strahlen behandelt werden, soweit sichergestellt ist, daß ihr Verzehr nicht geeignet ist, die Gesundheit zu schädigen (§ 50 Abs. 1 LMBG). Für den Export bestimmte Lebensmittel müssen von Erzeugnissen, die für das Inverkehrbringen in der Bundesrepublik Deutschland bestimmt sind, getrennt gelagert, kenntlich gemacht und der zuständigen Landesbehörde gemeldet werden, wobei über die eingegangenen Meldungen der Bundesminister zu unterrichten ist (§ 50 Abs. 2 LMBG). Nach den im Bundesministerium für Jugend, Familie, Frauen und Gesundheit eingegangenen Meldungen wurden im 1. Quartal 1990 in einer Bestrahlungsanlage für die Ausfuhr nach Frankreich bestimmte Gewürze und Gewürzmischungen mit ionisierenden Strahlen behandelt.

## 7.2 Die Situation in der Deutschen Demokratischen Republik

In der Deutschen Demokratischen Republik bedürfen die Strahlenbehandlung von Lebensmitteln sowie der Import von mit ionisierenden Strahlen behandelten Lebensmitteln gemäß der Anordnung über die Behandlung von Lebensmitteln und Bedarfsgegenständen mit ionisierender Strahlung vom 21. März 1984 der Genehmigung des Ministers für Gesundheitswesen.

In der Deutschen Demokratischen Republik gibt es drei Bestrahlungsanlagen, in denen Lebensmittel gewerbsmäßig bestrahlt werden. Die Standorte sind Weideroda, Spickendorf und Schönebeck.

Nach Angaben des Ministeriums für Gesundheitswesen wurden verschiedene Einzelgenehmigungen jeweils für die Bestrahlung bestimmter Lebensmittel erteilt. In den Genehmigungen war jeweils die Produktionsmenge, die höchstens bestrahlt werden darf, festgesetzt. Die erteilten Genehmigungen wurden nach Angaben des Ministeriums für die Strahlenbehandlung von Zwiebeln, Knoblauch und bestimmten Gewürzen genutzt. Sie würden gegenwärtig jedoch außer für Versuchszwecke und gelegentliche Markttests nicht mehr in Anspruch genommen. So seien in den Anlagen in Weideroda und in Spickendorf außer für bestimmte Versuchszwecke im Jahre 1989 bereits keine Lebensmittel gewerbsmäßig mehr bestrahlt worden. In der von einem Hersteller von Enzymen betriebenen Bestrahlungsanlage in Schönebeck würden ausschließlich Enzymlösungen bestrahlt werden.

Eine Sonderregelung besteht nach Angaben des Ministeriums für die Einfuhr von mit ionisierenden Strahlen behandeltem Pfeffer. Hierfür wurde eine allgemeine Genehmigung ohne mengenmäßige Beschränkung, jedoch mit der Auflage erteilt, daß nur jene Chargen vor der Einfuhr in die DDR bis zu einer Energiedosis von 8 Kilogray bestrahlt werden dürfen, bei denen durch mikrobiologische Untersuchungen eine Belastung mit Salmonellen nachgewiesen wurde. Die Einfuhr von mit Salmonellen belastetem Pfeffer in die DDR ist verboten. Nach Schätzungen des Ministeriums dürften deshalb etwa 10 % des in die DDR eingeführten Pfeffers mit ionisierenden Strahlen behandelt

worden sein. Die einzelnen Chargen müssen entsprechend der Anordnung über die Behandlung von Lebensmitteln und Bedarfsgegenständen mit ionisierender Strahlung vom 21. März 1984 mit der Genehmigungsnummer des Ministeriums für Gesundheitswesen gekennzeichnet sein. Strahlenbehandelter Pfeffer, der zur industriellen Weiterverarbeitung vorgesehen ist, muß des weiteren in den Lieferpapieren die Angabe „strahlenbehandelt“ enthalten.

### 7.3 Die Situation in den Mitgliedstaaten der Gemeinschaft

In den Mitgliedstaaten der Gemeinschaft ist die Behandlung von Lebensmitteln mit ionisierenden Strahlen unterschiedlich geregelt. Eine Übersicht ist dem Bericht als Anlage 4 beigelegt. Danach ist in sieben Mitgliedstaaten (Belgien, Dänemark, Frankreich, Italien, Niederlande, Spanien und Vereinigtes Königreich) die Behandlung von jeweils bestimmten Lebensmitteln oder Lebensmittelgruppen in unterschiedlichem Umfang zugelassen. Drei Mitgliedstaaten (Griechenland, Irland, Portugal) haben keine speziellen gesetzlichen Regelungen zur Behandlung von Lebensmitteln mit ionisierenden Strahlen erlassen. In Luxemburg sind wie in der Bundesrepublik Deutschland keine Genehmigungen für die gewerbsmäßige Behandlung von Lebensmitteln mit ionisierenden Strahlen erteilt.

Über die tatsächliche Nutzung der erteilten Genehmigungen bzw. der Zulassungen in den einzelnen Mitgliedstaaten liegen nur Einzelinformationen vor. Nach Angaben der Internationalen Atomenergie-Organisation werden in Belgien, Frankreich und den Niederlanden Lebensmittel gewerbsmäßig mit ionisierenden Strahlen behandelt. In Belgien werden in der einzigen industriellen Anlage vor allem Gewürze, Trockengemüse und bestimmte gefrorene Produkte wie Garnelen bestrahlt. In den vier Bestrahlungsanlagen in Frankreich sind es vornehmlich Gewürze, Trockengemüse und Geflügelfleisch. In den Niederlanden werden die erteilten Genehmigungen vorwiegend zur Bestrahlung von Gewürzen, Trockengemüsen, bestimmten gefrorenen Produkten und Geflügelfleisch genutzt.

### 8. Stand der Diskussion der Zulassung der Lebensmittelbestrahlung in der Gemeinschaft

Die Kommission der Europäischen Gemeinschaften hat sich dem von der Weltgesundheitsorganisation gegenüber der Lebensmittelbestrahlung eingenommenen positiven Standpunkt grundsätzlich angeschlossen. Das Verfahren biete in der Möglichkeit der Zerstörung bestimmter pathogener Organismen in den Nahrungsmitteln und durch die Möglichkeit der Verlängerung der Haltbarkeit der Lebensmittel durch Abtötung schädlicher und den Verderb fördernder Organismen sowie Verlängerung der Frischhaltung und damit Verbesserung der Lebensmittelversorgung zwei wesentliche Vorteile für die menschliche Gesundheit und das menschliche Wohlergehen. Die Be-

strahlung von Lebensmitteln solle jedoch kein Ersatz für gute Hygiene sein. Das Verfahren würde sich auch nicht für die Behandlung aller Lebensmittel eignen.

Nach Auffassung der Kommission können die Mitgliedstaaten aufgrund der gesundheitlichen Beurteilung des Bestrahlungsverfahrens durch die internationalen wissenschaftlichen Gremien und insbesondere durch den Wissenschaftlichen Lebensmittelausschuß bei der EG-Kommission den freien Verkehr ordnungsgemäß gekennzeichnete, legal bestrahlte und in einem Mitgliedstaat auf den Markt gebrachte Lebensmittel nicht behindern. Insofern erhält der Erlaß gemeinschaftsrechtlicher Vorschriften für die Gewährleistung eines hohen Schutzniveaus in einem Gemeinsamen Binnenmarkt eine besondere Bedeutung.

Der von der Kommission am 9. Dezember 1988 vorgelegte Vorschlag für eine Richtlinie des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über mit ionisierenden Strahlen behandelte Lebensmittel und Lebensmittelbestandteile trägt den Empfehlungen seines Wissenschaftlichen Lebensmittelausschusses Rechnung. Er enthält im wesentlichen eine abschließende Liste von elf Lebensmitteln oder Lebensmittelgruppen, einschließlich der bei der Bestrahlung höchstzulässigen Energiedosen. Für diese Lebensmittel soll die Behandlung mit ionisierenden Strahlen in allen Mitgliedstaaten der Gemeinschaft zugelassen werden. Ferner wird vorgeschlagen, Anforderungen an die Bestrahlungsanlagen sowie die Bedingungen, unter denen die Bestrahlung erfolgen muß, sowie einheitliche Kennzeichnungsvorschriften festzulegen. Aus Drittländern sollen bestrahlte Lebensmittel nur eingeführt werden dürfen, wenn sie den gemeinschaftsrechtlichen Bestimmungen entsprechen. Für die Änderung und Ergänzung der Richtlinie, insbesondere für die Ergänzung der Liste der in der Gemeinschaft zur Bestrahlung zuzulassenden Lebensmittel, schlägt die Kommission das vereinfachte Verfahren des Beratenden Ausschusses bei der Kommission vor, wobei der Rat die Bedingungen für die Zulassung festlegen soll.

Der Richtlinienvorschlag wurde aufgrund der in erster Lesung erfolgten Stellungnahme des Europäischen Parlamentes von der Kommission abgeändert. Der geänderte Vorschlag vom 15. November 1989 enthält eine um die Positionen „Erdbeeren, Papayas, Mangos“, „Zwiebeln und Knollen“ und „Froschschenkel“ gekürzte Liste von Lebensmitteln, die in der Gemeinschaft für eine Strahlenbehandlung zugelassen werden sollen. Des weiteren wurde die von der Kommission vorgesehene Bestrahlung von Geflügelfleisch und Garnelen eingeschränkt. Es ergeben sich somit folgende acht Positionen mit Erzeugnissen, die für eine Strahlenbehandlung in der Gemeinschaft zugelassen werden sollen:

1. Trockenfrüchte
2. Hülsenfrüchte (Gemüse)
3. Gemüse, dehydratisiert
4. Getreideflocken
5. Getrocknete aromatische Kräuter und Gewürze

6. Vorbehandelte Garnelen
7. Entbeintes Geflügelfleisch
8. Gummi arabicum.

Der Richtlinienvorschlag wird in der Fassung der vorgelegten Änderung im Ausschuß der Ständigen Vertreter bei den Europäischen Gemeinschaften beraten. Bisher (Stand: 20. Juni 1990) wurde noch keine Lösung gefunden, welche die für die Festlegung eines Gemeinsamen Standpunktes erforderliche qualifizierte Mehrheit erhalten könnte. Das Hauptproblem stellt der Umfang der Liste von Lebensmitteln, die für eine Behandlung mit ionisierenden Strahlen in der Gemeinschaft zugelassen werden sollen, dar. Zu dieser Frage haben die Mitgliedstaaten folgende unterschiedliche Haltungen:

Drei Mitgliedstaaten lehnen die acht Gruppen von Lebensmitteln umfassende Liste des Vorschlages der Kommission als unzureichend ab. Für diese Mitgliedstaaten bedeutet bereits die ursprünglich von der Kommission vorgeschlagene Liste mit elf Lebensmittelgruppen eine Minimalforderung, die sie allenfalls kompromißhalber akzeptieren könnten.

Vier Mitgliedstaaten könnten im Interesse eines Kompromisses der auf acht Lebensmittelgruppen verkürzten Liste zustimmen, wobei allerdings ein Mitgliedstaat noch Vorbehalte gegen die Zulassung der Bestrahlung von entbeintem Geflügelfleisch einlegte.

Drei Mitgliedstaaten haben deutlich gemacht, daß sie nur einer Zulassung der Behandlung von Kräutern und Gewürzen, ein Mitgliedstaat zusätzlich auch von Zwiebeln und Knollen, mit ionisierenden Strahlen zustimmen könnten.

Die Bundesregierung folgt dem am 10. März 1989 gefaßten Beschluß des Bundesrates und dem damit übereinstimmenden, in der 176. Sitzung am 16. November 1989 gefaßten Beschluß des Deutschen Bundestages, wonach die Lebensmittelbestrahlung EG-weit verboten werden soll. Sie wird dabei von einem Mitgliedstaat unterstützt.

In Anbetracht der Schwierigkeit, auf der Grundlage des Richtlinienvorschlages der Kommission zu einer

mehrheitsfähigen Kompromißlösung zu gelangen, haben sowohl der Vorsitz als auch die Kommission neue Lösungsansätze zur Diskussion gestellt.

Nach einem Vorschlag des Vorsitzes soll die Richtlinie eine auf getrocknete aromatische Kräuter und Gewürze begrenzte Liste von Lebensmitteln enthalten, die zur Strahlenbehandlung gemeinschaftsrechtlich zugelassen werden. Daneben sollen durch eine entsprechende Regelung in der Richtlinie die nationalen Zulassungen der Bestrahlung einzelner Lebensmittel bzw. Lebensmittelgruppen für einen bestimmten, ggf. auf fünf Jahre befristeten, Zeitraum fortgelten, wenn die sonstigen Bestimmungen der Richtlinie eingehalten werden. Innerhalb der zuzugestehenden Frist wird auf Antrag eines Mitgliedstaates von der Kommission nach dem Verfahren des Beratenden Ausschusses über die Aufnahme der einzelstaatlichen Zulassungen in die gemeinschaftliche Liste der für die Strahlenbehandlung zuzulassenden Lebensmittel entschieden.

Nach den, in einem „Non-Paper“ dargestellten weitergehenden Überlegungen der Kommission sollen unter vollständigem Verzicht auf eine Liste der in der Gemeinschaft für eine Strahlenbehandlung zuzulassenden Lebensmittel nur noch das Verfahren der Bestrahlung, die Kennzeichnung und der Handel mit bestrahlten Lebensmitteln gemeinschaftsrechtlich geregelt werden. Über die Zulassung der Bestrahlung würden die Mitgliedstaaten im einzelnen entscheiden können, wobei die Kommission davon ausgeht, daß die dann nach der Richtlinie rechtmäßig hergestellten und gekennzeichneten Produkte den Bestimmungen des EWG-Vertrages entsprechen und in allen Mitgliedstaaten der Gemeinschaft in den Verkehr gebracht werden dürfen.

Mit dem Kompromißvorschlag der derzeitigen irischen Präsidentschaft hat sich der Rat der Europäischen Gemeinschaften (Binnenmarkt) auf seiner 1415. Tagung befaßt und ihn zur weiteren Beratung an den Ausschuß der Ständigen Vertreter bei den Europäischen Gemeinschaften zurückverwiesen. Die Beratungen werden voraussichtlich im September unter italienischer Präsidentschaft fortgeführt werden.

**Votum des Bundesgesundheitsrates vom 12. Oktober 1983**

Zu der Frage,

„Bestehen Bedenken, in der Bundesrepublik Deutschland die Behandlung von

- a) Lebensmitteln allgemein,
- b) von bestimmten Lebensmittelgruppen,
- c) von Gewürzen

mit ionisierenden Strahlen zum Zwecke der besseren Haltbarmachung zuzulassen?“,

erstattet der Bundesgesundheitsrat folgendes Votum:

Zu a)

Für die Zulassung der Bestrahlung von Lebensmitteln allgemein mit ionisierenden Strahlen besteht keine Notwendigkeit. Die gegenwärtig angewendeten Verfahren zur Haltbarmachung von Lebensmitteln reichen, wie die Erfahrung zeigt, in der Regel aus, um den Verbraucher vor gesundheitlichen Gefahren durch mikrobielle Kontamination beim Verzehr von Lebensmitteln zu schützen.

Zu b)

Die Behandlung bestimmter Lebensmittelgruppen mit ionisierenden Strahlen zur Keimreduktion oder zu anderen Zwecken bedarf in jedem Einzelfall der Prüfung, ob eine solche Behandlung notwendig ist. Dazu müßte erwiesen sein, daß die Bestrahlung den bisher angewendeten Verfahren auch unter gesundheitlichen Gesichtspunkten deutlich überlegen ist und die Bestrahlung eine empfehlenswerte Alternative darstellt.

Zu c)

Die Bestrahlung von Gewürzen mit ionisierenden Strahlen stellt einen Sonderfall dar.

Naturbelassene Gewürze weisen Keimzahlen von zehntausend bis hundert Millionen pro Gramm auf. Dies gilt insbesondere für so häufig angewendete Gewürze wie Pfeffer, Zimt und Muskat. Die Notwendigkeit der Keimreduktion ist daher von seiten der Wissenschaft zum Schutze des Verbrauchers stets anerkannt worden. Diese Notwendigkeit hat auch die Senatskommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Prüfung fremder Stoffe bei Lebensmitteln nochmals ausdrücklich bestätigt.

Das bisher bei Gewürzen angewendete Verfahren der Keimreduktion durch Begasen mit Ethylenoxid ist nunmehr rechtlich unzulässig. Einer Aufhebung dieses Verbotes stehen gesundheitliche Gesichtspunkte entgegen. Einmal gilt Ethylenoxid selbst als kanzerogen, zum anderen entsteht bei der Behandlung von Gewürzen mit Ethylenoxid das Ethylenchlorhydrin, denen mutagene Effekte zugeschrieben werden.

Das andere Verfahren zur Keimreduktion von Gewürzen durch Behandlung mit Alkoholdampf ist technisch noch nicht ausgereift. Der Bundesgesundheitsrat empfiehlt jedoch seine Weiterentwicklung.

Nach Abwägen aller Argumente hat der Bundesgesundheitsrat keine Bedenken gegen die Zulassung der Bestrahlung von Gewürzen mit ionisierenden Strahlen.

Mit der Zulassung der Bestrahlung von Gewürzen müssen außer der Begrenzung der mittleren Dosis auf 10 kGy weitere Auflagen gemacht werden. Diese müßten sich auf die Energie der Strahlung, gegebenenfalls auf die Strahlenart und/oder Strahlenquelle beziehen, sowie z. B. auf die Verpackung, die Kennlichmachung zur Verhinderung von Doppelbestrahlung sowie eine wirksame Betriebskontrolle. Der genaue Auflagenkatalog sollte durch ein eigens zu benennendes Sachverständigengremium ausgearbeitet werden.

## Anlage 2

**Zulassung der Lebensmittelbestrahlung  
nach Angaben der Internationalen Atomenergie-Organisation**

Stand: 2. November 1989

Land (Organisation)	Erzeugnis	Zweck der Bestrahlung	Art der Zulassung	zugelassene Dosis (KGy)	Datum der Zulassung
Argentinien	Erdbeeren	Haltbarkeits- verbesserung	uneingeschränkt	2,5 max.	30. April 1987
	Kartoffeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	0,03 bis 0,15	30. April 1987
	Zwiebeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	0,02 bis 0,15	30. April 1987
	Knoblauch	Keimhemmung	uneingeschränkt	0,02 bis 0,15	30. April 1987
Bangladesch	Geflügel	Haltbarkeits- verbesserung/ Dekontamination	uneingeschränkt	bis zu 8	28. Dezember 1983
	Papayas	Entwesung/ Reifekontrolle	uneingeschränkt	bis zu 1	28. Dezember 1983
	Kartoffeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	bis zu 0,15	28. Dezember 1983
	Weizen und Weizenmahl- produkte	Entwesung	uneingeschränkt	bis zu 1	28. Dezember 1983
	Fisch	Haltbarkeits- verbesserung/ Dekontamina- tion, Entwesung	uneingeschränkt	bis zu 2,2	28. Dezember 1983
	Zwiebeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	bis zu 0,15	28. Dezember 1983
	Reis	Entwesung	uneingeschränkt	bis zu 1	28. Dezember 1983
	Frosch- schenkel	Dekontamination	vorläufig		
	Garnelen	Haltbarkeits- verbesserung/ Dekontamination	vorläufig		
	Mangos	Haltbarkeits- verbesserung/ Entwesung, Reifekontrolle	uneingeschränkt	bis zu 1	28. Dezember 1983
	Hülsen- früchte	Entwesung	uneingeschränkt	bis zu 1	28. Dezember 1983
	Gewürze	Dekontamina- tion/ Entwesung	uneingeschränkt	bis zu 10	28. Dezember 1983
Belgien	Kartoffeln	Keimhemmung	vorläufig	bis zu 0,15	16. Juli 1980
	Erdbeeren	Haltbarkeits- verbesserung	vorläufig	bis zu 3	16. Juli 1980
	Zwiebeln	Keimhemmung	vorläufig	bis zu 0,15	16. Oktober 1980
	Knoblauch	Keimhemmung	vorläufig	bis zu 0,15	16. Oktober 1980
	Schalotten	Keimhemmung	vorläufig	bis zu 0,15	16. Oktober 1980
	schwarzer/ weißer Pfeffer	Dekontamination	vorläufig	bis zu 10	16. Oktober 1980
	Paprika- pulver	Dekontamination	vorläufig	bis zu 10	16. Oktober 1980



noch Anlage 2

Land (Organisation)	Erzeugnis	Zweck der Bestrahlung	Art der Zulassung	zugelassene Dosis (KGy)	Datum der Zulassung
	Gummi- arabicum Gewürze  (78 verschie- dene Erzeug- nisse) (Halb-)Trok- kengemüse (7 verschie- dene Erzeug- nisse)	Dekontamination  Dekontamination	vorläufig  vorläufig	bis zu 10  bis zu 10	29. September 1983 29. September 1983
Brasilien	Reis Kartoffeln Zwiebeln Bohnen Mais Weizen Weizenmehl Gewürze (13 verschie- dene Erzeug- nisse) Papayas  Erdbeeren  Fisch und Fischerzeug- nisse (Filets, gesalzen, geräuchert, getrocknet, entwässert) Geflügel	Entwesung Keimhemmung Keimhemmung Entwesung Entwesung Entwesung Entwesung Dekontamina- tion/ Entwesung  Entwesung/ Reifekontrolle Haltbarkeits- verbesserung Haltbarkeits- verbesserung/ Dekontamina- tion/Entwesung  Haltbarkeits- verbesserung/ Dekontamination	uneingeschränkt uneingeschränkt uneingeschränkt uneingeschränkt uneingeschränkt uneingeschränkt uneingeschränkt uneingeschränkt  uneingeschränkt uneingeschränkt uneingeschränkt  uneingeschränkt	bis zu 1 bis zu 0,15 bis zu 0,15 bis zu 1 bis zu 0,5 bis zu 1 bis zu 1 bis zu 10  bis zu 1 bis zu 3 bis zu 2,2  bis zu 7	7. März 1985 7. März 1985 7. März 1985 7. März 1985 7. März 1985 7. März 1985 7. März 1985 7. März 1985  7. März 1985 7. März 1985 8. März 1985  8. März 1985
Bulgarien	Kartoffeln  Zwiebeln  Knoblauch  Getreide  Trockene Le- bensmittel- konzentrate Trocken- früchte Frischobst (Tomaten, Pflirsiche, Aprikosen, Kirschen, Himbeeren, Trauben)	Keimhemmung  Keimhemmung  Keimhemmung  Entwesung  Entwesung  Entwesung  Haltbarkeits- verbesserung	experimentelle Mengen experimentelle Mengen experimentelle Mengen experimentelle Mengen experimentelle Mengen  experimentelle Mengen experimentelle Mengen	0,1  0,1  0,1  0,3  1  1  2,5	30. April 1972  30. April 1972  30. April 1972  30. April 1972  30. April 1972  30. April 1972  30. April 1972

## noch Anlage 2

Land (Organisation)	Erzeugnis	Zweck der Bestrahlung	Art der Zulassung	zugelassene Dosis (K Gy)	Datum der Zulassung
Kanada *	Kartoffeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	bis zu 0,1	9. November 1960
	Zwiebeln Weizen, Mehl, Wei- zenvollkorn Gewürze und bestimmte Trockenge- müse Würzen Zwiebel- pulver	Keimhemmung Entwesung	uneingeschränkt uneingeschränkt	bis zu 0,15 bis zu 0,75	14. Juni 1963 25. März 1965 25. Februar 1969
		Dekontamination	uneingeschränkt	bis zu 10	3. Oktober 1984
		Dekontamination	uneingeschränkt	bis zu 10	12. Dezember 1983
Chile	Kartoffeln	Keimhemmung	experimentelle Mengen Konsumenten- tests uneinge- schränkt	bis zu 0,15	31. Oktober 1974 29. Dezember 1982
	Papayas	Entwesung	uneingeschränkt	bis zu 1	29. Dezember 1982
	Weizen und Weizenmahl- produkte Erdbeeren	Entwesung	uneingeschränkt	bis zu 1	29. Dezember 1982
	Geflügel	Haltbarkeits- verbesserung Dekontamination	uneingeschränkt	bis zu 3	29. Dezember 1982
	Zwiebeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	bis zu 7	29. Dezember 1982
	Reis	Keimhemmung	uneingeschränkt	bis zu 0,15	29. Dezember 1982
	Knochenfisch und Fisch- erzeugnisse	Entwesung	uneingeschränkt	bis zu 1	29. Dezember 1982
	Kakaobohnen	Haltbarkeits- verbesserung/ Dekontamination/ Entwesung	uneingeschränkt	bis zu 2,2	29. Dezember 1982
	Datteln	Dekontamina- tion/ Entwesung	uneingeschränkt	bis zu 5	29. Dezember 1982
	Mangos	Entwesung	uneingeschränkt	bis zu 1	29. Dezember 1982
	Hülsen- früchte Gewürze und Würzen	Haltbarkeits- verbesserung/ Entwesung/ Reifekontrolle Entwesung	uneingeschränkt	bis zu 1	29. Dezember 1982
		Dekontamina- tion/ Entwesung	uneingeschränkt	bis zu 10	29. Dezember 1982
China	Kartoffeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	bis zu 0,2	30. November 1984
	Zwiebeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	bis zu 0,15	30. November 1984
	Knoblauch	Keimhemmung	uneingeschränkt	bis zu 0,1	30. November 1984
	Erdnüsse	Entwesung	uneingeschränkt	bis zu 0,4	30. November 1984
	Getreide	Entwesung	uneingeschränkt	bis zu 0,45	30. November 1984

noch Anlage 2

Land (Organisation)	Erzeugnis	Zweck der Bestrahlung	Art der Zulassung	zugelassene Dosis (KGy)	Datum der Zulassung
	Pilze	Wachstums- hemmung	uneingeschränkt	bis zu 1	30. November 1984
	Wurst	Dekontamination	uneingeschränkt	bis zu 8	30. November 1984
	Äpfel	Haltbarkeits- verbesserung	uneingeschränkt	bis zu 0,4	30. September 1988
Kuba	Kakaobohnen	Entwesung	uneingeschränkt	0,5	September 1988
Tschecho- slowakei	Kartoffeln	Keimhemmung	experimentelle Mengen	bis zu 0,1	26. November 1976
	Zwiebeln	Keimhemmung	experimentelle Mengen	bis zu 0,08	26. November 1976
	Pilze	Wachstums- hemmung	versuchsweise	bis zu 2	26. November 1976
Dänemark	Gewürze und Kräuter	Dekontamination	uneingeschränkt	bis zu 15 maximal bis zu 10 im Durchschnitt	23. Dezember 1985
Finnland	Trockene und entwässerte Gewürze und Kräuter	Dekontamination	uneingeschränkt	bis zu 10 im Durchschnitt	13. November 1987
	Alle Lebens- mittel für Pa- tienten, die einer sterilen Diät bedürfen	Sterilisation	uneingeschränkt	unbegrenzt	13. November 1987
Frankreich	Kartoffeln	Keimhemmung	vorläufig	0,075 bis 0,15	8. November 1972
	Zwiebeln	Keimhemmung	vorläufig	0,075 bis 0,15	9. August 1977
	Knoblauch	Keimhemmung	vorläufig	0,075 bis 0,15	9. August 1977
	Schalotten	Keimhemmung	vorläufig	0,075 bis 0,15	9. August 1977
	Gewürze und aromatische Substanzen (72 Erzeug- nisse ein- schließlich Zwiebel- und Knoblauch- pulver)	Dekontamination	uneingeschränkt	bis zu 11	10. Februar 1983
	Gummi- arabicum	Dekontamination	uneingeschränkt	bis zu 9	16. Juni 1985
	Müsli-artige Cerealien	Dekontamination	uneingeschränkt	bis zu 10	16. Juni 1985
	Entwässertes Gemüse	Dekontamination	uneingeschränkt	bis zu 10	16. Juni 1985
	Maschinell entbeintes Geflügel- fleisch	Dekontamination	uneingeschränkt	bis zu 5	16. Februar 1985
	Trocken- früchte	Entwesung	uneingeschränkt	maximal 1	6. Januar 1988

## noch Anlage 2

Land (Organisation)	Erzeugnis	Zweck der Bestrahlung	Art der Zulassung	zugelassene Dosis (KGy)	Datum der Zulassung
	Trocken-gemüse	Entwesung	uneingeschränkt	maximal 1	6. Januar 1988
	Erdbeeren	Haltbarkeits-verbesserung	uneingeschränkt	maximal 3	29. Dezember 1988
	Frosch-schenkel	Kontrolle der mi-krobiellen Konta-mination	uneingeschränkt	4 bis 8	3. Mai 1988
Deutsche Demokratische Republik	Zwiebeln	Keimhemmung	Markttests	0,5	1981
	Zwiebeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	0,5	30. Januar 1984
	Enzym-lösungen Gewürze	Dekontamination Dekontamination	uneingeschränkt vorläufig	10 bis zu 10	7. Juni 1983 29. Dezember 1982
Ungarn	Kartoffeln	Keimhemmung	Konsumenten-tests	0,1	23. Dezember 1969
	Kartoffeln	Keimhemmung	Konsumenten-tests	maximal 0,5	10. Januar 1972
	Kartoffeln	Keimhemmung	Konsumenten-tests	maximal 0,1	5. März 1973
	Zwiebeln	Keimhemmung	Konsumenten-tests		5. März 1973
	Erdbeeren	Haltbarkeits-verbesserung	Konsumenten-tests		5. März 1973
	Misch-gewürze (schwarzer Pfeffer, Kreuzkümmel, Paprika, getrockneter Knoblauch: zur Verwen-dung in Gewürzen)	Dekontamination	experimentelle Mengen	5	2. April 1974
	Zwiebeln	Keimhemmung	Konsumenten-tests	0,06	6. August 1975
	Zwiebeln	Keimhemmung	experimentelle Mengen	0,06	6. September 1976
	gemischte Trockenzuta-ten für Hack-fleisch in Dosen	Dekontamination	experimentelle Mengen	5	20. November 1976
	Kartoffeln	Keimhemmung	Konsumenten-tests	0,1	4. Mai 1980
	Zwiebeln	Keimhemmung	experimentelle Mengen	0,05	15. September 1980
	Zwiebeln zur Verarbeitung zu Trocken-flocken	Keimhemmung	Konsumenten-tests	0,05	18. November 1980
	Pilze (Agaricus)	Wachstumshem-mung	Konsumenten-tests	2,5	20. Juni 1981
Erdbeeren	Haltbarkeits-verbesserung	Konsumenten-tests	2,5	20. Juni 1981	
Kartoffeln	Keimhemmung	Konsumenten-tests	0,1	13. Oktober 1981	

noch Anlage 2

Land (Organisation)	Erzeugnis	Zweck der Bestrahlung	Art der Zulassung	zugelassene Dosis (KGy)	Datum der Zulassung
	Kartoffeln	Keimhemmung	Konsumenten- tests	0,1	2. Dezember 1981
	Gewürze für Wurstproduk- tion	Dekontamination	Konsumenten- tests	5	4. Januar 1982
	Erdbeeren	Haltbarkeits- verbesserung	Konsumenten- tests	2,5	15. April 1982
	Pilze (Agaricus)	Wachstumshem- mung	Konsumenten- tests	2,5	15. April 1982
	Pilze (Pleurotus)	Wachstumshem- mung	Konsumenten- tests	3	15. April 1982
	Trauben	Haltbarkeits- verbesserung	Konsumenten- tests	2,5	5. April 1982
	Kirschen	Haltbarkeits- verbesserung	Konsumenten- tests	2,5	15. April 1982
	Sauerkir- schen	Haltbarkeits- verbesserung	Konsumenten- tests	2,5	15. April 1982
	(Rote) Johan- nisbeere	Haltbarkeits- verbesserung	Konsumenten- tests	2,5	15. April 1982
	Zwiebeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	0,05 + 0,02	23. Juni 1982
	Wurstge- würze	Dekontamination	Konsumenten- tests	5	28. Juni 1982
	Birnen	Haltbarkeits- verbesserung	Konsumenten- tests	2,5	7. Dezember 1982
	Birnen	Haltbarkeits- verbesserung	Konsumenten- tests	1,0 + Cal- ciumchlorid- behandlung	24. Januar 1983
	Gewürze	Dekontamination	Konsumenten- tests	5	1983
	Kartoffeln (zur Herstel- lung von Flocken)	Keimhemmung	Konsumenten- tests	0,1	28. Januar 1983
	Gefrorene Hähnchen	Dekontamination	Konsumenten- tests	4	3. Oktober 1983
	Sauerkir- schen (in Dosen)	Dekontamination	eingeschränkt	0,2 im Durchschnitt	20. Februar 1984
	Schwarzer Pfeffer	Dekontamination	eingeschränkt	mindestens 6	23. April 1985 Mai 1985
	Gewürze	Dekontamination	eingeschränkt	mindestens 5 bis 6	25. April 1986
	Gewürze	Dekontamination	uneingeschränkt	8, 6 im Durchschnitt	19. August 1986
Indien	Kartoffeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	Codex- Standard	Januar 1986
	Zwiebeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	Codex- Standard	Januar 1986
	Gewürze	Desinfektion	nur für Export	Codex- Standard	Januar 1986
	gefrorene Garnelen und Frosch- schenkel	Desinfektion	nur für Export	Codex- Standard	Januar 1986
Indonesien	getrocknete Gewürze	Dekontamination	uneingeschränkt	10 (maximal)	29. Dezember 1987

## noch Anlage 2

Land (Organisation)	Erzeugnis	Zweck der Bestrahlung	Art der Zulassung	zugelassene Dosis (KGy)	Datum der Zulassung
	Knollenfrüchte und Wurzelgemüse (Kartoffeln, Schalotten, Knoblauch und Wurzelstöcke) Cerealien	Keimhemmung  Entwesung	uneingeschränkt  uneingeschränkt	0,15 (maximal)  1 (maximal)	29. Dezember 1987  29. Dezember 1987
Israel	Kartoffeln Zwiebeln Geflügel und Geflügelteile  Zwiebeln Knoblauch Schalotten Gewürze (36 verschiedene Erzeugnisse) Frische Früchte und Gemüse Getreide, Cerealien, Hülsenfrüchte, Kakao- und Kaffeebohnen, Nüsse, eßbare Samen Pilze, Erdbeeren Geflügel und Geflügelteile Gewürze und Würzen, entwässerte und getrocknete Gemüse, eßbare Kräuter Geflügel-futter	Keimhemmung Keimhemmung Haltbarkeitsverbesserung, Dekontamination Keimhemmung Keimhemmung Keimhemmung Dekontamination  Entwesung  Entwesung  Haltbarkeitsverbesserung Dekontamination Dekontamination  Dekontamination	uneingeschränkt uneingeschränkt uneingeschränkt  uneingeschränkt uneingeschränkt uneingeschränkt uneingeschränkt  uneingeschränkt  uneingeschränkt uneingeschränkt uneingeschränkt  uneingeschränkt uneingeschränkt uneingeschränkt  uneingeschränkt	maximal 0,15 maximal 0,1 maximal 7  0,15 0,15 0,15 10  1 im Durchschnitt  1 im Durchschnitt  3 im Durchschnitt 7 im Durchschnitt 10 im Durchschnitt  15 im Durchschnitt	5. Juli 1967 25. Juli 1968 23. April 1982  6. März 1985 6. März 1985 6. März 1985 6. März 1985  Januar 1987  Januar 1987  Januar 1987 Januar 1987 Januar 1987  Januar 1987
Italien	Kartoffeln  Zwiebeln  Knoblauch	Keimhemmung  Keimhemmung  Keimhemmung	uneingeschränkt  uneingeschränkt  uneingeschränkt	0,075 bis 0,15  0,075 bis 0,15  0,075 bis 0,15	30. August 1973  30. August 1973  30. August 1973
Japan	Kartoffeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	maximal 0,15	30. August 1972
Republik Korea	Kartoffeln  Zwiebeln	Keimhemmung  Keimhemmung	uneingeschränkt  uneingeschränkt	maximal 0,15  maximal 0,15	28. September 1987  28. September 1987

noch Anlage 2

Land (Organisation)	Erzeugnis	Zweck der Bestrahlung	Art der Zulassung	zugelassene Dosis (KGy)	Datum der Zulassung
	Knoblauch	Keimhemmung	uneingeschränkt	maximal 0,15	28. September 1987
	Kastanien	Keimhemmung	uneingeschränkt	maximal 0,25	28. September 1987
	frische und getrocknete Pilze	Wachstumshemmung und Entwesung	uneingeschränkt	maximal 1,0	28. September 1987
	getrocknete Gewürze	Dekontamination	uneingeschränkt	maximal 10	1. September 1988
Niederlande	Trockengemüse	Dekontamination	beschränkt auf 2 Jahre	maximal 10,0	20. Oktober 1988
	Tiefgefrorene Garnelen	Dekontamination	beschränkt auf 2 Jahre	maximal 7,0	
	Frische Garnelen	Dekontamination	beschränkt auf 2 Jahre	maximal 1,0	20. Oktober 1988
	Gewürze und Kräuter	Dekontamination	beschränkt auf 2 Jahre	maximal 10,0	20. Oktober 1988
	Geflügel	Dekontamination	beschränkt auf 2 Jahre	maximal 3,0	20. Oktober 1988
	Fischfilets	Dekontamination	beschränkt auf 2 Jahre	mindestens 1,0	20. Oktober 1988
	Tiefkühlkost für Patienten, die sterile Kost benötigen	Dekontamination	beschränkt auf 2 Jahre	maximal 25,0	20. Oktober 1988
Norwegen	Gewürze	Dekontamination	uneingeschränkt	maximal 10	
Pakistan	Kartoffeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	maximal 0,15	13. Juni 1988
	Zwiebeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	maximal 0,15	13. Juni 1988
	Knoblauch	Keimhemmung	uneingeschränkt	maximal 0,15	13. Juni 1988
	Gewürze	Dekontamination/ Entwesung	uneingeschränkt	maximal 10,0	13. Juni 1988
Philippinen	Kartoffeln	Keimhemmung	vorläufig	0,15 (maximal)	13. September 1972
	Zwiebeln	Keimhemmung	vorläufig	0,07	1981
	Knoblauch	Keimhemmung	vorläufig	0,07	1981
	Zwiebeln und Knoblauch	Keimhemmung	Konsumententests		9. Juli 1984 29. September 1986
Polen	Kartoffeln	Keimhemmung	vorläufig	maximal 0,15	1982
	Zwiebeln	Keimhemmung	vorläufig		März 1983
Südafrika	Kartoffeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	0,12 bis 0,24	19. Januar 1977
	getrocknete Bananen	Entwesung	vorläufig	0,5 (maximal)	28. Juli 1977
	Avokados	Entwesung	vorläufig	0,1 (maximal)	28. Juli 1977
	Zwiebeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	0,5 bis 0,15	25. August 1978
	Knoblauch	Keimhemmung	uneingeschränkt	0,1 bis 0,2	25. August 1978
	Hähnchen	Haltbarkeitsverbesserung/ Dekontamination	uneingeschränkt	2 bis 7	25. August 1978
	Papayas	Haltbarkeitsverbesserung	uneingeschränkt	0,5 bis 1,5	25. August 1978

## noch Anlage 2

Land (Organisation)	Erzeugnis	Zweck der Bestrahlung	Art der Zulassung	zugelassene Dosis (KGy)	Datum der Zulassung
	Mangos	Haltbarkeits- verbesserung	uneingeschränkt	0,5 bis 1,5	25. August 1978
	Erdbeeren	Haltbarkeits- verbesserung	uneingeschränkt	1 bis 4	25. August 1978
	Bananen	Haltbarkeits- verbesserung	uneingeschränkt		1982
	Litchis	Haltbarkeits- verbesserung	uneingeschränkt		1982
	eingelegte Mangos	Haltbarkeits- verbesserung	uneingeschränkt		1982
	Avokados	Haltbarkeits- verbesserung	uneingeschränkt		1982
	gefrorene Fruchtsäfte	Haltbarkeits- verbesserung	uneingeschränkt		1982
	grüne Boh- nen		uneingeschränkt		
	Tomaten	Reifekontrolle	uneingeschränkt		
	eingelegte Sojaerzeug- nisse		uneingeschränkt		
	Ingwer		uneingeschränkt		
	Gemüsepaste		uneingeschränkt		
	Bananen (getrocknet)	Entwesung	uneingeschränkt		
	Mandeln	Entwesung	uneingeschränkt		
	Käsepulver	Entwesung	uneingeschränkt		
	Hefepulver		uneingeschränkt		
	Kräutertee		uneingeschränkt		
	verschiedene Gewürze		uneingeschränkt		
	verschiedene entwässerte Gemüse		uneingeschränkt		
Spanien	Kartoffeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	0,05 bis 0,15	4. November 1969
	Zwiebeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	0,08 (maxi- mal)	1971
Syrien	Hähnchen	Haltbarkeits- verbesserung (oder Verringe- rung pathogener Mikroorganis- men wie Salmo- nellen in bratfer- tigen Hähnchen)	uneingeschränkt	maximal 7,0	2. August 1986
	Kakaobohnen	Entwesung und Verringerung von Mikroorga- nismen oder Bakterien	uneingeschränkt	maximal 5,0	2. August 1986
	Datteln	Entwesung	uneingeschränkt	maximal 1,0	2. August 1986
	Mangos	Entwesung	uneingeschränkt	maximal 1,0	2. August 1986
	Zwiebeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	maximal 1,0	2. August 1986
	Papayas	Entwesung	uneingeschränkt	maximal 1,0	2. August 1986



noch Anlage 2

Land (Organisation)	Erzeugnis	Zweck der Bestrahlung	Art der Zulassung	zugelassene Dosis (KGy)	Datum der Zulassung
	Kartoffeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	maximal 1,5	2. August 1986
	Leguminosen	Entwesung	uneingeschränkt	maximal 1,0	2. August 1986
	Reis	Entwesung	uneingeschränkt	maximal 1,0	2. August 1986
	Gewürze und Würzen, Trocken- zwiebeln und Zwiebel- pulver	Entwesung	uneingeschränkt	maximal 10	2. August 1986
	Erdbeeren	Haltbarkeits- verbesserung	uneingeschränkt	maximal 3,0	2. August 1986
	Knochenfisch und Fisch- erzeugnisse	Entwesung	uneingeschränkt	maximal 2,2	2. August 1986
	Weizen und Weizen- erzeugnisse	Entwesung	uneingeschränkt	maximal 1,0	2. August 1986
Thailand	Zwiebeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	0,1 (maximal) 0,15	20. März 1973
	Kartoffeln, Zwiebeln, Knoblauch	Keimhemmung	uneingeschränkt		4. Dezember 1986
	Datteln	Entwesung	uneingeschränkt	1	4. Dezember 1986
	Mangos, Papayas	Entwesung und Reifeverzöge- rung	uneingeschränkt	1	4. Dezember 1986
	Weizen, Reis, Hülsen- früchte	Entwesung	uneingeschränkt	1	4. Dezember 1986
	Kakaobohnen	Entwesung	uneingeschränkt	1	4. Dezember 1986
	Fisch- und Fisch- erzeugnisse	Entwesung	uneingeschränkt	1	4. Dezember 1986
	Fisch und Fisch- erzeugnisse	Verringerung der mikrobiellen	uneingeschränkt	2,2	4. Dezember 1986
	Erdbeeren	Belastung Haltbarkeits- verbesserung	uneingeschränkt	3	4. Dezember 1986
	Nam (Fleisch- erzeugnis)	Dekontamination	uneingeschränkt	4	4. Dezember 1986
	Moo Yor	Dekontamination	uneingeschränkt	5	4. Dezember 1986
	Wurst	Dekontamination	uneingeschränkt	5	4. Dezember 1986
	gefrorene Garnelen	Dekontamination	uneingeschränkt	5	4. Dezember 1986
	Kakaobohnen	Verringerung der mikrobiellen Be- lastung	uneingeschränkt	5	4. Dezember 1986
Hähnchen	Dekontamination und Haltbarkeit	uneingeschränkt	7	4. Dezember 1986	
Gewürze und Würzen, entwässert	Entwesung	uneingeschränkt	1	4. Dezember 1986	

## noch Anlage 2

Land (Organisation)	Erzeugnis	Zweck der Bestrahlung	Art der Zulassung	zugelassene Dosis (KGy)	Datum der Zulassung
	Zwiebeln und Zwiebel- pulver	Dekontamination	uneingeschränkt	10	4. Dezember 1986
UdSSR	Kartoffeln Kartoffeln	Keimhemmung Keimhemmung	uneingeschränkt uneingeschränkt	0,1 (maximal) 0,3 (1 MeV- Elektronen)	14. März 1958 17. Juli 1973
	Getreide frische Früchte und Gemüse	Entwesung Haltbarkeits- verbesserung	uneingeschränkt experimentelle Mengen	0,3 2 bis 4	1959 11. Juli 1964
	halbzuberei- tetes rohes Rindfleisch, Schweine- fleisch und Kaninchen- erzeugnisse (in Plastik- beuteln)	Haltbarkeits- verbesserung	experimentelle Mengen	6 bis 8	11. Juli 1964
	Trocken- früchte	Entwesung	uneingeschränkt	1	15. Februar 1966
	Trocken- konzentrate (Buchweizen- brei, Hafer- schleim- suppe, Reis, Pudding)	Entwesung	uneingeschränkt	0,7	6. Juni 1966
	Geflügel aus- geweidet (in Plastik- beuteln)	Haltbarkeits- verbesserung	experimentelle Mengen	6	4. Juli 1966
	kulinarisch zubereitete Fleisch- erzeugnisse (gebratenes Fleisch, Entrecote) (in Plastik- beuteln)	Haltbarkeits- verbesserung	Konsumenten- tests	8	1. Februar 1967
	Zwiebeln	Keimhemmung	Konsumenten- tests	0,06	25. Februar 1967
	Zwiebeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	0,06	17. Juli 1973
	Vereinigtes Königreich	Patienten- diäten	Sterilisation	Krankenhaus- patienten	
USA	Weizen	Entwesung	uneingeschränkt	0,2 bis 0,5	21. August 1963
	Kartoffeln	Haltbarkeits- verbesserung	uneingeschränkt	0,05 bis 0,1	30. Juni 1964
	Kartoffeln	Haltbarkeits- verbesserung	uneingeschränkt	0,05 bis 0,15	1. November 1965
	Gewürze und Würzen aus Trocken- gemüse (38 Zuberei- tungen)	Dekontamina- tion/ Entwesung	uneingeschränkt	30 (maximal)	5. Juli 1983

noch Anlage 2

Land (Organisation)	Erzeugnis	Zweck der Bestrahlung	Art der Zulassung	zugelassene Dosis (KGy)	Datum der Zulassung
	Trockene oder entwäs- serte Enzym- zubereitun- gen (einschließ- lich Zuberei- tungen mit immobilisier- ten Enzymen)	Bekämpfung von Insekten und/ oder Mikroorga- nismen	uneingeschränkt	10 (maximal)	10. Juni 1985
	Schweinekör- per oder fri- sche, nicht erhitzte Teile von Schwe- inekörpern	Bekämpfung von Trichinen	uneingeschränkt	mindestens 0,3 bis maximal 1,0	22. Juli 1985
	Frische Le- bensmittel	Reifeverzöge- rung	uneingeschränkt	1	18. April 1986
	Lebensmittel	Entwesung	uneingeschränkt	1	18. April 1986
	Trockene oder entwäs- serte Enzym- zubereitun- gen	Dekontamination	uneingeschränkt	10	18. April 1986
	Trockene oder entwäs- sertert aro- matische Ge- müseerzeug- nisse	Dekontamination	uneingeschränkt	30	18. April 1986
Uruguay	Kartoffeln	Keimhemmung	uneingeschränkt		23. Juni 1970
Jugoslawien	Cerealien	Entwesung	uneingeschränkt	maximal 10	17. Dezember 1984
	Leguminosen	Entwesung	uneingeschränkt	maximal 10	17. Dezember 1984
	Zwiebeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	maximal 10	17. Dezember 1984
	Knoblauch	Keimhemmung	uneingeschränkt	maximal 10	17. Dezember 1984
	Kartoffeln	Keimhemmung	uneingeschränkt	maximal 10	17. Dezember 1984
	Entwässerte Früchte und Gemüse	Keimhemmung	uneingeschränkt	maximal 10	17. Dezember 1984
	Getrocknete Pilze		uneingeschränkt	maximal 10	17. Dezember 1984
	Eipulver	Dekontamination	uneingeschränkt	maximal 10	17. Dezember 1984
	Kräutertees, Tee-Extrakte	Dekontamination	uneingeschränkt	maximal 10	17. Dezember 1984
	Frischfleisch und Frisch- geflügel, Gewürze	Haltbarkeits- verbesserung/ Dekontamination	uneingeschränkt	maximal 10	17. Dezember 1984
Taiwan	Kartoffeln, Süßkartoffeln, Zwiebeln, Knoblauch, Schalotten	Keimhemmung	uneingeschränkt	0,15	16. Januar 1985

noch Anlage 2

Land (Organisation)	Erzeugnis	Zweck der Bestrahlung	Art der Zulassung	zugelassene Dosis (KGy)	Datum der Zulassung
	Papayas, Mangos	Reifeverzögerung	uneingeschränkt	1,5	16. Januar 1985
	Reis	Insektenbekämpfung	uneingeschränkt	1,0	16. Januar 1985
	Kleine, rote Bohnen, Mungbohnen, Sojabohnen	Insektenbekämpfung	uneingeschränkt	0,2	16. Januar 1985
	Weizen, Mehl	Insektenbekämpfung	uneingeschränkt	0,4	16. Januar 1985
	Gewürze	Insektenbekämpfung/ Dekontamination	uneingeschränkt	30,0	30. November 1987

\* Die Regierung hat die Lebensmittelbestrahlung als Verfahren anerkannt und erlaubt die Bestrahlung bestimmter Lebensmittel unter bestimmten Bedingungen

**Liste der Lebensmittel, für die weltweit am häufigsten die Bestrahlung zugelassen wurde,  
und Importvolumina in die Bundesrepublik Deutschland**

Lebensmittel	Importvolumen 1989 in to
Kartoffeln .....	877 341,8 (frisch)
Zwiebeln .....	325 884,8 (frisch)
Gewürze .....	44 431,8
Knoblauch .....	8 762,9 (frisch)
Erdbeeren .....	96 720,0 (frisch)
Getreide .....	4 174 655,7 (Getreidekörner zus.; ohne Reis)
Pilze .....	21 093,2 (frisch)
getrocknetes Gemüse ...	22 230,9
Geflügel .....	263 282,0 (Geflügelfleisch)
Geflügelfleisch .....	darunter: 37 563,5 (Geflügelfleisch, entbeint)
Weizen .....	2 038 623,1
Fisch .....	526 973,4 (Fische und -zubereitungen zus.)
Papayas .....	1 752,4 (frisch)
Reis .....	203 862,3
Mangos .....	5 506,8 (Guaven, Mango- früchte . . .)
Kakaobohnen .....	250 081,5

Quellen: — Internationale Atomenergie-Organisation, Supplement to Food Irradiation  
Newsletter, Vo. 12, No. 1, April 1988  
— Statistisches Bundesamt

## Anlage 4

**Regelung der Lebensmittelbestrahlung in den Mitgliedstaaten der Europäischen Gemeinschaften (außer Bundesrepublik Deutschland)****Belgien**

Es ist in Belgien grundsätzlich verboten, Lebensmittel, Arzneimittel und Futtermittel mit ionisierenden Strahlen zu behandeln. Der Gesundheitsminister kann jedoch Ausnahmegenehmigungen erteilen, bei denen einschränkende Auflagen gemacht werden können.

Erteilte vorläufige Genehmigungen nach Angaben der IAEO für: Kartoffeln, Erdbeeren, Zwiebeln, Knoblauch, Schalotten, verschiedene Gewürze, Gummi arabicum, bestimmte gefrorene Produkte.

**Dänemark**

In Dänemark dürfen Lebensmittel nur nach ausdrücklicher Zulassung durch das Staatliche Lebensmittelamt mit ionisierenden Strahlen behandelt werden. Gleiches gilt für den Import bestrahlter Lebensmittel. Der Zulassung geht eine Einzelfallprüfung voraus, bei der nachgewiesen werden muß, daß die Behandlung unter verschiedenen Gesichtspunkten (Gesundheit, Ernährung, Technologie) begründet ist. Bestrahlte Lebensmittel und Lebensmittel mit bestrahlten Zutaten sind als solche zu kennzeichnen.

Eine Zulassung ist nach Angaben der IAEO für Gewürze und Kräuter erfolgt.

**Griechenland**

In Griechenland existieren keine Rechtsvorschriften zur Lebensmittelbestrahlung.

**Spanien**

In Spanien kann im Einzelfall die Bestrahlung von Lebensmitteln, ggf. unter bestimmten Auflagen, genehmigt werden. Nach Angaben der IAEO wurden Genehmigungen für Kartoffeln und Zwiebeln erteilt.

**Frankreich**

In Frankreich sind die Rahmenbedingungen für die Bestrahlung von Lebensmitteln in einer Verordnung aus dem Jahre 1970 geregelt. Detailliertere Regelungen über verschiedene Aspekte der Bestrahlung bestimmter Lebensmittel sind in einzelnen Erlassen festgelegt und zwar für folgende Lebensmittel: Kartoffeln, Gewürze und aromatische Kräuter; Knoblauch, Zwiebeln, Schalotten; mechanisch entbeintes Geflügelfleisch; Gummi arabicum; Getreidekeime und -flocken; Blutplasma und Blut von Schlachtieren;

Trockenobst und Trockengemüse; Reismehle; Erdbeeren; gefrorene Froschschenkel.

**Irland**

In Irland gibt es keine Regelungen über die Behandlung von Lebensmitteln mit ionisierenden Strahlen. Die Einrichtung von Bestrahlungsanlagen bedürfte einer staatlichen Genehmigung. Der vermutete Import einiger bestrahlter Lebensmittel (Gewürze) wird toleriert.

**Italien**

In Italien ist gemäß Ministerialdekret vom 30. August 1973 die Bestrahlung zur Keimhemmung bei Kartoffeln, Zwiebeln und Knoblauch unter Verwendung der Strahlenquellen Kobalt-60 und Caesium-137 erlaubt. Die Bestrahlungsdosis darf nicht mehr als 0,15 und nicht weniger als 0,075 K Gy betragen.

**Luxemburg**

In Luxemburg ist für die Behandlung von Lebensmitteln mit ionisierenden Strahlen und den Verkehr mit derart behandelten Lebensmitteln eine Sondergenehmigung des Gesundheitsministeriums erforderlich (Großherzogliche Verordnung vom 8. Februar 1967). Eine solche Genehmigung ist bisher nicht erteilt worden.

**Niederlande**

Die Lebensmittelbestrahlung ist in den Niederlanden nicht generell zugelassen. Genehmigungen zur Bestrahlung werden erteilt, soweit dies technologisch wünschenswert ist und das Verfahren korrekt durchgeführt wird. Nach Angaben der IAEO gelten derzeit (Stand: 2. November 1989) Genehmigungen zur Bestrahlung folgender Lebensmittel bzw. Lebensmittelgruppen: Trockengemüse, tiefgefrorene Garnelen, frische Garnelen, Gewürze und Kräuter, Geflügel, Fischfilets, Tiefkühlkost für Patienten, die einer sterilen Nahrung benötigen.

**Portugal**

Es gibt in Portugal keine spezifischen Rechtsvorschriften, die die Behandlung von Lebensmitteln mit ionisierenden Strahlen regeln.

**Vereinigtes Königreich**

Die Bestrahlung von Lebensmitteln ist im Vereinigten Königreich grundsätzlich untersagt. Ausnahmen bestehen nur in eng begrenztem Umfang für die Herstellung steriler Diäten für Krankenhauspatienten.

