

Rückstände von Schädlingsbekämpfungsmitteln in der Nahrung. Biologische Aspekte

Hans Maier-Bode

Zusammenfassung

Die moderne Landwirtschaft kann auf den chemischen Pflanzenschutz nicht verzichten. Von den angewendeten Schädlingsbekämpfungsmitteln (in Deutschland etwa 130 Wirkstoffe) werden viele, darunter die meisten Unkrautbekämpfungsmittel, viele Fungizide und Insektizide, zwischen Ausbringung und Ernte soweit abgebaut, daß in den Erntegütern und den daraus hergestellten Nahrungsmitteln Rückstände nicht nachweisbar sind. Von anderen Schädlingsbekämpfungsmitteln findet man in unserer Nahrung Rückstände. Auf totem oder biologisch ruhendem Pflanzenmaterial, z.B. Getreidekörnern, erfolgt der *Wirkstoff*-Abbau oft viel langsamer als auf lebendem. Die Toxizität für *Warmblüter* liegt bei einer Reihe von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen im Bereich der Toxizität von Stoffen, die wir mit der Nahrung aufnehmen gewohnt sind. Von ihnen sind nachteilige Wirkungen auf den Lebensmittelverbraucher nicht zu erwarten. Für eine Anzahl Wirkstoffe aus allen Bereichen der chemischen Schädlingsbekämpfung liegen die für den Menschen in der Nahrung nach dem Stand unseres heutigen Wissens toxikologisch unbedenklichen Tagesdosen fest, für andere werden sie zur Zeit ermittelt. In diese Untersuchungen wird die Prüfung auf etwaige cancerogene, fertilitätshemmende und mutagene Wirkungen einbezogen. Aus zahlreichen Analysen ist bekannt, daß bei sachgemäßer Anwendung der Mittel, d.h. Befolgung der Gebrauchsanweisungen und Wartezeitvorschriften, die unbedenklichen Höchstdosen in der täglichen Nahrung nicht überschritten werden. Einige Wirkstoffe werden im Körperfett des

Résumé

L'agriculture moderne ne peut désormais plus se passer des pesticides chimiques. Une grande partie des pesticides utilisés (env. 130 en Allemagne) parmi lesquels: la plupart des herbicides, beaucoup de fongicides et d'insecticides, se décomposent entre leur application et la récolte et les résidus ne sont plus décelables dans les produits récoltés et les denrées qui en dérivent.

On trouve des résidus d'autres pesticides dans les denrées alimentaires.

Le processus de décomposition des substances sur des matières végétales mortes ou biologiquement en repos est souvent beaucoup plus lent que sur la matière vivante. La toxicité pour les homéothermes de toute une série de pesticides est de l'ordre de grandeur de la toxicité de certaines substances que nous avons l'habitude d'absorber dans la nourriture. Des effets néfastes sur la santé du consommateur sont peu probables.

La tolérance toxique d'un certain nombre de substances entrant dans la composition des pesticides chimiques a été établie suivant les connaissances actuelles (doses journalières toxicologiquement inoffensives pour le consommateur); pour d'autres substances, ces normes sont à l'étude. Dans ces recherches sont inclus des examens sur des effets éventuels sur la fertilité, ainsi que les effets cancérigènes et mutagènes.

Il ressort de nombreuses analyses qu'une application judicieuse des substances suivant les modes d'emploi et les délais d'attente recommandés évite de dépasser les doses maxima dans la nourriture journalière.

Menschen gespeichert. In den USA fand man (1963) in 1 kg menschlichem Fett durchschnittlich etwa 10 mg DDT, 0,6 mg Lindan und 0,1 mg Dieldrin; in Deutschland (1958/1959) durchschnittlich 2,3 mg/kg DDT, aber kein Lindan und Dieldrin. Nach Ergebnissen von Tierversuchen gefährden auch wesentlich höhere DDT-Depots im Fettgewebe den Organismus nicht, auch nicht bei Mobilisierung durch Verbrauch des Fettes während Hungerperioden. Zu den Aufgaben der modernen Ernährungsforschung gehört die Untersuchung des Einflusses der Pflanzenschutz-Maßnahmen auf den Ernährungswert der Erntegüter. Hierzu gehört auch die durch Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung erreichte Verhinderung nachteiliger Auswirkungen des Schädlings- und Krankheitsbefalles von Nahrungspflanzen und Lebensmitteln auf die menschliche Gesundheit und die Qualität der Nahrungsgüter.

Certaines substances sont retenues dans la graisse corporelle de l'homme. Aux Etats-Unis (1963) on a trouvé dans 1 kg de graisse humaine une moyenne d'environ 10 mg DDT, 0,6 mg Lindan et 0,1 mg Dieldrin; en Allemagne (1958/59) 2,3 mg DDT, mais point de Lindan et de Dieldrin. D'après les résultats des expériences faites sur les animaux, même des dépôts considérablement plus élevés de DDT dans le tissu graisseux ne sont pas dangereux pour l'organisme, ni même en cas de mobilisation de la graisse (consommation) en périodes de famine.

L'une des tâches de la recherche dans le domaine alimentaire consiste à examiner l'influence des mesures pesticides sur la valeur nutritive des produits agricoles. Il s'agit entre autres d'éviter, par des pesticides, les effets néfastes sur la santé humaine et la qualité des denrées produits par des insectes ou par des maladies de plantes ou de produits alimentaires.

I. Die Notwendigkeit des chemischen Pflanzenschutzes

Zu den bemerkenswerten Erscheinungen unserer Zeit gehört einerseits ein Überangebot an Nahrungsgütern in den hochentwickelten Ländern und andererseits nicht ausreichende Ernährung von etwa 40% der Erdbevölkerung. Die Zahl der Menschen auf der Erde nimmt täglich um 100 000 zu, also um die Einwohnerschaft einer Großstadt, und nach den Berechnungen der FAO ist bis 1975, das heißt innerhalb der nächsten 10 Jahre, eine Erhöhung der Nahrungsmittelherzeugung um mehr als 35% unerlässlich. Gleichzeitig muß die Welternährungslage durch Belieferung der Mangelgebiete mit landwirtschaftlichen Produkten aus den Überschußgebieten ausgeglichen werden. Diese Forderungen zwingen, vor allem auch wegen des notorischen Mangels an menschlicher Arbeitskraft in der Landwirtschaft der meisten Länder, zum Verlassen der überkommenen Erzeugungsmethoden zugunsten einer drastischen Technisierung der landwirtschaftlichen Produktion. Dabei müssen unter dem Zwang von Angebot und Nachfrage pflanzenhygienisch ausgewogene Fruchtfolgen durch einseitige Spezialkulturen ersetzt werden. Die Folge davon sind Verbreitung und Massenvermehrung von Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschädlingen. Vermehrte viehlose Wirtschaftsweise führt zu verminderter Humuszufuhr, herabgesetzter Mikrobentätigkeit und verringerter Abwehrkraft der Böden gegen Krankheitserreger und Schädlinge. Immer schwerer werdende Zug- und Erntemaschinen fördern durch Verschlechterung von Bodenstruktur und Bodengare das Auftreten von Pflanzenkrankheiten, und der Mähdröschler sorgt für Vermehrung der Unkräuter, indem er deren Samen mit der Spreu auf die Äcker bläst (Richter 1965, Zogg 1965).

Begünstigt somit die durch die Welternährungslage erzwungene Technisierung des Landbaus in vielerlei Hinsicht die Ausbreitung von Pflanzenkrankheiten, Schädlingsbefall und Verunkrautung, so stellen auf der anderen Seite Handel und Verbraucher höchste, manchmal unvernünftig erscheinende Qualitätsforderungen, und der Erzeuger sieht sich durch die Konkurrenz reicher, billiger und hochwertiger Auslandsangebote zur Produktion erstklassiger, völlig makelfreier Ware gezwungen. Hierbei ist er, ob er will oder nicht, auf die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel angewiesen.

II. Höhe und Abbau der Wirkstoffrückstände auf dem Erntegut

Wenn also der moderne Landwirt auf chemische Schädlingsbekämpfungsmittel nicht verzichten kann, so fragt der Verbraucher der landwirtschaftlichen Erzeugnisse, ob die Rückstände, welche aus chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen auf unseren Lebensmitteln hinterbleiben können, etwa unsere Gesundheit gefährden.

Wollen wir uns ein wirkliches Bild von dem Ausmaß etwaiger Vergiftungsmöglichkeiten durch Pflanzenschutzmittel-Rückstände machen, so sollten wir uns der Lehre des Schweizer Philosophen und Arztes *Theophrastus Bombastus Paracelsus* von *Hohenheim* (1494–1541) erinnern, daß die Wirkung jeder giftigen Substanz von ihrer Dosierung abhängt. Wir müssen also nach der tatsächlichen Höhe der Rückstände fragen, welche aus Pflanzenschutzmaßnahmen auf unseren Nahrungsmitteln hinterbleiben können. Hierfür folgendes Beispiel: Bei Ausbringung von 3000 l Spritzbrühe mit einem Gehalt an 0,1% eines Wirkstoffs, also von 3 kg Wirkstoff, auf 1 ha Apfelanlage mit einem Baumbestand von

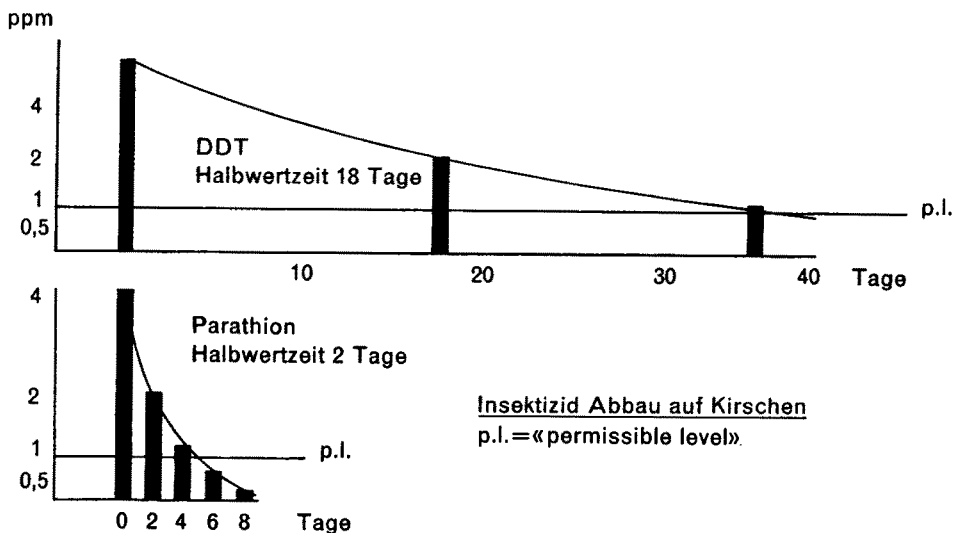


Abb. 1. Abbau von DDT und Parathion auf Kirschen

1500 pro ha gelangen auf jeden Baum 2 g Wirkstoff und davon auf die Früchte nach unseren Erfahrungen maximal $\frac{1}{10}$, also 200 mg. Beträgt der Fruchtbehang

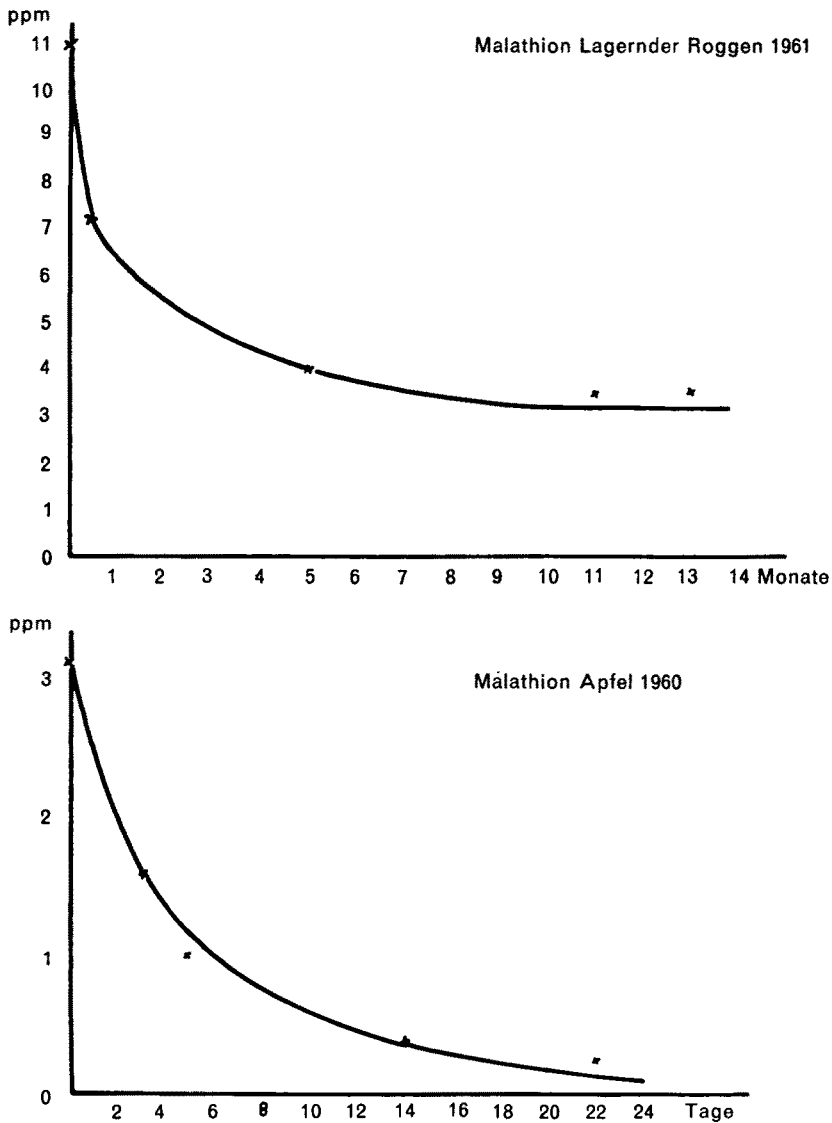


Abb. 2. Abbau von Malathion auf lagerndem Roggen und Äpfeln

50 kg pro Baum, so wird also durch diese Spritzung ein Wirkstoffdepot von 4 mg pro 1 kg Äpfel erzeugt oder von 4 ppm (1 ppm = 1 part per million = 1 mg/kg).

Dieses Wirkstoffdepot auf der Pflanzenoberfläche erfährt nun unter dem Einfluß verschiedener Faktoren (Regen, Tau, Wärme, Licht, Pflanzenzuwuchs)

quantitative und qualitative Veränderungen, die zusammenfassend als «Abbau» bezeichnet werden. Die Zeit, innerhalb welcher ein Wirkstoffdepot auf die Hälfte abgebaut wird, nennt man seine Halbwertszeit. Sie beträgt z. B. für das Insektizid DDT auf Kirschen 18 Tage, für das Insektizid Parathion nur 2 Tage.

Nach den Erhebungen der FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization, 1963) können die in menschlichen Nahrungsmitteln duldbaren Höchstmengen («permissible level») sowohl an DDT wie auch an Parathion mit 0,9 ppm angegeben werden (*Maier-Bode* 1965). Der Abbau eines Depots von 4 ppm DDT auf 0,9 ppm dauert, wie Bild 1 zeigt, etwa 37 Tage, von 4 ppm Parathion aber nur 4½ Tage. Da Kirschen oft noch wenige Tage vor der Ernte gegen Madenbefall (durch *Rhagoletis cerasi* L.) gespritzt werden müssen, wird man vom Standpunkt des Lebensmittelverbrauchers ein schnell abbaues Insektizid vom Typ des Parathion dem persistenteren Insektizid DDT vorziehen.

Die Anwendung persistenter Wirkstoffe, also solcher mit langer Halbwertszeit, sollte vor allem den Indikationen vorbehalten bleiben, wo langanhaltende Wirkung verlangt werden muß.

Die Reaktionen des Wirkstoffabbaus werden durch Enzyme der lebenden Pflanze katalysiert. Auf totem oder biologisch ruhendem Pflanzenmaterial erfolgen sie nur langsam. So wird beispielsweise ein auf Äpfeln vorschriftsmäßig erzeugtes Depot des Wirkstoffs Malathion, den wir wegen seiner geringen Toxizität sehr schätzen, innerhalb einer Woche so weit abgebaut, daß gegen ihren Verzehr nichts einzuwenden ist, z. B. wie Bild 2 zeigt, von 3 ppm auf 1 ppm.

In manchen Ländern wird der selbe Wirkstoff in Mengen von etwa 10 ppm auf Lagergetreide gespritzt oder gestäubt. Dadurch läßt sich dessen Befall durch Kornkäfer oder andere Getreideschädlinge wirksam verhindern. Nach Untersuchungen des Bundesgesundheitsamtes, Berlin-Dahlem, enthält so behandelte Roggen noch nach 13 Monaten Lagerzeit über 3 ppm Malathion-Rückstände. Das Malathion abbauende Enzym ist im ausgereiften Getreidekorn, das sich ja im biologischen Ruhezustand befindet, offensichtlich nur in schwachem Maße tätig. Der Unterschied der Abbaugeschwindigkeit in biologisch aktivem und biologisch inaktivem Material ist also eklatant.

III. Die akute Toxizität der Wirkstoffe

Das amtliche deutsche Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis nennt etwa 130 verschiedene Wirkstoffe an lebenden Pflanzen angewendeter Schädlingsbekämpfungsmittel. Davon dient die überwiegende Mehrzahl zur Bekämpfung von Insekten, Erregern von Pflanzenkrankheiten und Unkräutern. Wenn überhaupt an nachteilige Wirkungen von Rückständen unserer heute verwendeten Pflanzenschutzmittel auf die Gesundheit der Lebensmittelverbraucher ge-

dacht werden kann, so in erster Linie an die Insektizide, weil sich unter diesen, wie aus Bild 3 zu ersehen ist, viel mehr Verbindungen höherer Toxizität für Warmblüter, also auch für den Menschen, befinden als unter den Fungiziden, Herbiziden und sonstigen Wirkstoffen.

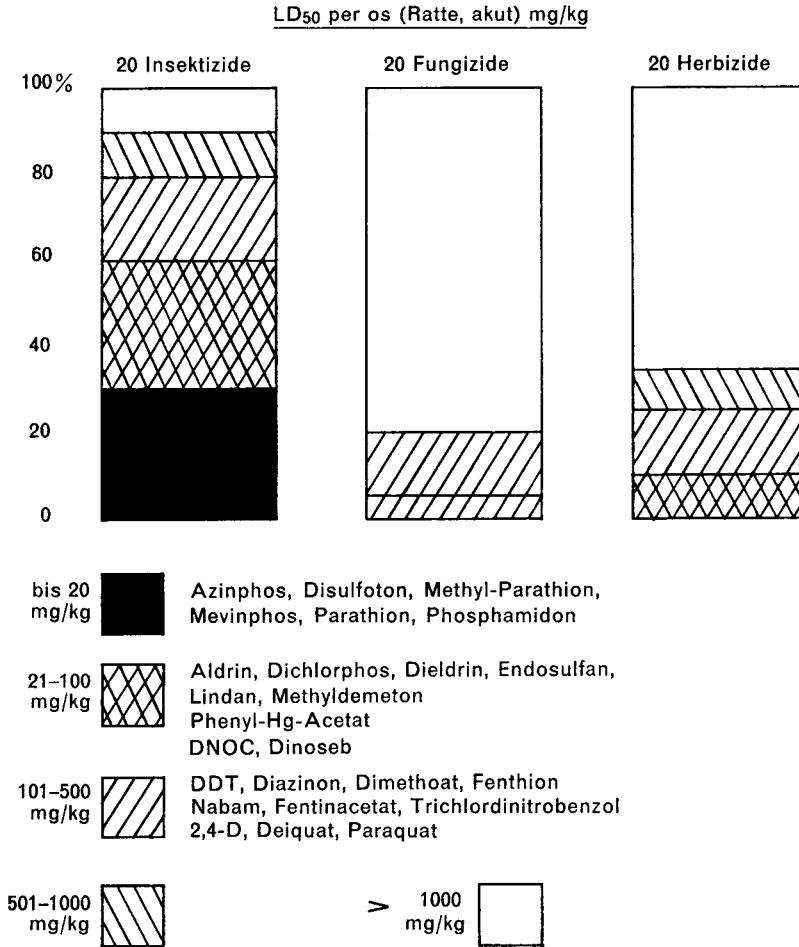


Abb. 3. Akute, orale Toxizität von je 20 Insektiziden, Fungiziden und Herbiziden für Ratten

In Bild 3 sind jeweils die 20 vermutlich meist verwendeten Insektizide, Fungizide und Herbizide nach der akuten oralen Toxizität für Ratten in fünf Gruppen eingeteilt. Maßzahl für diese Toxizität ist die LD₅₀, das ist diejenige Dosis des betreffenden Wirkstoffs, die eine Sterblichkeit von 50% der Versuchstiere bewirkt (angegeben als mg Wirkstoff/kg Körpergewicht). Je höher die LD₅₀ ist, um so weniger toxisch ist der betreffende Wirkstoff. Es ist ersichtlich, daß sich in der Gruppe der Wirkstoffe höchster Toxizität mit LD₅₀-Werten

unterhalb 20 mg/kg nur Insektizide befinden und auch in der nächst niedrigen Gruppe mit LD₅₀-Werten zwischen 21 und 100 mg/kg viel mehr Insektizide als Herbizide und Fungizide.

Den Lebensmittelverbraucher interessiert, daß sich gerade unter den Insektiziden höchster Toxizität, den organischen Phosphorverbindungen, diejenigen Wirkstoffe befinden, die auf den Pflanzen am schnellsten abgebaut werden, also aus diesem Grund nicht in seine Nahrung gelangen.

Bei den Wirkstoffen mit LD₅₀-Werten in der Größenordnung von 500 ppm und mehr befinden wir uns, wie aus Bild 4 ersichtlich ist, im Bereiche der Toxizität von Stoffen, die wir als Bestandteile von Nahrungs- und Genußmitteln in viel größeren Mengen aufzunehmen gewöhnt sind, z.B. von Allyl-

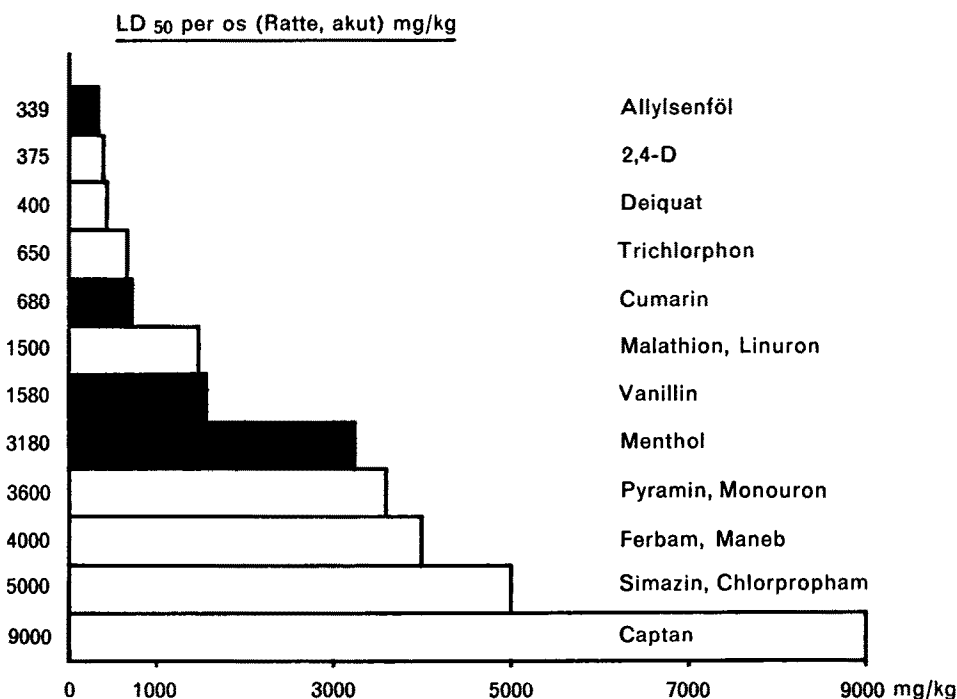


Abb. 4. Vergleich der akuten, oralen Toxizität von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen und Aromastoffen.

senföl (im Senf), Cumarin (in Backwaren und Limonaden), Vanillin (in Schokolade, Puddings usw.) und Menthol (z. B. in Pfefferminzbonbons) (*Jenner et al. 1964*). Vanillesauce enthält beispielsweise 200 ppm Vanillin, das Erntegut aus mit Simazin oder anderen Herbiziden behandelten Äckern fast immer unter 0,1 ppm und das Erntegut von Fungizid-behandelten Pflanzen höchstens einige wenige ppm der betreffenden Wirkstoffe.

IV. Die chronische Toxizität der Wirkstoffe

Wenn die Zahl der bei akuter Einwirkung stärker toxischen Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe also gering ist, so bleibt doch die Frage bestehen, ob die während längerer Zeiträume möglicherweise tägliche Aufnahme kleiner Wirkstoffmengen, wie sie als Rückstände in Lebensmitteln vorkommen, unsere Gesundheit gefährden könnte, selbst wenn «bis heute kein Fall einer chronischen Gesundheitsschädigung durch Pflanzenschutzmittelrückstände beim Menschen nachweislich aufgetreten ist» (*Klimmer* 1963).

Diese Frage wird oft in Zusammenhang gebracht mit der nachgewiesenen Speicherung einiger persistenter Insektizide aus der Reihe der chlorierten Kohlenwasserstoffe im menschlichen Organismus. Im Körperfett von Einwohnern der USA wurden beispielsweise im Jahre 1963 durchschnittlich etwa 10 ppm DDT + DDE, 0,6 ppm Lindan und 0,1 ppm Dieldrin gefunden (*Hoffman et al.* 1964). Bei der Analyse des Körperfettes von 60 Einwohnern Westdeutschlands (*Maier-Bode* 1960) haben wir nur DDT + DDE feststellen können, und zwar durchschnittlich 2,3 ppm, also viel weniger als in den USA, vermutlich weil bei uns Insektizide in geringerem Umfang angewendet werden als dort. Bemerkenswert erscheint, daß der Mann mit dem höchsten DDT-Gehalt von 10 ppm im Körperfett im Alter von 91 Jahren gestorben ist. Aus Tierversuchen wird gefolgert, daß der Organismus durch die Zurückhaltung des DDT im Körperfett vor dessen toxischer Wirkung geschützt wird und daß die im Fett des Menschen gespeicherten DDT-Mengen zu klein sind, um den Organismus etwa bei Mobilisierung des Fettdepots im Verlaufe von Hungerperioden zu schädigen (*Hukuhara* 1962, *Hukuhara et al.* 1962). Trotzdem halten wir die Anwesenheit größerer Insektizid-Mengen im menschlichen Körper für unerwünscht, und wir versuchen daher, soweit das möglich ist, die Anwendung persistenter Wirkstoffe zugunsten weniger persistenter einzuschränken.

Von einer Anzahl von Wirkstoffen kennen wir aus experimentell begründeten Erhebungen der FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization, 1963) die Mengen, die ein Mensch während der ganzen Zeit seines Lebens mit der täglichen Nahrung zu sich nehmen kann, ohne daß nach dem Stand heutiger wissenschaftlicher Erkenntnis seine Gesundheit gefährdet wird. In diese Untersuchungen sind die viel diskutierten Fragen nach etwaigen cancerogenen, fertilitätshemmenden und mutagenen Wirkungen einbezogen.

Von anderen Wirkstoffen werden diese Zahlen noch erstellt. Aus ihnen lassen sich die von den einzelnen Wirkstoffen in unserer täglichen Nahrung zulässigen Höchstmengen an Pflanzenschutzmittel-Rückständen (mg Wirkstoff pro kg Nahrung = ppm), z. B. mit Hilfe der «vereinfachten Holländischen Umrechnungsformel», berechnen. Sie betragen beispielsweise, wie Bild 5 zeigt, für die als Saatbeizmittel dienenden Phenyl-Quecksilberverbindungen 0,009 ppm, für

die Insektizide DDT und Parathion 0,9 ppm, für das Insektizid Malathion 3,5 ppm, für die Fungizide Thiuram 4,4 ppm und Captan 17,5 ppm.

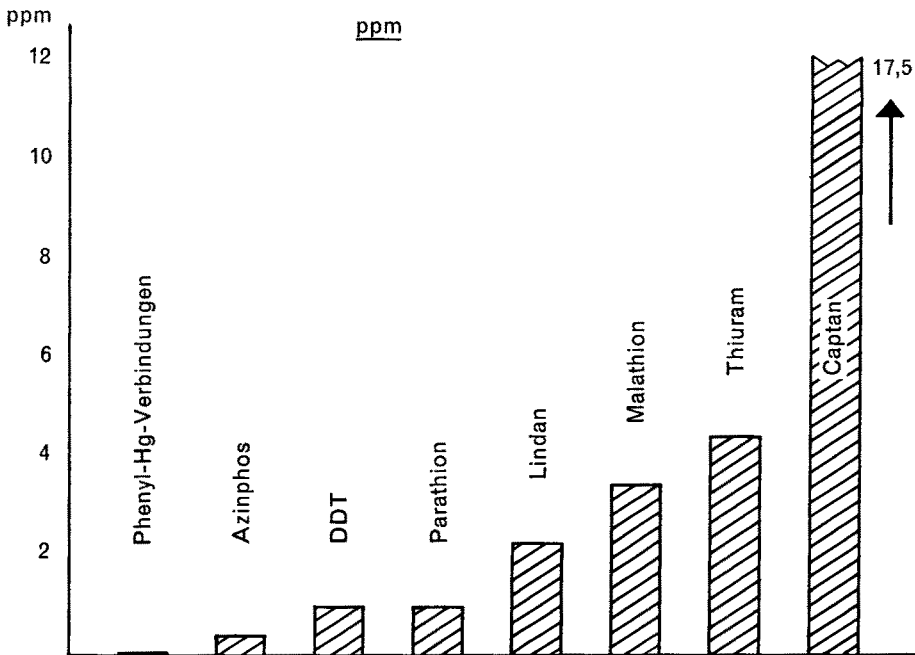


Abb. 5. Beispiele für zulässige Wirkstoff-Höchstmengen in Lebensmitteln (« permissible levels »)

Diese zulässigen Rückstandsmengen dürfen in den verschiedenen Erntegütern nicht überschritten werden, und zahlreiche Untersuchungen unter verschiedensten Praxisbedingungen beweisen, daß sie bei sachgemäßer Anwendung unserer Pflanzenschutzmittel (Beachtung der Gebrauchsanweisungen und Befolgung der Vorschriften über Wartezeiten zwischen letzter Ausbringung der Mittel und Ernte) auch nicht überschritten werden.

Viele Wirkstoffe, darunter fast alle Unkrautbekämpfungsmittel, eine Anzahl Insektizide und Fungizide, werden während der Zeitspanne zwischen Ausbringung und Ernte so weit abgebaut, daß in den Erntegütern und den daraus hergestellten Nahrungsmitteln Rückstände nicht mehr nachweisbar sind. Von ihnen sind toxische Wirkungen auf den Lebensmittelverbraucher nicht zu erwarten.

Zu den Aufgaben moderner Ernährungsforschung gehört auch die Bearbeitung der Frage, ob etwa die Pflanze – unabhängig von der An- oder Abwesenheit von Pflanzenschutzmittel-Rückständen im Erntegut – durch die notwendigen Maßnahmen des Pflanzenschutzes in ihrem Wert für die menschliche Ernährung beeinflußt wird. Geschmacksbeeinträchtigungen (z. B. *Faber et al.* 1955) müssen selbstverständlich durch entsprechende Anwendungseinschrän-

kungen ausgeschaltet werden. Untersuchungen über die Beeinflussung des Gehaltes der Ernteprodukte an Zuckern, Stärke, Proteinen, Aminosäuren, Nucleinsäuren, Nucleotiden, Vitaminen und anderen wichtigen Inhaltsstoffen durch Pflanzenschutzmittel, besonders Herbizide, werden zur Zeit vielerorts vorgenommen. Das vorliegende Material gibt keinen Anlaß zu etwaigen Besorgnissen (z. B. Wort 1965).

Aus einem von Domsch (1963) zusammengestellten Sammelbericht ergibt sich, daß auch die für die Pflanzenentwicklung wichtige Mikroflora des Bodens durch die praktisch angewendeten Wirkstoffdosierungen nicht nachhaltig beeinflußt wird. Sicher wirken sich aber die Maßnahmen des chemischen Pflanzenschutzes auf die Qualität der Enteerzeugnisse durch Ausschaltung der gesundheitsschädlichen, den Nährwert und Geschmack beeinträchtigenden und ekelregenden Einflüsse von Pflanzenkrankheitserregern, Schädlingen und Unkräutern aus (Bartels 1965).

Damit erfüllt der chemische Pflanzenschutz seine eigentliche Aufgabe, nämlich «die Erhaltung der pflanzlichen Produktion nach Quantität und Qualität» (Rademacher 1958).

Literatur

- Bartels W.: Pflanzenkrankheitserreger, Pflanzenschädlinge und Unkräuter, ihre Nebenwirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier und die Qualität der Ernteprodukte. Pflanzensch.-Nachr. «Bayer» 1965 (im Druck).
- Domsch K.: Einflüsse von Pflanzenschutzmitteln auf die Bodenmikroflora. Mitt. biol. Bundesanst. Land- u. Forstwirtsch. Berlin-Dahlem 107 (1963).
- Faber W. und Kahl E.: Ergebnisse mehrjähriger Untersuchungen zur Frage der Geschmacksbeeinflussung von Insektiziden bei Kartoffeln. Pflanzenschutzberichte (Wien) 14, 161–180 (1955).
- Hoffman W. S., Fishbein W. I. and Andelman M. B.: Pesticide storage in human fat tissue. J. Amer. med. Assoc. 188, 819 (1964).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization: Evaluation of the toxicity of pesticide residues in food. FAO Meeting Report No. Pl/1963/13. WHO/Food Add./23 (1964) Rome, 1964.
- Hukuhara T.: Verteilung von DDT zwischen Hirn- und Fettgewebe bei experimenteller Fütterung an Ratten und Verhalten des fettgespeicherten DDT im Hungerzustand. Naunyn-Schmiedeberg's Arch. exp. Pathol. Pharmacol. 242, 522–539 (1962).
- Hukuhara T., Heye D., Hildebrandt H. J. and Schwabe U.: Funktionelle Bedeutung der Speicherung des Insektizids DDT im Fettgewebe bei Fütterung an Ratten. Naunyn-Schmiedeberg's Arch. exp. Pathol. Pharmacol. 242, 540–550 (1962).
- Jenner P. M., Hagan E. C., Taylor J. M., Cook E. L. and Fitzhugh O. G.: Food flavourings and compounds of related structure. I. Acute oral toxicity. Food Cosmet. Toxicol. 2, 327–343 (1964).
- Klimmer O. R.: Rückstände von Pflanzenschutzmitteln, Insektiziden und dergleichen in der Nahrung und ihre Bedeutung für die Gesundheit. Therapiewoche 13, 600–606 (1963).
- Maier-Bode H.: DDT im Körperfett des Menschen. Med. exp. (Basel) 1, 146–152 (1960).
- Maier-Bode H.: Pflanzenschutzmittel-Rückstände. Stuttgart: Ulmer 1965.
- Rademacher B.: Aufgabe und Verantwortung des Pflanzenschutzes. Studium Generale 11, 534–544 (1958).
- Richter H.: Aufgaben und Probleme des Pflanzenschutzes im modernen Landbau. Congr. Internat. d. Antiparasitaires. Naples, 15–17 mars 1965.
- Wort J.: The effect of herbicides on the chemical composition of crop plants. Ier Colloque CICRA, à l'occasion du Congr. Internat. d. Antiparasitaires, Naples, 17 mars 1965.
- Zogg H.: Die Unkrautbekämpfung. Congr. Internat. d. Antiparasitaires. Naples, 15–17 mars 1965.

Adresse des Autors: Prof. Dr. H. Maier-Bode, Pharmakologisches Institut der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn.