

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 123 (1972)
Heft: 10

Artikel: Pflanzenschutz und Umwelt
Autor: Bosshardt, H.-P.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-765074>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Pflanzenschutz und Umwelt¹

Von H.-P. Bosshardt, Wädenswil

Oxf.: 414 :907.3

Als Chemiker der Sektion Pflanzenschutz der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in Wädenswil fällt dem Verfasser im Unterschied zu seinen Kollegen, die sich als Biologen um die Entwicklung von Methoden zur biologischen Schädlingsbekämpfung bemühen, die Beschäftigung mit chemischen Pflanzenschutzmitteln zu. In der Tagespresse stehen die chemischen Pflanzenschutzmittel gleich nach Öl und Blei an der Spitze der Umweltsünderliste. In unserem Land führte besonders der Nachweis untolerierbarer Rückstände chlorierter Kohlenwasserstoffe in Exportkäse durch die Gesundheitsbehörden der Vereinigten Staaten zu erregten Diskussionen um den chemischen Pflanzenschutz, obwohl gerade diese Kontaminationen durch andere Quellen verursacht worden sind. Es gehört heute beinahe zum guten Ton, über die Pflanzenschutzmittel und die chemische Industrie herzufallen und über die «Giftspritzerei» zu schimpfen. Diesen Teil der landwirtschaftlichen Produktionshilfsmittel objektiv zu vertreten ist deshalb heute recht schwierig geworden.

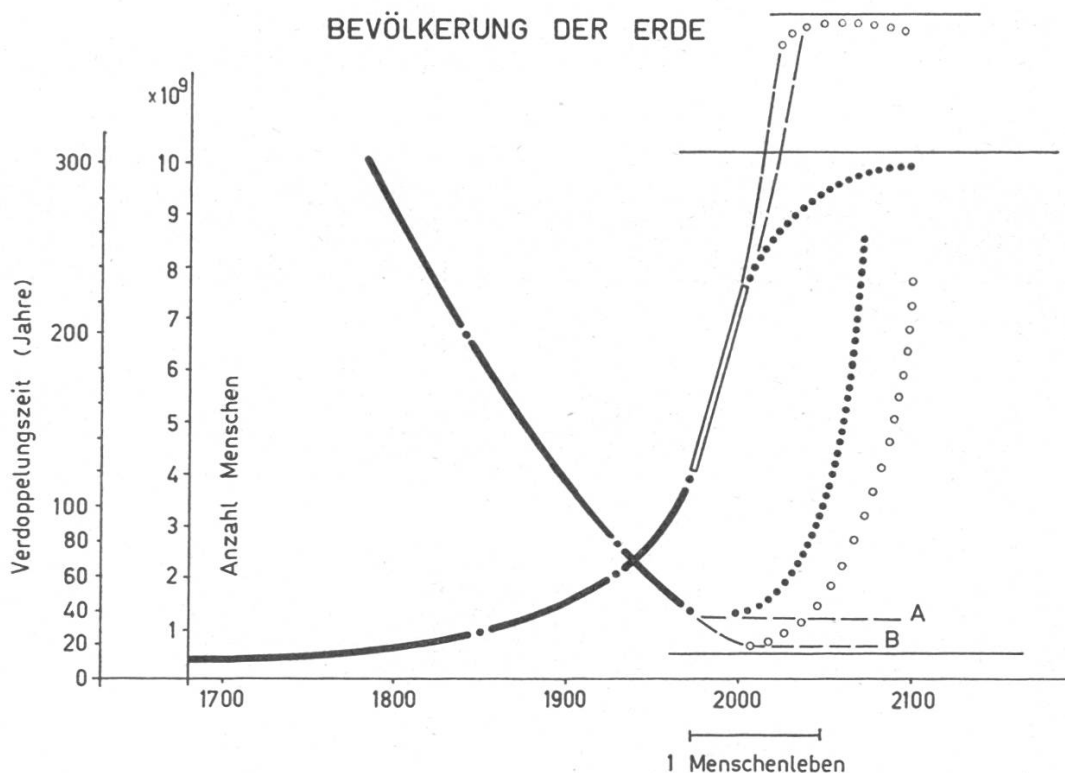
Bei Diskussionen über Pestizide und über Pestizidkontaminationen wird meist vergessen, auf den Grund des Pestizideinsatzes hinzuweisen. Pflanzenschutzmittel werden eingesetzt nicht aus Freude an der Umweltverschmutzung, sondern um eine zunehmende landwirtschaftliche Produktion mit abnehmenden Kosten sicherzustellen. Wie dem vierten Landwirtschaftsbericht des Bundesrates entnommen werden kann, deckt die schweizerische Landwirtschaft auf einer etwas kleineren Bodenfläche mit wesentlich weniger Arbeitskräften noch immer etwa zwei Drittel des viel grösser gewordenen Inlandbedarfs. Ein Teil dieses Resultats, das durch massive Ertragssteigerungen erwirtschaftet wurde, darf sicher auch dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zugeschrieben werden.

Noch deckt die Schweiz etwa zwei Drittel ihres Nahrungsbedarfes selbst. Auch die Erde deckt zurzeit noch einen ähnlich grossen Prozentsatz des Nahrungsbedarfes ihrer bald vier Milliarden Menschen. Dabei stellt sich allerdings die Frage: «Wie lange noch?» Bild 1 gibt darauf in grossen Zügen eine Antwort: Die eine Kurve stellt die bekannte exponentielle Entwicklung der

¹ Vortrag, gehalten am 2. Februar 1972 vor der Botanischen Gesellschaft, Zürich.

Bevölkerung der Erde dar, während aus der dazugehörigen zweiten Kurve die entsprechende Verdoppelungszeit abgelesen werden kann. In den 200 Jahren von 1650 bis 1850 verdoppelte sich die Menschheit von einer halben auf eine ganze Milliarde. Bis zur nächsten Verdoppelung auf 2 Milliarden dauerte es noch 80 Jahre, während wir heute nach 40 Jahren bei bald 4 Milliarden angekommen sind.

Bild 1



Bleibt die Verdoppelungszeit ab sofort in Zukunft konstant, so bedeutet das eine Zunahme der Menschheit auf 8 Milliarden bis zum Jahr 2010, auf 16 Milliarden bis 2050 und auf 32 Milliarden bis zum Jahr 2090.

Sollte sich aber der bisherige abnehmende Trend fortsetzen, so würde in etwa drei Jahrzehnten eine Verdoppelungszeit von etwa 20 Jahren erreicht sein. Aus biologischen Gründen dürfte dieser Wert, der gegenwärtig in Ländern wie den Philippinen oder Brasilien schon erreicht ist, nicht wesentlich unterschritten werden. Die Anzahl von 32 Milliarden Menschen würde dann statt erst im Jahr 2090 schon etwas früher, nämlich etwa im Jahr 2050, erreicht.

Macht man die ebenfalls aus biologischen Gründen sicher richtige Annahme, die Menschheit habe zum Beispiel mit 10 Milliarden oder auch mit 30 Milliarden eine oberste Grenze erreicht und eine weitere Zunahme sei nicht mehr möglich, so bedeutet das, dass die Verdoppelungszeit zu diesem Zeitpunkt wieder unendlich gross sein muss. Es ist unwesentlich, welches die oberste Grenze für die Bevölkerungszahl der Erde ist: 10 Milliarden, 30 Mil-

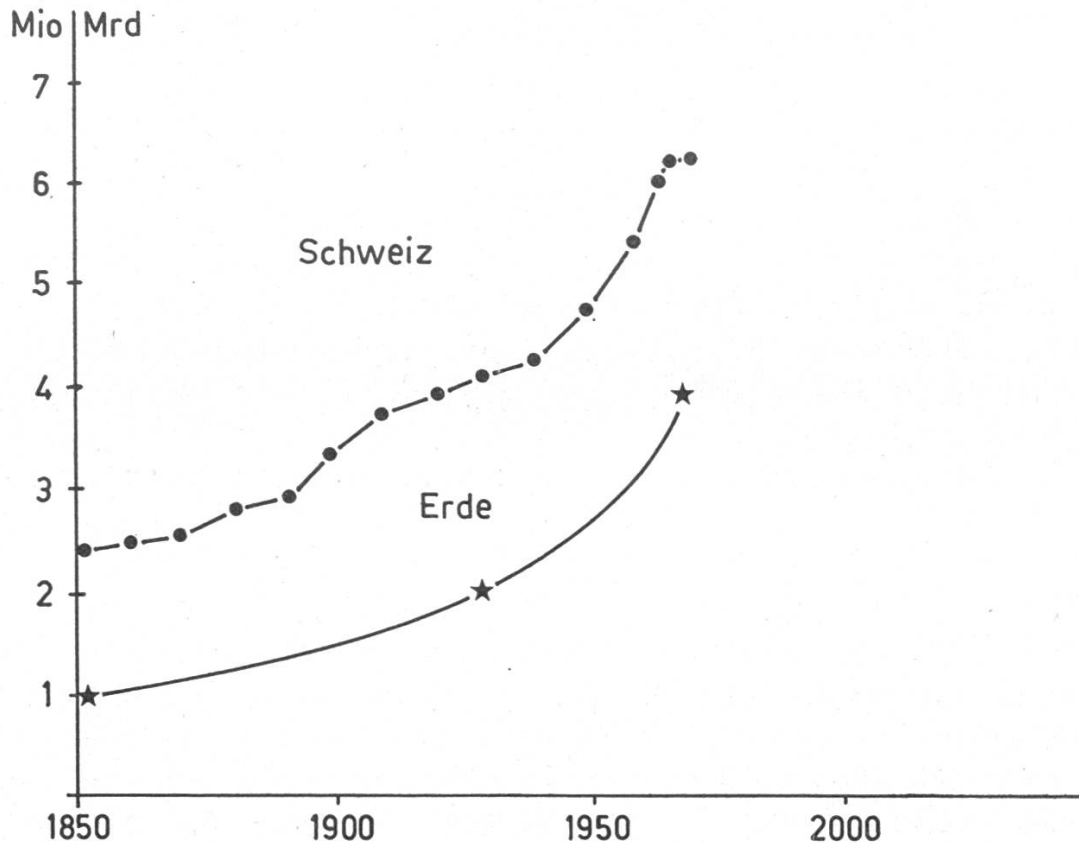
liarden oder gar sehr unwahrscheinliche 100 Milliarden, der Trend der Kurve der Verdoppelungszeit wird im Laufe der nächsten Zukunft umkehren. Wir und sicher unsere Kinder werden es also erleben, dass die Einwohnerzahl von Städten, Ländern und Kontinenten nicht mehr im selben Mass zunimmt, später konstant bleibt und sogar abnimmt.

Wenn wir uns grosse Mühe geben, wird diese Entwicklung ohne grosse Katastrophen möglich; wird der Entwicklung jedoch freier Lauf gelassen, so wird die Natur auf kaum sehr rücksichtsvolle Art in den nächsten Jahrzehnten dafür sorgen, dass die Verdoppelungszeit der Menschheit rasch wieder zunimmt. Notfalls wird sie auf die geologischen Schichten der Ammoniten und der Saurier auch eine Menschenschicht mit Beigaben folgen lassen.

Der Einwand, der Sonderfall Schweiz bilde eine Ausnahme in dieser Entwicklung, soll im folgenden anhand der offiziellen Zahlen der Eidgenössischen Volkszählungen im Vergleich mit der Zunahme der gesamten Weltbevölkerung untersucht werden.

Bild 2

BEVÖLKERUNG DER SCHWEIZ UND DER ERDE



Die Bevölkerungsexplosion verläuft in unserem Land beinahe ebenso rapid wie im Weltdurchschnitt, doch befinden wir uns wahrscheinlich näher am obersten möglichen Maximum. Die Verdoppelungszeit der Bevölkerung beträgt in der Schweiz gegenwärtig etwa 50 Jahre, so dass unsere Landwirtschaft anno 2020 nicht mehr nur sechs Millionen, sondern zwölf Millionen und in hundert Jahren 24 Millionen Menschen ernähren müsste. Glücklicherweise zeichnete sich in den letzten zwei Jahren eine etwas günstigere Entwicklung ab, die darauf hindeutet, dass unser Volk instinktmässig vernünftiger ist als gewisse Organisationen.

Gelingt es nicht, das Weltproblem der Bevölkerungsexplosion noch in diesem Jahrhundert unter Kontrolle zu bringen, so sind alle Bemühungen zur Eindämmung der Pestizidkontaminationen illusorisch. Eine rapid zunehmende hungrige Menschheit wird sich nicht mehr um die abstrakten Messwerte aus Rückstandslaboratorien kümmern: Wer die Wahl hat zwischen kontaminierter Milch und gar keiner Milch, der nimmt Pestizidkontaminationen in Kauf.

Nach diesem demographischen Exkurs in die nächste Zukunft, der die Notwendigkeit der Produktionssteigerung in der Landwirtschaft deutlich vor Augen führt, nun zurück zum engeren Thema der Pestizidkontaminationen, das im Gegensatz zum Problem der Überbevölkerung auch in Bern und Rom besprochen werden darf.

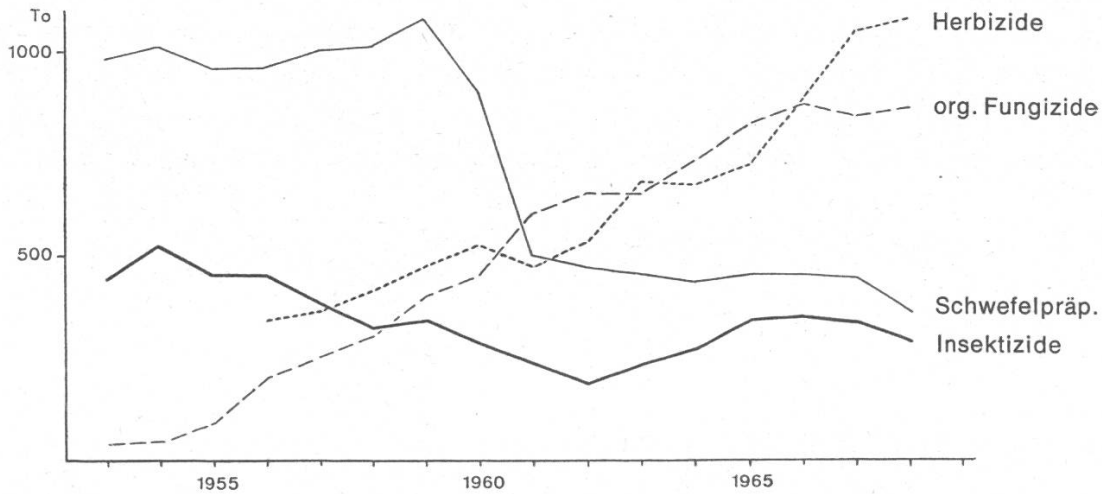
Das Problem der chemischen Umweltkontamination ist wegen DDT in aller Leute Mund geraten. Es stellt sich jedoch nicht nur für DDT und andere Insektizide aus der Gruppe der chlorierten Kohlenwasserstoffe, sondern auch für viele andere Substanzen, die man als sogenannte Umweltchemikalien zu bezeichnen pflegt: man denke nur an Quecksilber, Blei und andere Schwermetalle oder an Hexachlorbenzol und die polychlorierten Biphenyle (PCB), an 2,4,5,-T und Pentachlorphenol oder auch an Triazine und Benzimidazole.

Das Problem der Umweltkontamination stellt sich bei gewerblichen Produkten und sogenannten Publikumsprodukten ebenso wie bei Pflanzenschutzmitteln; und bei den Pflanzenschutzmitteln stellt es sich ebenso bei Herbiziden und Fungiziden wie bei Insektiziden. Im Pflanzenschutz stellt es sich deshalb besonders offensichtlich, weil hier relativ grosse Mengen der Wirkstoffe gebraucht werden.

Einen ungefähren Überblick über die Tonnagen des jährlichen Verbrauchs von Pflanzenschutzmitteln in der Schweiz geben die Schätzungen des schweizerischen Bauernsekretariats, aus denen hervorgeht, dass die öffentliche Diskussion über Pflanzenschutzmittel sehr berechtigt ist, denn 2500 Jahrestonnen biologisch hochwirksamer Stoffe, die über unser Land verteilt werden, sind tatsächlich keine Kleinigkeit.

Bild 3

Verbrauch von Pflanzenschutzmitteln



Die Insektizide, die meistens im Zusammenhang mit dem Rückstandsproblem erwähnt werden, machen nur einen Zehntel der in der Landwirtschaft verbrauchten Pestizidmenge aus, während der Verbrauch an Fungiziden und Herbiziden von Jahr zu Jahr steigt und sich gegenwärtig auf rund neun Zehntel des gesamten Pestizidverbrauchs beläuft. In andern Ländern liegen die Verhältnisse ähnlich.

Die erfolgreichen Bemühungen um einen gezielten Einsatz und damit um eine Verminderung des Insektizideinsatzes — anhand von Befallsprognosen und Spritzplänen — müssen demnach ergänzt werden durch einen entsprechenden Einsatz auf den Gebieten der Bekämpfung von Pilzkrankheiten und Unkräutern.

Die in Aussicht stehenden Erfolge der sehr aufwendigen Forschungsarbeiten für die biologische Schädlingsbekämpfung durch Freilassung steriler, in Massen gezüchteter Schadinsekten könnten durch die Entwicklungen auf dem Fungizid- und Herbizidsektor zunichte gemacht werden. Was nützt es, insektizidfreie Äpfel zu produzieren, die zum Schutze gegen Pilzkrankheiten mit einem Fungizidfilm versehen sind und nach der Ernte womöglich noch in einem Vorratsschutzmittel gebadet werden, wie die in der Schweiz zwar verbotenen, im Ausland aber gebräuchlichen Behandlungen von Tafeläpfeln mit Santoquin? Diese Verhältnisse sollen uns nicht davon abhalten, die Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der biologischen Insektenbekämpfung weiterzuverfolgen und zum praktischen Grosseinsatz zu bringen. Auch die Bekämpfungsmethoden mit Sexuallockstoffen und Verpuppungshormonen, mit Fallen und Lockfarben müssen mit Elan gefördert werden.

Ob diesen Forschungsarbeiten darf die Kontamination des Bodens und der Erntegüter mit Fungizid- und Herbizidrückständen nicht vergessen und vernachlässigt werden.

Es stellt sich nun die Frage, nach welchen Kriterien Schädlingsbekämpfungsmittel beurteilt werden, bevor sie zur Anwendung in landwirtschaftlichen Kulturen bewilligt werden, und wie sich die Anwendung dieser 2500 Jahrestonnen Pflanzenschutzmittel verantworten lässt.

Die Prüfung neuer Schädlingsbekämpfungsmittel setzt sich aus vielen Einzeluntersuchungen zusammen. Fachleute — zunächst der Industrie und daraufhin der zuständigen Behörden — haben aufgrund all dieser Untersuchungen den Entscheid über die Zulassung zu fällen. Sie haben die verschiedensten Faktoren gegeneinander abzuwägen, um ein Urteil über den wahrscheinlichen Nutzen und den wahrscheinlichen Schaden abgeben zu können. Auf der einen Seite erwachsen Vorteile aus der Sicherung der landwirtschaftlichen Produktion durch den Einsatz des betreffenden Wirkstoffes, auf der andern Seite entstehen Nachteile durch unerwünschte Nebenwirkungen. Zu den unerwünschten Nebenwirkungen zählen auch die Rückstände von Pestiziden, denn sie sind ganz unabhängig von ihrer toxikologischen Bedeutung als Qualitätsverminderung des Erntegutes anzusehen. Man wird also über die Zulässigkeit von Rückständen nur so weit diskutieren, als sie die Folge wirksamer Massnahmen zur rationellen Bekämpfung von Schädlingen oder Krankheiten sind. Das erste Kriterium ist deshalb die Prüfung der Wirksamkeit eines Pflanzenschutz- oder Unkrautvertilgungsmittels.

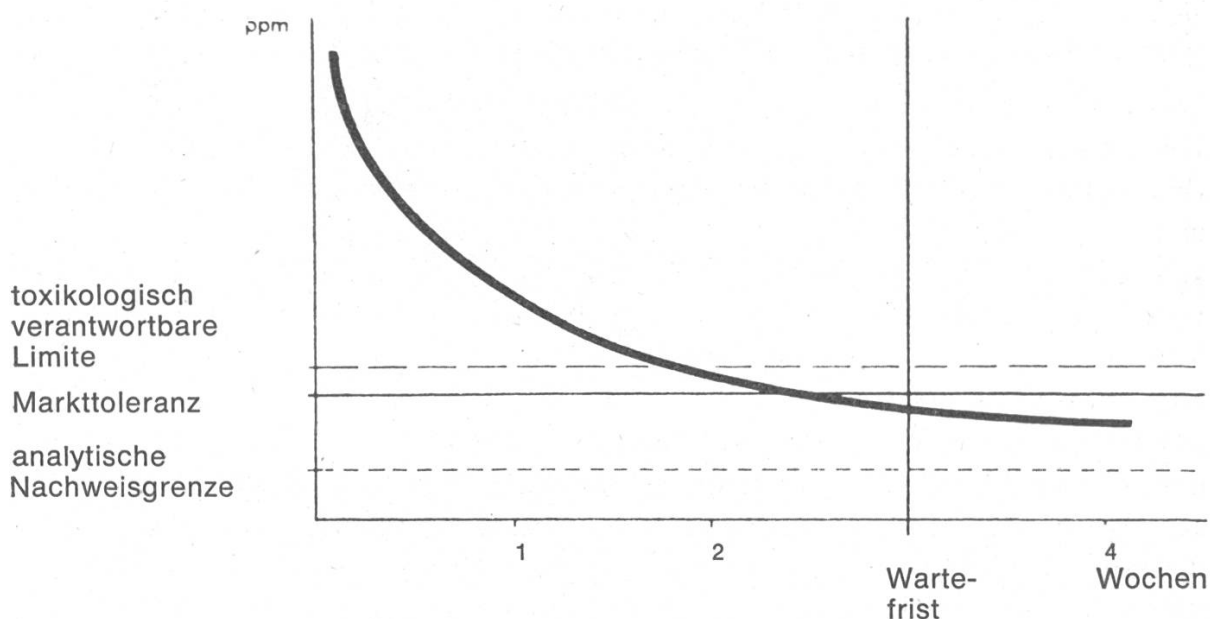
Von Jahr zu Jahr wichtiger wird das zweite Kriterium, nämlich die Prüfung auf das Vorhandensein wesentlicher nachteiliger Nebenwirkungen. Dazu gehören nicht nur die Fragen der Phytotoxizität und der Beeinflussung der Fruchtbarkeit des Bodens, der Bienengiftigkeit und der Schädigung anderer Nützlinge, der Geschmacksbeeinflussung oder auch der Beeinflussung der Transport- und Lagerfähigkeit, sondern eben auch die Rückstände auf den Erntegütern.

Zur hygienischen Beurteilung solcher Rückstände sind sehr umfangreiche toxikologische Untersuchungen notwendig. In zweijährigen Fütterungsversuchen wird meistens an Ratten und Hunden diejenige Wirkstoffmenge bestimmt, die im Vergleich zu den Kontrolltieren keine Effekte mehr verursacht. Diese Dosis bezeichnet man als «no effect level». Nachdem sie mit einem Sicherheitsfaktor von meistens 100 verringert worden ist, getraut man sich, sie als dem Menschen zumutbare Tagesdosis oder englisch «acceptable daily intake» (ADI) zu bezeichnen. Diese Menge des Wirkstoffes und seiner biologisch bedeutsamen Folgeprodukte stellt nun die toxikologische Limite dar, über die ein Kilogramm des Erntegutes nicht belastet werden darf.

Je nach Anwendungsart eines Pestizides, zum Beispiel nach Obstbaumspritzungen, ist es nicht zu vermeiden und gelegentlich sogar notwendig, dass ein grösseres Wirkstoffdepot auf den Erntegütern angebracht wird. Durch die sogenannte *Abbaukurve* muss nun der Nachweis erbracht werden, dass die Rückstände bis zur Ernte unter die toxikologische Limite abgebaut wor-

Bild 4

Schema der Rückstandsbeurteilung bei einem Pflanzenschutzmittel



Die schwarze Kurve stellt den Abbau des Pestizids auf dem Ernteprodukt, vom Moment der Applikation an, dar (in ppm = parts per million).

Die Abbaukurve schneidet die toxikologisch verantwortbare Limite nach knapp 2 Wochen. Der Bekämpfungszweck wird in diesem Falle erreicht bei einer Applikation bis 3 Wochen vor der Ernte. Eine Wartezeit von weniger als 3 Wochen wäre deshalb technisch nicht gerechtfertigt. Die Markttoleranz darf prinzipiell nicht höher sein als die toxikologische Limite. Sie muss andererseits auf dem Niveau liegen, das von der Abbaukurve etwa 2 Wochen nach der Behandlung unterschritten wird. Damit besteht Gewähr, dass Ernteprodukte aus vorschriftsgemäss behandelten Kulturen auch unter ungünstigen Bedingungen den Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung entsprechen. Dank einer empfindlichen Nachweismethode (analytische Nachweisgrenze) besteht die Möglichkeit zur Marktkontrolle.

den sind. Um dies zu gewährleisten, müssen die entsprechenden *Wartezeiten* eingehalten werden. Bei der überwiegenden Zahl aller im Pflanzenschutz eingesetzten Wirkstoffe erfolgt der Abbau nicht nur bis unter die toxikologische Limite, sondern meist wesentlich darunter; häufig sogar bis unter die analytische Nachweisgrenze, so dass die *Markttoleranzen* in den seltensten Fällen toxikologisch begründet, sondern allein von den Anwendungsvorschriften her gegeben sind. Überschreitungen dieser Markttoleranzen sind deshalb meist weniger von toxikologischer Bedeutung; es handelt sich vielmehr um Gesetzesübertretungen und um Missachtungen der Anwendungsvorschriften. Es sei darauf hingewiesen, dass dieses Prüfungsverfahren nur für Pestizide angewandt wird, soweit sie zum Schutze landwirtschaftlicher Kulturpflanzen eingesetzt werden. Pestizidanwendungen ausserhalb dieses Bereichs unterstehen nicht dem Landwirtschaftsgesetz und der dort verlangten Prüfungspflicht, sondern dem Giftgesetz. Leider dürfen aber auch seit dem Inkrafttre-

ten des neuen Eidgenössischen Giftgesetzes am 1. April dieses Jahres Pestizide in sogenannten Publikumsprodukten und gewerblichen Produkten in den Verkehr gebracht werden, ohne dass der Nachweis der Wirksamkeit und des Fehlens wesentlicher nachteiliger Nebenwirkungen erbracht werden muss, wozu, wie erwähnt, das Rückstandsproblem zählt.

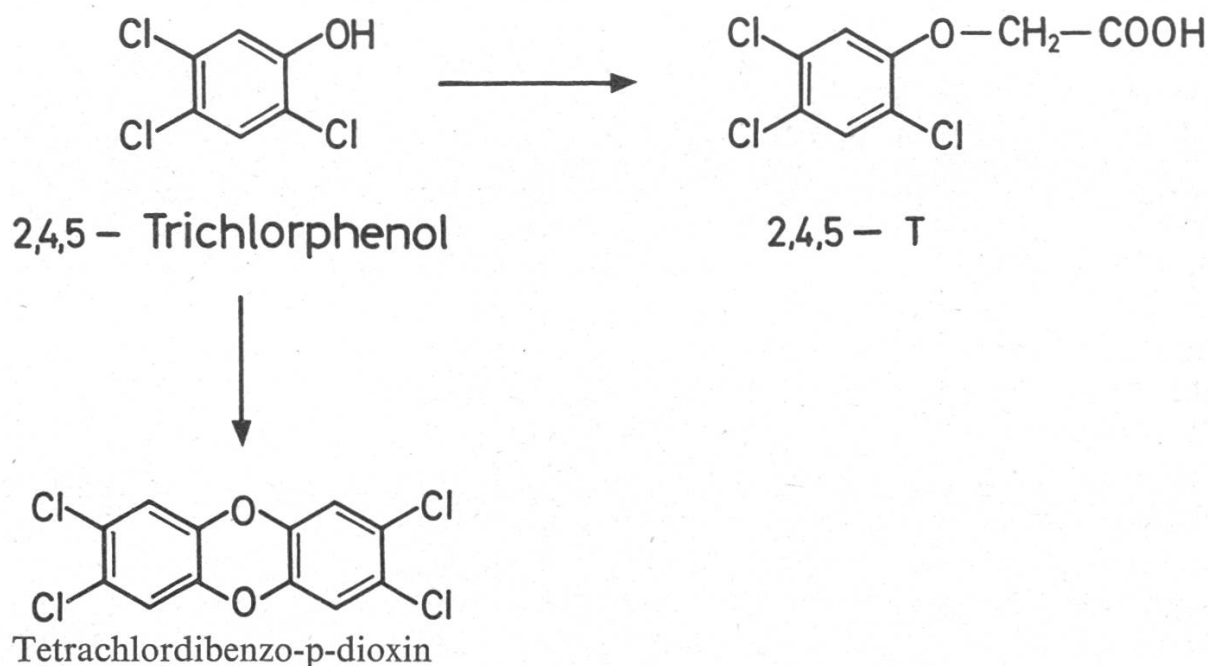
Die Kriterien der Pflanzenschutzmittelprüfung sind im wesentlichen auf die Produktion hygienisch einwandfreier Ernteprodukte ausgerichtet und berücksichtigen die Hygiene der Umwelt zuwenig. Es müssen demnach neue Kriterien gefunden werden, die es erlauben, die chemische Umweltbelastung möglichst gering zu halten. Angesichts der Zunahme der als Pflanzenschutzmittel ausgebrachten Wirkstoffmengen ist dies von besonderer Bedeutung. Diese neuen Kriterien sind in einer angemessenen Abwägung von Stabilität, Aufwandmenge, Toxizität und Akkumulationsfähigkeit von Wirkstoffen oder Metaboliten zu suchen.

Einige Beispiele sollen zeigen, wie versucht wird, chemische Umweltkontaminationen zu sanieren oder — besser noch — zu verhindern.

Als erstes Beispiel seien die durch *Hexachlorbenzol* verursachten Kontaminationen erwähnt. Die Eidgenössischen Forschungsanstalten bewilligten im Jahr 1955 die Anwendung von Hexachlorbenzol zur Bekämpfung des Zwergsteinbrandes an Winterweizen in einer Aufwandmenge von 12,5 kg Wirkstoff pro Hektare. Diese Bewilligung wurde erteilt zu einer Zeit, da dem Rückstandsproblem noch nicht in allen Fällen die gebührende Beachtung geschenkt wurde und da auch die Toxikologie dieses Wirkstoffes noch wesentlich günstiger beurteilt wurde als heute. Aufgrund einer eingehenden Untersuchung, die im Juni und Juli des vergangenen Jahres in Zusammenarbeit mit der Pestizidabteilung des chemischen Laboratoriums der Stadt Zürich durchgeführt wurde, musste diese Bewilligung mit sofortiger Wirkung zurückgezogen werden. Es zeigte sich nämlich, dass nach einer im Herbst durchgeführten Flächenbehandlung mit Hexachlorbenzol dieser Wirkstoff im darauffolgenden Sommer in der obersten Bodenschicht noch in Dosen von bis 20 ppm vorhanden ist und sogar im darauffolgenden Jahr noch in Konzentrationen bis gegen 1 ppm im Boden vorliegt. Pflanzen, die auf solchen Böden wachsen, nehmen den Wirkstoff auf und bauen ihn kaum ab. Auf diesem Weg gelangt Hexachlorbenzol in das Futter von Kühen und dann sogar in die Milch in einer Konzentration von bis zu 0,1 ppm. Da dieser Wert etwa achtfach über der allfällig tragbaren Limite liegt, wurde die Bewilligung für die Anwendung von Hexachlorbenzol zur Zwergsteinbrandbekämpfung bei Winterweizen zurückgezogen. Die Bauern in den vom Zwergsteinbrand betroffenen Lagen von über 600 Meter ü. M. werden nun statt Winterweizen Sommerweizen oder andere Getreidesorten anpflanzen und damit einen Ertragsausfall von etwa fünf bis zehn Prozent in Kauf nehmen müssen. Dafür wird der Käse aus diesen Gegenden wieder exportfähig und hinsichtlich Hexachlorbenzol hygienisch einwandfrei werden.

Die juristische Basis für den Rückzug dieser Bewilligung bilden die Artikel 9 und 14 der Verordnung über den Verkehr mit landwirtschaftlichen Hilfsstoffen. Nach Artikel 9 sind Bewilligungen zu erteilen, wenn sich der Hilfsstoff zum vorgesehenen Gebrauch eignet und der vorschriftsgemässe Verbrauch keine wesentlichen nachteiligen Nebenwirkungen zur Folge hat, und nach Artikel 14 kann eine Bewilligung entzogen werden, wenn sich der Hilfsstoff zum vorgesehenen Gebrauch wesentlich schlechter eignet, als bei Erteilung der Bewilligung vorausgesetzt wurde. Da eine persistente Umweltkontamination, die sogar zu Kontaminationen in Nahrungsmitteln führt, eine wesentliche nachteilige Nebenwirkung bedeutet, wurde diese Bewilligung zurückgezogen. Der besondere Hinweis auf diese juristische Situation erfolgt deshalb, weil sie im Pflanzenschutz erfahrungsgemäss ein rasches Handeln erlaubt. Es wäre sehr zu wünschen, dass ähnliche juristische Grundlagen auch für alle übrigen Anwendungsbereiche von Pestiziden geschaffen würden, wo sie leider trotz allem immer noch fehlen.

Eine andere Facette des vielseitigen Rückstandsproblems blitzte vor bald zwei Jahren auf, als die Resultate einer toxikologischen Untersuchung von Industriechemikalien veröffentlicht wurden, die im Auftrag des U. S. Department of Health, Education and Welfare durchgeführt worden war. Bei diesen Untersuchungen zeigte es sich, dass das zur Zerstörung des vietnamesischen Dschungels angewandte *Herbizid 2,4,5-T* bei Ratten und Mäusen nach oraler Verabreichung eine sehr hohe Rate (bis zu 100 Prozent) von Geburtsdefekten verursachte. Es zeigte sich, dass nicht in erster Linie der Wirkstoff 2,4,5-T selbst, sondern vor allem ein im Laufe seiner Synthese anfallendes hochtoxisches Nebenprodukt für die beobachteten Missbildungen verantwortlich gemacht werden muss.



Dieses Nebenprodukt, das *Tetrachlordibenzo-p-dioxin*, bildet sich bei Temperaturen über 200 Grad Celsius aus Trichlorphenol in einer exothermen unkontrollierbaren Reaktion, der schon einige chemische Fabriken zum Opfer gefallen sind, die seitdem nicht mehr betreten werden können.

Tetrachlordibenzo-p-dioxin ist äusserst gefährlich: seine akute Toxizität liegt in der Grössenordnung von Mikrogrammen pro Kilogramm Körpergewicht, der Stoff ist chemisch und biologisch äusserst stabil und zudem fettlöslich, so dass mit Akkumulationen gerechnet werden muss. Er wird durch die Plazentarbarrieren offenbar nicht aufgehalten, so dass er die erwähnten Geburtsdefekte verursachen kann. Die akuten Vergiftungen äussern sich in Form der schon im letzten Jahrhundert beschriebenen Hautausschläge der Chlorakne und sind nur sehr schwer heilbar. Die Forschungsanstalt Wädenswil hat in Berücksichtigung all dieser Tatsachen den Weiterbestand der Verkaufsbewilligungen für 2,4,5-T an die Bedingung geknüpft, in den Unkrautvertilgungsmitteln dürfe Tetrachlordibenzo-p-dioxin nicht in Mengen über der analytischen Nachweisgrenze von 0,05 ppm vorhanden sein. Eine ähnliche Forderung wurde dann auch in Deutschland gestellt, und die Industrie verpflichtete sich, diese Forderung einzuhalten. Die chemische Industrie der Vereinigten Staaten bemüht sich gegenwärtig, ihre Produktion dem europäischen Standard anzunähern, nachdem sie während Jahren eine Kriegsproduktion von total 20 000 Tonnen 2,4,5-T mit einem Dioxingehalt von 10 bis 100 ppm herstellte. Die auf diese Weise über Vietnam versprühte Dioxinmenge würde ausreichen, um — direkt angewandt — 400 Milliarden Meeresschweinchen oder 2 Millionen Menschen umzubringen.

Bei den Kontrollen dieser Abmachung beschränkten wir uns allerdings nicht auf die Untersuchung von 2,4,5-Trichlorphenol, sondern prüften auch das im Holzschutz und in sehr vielen andern Anwendungsbereichen verwendete Pentachlorphenol. Während Tetrachlordibenzo-p-dioxin in einem Unkrautvertilgungsmittel nicht geduldet werden kann, fand man überraschenderweise in einigen technisch gebräuchlichen Pentachlorphenolen einen hohen Gehalt der Hexachlordibenzo-p-dioxine, die wie Tetrachlordioxin hoch teratogen sind. Daneben fand man auch die toxikologisch günstigeren beiden Heptachlordioxine und Oktachlordioxin in Mengen je um 1000 ppm.

Dies ist ein sehr beunruhigendes Ergebnis, da die polychlorierten Dibenzo-p-dioxine sich, wie erwähnt, durch ihre besondere Toxizität — die Teratogenität —, ihre Stabilität und ihre Fettlöslichkeit auszeichnen. Es ist deshalb zu erwarten, dass sie sich in den biologischen Nahrungsketten ähnlich wie DDT anreichern können. Der analytische Nachweis der Dioxine in biologischem Material ist neben den weltweiten Kontaminationen mit den insektiziden Chlorkohlenwasserstoffen und mit den in der Landwirtschaft nicht angewandten, hauptsächlich aber in der Elektroindustrie gebräuchlichen polychlorierten Biphenylen wohl nur in den seltensten Fällen möglich.

So gelang es der Food and Drug Administration in Washington, erst nach jahrelangem intensivstem Einsatz von höchst qualifiziertem Personal und feinsten analytischen Nachweismethoden die sogenannte «chick edema disease», der Millionen von Kücken zum Opfer gefallen waren, abzuklären und auf Vergiftung mit polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen zurückzuführen.

Man muss sich auch fragen, ob angesichts dieser Untersuchungsergebnisse die seit Jahren anhaltenden massiven Dieldrinkontaminationen von Milch aus Scheunen, die gegen den Hausbock behandelt worden waren, die wesentlichste Kontamination darstellen oder ob nicht zusätzlich noch eine mindestens ebenso bedeutende Dioxinkontamination besteht, die analytisch jedoch kaum fassbar wäre. Diese Frage kann zurzeit noch nicht beantwortet werden.

Im Unterschied zu dieser vorderhand noch erst aufgrund theoretischer Überlegungen vermuteten Umweltkontamination mit Dioxinen ist die Belastung unserer Konsummilch mit Dieltrin durchaus real und täglich messbar.

In noch frischer Erinnerung sind in diesem Zusammenhang Zeitungsmeldungen, dass die USA im Frühjahr 1968, also vor bald vier Jahren, schweizerischen Exportkäse, unser nationales Emblem, wegen zu hoher Pestizidrückstände beanstandeten und zurücksandten. Die Forschungsanstalt Wädenswil — der präsumtive Sündenbock — wurde daraufhin beauftragt, die Kontaminationsquellen ausfindig zu machen. Durch die tatkräftige Mitarbeit kantonaler Laboratorien und der Industrie, besonders aber des chemischen Laboratoriums der Stadt Zürich, gelang es bis im Herbst 1968, die wichtigsten Quellen aufzudecken. Das Resultat dieser Untersuchungen dürfte bekannt sein: das Stallweisselmittel Pintox mit einem Zusatz von DDT, Dieltrin und Hexachlorcyclohexan wurde durch Spritzequipen auf Empfehlung der Milchverbände in vielen Gemeinden jeweils in den meisten Ställen angewandt, zudem wurden Holzschutzmittel auf der Basis chlorierter Kohlenwasserstoffe zur fiktiven und gelegentlich auch tatsächlichen Bekämpfung des Hausbocks im Dachgebälk von Scheunen und Wohnhäusern verwendet.

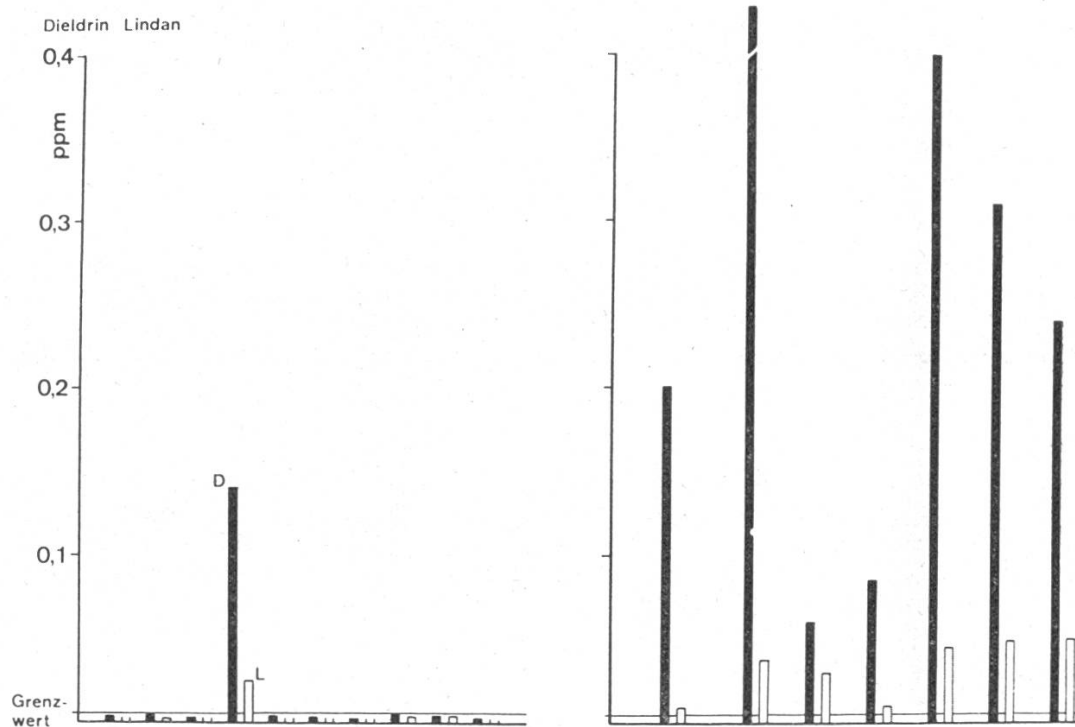
In den folgenden Bildern 5 und 6 wird die Auswirkung dieser Insektizidanwendungen auf den Gehalt von Käse und Milch an chlorierten Kohlenwasserstoffen dargestellt.

Nachdem die Relationen zwischen den in Stall und Scheune angewandten chemischen Produkten und den Pestizidrückständen im Käse bekanntgeworden waren, bemühten sich die verschiedenen kantonalen und eidgenössischen Instanzen um Sanierungsmassnahmen.

Um ihrerseits einen Beitrag zur Absenkung des allgemeinen Kontaminationspegels zu leisten, zog die Forschungsanstalt Wädenswil im Einvernehmen mit ihren Schwesteranstalten die Bewilligungen für Pflanzenschutzmittel auf der Basis von Aldrin, Dieltrin und DDT zurück. Die Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau ersuchte ferner das Eid-

genössische Gesundheitsamt, die Verwendung einer ganzen Reihe von chlorierten Kohlenwasserstoffen in Haushalt und Gewerbe zu verbieten. Ein solches Verbot wurde nun ausgesprochen und ist auf den 1. September 1972 in Kraft gesetzt worden.

Bild 5



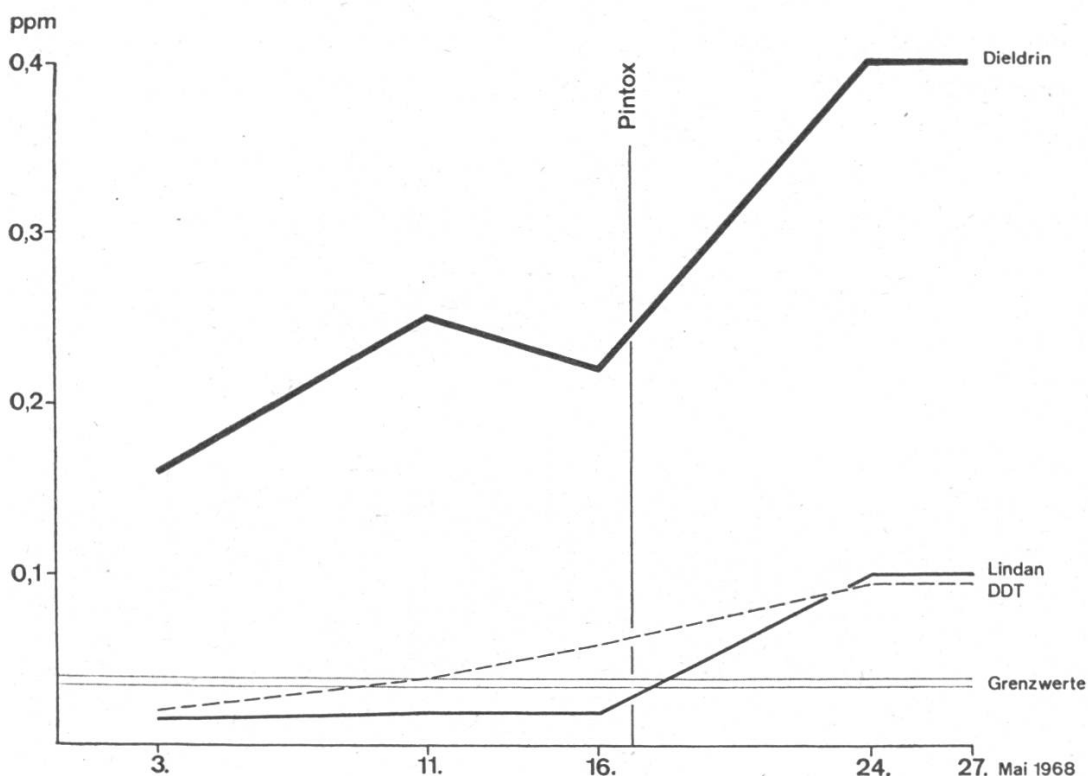
Folgen der Hausbockbehandlung von Scheunen. Gehalt der Vollmilch an Dieldrin und Lindan.

Links: Ein Betrieb behandelt. Rechts: Behandelte Betriebe.

Heuvorräte mussten vernichtet und Milchsperrn verhängt werden. Zur Sanierung der kontaminierten Scheunen wurden verschiedene Schutzanstriche geprüft, die das Ausblühen und Verdampfen von Dieldrin aus den Scheunenbalken hätten verhindern sollen. Leider blieben alle diese Versuche ohne positives Ergebnis, denn es zeigte sich, dass dieser Wirkstoff alle Schutzschichten durchdringen konnte und so die Futtermittel von neuem vergiftete. Die Untersuchungen der Pestizidabteilung des chemischen Laboratoriums der Stadt Zürich zeigten sogar eindeutig, dass die Geschwindigkeit, mit der Dieldrin aus den behandelten Balken ins Heu verdampft, direkt von der Umgebungstemperatur abhängt. In den heissen Sommermonaten wird deshalb das frisch eingelagerte Heu rasch wieder kontaminiert. Wenn das Milchvieh nach der Periode der Grünfütterung im Herbst und Winter wieder mit Heu gefüttert wird, so steigt auch der Dieldringehalt der Milch wieder an und erreicht im Frühjahr die höchsten Werte.

Da die Wirkstoffdepots in den Scheunenbalken sehr gross sind, geht die Kontamination des Heus und damit der Milch nur sehr langsam zurück: So

Bild 6



Folgen einer Stallweisselaktion am 17. Mai 1968 auf den Gehalt von Käse an Dieldrin, Lindan und DDT.

lieferte ein Betrieb aus einer zürcherischen Gemeinde im Herbst 1968 Milch mit einem Dielddringehalt von 140 ppb und im Herbst 1971, also nach drei vollen Jahren, von immer noch 120 ppb. Es ist deshalb nicht erstaunlich, dass auch heute noch die Mischmilch ganzer Tankwagen einen Dielddringehalt über der toxikologischen Limite von 5 ppb aufweist. Eine durchgreifende Sanierung dieser sehr unerfreulichen Situation liesse sich wohl nur erreichen durch den Ersatz von mehreren hundert derart behandelter Scheunen. Eine solche Aktion wäre mit Kosten in der Grössenordnung gegen 100 Millionen Franken verbunden. Man muss sich jedoch fragen, ob eine solche Summe nicht für andere Aufgaben des Umweltschutzes besser ausgegeben werden kann.

Dieses Beispiel zeigt mit aller Deutlichkeit, welche Folgen nicht geprüfte Pestizidanwendungen haben können. Aus dieser Erfahrung leiten sich folgende Forderungen ab, die es rasch in internationaler Zusammenarbeit zu verwirklichen gilt:

Für *alle* Pestizidanwendungen ist eine gesetzliche Prüfungs- und Bewilligungspflicht einzurichten, die der bestehenden landwirtschaftlichen mindestens ebenbürtig sein muss. Die Verhinderung chemischer Umweltkontaminationen durch vorbeugende Massnahmen ist das einzige volkswirtschaftlich sinnvolle Vorgehen, auch wenn es sehr teuer sein sollte. Als Ergänzung zu

diesen präventiven Massnahmen ist das System der Lebensmittelkontrolle wesentlich zu verbessern und mit einem entsprechenden System der Umweltkontrolle zu versehen, das Fehler und Übertretungen der Anwendungsvorschriften von Chemikalien rasch aufdecken kann.

Als Beispiel für eine derartige Kontrolle der chemischen Umweltkontamination ist die Überwachung der Schwermetallbelastung unserer Nahrungsmittel und unserer Gewässer zu erwähnen und besonders die Belastung mit Quecksilber hervorzuheben. Quecksilber und seine Verbindungen werden in allen nur denkbaren Anwendungsgebieten verbraucht. Als Metall findet Quecksilber nicht nur in den uns allen bekannten Fieberthermometern und als Amalgam für Zahnfüllungen Verwendung, sondern auch in einer grossen Zahl von Apparaten. Die anorganischen Salze werden in vielen Anwendungsformen besonders der elektrischen Industrie verwendet, während für die lange Liste der organischen Quecksilberverbindungen neben den landwirtschaftlichen Anwendungen zur Saatgutbeizung die Anwendungsbereiche in Medizin, Hygiene und Kosmetik sowie die meist unbekannten Anwendungen in Anstrichfarben und Holzschutzmitteln erwähnt sein sollen.

Seit den vor einigen Jahren in Schweden durchgeführten grundlegenden Untersuchungen der dort aufgetretenen Quecksilberkontaminationen von Gewässern wurde die Tragweite des ganzen Problems erkannt. Die schwedischen Untersuchungen ergaben ein überraschendes Resultat: Im Bodenschlamm von Seen und Flüssen abgelagerte Quecksilberverbindungen werden durch die Tätigkeit der dort lebenden Bakterien in das gefährliche Methyl- und Dimethylquecksilber umgewandelt. Diese beiden Verbindungen sind deshalb gefährlich, weil sie als fettlösliche Substanzen im lebenden Organismus akkumulationsfähig sind, die Gewebe leicht durchdringen und so ihre äusserst unangenehmen Giftwirkungen auf Mensch und Tier ausüben können, ohne dass zu deren Abwehr ein genügender Abbau- oder Ausscheidungsmechanismus vorhanden wäre. In dieser Hinsicht unterscheiden sie sich von den anorganischen Quecksilbersalzen und auch von manchen organischen Quecksilberverbindungen.

Die naheliegende Frage, ob nicht auch anorganische Bleiverbindungen in ähnlicher Weise etwa zum Tetramethylblei methyliert werden können, ist dringend abzuklären.

In Schweden wurden anfänglich quecksilberhaltige Pflanzenschutzmittel für diese Kontaminationen verantwortlich gemacht. Die dann durchgeführten genauen Untersuchungen zeigten jedoch, dass Papierfabriken, die Quecksilberverbindungen zur Unterdrückung von Pilzinfektionen in der Papiermasse verwenden, oder Fabriken der elektrochemischen Industrie, die bei der Herstellung etwa von Chlor und Alkali Quecksilberelektroden benützen, die weitaus grössten Kontaminationsquellen bilden.

Diese schwedischen Erfahrungen wurden auch durch Untersuchungen in den grossen nordamerikanischen Seen, in vielen Flüssen Kanadas und der

USA und auch in Japan bestätigt. Überall zeigte es sich, dass quecksilberhaltige Industrieabfälle zu lokal erheblichen Konzentrationen von Methylquecksilber in Lebewesen führen können. In einigen Fällen mussten solche Fabriken geschlossen werden. Der Beitrag, den die allfällige Verwendung von quecksilberhaltigen Saatbeizmitteln zu diesen Kontaminationen leistete, konnte nicht ermittelt werden, da er durch die massiven industriellen Kontaminationen überdeckt wurde. Diese Erfahrungen waren in Japan besonders tragisch, wo gegen 100 Personen am Genuss methylquecksilberhaltiger Fische und Muscheln aus der kontaminierten Meeresbucht von Minamata starben oder im Nervensystem schwer geschädigt wurden. Dazu kamen noch 19 Geburtsdefekte Neugeborener, deren Mütter kontaminierte Fische gegessen hatten. Die betroffenen Familien assen bis zu dreimal täglich grosse Quantitäten Muscheln und Fische mit einem Quecksilbergehalt von 5 bis 20 ppm. Es ist zu befürchten, dass neben diesen beinahe akuten Vergiftungsfällen eine grosse Anzahl chronischer Fälle vorliegt, die jedoch kaum erfassbar sind, da es sich dabei um geringe Nerven-, Gehirn- oder Nierenveränderungen handeln kann, deren Ursache weder vom Patienten noch vom Arzt vermutet und ausfindig gemacht werden kann. Quecksilber, das schon im Wasser lagert, wird vermutlich dort bleiben (ein Abbau dieses Elements ist ja nicht möglich) und dem Methylierungsprozess ausgesetzt bleiben. Fische können in solchen Gewässern in den nächsten Jahrzehnten Methylquecksilber entweder direkt aus dem Wasser oder über Nahrungsketten angereichert aufnehmen.

Quecksilber und seine Verbindungen dürfen deshalb nicht mehr in unsere Gewässer gelangen. Solche Abfälle müssen aufgearbeitet und gereinigt werden, so dass sie ihrer ursprünglichen Verwendung wieder zugeführt werden können. Die jährliche Einfuhr von über 50 Tonnen Quecksilber (wovon gut die Hälfte als Metall) lässt vermuten, dass dies wohl vielfach aus finanziellen Gründen, sicher aber auch wegen technischer Gegebenheiten nicht überall geschieht. Von diesen 50 Jahrestonnen Quecksilber werden etwa 500 Kilogramm jährlich im Pflanzenschutz als Saatbeizmittel angewandt, während die übrigen 99 Prozent in nichtlandwirtschaftlichen Anwendungsbereichen verbraucht werden.

Nur wenn es gelingt, die Umweltkontamination mit Quecksilber auf einem tragbaren Niveau zu halten, kann eine weitere Verwendung von Quecksilber in Industrie, Landwirtschaft und Medizin verantwortet werden. Durch Unachtsamkeit, kurzsichtige Verschwendung und durch die Rücksichtslosigkeit einzelner verursachte Kontaminationen können der Allgemeinheit grosse Schäden nicht nur finanzieller Art zufügen. Amerikanische Fachleute rechnen mit einem Rückgang der Getreideproduktion um 20 Prozent, falls auf quecksilberhaltige Saatbeizmittel verzichtet werden müsste. Für die Schweiz müsste mit einem kleineren, aber trotzdem spürbaren Produktionsrückgang gerechnet werden.

Ein Ersatz quecksilberhaltiger Saatbeizmittel durch Präparate auf der Basis weniger stabiler Wirkstoffe ist deshalb dringend notwendig. Die Entwicklung von Ersatzpräparaten muss intensiv gefördert werden. Die für die Bewilligung von Pflanzenschutzmitteln zuständigen eidgenössischen Forschungsanstalten fördern und begünstigen solche Entwicklungen.

Eine Abklärung der Kontamination mit Methylquecksilber von Nahrungsmitteln und Gewässern ist in der Schweiz dringend notwendig sowohl zum Schutze des Konsumenten wie auch zur Kontrolle der Umweltqualität. Mit dieser Untersuchung sind die Quellen einer allfälligen Kontamination, die durch Industrie, Landwirtschaft und Zivilisationsabfälle verursacht werden kann, aufzudecken.

Nach der Darlegung einiger Probleme der chemischen Umweltkontamination mit Herbiziden, Fungiziden und Insektiziden, die schon bei der Herstellung, dann nach der Anwendung oder auch sogar als Folge biologischer Aktivität auftreten, sei zum Schluss auf ein weiteres ungelöstes Problem hingewiesen: auf die Frage der Giftvernichtung. Das neue eidgenössische Giftgesetz, das am 1. April in Kraft getreten ist, schafft dieses Problem mit Leichtigkeit aus der Welt, indem in Artikel 16 erklärt wird: «Gifte, die der Besitzer nicht mehr aufbewahren will, sind unschädlich zu machen. Soweit der Besitzer selbst die Gifte nicht unschädlich machen kann, sorgen dafür die Kantone.» Die Giftvernichtung ist auf diese Weise zwar juristisch elegant bewerkstelligt, technisch sind diese Fragen jedoch noch weitgehend ungelöst. In vielen Fällen wird noch immer die Methode der Versenkung von Giftabfällen im Meer als eine gangbare Lösung dieses Problems angesehen und auch praktiziert. Das holländische Gesundheitsamt schätzt jedenfalls die in Metalltrommeln in der Nordsee lagernden Abfälle von Endosulfan auf mehrere tausend Tonnen. Es war auch schon vor dem durch Endosulfan verursachten katastrophalen Fischsterben im Rhein bekannt, dass dieses Insektizid ein rasantes Fischgift ist. Die Endosulfanabfälle in der Nordsee würden jedenfalls ausreichen, um die Fischbestände der Nordsee in einem Gebiet von der Grösse der Schweiz zu töten. Solche allein durch Endosulfanabfälle verursachte Möglichkeiten sind nicht zu verantworten. Es muss deshalb noch eine vielfältige Forschungs- und Entwicklungsarbeit zur gefahrlosen Giftbeseitigung geleistet werden, gleichsam als zweite Hälfte der sehr gut ausgebauten Forschung über die Giftherstellung.

Résumé

Pesticides et protection de l'environnement

Dès le début de son exposé, l'auteur s'attache à démontrer l'importance des pesticides pour l'agriculture. L'augmentation exponentielle du chiffre de la population oblige cette branche de l'économie à accroître sa production, ce qui est possible de diverses manières, dont l'accroissement massif de la productivité et

l'emploi de pesticides. Si l'homme n'arrive pas, au cours de ce siècle encore, à contrôler l'explosion démographique, tous ses efforts en vue de réduire la contamination de l'environnement par les pesticides seront vains: une humanité affamée ne cherchera pas à connaître le genre et la quantité des résidus contenus dans un aliment. Le danger représenté par les pesticides est connu de tout un chacun, principalement à cause du DDT. Mais d'autres composés que les hydrocarbures chlorés sont toxiques; l'auteur en cite un certain nombre parmi les plus connus et admet ensuite que la discussion menée actuellement au sujet des pesticides est justifiée, ne serait-ce que par les tonnages annuellement utilisés en Suisse par l'agriculture (2500 tonnes). Les insecticides n'en représentent que le dixième, le reste se répartissant entre herbicides et fongicides. Des résultats remarquables ont déjà été obtenus dans la lutte biologique contre les insectes (prévisions d'invasion, plans de traitement, stérilisation, etc.); il s'agit de compléter ces succès par des recherches dans le domaine des désherbants et de la lutte contre les champignons.

Les pesticides doivent satisfaire à certaines exigences pour pouvoir être utilisés dans la pratique. De jour en jour, un aspect particulier gagne en importance, celui des effets secondaires négatifs. Dans cette catégorie, on trouve par exemple la phytotoxicité, l'empoisonnement des abeilles et des ennemis naturels des ravageurs, les modifications de la saveur, les résidus sur les récoltes. Le dernier point revêt une importance capitale et l'on s'attache à déterminer pour chaque produit une limite de tolérance que ne peut être dépassée. Il est regrettable que seuls les pesticides utilisés en agriculture sont obligés de se conformer à ces prescriptions alors qu'en d'autres domaines, leur emploi n'est pas réglementé. De nouveaux critères devront être élaborés en ce qui concerne la protection de l'environnement.

Il arrive que des produits en tous points conformes aux exigences il y a quelques années doivent être retirés du marché car des analyses plus poussées révèlent des aspects négatifs inconnus jusqu'alors. L'hexachlorbenzol par exemple, admis en 1955, a été subitement retiré de la vente l'an dernier; des examens ont montré que ce produit se retrouvait dans le lait sous une concentration de 0,1 ppm, soit huit fois la limite de tolérance. Autre exemple d'effet secondaire: les défoliants déversés par l'armée américaine sur la jungle vietnamienne contiennent une substance active dont un dérivé cause chez les rats et les souris une très forte proportion de malformations congénitales (jusqu'à 100 %). L'affaire des fromages suisses refusés par les Etats-Unis parce que contenant de trop hautes doses de résidus de pesticides est encore dans toutes les mémoires. La chaîne remontait du fromage au lait, puis au fourrage et finalement 1° à un produit de blanchissement des écuries contenant du DDT, de la dièldrine et du HCH et 2° à un enduit de protection des poutres contre le capricorne des maisons contenant des hydrocarbures chlorés.

Pour terminer, l'auteur demande que tous les pesticides soient soumis aux dispositions légales prévoyant des analyses et non seulement ceux qui sont employés par l'agriculture. En guise de complément à cette mesure, il suggère de développer le contrôle des denrées alimentaires afin de dépister rapidement les dépassements des seuils de tolérance.

Résumé: Jean-Pierre Sorg