

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft – Institut für Pflanzenschutz im Weinbau, Bernkastel-Kues

Schwermetalle in Pflanzenschutzmitteln als Verunreinigungen – ihre Bedeutung als Kontaminanten für den Wein

Heavy Metals in Pesticides as Impurities – their Importance as Contaminants of Wine

Von Wilhelm Gärtel

Zusammenfassung

In Flaschenweinen treten gelegentlich kristalline Ausscheidungen – meist Weinstein genannt – auf, die neben Kalium und Calcium u. a. auch Kupfer, Blei und Cadmium enthalten. Da diese Schwermetalle in den vorgefundenen Mengen nicht über die Wurzeln in die Trauben und den Most gelangt sein konnten, wurde überprüft, ob sie etwa mit den Pflanzenschutzmitteln eingeschleppt worden sind. Dieser Gedanke lag zumindest für das Kupfer nahe.

Detaillierte Analysen von 50 Fungiziden und 2 Akariziden ergaben, daß 8 kupferhaltige Präparate 137–1037 ppm Pb und 22,5–351 ppm Cd enthielten; 6 zinkhaltige organische Fungizide enthielten 11,2–59 ppm Cd.

Von den nach einer Spritzung auf Trauben haftenden Pflanzenschutzmitteln bleibt ein Teil beim Keltern im Preßkuchen zurück. Das mit dem Most abfließende Cu, Pb und Cd wird größtenteils durch den bei der Gärung entstehenden Schwefelwasserstoff als in Wein unlösliches Sulfid gefällt. Der Jungwein wird beim Abstechen von dem mit Schwermetallen kontaminierten Bodensatz (Geläger) getrennt. Dieser „Abreicherung“ ist es zu verdanken, daß die gesetzlichen Grenzwerte für Pb und Cd in der Regel eingehalten werden können.

Eine unmittelbare Gefahr für die Güte des Weines stellt der Pb- und Cd-Gehalt der untersuchten Pflanzenschutzmittel nicht dar. Bei Kalkulationen, die von den höchsten gefundenen Werten ausgingen, ohne die beim Keltern und während der Gärung stets eintretenden Abreicherungen zu berücksichtigen, wurden für das Blei Gehalte ermittelt, die nur 7 % unter der gesetzlich vorgeschriebenen Höchstmenge (0,3 mg/l Pb) lagen. Beim Cadmium blieben die errechneten Maximalgehalte 52 % unter der zugelassenen Höchstmenge von 0,1 mg/l. Angesichts dieser Annäherungen an die kritischen Grenzen – wenn auch unter äußerst strengen Bedingungen ermittelt – lassen gelegentliche Überprüfungen zumindest der Cu und Zn enthaltenden Fungizide als ratsam erscheinen.

Abstract

Bottled wines contain occasionally crystalline precipitations – mostly called tartar – which, besides potassium and calcium also contain copper, lead and cadmium. Because these heavy metals in the quanti-

ties found cannot have got into the grapes and the grapejuice from the roots, it was investigated whether they got into the plants by pesticides. This seemed at least possible for copper.

Detailed assays of 50 fungicides and 2 acaricides showed, that 8 copper pesticides contained also 137–1037 ppm lead and 22,5–351 ppm cadmium. 6 zinc-organic fungicides contained also 11,2–59 ppm cadmium.

From the pesticides which stick to the grapes after spraying a part remains in the residues during pressing of the juice. The copper, lead, and cadmium which is running off with the juice is mostly precipitated during the fermentation as sulfide. The new wine is decanted from the sediments. Due to this procedure the legal limits for lead and cadmium are normally maintained.

A direct hazard for the quality of the wine is not given by the lead and cadmium content of the investigated pesticides. Calculations with the highest contents found in the pesticides, without considering the decreases during pressing, fermenting, and decanting of the grape juice or wine yielded lead contents 7 % below the permitted limit of 0,1 mg/l. For cadmium the calculated content was 52 % below the permitted limit of 0,1 mg/l. In view of the approximation to the permitted limits – certainly under very hard conditions – it is recommendable to assay copper and lead containing fungicides occasionally.

Schwermetalle in kristallinen Ausscheidungen von Flaschenweinen

Selbst bei sachkundigem Weinausbau und bei sorgfältiger Weinpflege kommt es bei Flaschenweinen gelegentlich zu kristallinen Ausscheidungen. Betroffen sind Weine aller Qualitätsstufen – vom Tafelwein bis zur Trockenbeerenauslese. Die gewöhnlich als „Weinstein“ bezeichneten Ausscheidungen bestehen im wesentlichen aus dem „echten“ Weinstein (Kaliumhydrogentartrat), aus Calciumtartrat und aus dem Calciumsalz der Schleim- oder Galactarsäure (2,3,4,5-Tetrahydroxihexanidsäure), dem Calciummucat. Analysen solcher kristallinen Ausscheidungen in Weinen verschiedener Herkunft, Qualitätsstufen und Jahrgänge zeigten, daß sie neben dem zu erwartenden Kalium und Calcium auch Magnesium, Natrium, Aluminium, Eisen, Mangan und Zink enthalten. Darüber hinaus waren stets auch die Schwermetalle Kupfer, Blei und Cadmium z. T. in überraschend hohen Mengen nachzuweisen. So enthielten 22 Proben, die aus K- und Ca-Tartrat bestanden, 4,6–283,7, im Ø 107 mg/kg (ppm) Cu, 19 Ca-Mucat-Proben 4,8–326, im Ø 66,7 ppm Cu und zwei Proben, die sich zu etwa gleichen Teilen aus Ca-Mucat und aus K- und Ca-Tartrat zusammensetzten, 117,8 und 169,9 ppm Cu.

Außerdem waren in den kristallinen Ausscheidungen 6–45 ppm Pb und 0,096–4 ppm Cd enthalten (GÄRTEL, 1978). Es ist nicht bekannt, ob die „fremden“ Elemente als Tartrate oder als Mucate vorlagen oder ob sie lediglich an der Oberfläche der Kristalle adsorbiert waren. Da die Rebe Schwermetalle über die Wurzeln, selbst aus stark kontaminierten Böden, nur in sehr geringen Mengen aufnimmt (GÄRTEL, 1959; MOHR, 1979), mußten als Ursprung des Cu, Pb und Cd im Wein u. a. auch Pflanzenschutzmittel in Betracht gezogen werden. Anlaß zu diesem Verdacht boten vor allem die erheblichen Fluktuationen des Cu-Gehaltes in den kristallinen Ausscheidungen. Kupferpräparate werden nämlich seit Beginn der 60er Jahre nur noch in wenigen Betrieben, meist zum Abschluß der Spritzungen gegen Plasmopara, eingesetzt. Moste aus Trauben, die mit organischen Fungiziden behandelt worden sind, enthalten 0,2–4, im Ø 2 mg/l Cu, bei Behandlung mit Kupfermitteln steigt der Cu-Gehalt unter den Anbaubedingungen an der Mosel bis auf 25 ppm Cu (GÄRTEL, 1959).

Blei- und Cadmiumgehalt von Pflanzenschutzmitteln

Um die Rolle der Pflanzenschutzmittel als mögliche Kontaminanten des Weines und damit auch der kristallinen Ausscheidungen aufzuklären, wurden 52 Präparate – 50 Fungizide und 2 Akarizide – u. a. auf ihren Gehalt an Schwermetallen untersucht. Die Mittel stammten überwiegend aus dem Handel; 17 Proben wurden dem Institut im Rahmen der amtlichen Mittelprüfung zugesandt. Die Analysen ergaben, daß der Bleigehalt in den 52 verschiedenen Pflanzenschutzmitteln zwischen 0, bei einem organischen Mehлтаumittel, und 1037 ppm Pb, bei einem Prüfpräparat auf Kupferoxychloridbasis lag. Der Cd-Gehalt schwankte zwischen 0,01 ppm beim bereits erwähnten Mehлтаumittel und 351 ppm bei einem 50%igen Kupferoxychloridpräparat, das, offensichtlich als Verunreinigung, auch 495 ppm Zn und 608 ppm Mn enthielt. Als besonders arm an Cd erwiesen sich Präparate mit folgenden Wirkstoffen: Azocyclotin, Benzimidazole, Cyhexatin, Dicarboximide, Dichlofluanid, Dinocap, Netzschwefel sowie die Phthalimide Captan, Folpet und Captafol. In insgesamt 26 Proben schwankte der Cd-Gehalt zwischen 0,01 und 0,87 ppm Cd.

Um die absoluten und relativen Anteile der verschiedenen Konzentrationsstufen zu veranschaulichen, wurden für Pb und Cd Histogramme angefertigt (Abb. 1 und 2), wobei aus grafischen Gründen beim Cadmium der Höchstwert 351, beim Blei die beiden höchsten Werte, 634 (in dem bereits erwähnten Kupferoxychlorid) und 1037 ppm Pb weggelassen wurden. Neunzehn (= 38 %) der im Histogramm (Abb. 1) erfaßten 50 Präparate enthielten 0 bis 10 ppm Pb, 41 (= 82 %) lagen zwischen 0 und 50 ppm (die ersten 5 Säulen). Nimmt man die beiden Höchstwerte, die im Histogramm nicht berücksichtigt worden sind (634 und 1037), hinzu, verändern sich die obigen Anteile wie folgt: von 38 in 36,5 % bzw. von 82 in 78,8 %. Von den analysierten 52 Präparaten enthielten 8 (= 15,4 %) mehr als 100 ppm Pb. Unter den 52 untersuchten Mitteln enthielten 28 (= 54,9 %) weniger als 2 ppm Cd. Die ersten 3 Säulen in Abbildung 2 umfassen 39 Mittel (= 75 %) mit Gehalten zwischen 0,01 und 6 ppm Cd. Zehn (19,2 %) von 52 analysierten Präparaten enthielten 10–74 ppm Cd.

Die stark überhöhten Bleigehalte zwischen 137 und 1037 ppm Pb wurden ausschließlich in 8 Cu-haltigen Fungiziden gefunden. Nur leicht erhöhte Pb-Gehalte zwischen 59 und 89 ppm waren in einigen (nicht in allen!) Zn-haltigen organischen Fungiziden anzutreffen. Aus dem Rahmen fallende Cd-Gehalte waren ebenfalls nur bei Fungiziden zu finden, deren

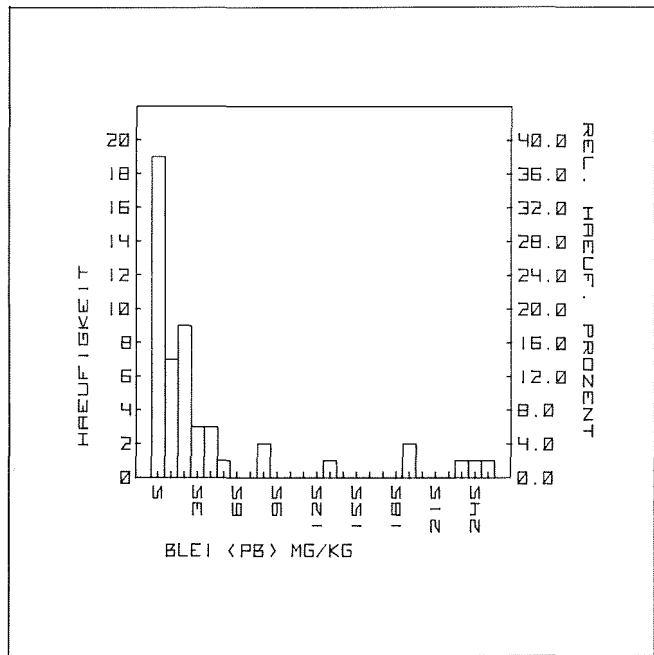
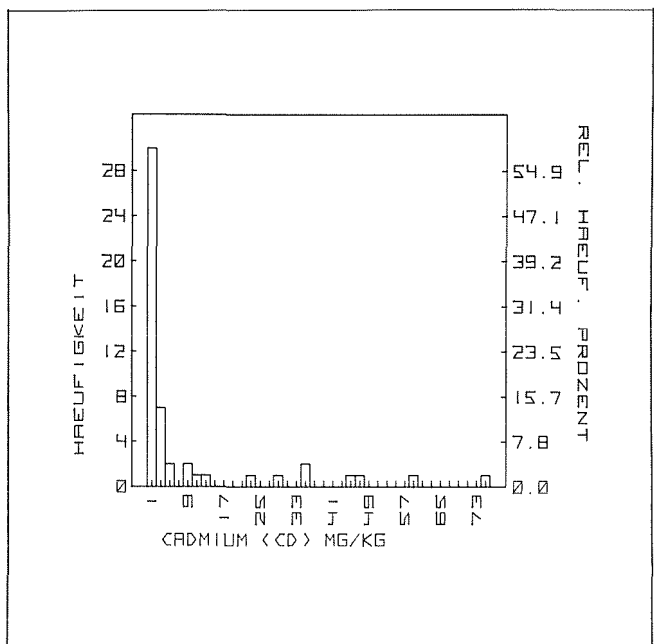


Abbildung 1. Verteilung des Bleigehalts in 50 verschiedenen Pflanzenschutzmitteln. Jede Säule stellt 10 mg Pb dar. Die beiden im Text erwähnten Höchstwerte – 634 und 1037 ppm – sind weggelassen worden.

Abbildung 2. Verteilung des Cadmiumgehalts in 51 verschiedenen Pflanzenschutzmitteln. Jede Säule stellt 2 ppm Cd dar. Der im Text erwähnte Höchstwert ist weggelassen worden.



Wirkstoffe Cu und, in organischer Verbindung, Zn enthielten. Es sei daran erinnert, daß Cd in der Natur mit Zn vergesellschaftet vorkommt und bei der Zn-Gewinnung als Nebenprodukt anfällt.

Aus diesen Ergebnissen geht hervor, daß die beiden aus hygienischer Sicht bedenklichen Schwermetalle – Pb und Cd – mit dem Kupfer und dem Zink, die wesentliche Bestandteile mehrerer Fungizide sind, in die formulierten Handelspräparate eingeschleppt werden. Bemerkenswert ist, daß ein und dasselbe Präparat, das aus verschiedenen Chargen stammt, voneinander abweichende Pb- und Cd-Gehalte aufweisen kann. So wurden z. B. in 4 verschiedenen Propineb-Fungiziden, die aus der 15jährigen Präparatensammlung des Instituts stammten, folgende Pb/Cd-Gehalte (ppm) gefunden: 28,6/47,8; 59,6/59,6; 3,4/3,5; 1,4/44,9. Diese z. T. erheblichen Fluktuationen werden verständlich, wenn man bedenkt, daß z. B. für die Herstellung der Cu-haltigen Fungizide Altkupfer verwendet wird, dessen Verunreinigungen in weiten, kaum überschaubaren Grenzen schwanken.

Übergang des in Pflanzenschutzmitteln enthaltenen Bleis und Cadmiums auf Trauben sowie in Most und Wein

Je nachdem, ob sie locker oder gepackt sind, halten Trauben bei der Abschlußbehandlung gegen Peronospora, wenn sie beim Spritzen völlig benetzt – „gewaschen“ – werden, Brühemengen zurück, die 2,5–4,2 % ihres Gewichts entsprechen. Diese relativ hohe Schwankung wird, wie eingehende Untersuchungen zeigten, nicht nur von der Beschaffenheit der Traube, sondern auch von der Oberflächenspannung der angewendeten Spritzbrühe bestimmt (GÄRTEL, 1966). Bei einem Ertrag von 13 t/ha, entsprechend 100 hl/ha Most, bleiben demnach an den Trauben 325–546 kg Brühe haften. Über die mögliche Größe der Spritzmittelbeläge bei verschiedenen Anwendungskonzentrationen und deren (kalkulierter) Übergang in den Most, gibt Tabelle 1 Auskunft. Das Mittel mit dem höchsten Bleigehalt (1037 ppm Pb) ist 0,5%ig anzuwenden. Auf 1 kg Trauben bleiben daher 125–210 mg des Präparats mit einem Pb-Gehalt von 0,13–0,22 mg haften. Das Fungizid mit dem höchsten Cd-Gehalt (351 ppm) wird 0,25%ig

angewandt. Der je kg Trauben zurückbleibende Spritzmittelbelag von 81–137 mg enthielte demnach 0,022–0,037 mg Cd. Nimmt man an, daß der gesamte Pb- bzw. Cd-Rückstand beim Keltern in den Most gelangt, dann enthielte er, bei einer Mostausbeute von rd. 77 %, 0,17–0,28 ppm Pb bzw. 0,028–0,048 ppm Cd. Bei dieser Kalkulation sind die als Traubenbelag errechneten Höchstwerte in vollem Umfang auf den Most übertragen worden. Dies wäre in der Praxis allenfalls bei der Rotweinabereitung denkbar, bei welcher die gemischten Trauben vergoren werden und der fertige Wein erst später durch Abpressen von den Trestern getrennt wird. Bei der Weißweinabereitung werden die gemischten Trauben direkt abgepreßt. Stets bleibt im Preßkuchen, der je nach Bauart der Kelter mehr oder weniger mächtig sein kann, ein erheblicher Teil der auf den Trauben noch vorhandenen Spritzmittel zurück (GÄRTEL, 1955).

Der Cu-, Pb- und Cd-Gehalt des von der Kelter abfließenden Mostes wird während der Gärung z. T. erheblich vermindert. Durch die Aktivität der Hefen wird nämlich ein Teil des im Most stets vorhandenen Sulfats – es wird durch die Wurzeln aus dem Boden aufgenommen – zu Schwefelwasserstoff reduziert. Dieser bildet mit Metallen der sog. Schwefelwasserstoffgruppe, darunter Pb, Cu und Cd, in Wein schwerlösliche Sulfide, die im Gärgefäß zusammen mit abgestorbenen Hefezellen zu Boden sinken. Dieser Bodensatz (Geläger) wird bei den „Abstichen“ vom fertigen Wein getrennt. Die Sulfidbildung im gärenden Wein schwankt mit der Art des Schwermetalls, seiner ursprünglichen Konzentration im Most, ja sogar in Abhängigkeit vom Jahrgang und der Güte des Mostes. Aus künstlich mit Schwermetallen angereicherte Mosten wird Cu zu 99–100 % (PFULB et al., 1978; MOHR, 1979), Pb zu 51–77 % (MOHR, 1979), Cd zu 60–79 oder 46–88 % (MOHR, 1979, bzw. BERGNER, LANG und ACKERMANN, 1972) ausgeschieden. Aus natürlichen Mosten, ohne einen nachträglichen Zusatz von Schwermetallen, kommt es allerdings nach Untersuchungen von ENKELMANN und VÖLKELE (1982) zu geringeren Ausfällungsraten: Cu: 75–90 %, Pb: 35 %, Cd: 30 %. Diese während der Gärung auf jeden Fall eintretenden Verminderungen des ursprünglichen Cu-, Pb- und Cd-Gehalts des Mostes tragen wesentlich dazu bei, daß die gesetzlich festgesetzten Grenzwerte bei weitem unterschritten werden, wie eine Erhebung an 82 Weinen aus Baden und 39 Moselweinen gezeigt hat (MOHR, 1982).

Gemäß Anl. 3 zum § 2, Abs. 4 der Weinverordnung darf bei Wein, Traubenmost, Likörwein und weinhaltigen Getränken der Gehalt an Cd 0,1 mg, an Pb 0,3 mg je Liter nicht überschreiten. Selbst unter den in jeder Hinsicht extremen Bedingungen der obigen Berechnungen blieben die denkbaren Höchstwerte für Pb und Cd nach einer intensiven Spritzung um 7 % bzw. 52 % unter den gesetzlich vorgeschriebenen Höchstwerten. Eventuelle Rückstände von vorausgegangenen Spritzungen sind in dieser Berechnung allerdings nicht berücksichtigt. Sie liegen angesichts des Abtrags durch Niederschläge und Wind in der Regel erheblich unter den Werten unmittelbar nach einer Spritzung. Diese Erosion des Belags muß auch bei der Beurteilung der Rückstände zum Zeitpunkt der Lese in Betracht gezogen werden. Ihr kommt, besonders bei den im deutschen Weinbau vorherrschenden spätreifen Rebsorten, eine nicht zu vernachlässigende Bedeutung zu.

Schlußfolgerung

Eine unmittelbare Gefahr für die Güte des Weines aus sanitärer Sicht ergibt sich aus der Verwendung mit Schwermetallen verunreinigter Pflanzenschutzmittel nicht. Voraussetzung ist,

Tab. 1. Spritzmittelmenge, die voll entwickelte Trauben bei einer intensiven Behandlung (Traubenwäsche) mit Brühen verschiedener Konzentrationen zurückbehalten. Die Zahlen wurden an Rieslingtrauben mit einem Ertrag von 13 t/ha (= etwa 100 hl/ha) ermittelt. Sie behalten Brühemengen zurück, die 2,5–4,2 % ihres Gewichts entsprechen, d. s. bei 13 t 325–546 kg. Bei der Berechnung der auf den Most entfallenden Spritzmittelmenge wurde angenommen, daß der gesamte auf den Trauben befindliche Belag von der Kelter abfließt

Anwendungskonzentration %	auf den Trauben je Hektar haftende Spritzmittelmenge g	auf einem kg Trauben haftende Spritzmittelmenge mg	auf 1 Liter Most entfallende Spritzmittelmenge mg
0,05	163– 273	13– 18	16– 27
0,075	244– 410	19– 32	24– 41
0,1	325– 546	25– 42	33– 55
0,15	488– 819	37– 63	49– 82
0,2	650–1092	50– 84	65–109
0,25	813–1365	63–105	81–137
0,5	1625–2730	125–210	162–273
1,0	3250–5460	250–420	325–546

daß die bei der vorliegenden Erhebung festgestellten höchsten Gehalte nicht überschritten werden. Wichtig ist auch, daß die im Rahmen der Zulassung vorgeschriebene maximale Häufigkeit der Anwendungen während einer Vegetationsperiode, insbesondere bei Kupfer und Zink enthaltenden Fungiziden, streng beachtet wird. Gelegentliche Überprüfungen des Pb- und Cd-Gehalts erscheinen, zumindest bei Zink und Kupfer enthaltenden Fungiziden, ratsam.

Literatur

- BERGNER, K. G., B. LANG u. H. ACKERMANN, 1972: Zum Cadmiumgehalt deutscher Weine. Mitt. Klosterneuburg 22: 101–105.
- ENKELMANN, R. u. R. VÖLKELE 1982: Einsatz von Müllklärschlammkompost und Müllkompost im Weinbau. Landwirtsch. Forschung 35: 77–89.
- GÄRTEL, W. 1955: Untersuchungen über den Einfluß des Kelterns auf die Zusammensetzung von Traubenmost. Weinberg u. Keller 2: 450–454.
- GÄRTEL, W., 1959: Untersuchungen über den Kupfergehalt von Rebteilen und Most. Weinberg und Keller 6: 431–440.
- GÄRTEL, W. 1966: Untersuchungen über die bei der Abschlußspritzung an Trauben haften bleibende Brühemenge. Weinberg und Keller 13: 463–471.
- GÄRTEL, W., 1978: Untersuchungen über die Schleimsäure, einem Stoffwechselprodukt der Botrytis cinerea, beim Parasitieren von Trauben und ihre Metallverbindungen beim Auskristallisieren im Wein. Jahresbericht der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin und Braunschweig H 40–H 41.
- MOHR, H. D., 1979: Untersuchungen zum Verbleib von Schwermetallen, die Traubenmost zugesetzt wurden, nach Ablauf der Gärung. Weinberg und Keller 26: 277–288.
- MOHR, H. D. 1979a: Einfluß von Müll-Klärschlammkompost auf den Schwermetallgehalt von Weinbergsböden, Reborganen und Most. Weinberg und Keller 26: 333–343.
- MOHR, H. D. 1982: Schwermetalle in badischen Weinen. Die Weinwissenschaft 37: 275–284.
- PFLUB, K. R. VÖLKELE, R. ENKELMANN, W. SCHOLL u. E. WIECHENS 1976: Einsatz von kompostierten Siedlungsabfällen im Weinbau. Teilergebnisse nach drei Versuchsjahren. Landwirtsch. Forschung Sonderheft 35: 377–393.

Mitteilungen

Kartoffelanbau auf Zypern

Potato Production in Cyprus

Die Kartoffelproduktion spielt für die Landwirtschaft Zyperns und für den Export landwirtschaftlicher Güter eine entscheidende Rolle, wie die folgenden, stichwortartigen Angaben schon erkennen lassen.

Die Anbaufläche beträgt nach offiziellen Angaben ca. 8000 ha, die jährliche Produktion schwankt zwischen 170 000–200 000 t, was einem Geldwert von rund 21 Mio. C£*) entspricht. Der Hauptanteil, nämlich 85 %, geht in den Export und macht ca. 30 % des gesamten landwirtschaftlichen Exportes aus. Damit steht der Kartoffelanbau nicht nur unter den Gemüse- und Hackfruchtarten mit Abstand an erster Stelle, sondern er nimmt auch in der gesamten landwirtschaftlichen Produktion die erste Stelle ein.

Die Hauptanbauggebiete liegen im Larnarca-Famagusta-Distrikt für die Speisekartoffelerzeugung und im Paphos-Distrikt mit dem Schwerpunkt für Pflanzkartoffelproduktion.

Die Pflanzung erfolgt ausschließlich auf beregneten Feldern, und zwar von August bis Januar. Das Pflanzgut für August wird aus den

nicht exportierbaren Partien der Speisekartoffeln entnommen, im Oktober wird das auf kleinen Flächen selbsterzeugte Pflanzgut verwendet, und in den Monaten November bis Januar erfolgt die Pflanzung ausschließlich mit importiertem Pflanzgut. Hauptimportländer sind Großbritannien, Irland und die Niederlande, die wichtigsten Sorten: 'Spunta', 'Cara', 'Nicola' und 'Arran Banner'. Die Ernte der Herbstpflanzung (August) wird voll vom heimischen Markt aufgenommen, die Ernte der Frühjahrspflanzung (November–Januar) dient ausschließlich dem Export, wobei Großbritannien der Hauptabnehmer ist.

Die Produktion der Kartoffeln erfolgt ununterbrochen auf denselben Feldern, ein Fruchtwechsel scheint nicht reizvoll zu sein. Beregnet wird gewöhnlich wöchentlich.

Aus den geschilderten Anbauverhältnissen ergeben sich die Probleme von selbst: Durch die ständige Beregung – z. T. mit Meerwasser (!) – droht eine Versalzung des Bodens; damit verbunden werden zu hohe Düngermengen gegeben, und durch den ständigen Kartoffelanbau ist der Durchwuchs extrem hoch, da auch keine Auswinterung erfolgt. Probleme aus phytopathologischer Sicht sind: Nematoden, verursacht durch den ständigen Anbau von Kartoffeln ohne Fruchtwechsel; Bakterien, vor allem *Erwinia spec.* und *Pseudomonas spec.*; Welkekrankheiten, verursacht durch *Verticillium spec.* und – mit Abstand am wichtigsten – Krautfäule (*Phytophthora infestans*). Der Befall der Pflanzen durch diesen Pilz führt zu Verlusten, die zwischen 2 und 100 % liegen. Die Ertragsausfälle ergeben sich durch die Zerstörung der Pflanzen und durch die Infektion der Knollen im Boden, die meist gleich verfaulen. Auch im Lager oder auf dem Transport kann es noch zu Ausfällen kommen, wenn scheinbar gesund geerntete Knollen doch infiziert sind. Der Pilz benötigt für die Entwicklung Temperaturen zwischen 8 °C und 25 °C sowie tropfbar flüssiges Wasser. Beide Bedingungen sind erfüllt.

Quellen für die Erstinfektion stellen das Pflanzgut – sowohl das einheimische als auch das importierte –, die Durchwuchskartoffeln und die Mietenplätze dar. Nach der Pflanzung im August stehen bis zum Juni (manchmal noch Juli) Kartoffelpflanzen in allen Entwicklungsstadien auf dem Feld. Da die zur Zeit angebauten Sorten alle mehr oder weniger anfällig sind, kann sich ein Primärherd praktisch über Nacht wie eine „Feuerwalze“ über ein ganzes Gebiet ausdehnen.

Die Bekämpfung erfolgt prophylaktisch, sie beginnt bereits, wenn die Kartoffeln auflaufen und wird mit allen Fungiziden, die auf dem Markt sind, durchgeführt: Maneb, Zineb, Brestan, Mancozeb, Ridomil MZ und andere Kombinationen, Fentin, Cu-Verbindungen, Anthracol und Antiperon (?). 10–15 Anwendungen sind normal, Wartezeiten vor der Ernte werden nicht oder kaum eingehalten. Durch die hohe Anwendungszahl, besonders der systemisch wirkenden Fungizide, ist es nicht verwunderlich, daß schon Anzeichen von Resistenz beim Erreger vorliegen.

Im Pflanzkartoffelbau, der sich hauptsächlich im Distrikt um Paphos konzentriert hat, werden neben den Fungiziden auch Insektizide und Herbizide sowie Krautabtötungsmittel wie Reglone und Grammoxone eingesetzt. Die Ernte erfolgt hier mit Maschinen bereits 5–6 Tage nach der Mittelapplikation. Im Speisekartoffelanbau, also im Larnarca-Famagusta-Distrikt, wird nicht abgetötet, das Kraut wird mechanisch abgeschlagen, anschließend werden die Kartoffelknollen aufgepflügt und mit der Hand aufgelesen. Hier ergeben sich vor allem Probleme mit der Losschaligkeit der Knollen, da die Schale bei völlig grünem Kraut noch nicht fest ist und solche Knollen später eine geringere Lagerfähigkeit haben als ausgereifte.

Neben der Krautfäule spielt die Kartoffelmotte (*Phthorimaea operculella*) eine wichtige Rolle. Dieser Schädling befällt bereits die wachsenden Kartoffelknollen im Boden, wenn die Erde durch Trockenheit Risse aufweist. Darüber hinaus schädigt er auch die Ernte im Lager. Durch den Einsatz von Pheromonfallen versucht man auch hier eine Bekämpfung.

Zur Zeit sind drei deutsche Sorten in Zypern im Anbau: 'Nicola' (bereits großflächig), 'Carola' und 'Jessica' (noch im Versuchsanbau). Die Einführung neuer Sorten ist schwierig, da Zypern vom Importland eine Bescheinigung verlangt, daß „ein Jahr vor dem Kartoffelanbau auf dem Feld keine Kartoffelkäfer waren und auch der Bestand sowie das Erntegut frei von Kartoffelkäfern sind“. Außerdem muß das Produktionsgebiet weit entfernt von eventuellen Krebsherden sein.

Für den Kartoffelanbau in der Bundesrepublik Deutschland scheint keine Gefährdung durch Einschleppung neuer Schädlinge oder Pathotypen zu bestehen: Die Kartoffelmotte kann unter den hiesigen Klimabedingungen nicht zu einem Schädling werden, und die Pathotypen von *Phytophthora infestans* erwiesen sich nicht als aggressiver als die bereits vorhandenen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß noch viele Fragen, vor allem hinsichtlich von Rückständen in den Knollen, offen sind.

*) ca. 100 Mill. DM