

S. Finken



Biologische Zentralanstalt

der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Flugblatt 20

1. Auflage

Juli 1955

Pflanzenhygiene im Gewächshaus

Von Dr. Josef Noll

Biologische Zentralanstalt Berlin

In dem Begriff der Pflanzenhygiene fassen wir alle Maßnahmen zusammen, die dazu beitragen, Erkrankungen unserer Kulturpflanzen zu verhüten. Er ist entsprechend dem Begriff der Hygiene in der Medizin gebildet und schließt damit alle Arbeiten und Einrichtungen ein, die der Gesunderhaltung der Pflanzen dienen. Die Pflanzenhygiene umfaßt zunächst alle Kulturmaßnahmen, deren Ziel ja der größtmögliche Ernteerfolg ist. In Anlehnung an den medizinischen Hygienebegriff ordnet man auch die Entseuchungsmaßnahmen in diesen Begriff ein, die einerseits den Boden, andererseits das Saat- und Pflanzgut betreffen. Außerdem sind auch alle Absperrmaßnahmen der Pflanzenquarantäne eingeschlossen.

Maßnahmen der vorbeugenden Schädlings- und Krankheitsbekämpfung

I. Kulturmaßnahmen

Wir gehen aus von den gegebenen und den für die Pflanzen erwünschten Wachstumsbedingungen und versuchen, diesen durch entsprechende Maßnahmen die für sie günstigen Lebensbedingungen zu bieten. So untersuchen wir den zukünftigen Standort unserer Kulturpflanzen und verschaffen uns genaue Kenntnisse über die Sorten der anzubauenden Pflanzenarten, ihre Ansprüche und Anbaumethoden. Durch Beachtung dieser Erkenntnisse wird es uns möglich, jeder Art die ihr zuträgliche Kulturerde und die für sie günstigen Wachstumsbedingungen zu geben. Von allgemeiner Bedeutung ist dabei, daß wir alle Pflegearbeiten im Hinblick auf eine gesunde, störungsfreie und stetige Entwicklung der Pflanzen sorgfältig ausführen. Dies gilt besonders für die Anzucht der Jungpflanzen. Alle Wachstumsfaktoren, die wir als Außenfaktoren — wenn auch manchmal nur teilweise — selbst steuern können, wie Wasser, Nährstoffe, Wärme, Luft und Licht, müssen den Pflanzen in der für sie günstigen Menge und Konzentration bzw. Höhe oder Intensität zur Verfügung stehen, wenn wir einen guten Kulturerfolg erzielen wollen. Wichtige Anbaubedingungen sind außer der Kulturerde, dem Nährstoffbedarf und Temperaturbereich, auch Aussaatzeit, Saattiefe und Standweite, die wir den Ansprüchen gemäß

wählen müssen. Falls ein Gewächshaus nicht einheitlich mit einer Pflanzenart besetzt werden kann, ist darauf zu achten, daß möglichst Arten mit denselben Ansprüchen in einem Haus zusammenstehen. Ein Fruchtwechsel ist in den Gewächshäusern häufig nicht in dem Umfang möglich wie im Freiland; man sollte aber dort, wo ein Wechsel vorgenommen werden kann, diesen auch durchführen, weil wir dadurch unsere Kulturen leichter gesund erhalten können. Eine besondere Rolle spielt in dieser Hinsicht die Sauberkeit in den Gewächshäusern. Sie beginnt mit dem Sauberhalten der Tischflächen und Wege. Alle dort liegenden Pflanzenreste können für die Pflanzenkulturen verderblich werden. Auch die an den Pflanzen befindlichen befallenen oder abgestorbenen Teile sind eine Ansteckungsquelle. Starke Verunkrautung schwächt die Pflanzen und erhöht die Ansteckungsgefahr. Vor allem müssen die Gießwasserbehälter sauber gehalten werden, sie dürfen niemals zum Waschen benutzt werden. Weder Erntegut noch algenbesetzte Töpfe, noch weniger Schuhe dürfen dort gewaschen werden. Das Gießwasserbecken ist auch keine Waschsüssel für verschmutzte Hände. Das Wasser muß von Erde und Pflanzenresten frei gehalten werden. Darauf ist besonders dort zu achten, wo die Gießwasserbehälter unter den Tischen untergebracht sind.

II. Entseuchungsmaßnahmen

1. Erdentseuchung

a) Allgemeines, biologische Erdentseuchung

Die Entseuchungsmaßnahmen stellen weitere wichtige Maßnahmen der vorbeugenden Krankheitsbekämpfung dar; sie streben eine Vernichtung der Parasiten an, bevor sie an den Pflanzen schädlich werden. Dies trifft insbesondere für die Bodenschädlinge zu — Nematoden (Älchen), Wurzelmilben, Tausendfüße, Drahtwürmer, Wurzelläuse, Dickmaulrüsslerlarven, Gartenhaarmücken- und Trauermückenlarven —. Außer diesen tierischen gibt es aber auch eine ganze Menge pflanzlicher Parasiten unserer Kulturpflanzen, die im Boden leben oder von dort her die Pflanzen befallen — Pilze wie Erreger der Wurzelbräune (*Thielavia*), Umfall- und Vermehrungspilze, Erreger von Fußkrankheiten und Knollenfäulen (z. B. *Fusarium*) oder Stengelfäulen (z. B. *Sclerotinia*). Auch die Unkräuter kann man zu den Schädigern rechnen. Gegen diese tierischen und pflanzlichen Schädiger wenden wir die Erdentseuchung (Bodendesinfektion) an in dem Bestreben, den Boden von ihnen zu befreien. Wir wollen jedoch die Erde nicht keimfrei machen, deswegen benutzen wir auch den Ausdruck „partielle (unvollständige) Sterilisation“. Für die Anwendungsmöglichkeit der Erdentseuchung ist entscheidend, daß sie die Wirtschaftlichkeit der Kulturen selbst nicht in Frage stellt, daß die Bodenverhältnisse nicht ungünstig beeinflußt werden, vor allem, daß die Lebensbedingungen für die nützlichen Bodenorganismen erhalten bleiben. Auch dürfen sich die Maßnahmen für die Gesundheit von Mensch und Tier nicht nachteilig auswirken. Wir können die Entseuchung des Bodens auf verschiedenen Wegen erreichen. Als Erdentseuchung auf biologischem Wege bezeichnet man die

Maßnahmen, die eine Verminderung der Schädiger bezwecken, wie etwa Fruchtwechsel, Anbau von widerstandsfähigen Sorten oder Fangpflanzen, Verschiebung der Bestellzeit u. a.

b) Erdaustausch

Das Herausbringen alter von Schädlingen, etwa Wurzelälchen, verseuchter Erde aus dem Gewächshaus oder den Frühbeetkästen ist eine Maßnahme, die heute nicht mehr wirtschaftlich ist, da wir gute Methoden kennen, die Erde an Ort und Stelle zu entseuchen. Weiter ist durch das Herausschaffen keine volle Entseuchung gegeben; denn vom Untergrund, von den Wänden den Heizungs- oder Wasserleitungsrohren her kann leicht eine neue Infektion eintreten, wenn nicht auch dort eine geeignete Desinfektion durchgeführt wird. Hinzu kommt, daß durch das Wegschaffen der verseuchten Erde die Verschleppung der Schädlinge begünstigt wird. Wenn nicht viele neue Seuchenherde entstehen sollen, muß auch diese Erde behandelt werden.

Soll neue Erde in die Häuser und Kästen gebracht werden, so müssen wir darauf achten, daß mit der Erde keine Schädlinge eingeschleppt werden. Soweit es möglich ist, können wir durch Sieben größere Schädlinge entfernen. Im allgemeinen dürfte es empfehlenswert sein, diese neue Erde durch Bodendämpfung zu entseuchen, damit nur von Schädigern freie Erde in die Häuser und Kästen gebracht wird. Das gilt in entsprechender Abwandlung auch für die Erden der Topfkulturen.

c) Erdentseuchung durch Wärme

Zur Entseuchung der Gewächshauserde wie auch der Erden für Frühbeetkästen und Topfpflanzen wenden wir Wärme an. Das Leben der Organismen ist an bestimmte Temperaturen gebunden; werden diese überschritten, so werden die Organismen vernichtet. Durch die Erwärmung der Erde bis zu bestimmten Wärmegraden (55 bis 95° C) werden die im Boden lebenden Schädiger getötet. Durch starke Überhitzung über 100° C hinaus wird die Erde jedoch totgebrannt und bleibend in ungünstiger Weise verändert. Wir wollen aber die normalen Eigenschaften des Bodens erhalten, das Bodenleben soll weitgehend geschont werden. Dieses Ziel wird am ehesten durch die Anwendung der Erddämpfung erreicht.

c1) Trockene Hitze

Die älteste Form der Anwendung von Wärme ist das Abbrennen der Stopeln, Felldraine und Grasflächen; dadurch wird die Bodenfruchtbarkeit erhöht und schädliche Insekten werden vernichtet. Weiter wurde Brennmaterial auf dem Boden angehäuft und abgebrannt. Später hat man, vorzüglich in England und Amerika, besondere Einrichtungen zum trocknen Erhitzen der Erde geschaffen, ausgehend von der Behandlung kleinerer Erdmengen in Pfannen bis zu fahrbaren oder gemauerten Spezialöfen. Die Gefahr eines Totbrennens ist hier außerordentlich groß; die Erde wird in ihren normalen Eigenschaften sehr stark gestört, muß lange lagern oder mit jungfräulichem Boden vermischt werden.

c2) Heißwasserbehandlung

Bei diesem Verfahren wird die Erde mit kochend heißem Wasser übergossen. Die Entseuchung ist aber nur eine oberflächliche. Soll das Wasser 10 cm tief eindringen, so muß die Fläche mehrmals begossen werden, je Quadratmeter sind bis zu 10 Liter und mehr erforderlich. Der Nachteil dieser Methode besteht vor allem darin, daß die behandelte Erde stark verschlämmt wird und längere Zeit trocknen muß. Die Dämpfung erweist sich auch dieser Methode als weit überlegen.

c3) Dämpfverfahren

Die Erwärmung des Bodens mit Wasserdampf wird allgemein als das beste und wirksamste Verfahren zur Erdentseuchung bezeichnet. In den letzten 20 Jahren hat die Erddämpfung auch bei uns Eingang und weite Verbreitung gefunden. Heute ist die Erddämpfung in jeder Gärtnerei bekannt und wird in sehr vielen Betrieben auch regelmäßig angewandt. Die Erde wird bei Anwendung geeigneter Geräte nicht überhitzt und verschlämmt; sie ist bereits nach erfolgter Abkühlung wieder verwendungsfähig. Die Temperatur der Erde soll bei der Dämpfung mindestens 90°C , besser 95°C , erreichen; ist diese Höhe erreicht, so bleibt die Erde noch einige Zeit — 5 Minuten — unter Dampfeinwirkung. Nach der Dämpfung wird die Erde abgedeckt, um die Zeit der Wärmeeinwirkung noch auszudehnen. Bereitet das Messen der Erdtemperaturen Schwierigkeiten, so kann man sich durch Einlegen von Kartoffeln in verschiedene Tiefen helfen. Sobald die Kartoffeln gar gekocht sind, kann die Dämpfung als abgeschlossen gelten. Durch die Erddämpfung werden die im Boden lebenden tierischen Schädlinge — Nematoden (Älchen), Insektenlarven u. a. — abgetötet, ebenso werden auch die pflanzlichen Krankheitserreger — Umfallpilze, Wurzelpilze u. a. — sowie Unkrautsamen vernichtet. Man erreicht eine allgemeine Bodenverjüngung und auch eine Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit. Bei sorgfältiger Ausführung übertrifft die Erddämpfung eine chemische Bodenbehandlung auch an Sicherheit der Wirkung. Bei der Durchführung der Dämpfung ist zu beachten, daß die zu dämpfende Erde mäßig feucht und nicht zu naß, vor allem aber nicht zu kalt ist, weil sie sich dann ungleichmäßig und zu langsam erwärmt. Die beste Zeit für das Dämpfen ist der Spätsommer; wir sparen dann Arbeitszeit und Brennmaterial. Eine Wiederverseuchung muß unbedingt vermieden werden; wir dürfen daher gedämpfte und ungedämpfte Erde nicht vermischen. Deshalb müssen auch alle Teile des Gewächshauses und der Frühbeete, die mit der Erde in Berührung waren oder kommen, auch Tontöpfe, Pikierkästen, Schalen usw. entseucht werden. Unsauberes Arbeiten kann den ganzen Erfolg in Frage stellen. Der Lagerplatz für die gedämpfte Erde muß ebenfalls gesäubert und entseucht werden.

Dämpfung liegender Erdflächen

Als Dampferzeuger verwenden wir Niederdruckdampfkessel, die Dampf bis zu 0,5 Atmosphären Betriebsdruck liefern. Die Kessel sollen eine Heizfläche von etwa 8 qm, keineswegs von weniger als 5 qm haben.

Abb. 1
Dämpfgabel (Dämpfrost)
 für
 Gewächshausdämpfung



Bei den Kartoffeldämpfkolonnen werden Dampferzeuger dieser Art benutzt; sie haben sich auch bei der Erddämpfung gut bewährt. Wenn die Heizfläche ausreicht, können auch Gewächshauskessel gebraucht werden. Warmwasserheizkessel können mit einer Zusatzeinrichtung versehen werden, so daß ihre Verwendung als Dampferzeuger möglich ist. Auch Dampfheizungskessel können zu laufender Dampfantnahme eingerichtet werden. Die beste Form des Dampfverteilers ist die Dämpfgabel (Dämpfrost), Abb. 1. Die Gabeln werden mit 6—8 Zinken, in einer Breite von 1,50 bis 2,50 m und mit einer Zinkenlänge von 0,60 bis 0,75 cm gebaut; die Größe des Dampferzeugers ist bestimmend für die Ausmaße der Dämpfgabel. Die Zinken haben 3—5 mm weite Öffnungen, die im Abstand von 12,5 bis 15 cm so gebohrt sind, daß der Dampf seitlich unten austritt. Der Querschnitt der Zuleitungsröhren soll 1,5- bis 2mal so groß

Abb. 2
 Erddämpfung im
 Gewächshaus :
 vordere Dämpfgabel ist
 zurückgenommen,
 neuer Graben wird
 ausgehoben, Aushub
 auf die Gabel geworfen;
 Dämpfgabel im Hinter-
 grund an Dampfzu-
 leitung angeschlossen



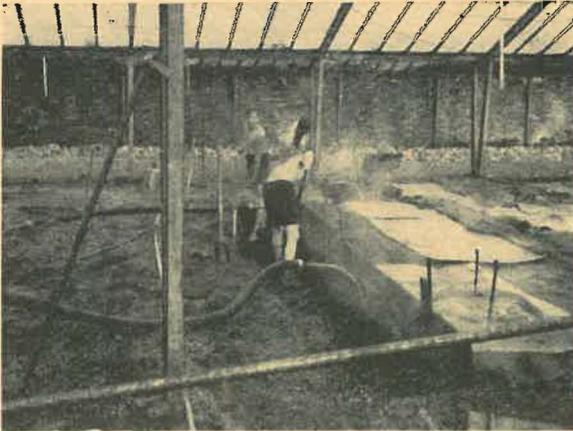


Abb. 3
Erddämmung
im Gewächshaus:
vordere Dämpfgabel in
Betrieb, benachbarter
Graben für die
Dämmung vorbereitet

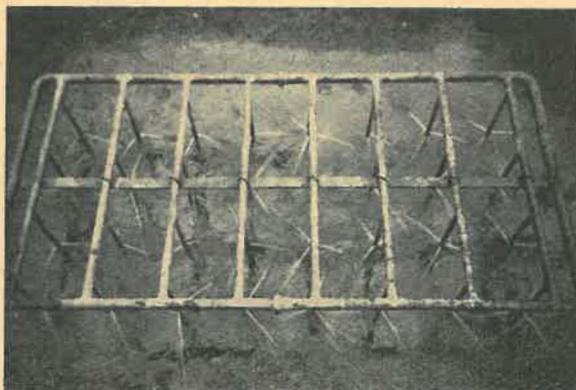
sein wie die Summe der Flächen aller Austrittsöffnungen. Die zu dämpfende Fläche wird nach der Arbeitsbreite der vorhandenen Gabeln unterteilt und dann ähnlich wie beim Rigolen bearbeitet. Den Aushub des ersten Grabens, der zwei Spatenstiche tief geführt wird, bringen wir an das entgegengesetzte Ende der zu bearbeitenden Fläche. Die Grabensohle wird mit dem Spaten gelockert, dann die Dämpfgabel eingelegt. Danach stellen wir hinter der Gabel eine niedrige Bretterwand auf und schaufeln nun den Aushub des zweiten Grabens auf die Dämpfgabel. Die Erdoberfläche wird mit Säcken oder mit Matten abgedeckt. (Abb. 2 und 3.)

Nach Beendigung der Dampfzufuhr wird die Dämpfgabel mit eisernen Haken in den zweiten Graben gezogen, dessen Sohle ebenfalls gelockert wurde. Die Zinkenenden bleiben noch auf eine Länge von 15 cm in dem ersten Graben. Danach schaufeln wir den Aushub des dritten Grabens auf die Dämpfgabel und arbeiten in dieser Weise laufend weiter.

Als Dampfverteiler dient auch eine sogenannte D ä m p f e g g e , ein eggenartiges Rohrsystem mit 15 cm langen Rohrzähnen, die am freien Ende geschlossen und zugespitzt sind (Abb. 4). Sie stehen im Abstand von etwa 15 cm voneinander und haben kurz vor der Spitze drei 3 mm weite Öffnungen. Die Rohrzähne werden in den Boden eingedrückt, und der Dampf in den Boden geleitet. Die Arbeit mit der Egge ist sehr bequem, weniger günstig ist das Betreten der gedämpften Bodenfläche beim Umsetzen des Gerätes. Die Tiefenwirkung ist befriedigend. Wegen der leichten und schnellen Arbeitsweise wird die Dämpfegge manchmal als das zur Zeit beste Gerät bezeichnet.

Auch festliegende Rohrsysteme aus Schamotte oder Ziegel (Dränröhren, unglasiert) werden zur Dampfverteilung benutzt. Meist verlegt man 4 Rohrleitungen im Abstand von 35 bis 45 cm nebeneinander, die gleichzeitig mit Dampf beschickt werden, und zwar mindestens eine Stunde lang. Ein guter Erfolg kann bei dieser Methode nicht mit Sicherheit erwartet werden, da die Dampfzuleitung leicht Störungen erleiden kann. Auch sind größere Kesselanlagen erforderlich.

Abb. 4
Dämpflege
 - hier an Wasserleitung
 angeschlossen,
 um die Dampfaustritts-
 öffnungen zu zeigen



Soll nur eine Entseuchung der oberflächlichen Bodenschicht (bis 30 cm) erreicht werden, so werden mit Erfolg Dämpfkappen, -hauben oder -kästen eingesetzt. Diese Methode eignet sich gut zur Behandlung von Anzuchtbeeten, Tisch- und Bankbeeten. Beim Umsetzen soll immer ein Stück bereits gedämpften Bodens mit unter die aufzulegende Kappe oder Haube kommen, damit kein Streifen ungedämpft bleibt.

Dämpfung beweglicher Erdmengen

(Komposterde, Frühbeet- und Aussaaterde, Erde für Topfkulturen).

Das Dämpfen kleiner Erdmengen in siebartigen Behältern im Waschkessel oder Futterdämpfer kann nicht mehr empfohlen werden, weil es unwirtschaftlich ist. Nach den bisher vorliegenden Erfahrungen wird die zu dämpfende Erdmenge in bewegliche, am besten fahrbare Behälter — Schubkarre, Dampfpaß mit Hubwagen oder Kastenwagen — eingefüllt. Mittels Dämpfgabeln oder Dämpfsternen wird der Dampf in die Erde geleitet. Die Erdbehälter sind während des Dämpfens abgedeckt, damit auch die oberen Schichten gut durchgedämpft werden; die Behälter sollen aber nicht fest verschlossen sein.

Folgende Dampferzeuger und Erdbehälter werden benutzt:

Futterdämpfer (Kippdämpfer) — Behälter des Futterdämpfers wird zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Deckel ist mit Anschlußstutzen versehen, an den mit einem Schlauch eine kleine Dämpfgabel angeschlossen wird. Als Erdbehälter dient eine kleine Schubkarre (80 l), in diese wird die Gabel eingelegt. Leistung in 10 Stunden 1,5 cbm, Bedienung eine Arbeitskraft zu etwa $\frac{1}{3}$ der Arbeitszeit.

Niederdruckdampferzeuger (beweglich) mit einer Heizfläche von 1,25, 1,75 oder 2,5 qm, dazu zwei Schubkarren mit eingelegter Dämpfgabel als Erdbehälter im Wechselbetrieb. Bedienung eine Arbeitskraft, z. T. zwei, Leistung in 10 Stunden 4, 5 bzw. 8 cbm.

Niederdruckdampferzeuger mit einer Heizfläche von 3 qm und mehr, beweglich, mit Erddämpftöpfen als Erdbehälter, die je nach der

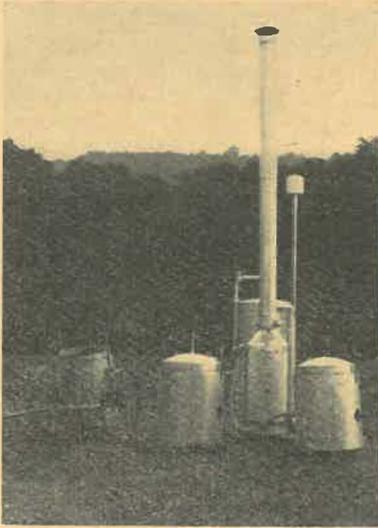


Abb. 5 Erddämpfkolonne: Niederdruckdampferzeuger mit 5 qm Heizfläche, Erddämpftöpfe mit 300 Liter Inhalt

Mittel sind meist entweder gegen tierische oder gegen pflanzliche Schädiger wirksam, aber diese Wirkung erstreckt sich nicht auf alle Arten gleichmäßig. Außerdem ist sie von vielen Umweltbedingungen abhängig, etwa dem Wassergehalt des Bodens, der Bodenzusammensetzung, den klimatischen Bedingungen u. a., so daß viele Faktoren zusammenwirken müssen, um eine sichere Wirkung zu gewährleisten. Es ist daher bei der Verwendung der chemischen Mittel zur Erdentseuchung notwendig, alle Einzelheiten bezüglich der Art der Anwendung und der Wirksamkeit der Mittel genau zu beachten.

d) 1) **Formaldehyd (Formalin)** (Giftabteilung 2)

Zumeist werden die chemischen Entseuchungsmittel angewandt, um zu verhüten, daß Vermehrungspilze und Schwarzbeinigkeit die Sämlinge und Jungpflanzen vernichten. Das älteste, auch heute noch viel gebrauchte Mittel ist das Formalin, eine 40prozentige Lösung des gasförmigen Formaldehyds. Im allgemeinen kann empfohlen werden, eine Lösung von $2\frac{1}{2}$ Liter der käuflichen 40prozentigen Formaldehydlösung auf 100 Liter Wasser zu verwenden; von dieser Flüssigkeit gießt man je Quadratmeter 10 Liter in 2 Teilen, indem man auf eine Fläche von 2 qm zweimal 10 Liter verteilt. Der Boden wird vorher bis 15 cm Tiefe gelockert. Nach der Behandlung decken wir am besten mit nassen Säcken ab und lassen den Boden ein bis zwei Tage liegen. Danach wird er mit entseuchten Geräten umgearbeitet, damit er auslüften kann. Zur Aussaat ist der Boden meist

Kesselgröße 0,3 bis 0,5 cbm fassen. Bedienung mindestens drei Arbeitskräfte; Leistung in 10 Stunden 10 bis 20 cbm. Die Dampftöpfe müssen zum Erdedämpfen eine besondere Einrichtung haben, die Kartoffeldämpftöpfe sind nicht ohne weiteres brauchbar (Abb. 5, 6, 7).

Gewächshausheizkessel für Dampfheizung oder Warmwasserheizung können benutzt werden, wenn sie zur laufenden Dampfabgabe eingerichtet werden. Je nach der Kesselgröße werden Schubkarren verwandt oder verschieden große Dampffässer als Erdbehälter angeschlossen.

d) Chemische Mittel zur Erdentseuchung

Während die Bodendämpfung vielseitig wirksam ist, können wir bei Anwendung der verschiedenen chemischen Mittel nicht mit einer derartig weitreichenden Wirkung rechnen. Die zur Bodenentseuchung dienenden



Abb. 6
Erddämpftopf ist nach
der Dämpfung entleert

nach 7—10 Tagen, zur Bepflanzung nach 10—14 Tagen brauchbar. Zur Probe pflanzen wir einige Salatpflanzen; sind diese nach 24 Stunden noch gesund, so können die Beete bepflanzt werden. In ähnlicher Weise kann man Formalin zur Entseuchung beweglicher Erdmengen verwenden; je Kubikmeter Erde brauchen wir etwa 20—25 Liter desselben Gemisches. Formalin ist wirksam gegen Pilze und Bakterien, vornehmlich gegen Vermehrungspilze, Wurzelbräune (*Thielavia*), Gurkenkrätzeerreger u. a. Kohlhernie läßt sich nicht mit Formalin bekämpfen, ebenso wird Unkrautsamen nicht vernichtet. Gegen tierische Schädiger wirkt es nur ungenügend.

d 2) **Quecksilberhaltige Mittel** (Giftabteilung 1)

Das sehr giftige Sublimat ist brauchbar zur Bekämpfung von Bodenpilzen, vor allem des Kohlhernieerregers. Gegen tierische Schädiger ist es z. T.



Abb. 7
Dampfverteiler aus
einem Erddämpftopf

wirksam, so gegen Larven der Kohlfliegen und Trauermücken, gegen Nematoden nur in geringem Umfang. Es wird in 0,05—0,07prozentiger Lösung angewandt, d. h. 5—7 g auf 10 Liter Wasser. Ferner kann quecksilberhaltige Saatgut-Naßbeize zur Verhütung der Keimlingskrankheiten als Bodendesinfektionsmittel benutzt werden. Die Aufwandmenge je Quadratmeter beträgt 10 g in 10 Liter Wasser gelöst, bei trockener Anwendung sollen je Kubikmeter Erde 50 g des Mittels sorgfältig unter die Erde gemischt werden. Aussaat oder Bepflanzung ist erst 3 Wochen nach der Behandlung möglich.

d 3) *Chlornitrobenzol - Mittel*

Das Pflanzenschutzmittelverzeichnis 1954 nennt zwei Mittel dieser Art, Olpisan und Phomasan. Olpisan wird zur Bekämpfung der Kohlhernie und Keimlingskrankheiten in einer Aufwandsmenge von 50 g je Quadratmeter ausgestreut und eingehackt oder man mischt 500 g des Mittels unter 1 cbm Erde; für Salatpflanzen ist das Mittel ungeeignet. Phomasan ist, in derselben Weise angewandt, gegen Keimlingskrankheiten wirksam; man braucht je Quadratmeter 40 g und je Kubikmeter 400 g des Mittels. Die Anwendung der Mittel soll 5—8 Tage vor der Aussaat oder dem Auspflanzen erfolgen. Olpisan kann gleichzeitig mit Hexa-Mitteln angewandt werden.

d 4) *Schwefelkohlenstoff* (Giftabteilung 1)

Im Schwefelkohlenstoff haben wir ein vorzüglich und schnell wirkendes Mittel gegen Bodenschädlinge, insbesondere gegen Ächen. Gegen Pilze und Unkrautsamen ist es nicht wirksam. Der Schwefelkohlenstoff läßt sich als Flüssigkeit in genau zu bestimmender Menge in den Boden bringen, wo er sofort auch bei niederen Temperaturen in gasförmigen Zustand übergeht. Das Gas ist schwerer als Luft und dringt infolgedessen auch in tiefere Bodenschichten ein, es ist kaum wasserlöslich. Schwefelkohlenstoff ist leicht entzündbar, die Dämpfe sind, mit Luft gemischt, stark explosiv. Ein elektrischer Funke — Lichtschalter, elektrische Klingel — kann das Gemisch entzünden; bei der Arbeit darf weder geraucht noch offenes Licht oder Feuer benutzt werden. Schwefelkohlenstoff ist gesundheitsschädlich. In Gewächshäusern müssen daher während der Ausführung der Arbeiten Gasmasken mit besonderen Einsätzen zur Schwefelkohlenstoffadsorption getragen werden.

Soll eine abgerentete Fläche entseucht werden, so verwenden wir je Quadratmeter 500 ccm Schwefelkohlenstoff, den wir in 6—8 Einstichlöcher von 15 cm Tiefe eingießen. Die Löcher werden nach dem Eingießen des Mittels zugetreten und die Fläche mit Wasser überbraust, um das Entweichen der wirksamen Gase zu verhindern. Wollen wir bewegliche Erdmengen behandeln, so verwenden wir je Kubikmeter Erde 1 Liter des Mittels. Zur Entseuchung kann man einen 1 cbm fassenden, unten offenen Kasten verwenden. Der Kasten hat die Grundfläche 1,60×1,00 m, die Höhe beträgt 0,85 m, und die obere Fläche hat die Maße 1,40×0,80 m. Jedesmal, wenn eine Erdschicht von 10—15 cm eingefüllt ist, wird Schwefelkohlenstoff mit der Kanne verteilt, etwa 150—200 ccm. Ist der Kasten gefüllt, so bleibt er 24 Stunden geschlossen und wird dann durch Abheben ent-

leert; die Erde wird auseinandergeworfen und gelüftet. Nach 10—14 Tagen ist die Erde verwendbar, vorher Probepflanzung mit Salat!

d 5) *Hexa-Präparate* (Giftabteilung 3)

Die Hexa-Präparate (*Hexachlorcyclohexan - HCH*) sind gegen tierische Bodenschädlinge — Engerlinge, Drahtwürmer u. a. Bodeninsekten — wirksam; die Wirkung in den Böden bleibt mehrere Jahre erhalten. Gegen Erdraupen wirkt es nicht sicher, da diese nicht nur Bodenbewohner sind. Tausendfüße sind ziemlich widerstandsfähig gegen Hexa, gegen Nematoden (Älchen) hat seine Anwendung in keiner Weise Erfolg. Hexamittel haben den Nachteil, daß sie geschmacksbeeinträchtigend wirken; wir verwenden deswegen im Gemüsebau nur höchstgereinigte Mittel, die nur das Gamma-Hexachlorcyclohexan als Wirkstoff enthalten. Kartoffeln, Rettich und Spinat sind besonders empfindlich; überhaupt sollen in hexabehandelten Böden drei Jahre möglichst keine Früchte angebaut werden, deren wertbare Teile mit dem Boden in Berührung kommen. Überdosierungen können Pflanzschäden verursachen, daher ist gleichmäßige und sorgfältige Verteilung notwendig. Wir kennen verschiedene Arten der Anwendung dieser Mittel:

- a) Behandlung der ganzen Fläche mit einem Streumittel. Die dazu notwendigen Mengen sind je nach der Mittelzusammensetzung verschieden. Der Nachteil dieser Methode besteht vor allem in einer starken Beeinträchtigung des Bodenlebens.
- b) Reihen- oder Pflanzlochbehandlung mit Stäube- oder Gießmitteln ist ebenso gut wirksam wie a), spart Mittel und vermindert die schädlichen Einwirkungen auf die wichtigen Bodentiere.
- c) Mischung des Mittels unter die Pflanzenerde bei der Vorkultur der Pflanzen in Ton- oder Erdtöpfen, vor allem zur Kohlfliegenbekämpfung.
- d) Tauchverfahren nach Mischung des Mittels mit Lehm — etwa 10 g Streumittel auf 1 kg trockenen Lehm — und Ansetzen eines Hexalehmbreies. Manche Pflanzenarten werden bei dieser Behandlungsart geschädigt, z. B. Rosen.
- e) Im Beidrillverfahren wird das Mittel mit dem Saatgut in den Boden gebracht.

Die einzelnen Mittel sind im Pflanzenschutzmittelverzeichnis der Biologischen Zentralanstalt aufgeführt.

d 6) *Andere Mittel*

Kalkstickstoff wird oft als Bekämpfungsmittel gegen Bodenschädiger genannt, jedoch ist seine Wirksamkeit beschränkt und in vielem noch umstritten. Gut bekannt ist die ausgezeichnete Wirkung bei der Unkrautbekämpfung, im Gemüsebau wird Kalkstickstoff nur vor der Aussaat oder dem Auspflanzen angewendet. Ätzkalk kann in keiner Weise als Bodenentseuchungsmittel bezeichnet werden. Die gute Wirkung gegen den Erreger der Kohlhernie beruht auf der Beeinflussung der Bodenreaktion. Anschließend sollen noch zwei Mittel genannt werden, die bei uns noch nicht im Handel sind, die aber in anderen Ländern bereits mit Erfolg angewandt werden. Zunächst sei auf die *DD-Präparate* hingewiesen,

die als Spezialmittel gegen Nematoden von Bedeutung sind. Diese Mittel enthalten als wirksame Stoffe Dichlorpropan und Dichlorpropylen in Mischung und sind leicht vergasende Flüssigkeiten, die beim Einatmen und Berühren giftig wirken. Sie sind gegen tierische Schädlinge, ganz besonders gegen Nematoden, wirksam, allerdings erst bei einer genügend hohen Bodentemperatur, Mindesttemperatur 12° C. Die Mittel werden mit einem besonderen Injektor in den Boden gebracht — 6,5 l je 100 qm —, nach der Behandlung wird die behandelte Fläche überbraust wie bei der Schwefelkohlenstoffbehandlung. Der Boden muß nach einer Woche mehrmals umgearbeitet werden, erst zwei bis drei Wochen danach kann man pflanzen und säen.

Das an zweiter Stelle zu nennende Chlorpikrin (Trichlornitromethan) ist ein Mittel mit weitem Wirkungsbereich. Es ist nicht nur gegen tierische Schädlinge einschließlich Nematoden wirksam, sondern auch gegen schädliche Bodenpilze und -bakterien, sogar Unkrautsamen werden durch die Behandlung abgetötet. Allerdings ist es ebenfalls sehr giftig, es reizt die Augen (Tränengas des ersten Weltkrieges) und Schleimhäute, erzeugt Hautschäden bei Berührung und ist außerdem ein Atemgift. Trotz dieser unangenehmen Eigenschaften hat es sich in vielen Ländern eingeführt. Zur Entfaltung der vollen Wirksamkeit muß die Bodentemperatur 15—25° C betragen, wenn auch die Flüssigkeit schon bei 7° C in gasförmigen Zustand übergeht. Chlorpikrin wird mit Injektoren in den Boden gebracht — 3,2 l je 100 qm —, nach dem Einbringen werden die Flächen ebenfalls bewässert. Je nach der Höhe der Bodentemperatur muß der Boden 1—4 Wochen lagern, ehe gepflanzt oder gesät werden kann.

2. Entseuchung von Saat- und Pflanzgut

a) Saatgutbeizung und Saatgutbehandlung

Bei der Saatgutbeizung wollen wir die Samen von Krankheitserregern befreien. Diese Entseuchung wird entweder mit chemischen oder mit physikalischen Verfahren vorgenommen. Bei der chemischen Saatgutbeizung, die vor allem auf die dem Samen anhaftenden oder zwischen den Samen befindlichen, nur wenig auf die in den Samen eingedrungenen Krankheitserreger einwirkt, unterscheiden wir das Naß- und Trockenbeizverfahren, je nachdem, ob wir Beizmittellösungen oder staubförmige Mittel anwenden. Beim Naßbeizverfahren wird das Beizmittel in Wasser gelöst, die Samen werden in die Lösung getaucht bzw. darin gewaschen. Die uns zur Verfügung stehenden Beizmittel werden in einer Konzentration von 0,1—0,25 Prozent angewandt, d. h. 1—2½ g auf 1 Liter Wasser. Die Samen werden in einem Mullbeutel in die Beizlösung eingehängt und dabei zur besseren Benetzung durchgeknetet. Das Saatgut bleibt 15 Minuten in der Lösung. Nach der Beizung wird es zurückgetrocknet. Tomaten, Hanf und Löwenmaul sind empfindlich gegen Naßbeizmittel, auch Samen, die leicht verschleimen und verkleben, können wir nicht mit Naßbeizmitteln behandeln. Bei dem Trockenbeizverfahren werden die Samen in einem gut verschlossenen Gefäß — weithalsige Flasche — mit dem Beizpulver zusammen durchgeschüttelt, bis das Beizmittel dem Samen

allseitig anhaftet. Die entseuchende Wirkung tritt erst unter dem Einfluß der Bodenfeuchtigkeit ein. Je Kilogramm Saatgut werden bei großkörnigem Samen 2—4 g Trockenbeizmittel verwendet, bei feinkörnigem Samen kann die Aufwandmenge oft bis zu 1 g je 100 g erhöht werden, ohne daß Keimstörungen auftreten. Manche Samen — Salat, Gartenwicken, einige Bohnen und Tomatensorten — sind gegen Trockenbeizmittel empfindlich. Das Flugblatt Nr. 17 „Saatgutbeizung“ gibt ausführliche Auskunft über alle Fragen, die die Beizung betreffen. Über die anerkannten Beizmittel unterrichtet das Pflanzenschutzmittelverzeichnis.

Als physikalisches Verfahren ist die Heißwasserbeize zu nennen, die beim Kohlsaatzgut zur Bekämpfung der Umfallkrankheit und der Schwarzadrigkeit ausgeführt wird. Dabei werden die Samen locker in ein Säckchen eingebunden und 20 Minuten lang in eine reichliche Menge Wasser von 50—51° C eingehängt. Diese Temperatur muß während der Behandlung genau eingehalten werden. Überschreitung tötet die Samen, bei zu geringen Wärmegraden werden die Krankheitserreger nicht vernichtet.

Als Saatgutbehandlung bezeichnet man Verfahren, bei denen die Samen mit einem staubförmigen Insektengift — Hexazubereitung — eingepudert werden, um die Keimlinge gegen die Bodenschädlinge — Drahtwurm, Larven der Bohnenfliege u. a. — zu schützen. Auch die Inkrustierung des Zwiebelsaatgutes mit Stärkekleister und einem DDT-Spritzmittelpulver gehört zu diesen Bekämpfungsverfahren; es schützt die Sämlinge vor Befall durch die Zwiebelfliege.

b) Behandlung von Blumenzwiebeln und Knollen

Zur Entseuchung von Blumenzwiebeln und Knollen können wir entweder physikalische Verfahren oder chemische Mittel anwenden. In erster Linie sind die Verfahren zu nennen, bei denen höhere Wärmegrade zur Anwendung kommen. Das wichtigste ist das Heißwasserverfahren zur Bekämpfung von Stengelälchen (*Ditylenchus dipsaci*) und von Narzissenfliegen (*Lampetia equestris*, *Eumerus strigatus* u. a.) an Hyazinthen und Narzissen. Weiter werden auf diese Weise Wurzelmilben (*Rhizoglyphus echinopus*) an Blumenzwiebeln und Zwiebelschalenmilben (*Tarsonemus laticeps*) an Narzissen bekämpft. Die Zwiebeln werden in einem Drahtkorb in Wasser von 43,5—44° C getaucht (auf 1 Liter Zwiebeln 1½ Liter Wasser), dort bleiben sie 2½—4 Stunden je nach der Größe der Zwiebeln; während dieser Zeit muß die Wassertemperatur stets auf der gleichen Höhe gehalten werden. In derselben Weise werden auch Gloxinienknollen einem Heißwasserbad unterzogen, um die Übertragung von Blattälchen zu verhüten. Eine Heißluftbehandlung von Blumenzwiebeln führt man durch zur Bekämpfung des Gelben Rotzes an Hyazinthen (*Xanthomonas hyacinthi*). Die Temperatur in den Lagerräumen wird zunächst bis Anfang September auf 30,5° C gehalten, dann für 4 Wochen auf 35—37° C gesteigert und danach allmählich auf 30,5° C gesenkt. Durch diese Behandlung sterben erkrankte Zwiebeln ab, bei schwach erkrankten kommt die Krankheit deutlich zum Ausbruch; manche der schwach erkrankten können die Ansteckung infolge der Behandlung überwinden.

Auch die Behandlung mit chemischen Mitteln hat sich in vielen Fällen bewährt. So werden Blumenzwiebeln und Knollen gegen anhaftende und beigemischte Krankheitserreger mit Formaldehyd oder quecksilberhaltigen Naßbeizmitteln behandelt. Man taucht Hyazinthen- und Tulpenzwiebeln zur Verhütung der Sklerotienkrankheiten kurz vor dem Pflanzen in eine 0,4prozentige Formaldehydlösung oder in eine 0,25prozentige Lösung eines Naßbeizmittels, und zwar für eine Zeit von 1—2 Stunden. Diese Behandlung wird auch mit Gladiolenknollen zur Bekämpfung des Lack-schorfes (Bakterien-Basalfäule) wie auch der Fusarium-Fußkrankheit, außerdem mit Narzissenzwiebeln zum Schutz gegen die Fusarium-Fußkrankheit vorgenommen. Quecksilberhaltige Trockenbeizmittel sollen die Blumenzwiebeln schädigen. Zur gleichzeitigen Bekämpfung von Stengelälchen und Pilz- und Bakterienkrankheiten kann die Heißwasserbehandlung mit der chemischen kombiniert werden. Durch eine Behandlung der Gladiolenknollen mit chemischen Mitteln läßt sich der Gladiolenthrips (-blasenfuß) (*Thrips simplex*) am wirksamsten bekämpfen. Dabei werden verschiedene Verfahren angewendet. Als Einstäubeverfahren bezeichnet man das Einstäuben der Knollen bald nach der Ernte und später mit DDT-, Hexa- oder E-Stäubemitteln in Papierbeuteln; man nimmt auf 100 Knollen einen Teelöffel voll DDT-Staub. Auch eine Behandlung mit Naphthalin — 30 g auf 100 Knollen — wird als wirksam empfohlen; die Knollen müssen dabei drei Wochen lang bei 21° C mit Papier abgedeckt werden. Nach der Behandlung werden die Knollen wenigstens einen Monat lang bei guter Lüftung auf Drahtgittersieben gelagert. Bei der Durchführung des Eintauchverfahrens können wir verschiedene Mittel anwenden:

1. Quecksilberhaltige Naßbeizmittel — Knollen werden vor dem Pflanzen für 2—3 Stunden in eine 0,25prozentige Lösung getaucht —.
2. DDT-Spritzmittel — vor dem Pflanzen oder früher — 20 Minuten in eine Lösung von der üblichen Konzentration tauchen, danach im geheizten Raum trocknen.
3. E-Spritzmittel: a) gleich nach der Ernte in eine Lösung von der im allgemeinen verwendeten Konzentration 20 Minuten lang tauchen und nachher trocknen oder b) unmittelbar vor dem Pflanzen 10—15 Minuten in eine Lösung von der niedrigeren Konzentration tauchen.

c) Entseuchung von Pflanzen und Stecklingen

Die wichtigste Maßnahme für die Anzucht gesunder Stecklinge ist die Gesunderhaltung der Mutterpflanzen. Sie müssen ständig überprüft und regelmäßig mit den entsprechenden Mitteln behandelt werden, um jeden Befall im Anfangsstadium zu unterdrücken. Um gesunde Stecklinge von Älchen befallenen, aber wertvollen Mutterpflanzen von Chrysanthemen zu erhalten, werden diese einer Heißwasserbehandlung unterzogen. An den Mutterpflanzen, die infolge sparsamer Wassergaben weitgehend zur Ruhe gekommen sind, werden vorher alle alten Blätter, auch junge Triebe beseitigt, die Stengel auf 15 cm zurückgeschnitten und die von Erde befreiten Wurzeln auf 10—20 cm eingekürzt. Danach läßt man die Wundstellen 1—2 Stunden trocknen und bringt die Pflanzen in einem Drahtkorb in eine

60 Liter fassende Wanne, die mit Wasser von 52° C gefüllt ist, und zwar zunächst nur für ½ Minute. Das Wasser wird dann wieder auf 52° C erwärmt, und die Pflanzen unter Beibehaltung dieser Wärmegrade 2 Minuten lang getaucht. Die Pflanzen werden auf sauberen Brettern zum Trocknen ausgelegt und nach einem weiteren Rückschnitt der Wurzeln um 2 cm in entseuchte Erde eingeschlagen. In englischen Betrieben werden die Mutterpflanzen für 20 bis 30 Minuten in Wasser von 43,5° C oder 5 Minuten in Wasser von 46° C getaucht; dadurch sollen auch empfindliche Sorten nicht geschädigt werden. Älchenbefallene Pflanzen können von den Schädigern befreit werden, wenn man sie bis zum Wurzelballen entweder 5 Minuten in Wasser von 46° C oder 20—30 Minuten in Wasser von 43,5° C taucht. Wenn auch empfindliche Pflanzen, z. B. manche Begonienarten, stark geschädigt werden, so sind doch die neuen Austriebe älchenfrei. Stecklinge werden nach dem Schnitt vorsichtig in Spritzflüssigkeit von Insektengiften getaucht, um sie schädlingsfrei zu machen. Der beste Weg, gesunde Stecklinge und Jungpflanzen zu erhalten, ist die Auswahl gesunder einwandfreier Mutterpflanzen. Sehr oft scheidet die Vermehrung daran, daß von Schädlingen befallene Triebe gesteckt werden, die dann zugrunde gehen, weil wir keine Möglichkeit haben, diese wirkungsvoll zu bekämpfen.

3. Die Entseuchung der Gewächshäuser und Geräte

Eine erfolversprechende Bekämpfung vieler Krankheitserreger macht neben der Bodenentseuchung auch eine Desinfektion der Kulturräume notwendig. Eine Entseuchung kann auf die einfachste Weise durch Verbrennen von Schwefel vorgenommen werden, Schwefelblume oder zerkleinerter Stücken- bzw. Stangenschwefel wird mit Spiritus übergossen und angezündet. Je cbm Luftraum werden 5—10 g Schwefel benötigt. Bei der Verbrennung entsteht Schwefeldioxyd, ein Gas, das für alle Lebewesen sehr giftig ist. Das Gewächshaus wird entseucht, bevor die Ernterückstände bzw. die Reste der befallenen Pflanzen aus dem Haus herausgebracht werden. Wir vermeiden auf diese Weise, daß die Schädlinge und Krankheitserreger verschleppt werden und sich weiter verbreiten. Mit dieser Maßnahme ist jedoch nicht alles getan, wir müssen Gewächshauswände, Glasflächen, Stützen, Tische, Gestelle, Heizungs- und Wasserleitungsrohre gründlich entseuchen. Diese Arbeit kann mit folgenden Mitteln ausgeführt werden:

- a) 2—5prozentiges Formalin, d. h. 5—12 Liter des käuflichen 40prozentigen Formaldehyds auf 100 Liter Wasser,
- b) 2—5prozentige Kresolseifenlösung,
- c) 10prozentige heiße Sodalösung.

Mit einer dieser Lösungen werden die genannten Einrichtungen gründlich gescheuert. Die Formalinlösung können wir auch zum Abspritzen verwenden, Augen und Atemorgane müssen geschützt werden. Beim Weißen der Wände setzen wir der Kalkmilch Kresolseifenlösung zu. Die Wasserbehälter werden mit heißem Wasser sorgfältig gereinigt. Alle Holzteile in den Gewächshäusern und Frühbeetkästen werden mit einem pflanzenunschädlichen Holzschutzmittel behandelt. Anzucht- und Pikierkästen

können ebenso wie Töpfe und Schalen durch Dampf entseucht werden. Leichtes Absengen der Aussaat- und Pikierkästen mit der Lötlampe genügt zur Entseuchung, während wir die Töpfe und Schalen auch mit kochendem Wasser abbrühen oder mit 2—5prozentigem Formalin ($\frac{1}{2}$ Stunde stehen lassen!) abwaschen können. Weiter ist darauf zu achten, daß alle Geräte wie Schaufeln, Harken, Schubkarren, Bretter u. a., die mit der gedämpften oder entseuchten Erde in Berührung kommen, ebenfalls desinfiziert sind. Besonders beachten wir, daß beim Umsetzen der Dämpfegge die Laufbretter sauber gehalten werden. Der Lagerplatz für die gedämpfte oder chemisch entseuchte Erde muß vorher gesäubert und abgedämpft oder mit einem chemischen Mittel entseucht werden. Wir müssen alles vermeiden, was zu einer Neuinfektion der entseuchten Erde führen könnte.

III. Schutzmaßnahmen gegen die Einschleppung und Ausbreitung der Schädlinge und Krankheitserreger im einzelnen Betrieb

Schädlinge und Krankheiten können auf verschiedenen Wegen in einen Betrieb eingeschleppt werden. Auch die Ausschaltung dieser Möglichkeiten gehört zu den Maßnahmen der Pflanzenhygiene ebenso wie alle Anordnungen, die eine Verschleppung innerhalb des Betriebes verhüten sollen. Werden Jungpflanzen oder Mutterpflanzen angekauft, so sind diese getrennt aufzustellen und unter besonderer Beobachtung zu halten. Vorbeugende Bekämpfungsmaßnahmen gegen zu erwartende Schädlinge, die sich unserer Beobachtung im Augenblick noch entziehen, sind am Platze. Weiter können mit der Zufuhr von Nadelstreu, Lauberde und Heideerde Schädlinge z. B. die Dickmaulrüßler (*Otiorrhynchus*-Arten) in den Betrieb eingeschleppt werden. Dasselbe kann durch Zufuhr von Komposterde mit anderen Schädlingen und Krankheitserregern geschehen. In allen diesen Fällen ist es notwendig, die zugeführten Erden zu dämpfen, um jede Einschleppung zu verhindern. Wir müssen aber auch an die Möglichkeit einer Verschleppung innerhalb des Betriebes denken, denn häufig kommt es erst auf diesem Wege zu einer starken Ausbreitung eines Schädlings und dadurch zu großen Ernteausfällen. In jedem Jahr werden Schädlinge aus dem Freiland in großer Zahl in die Häuser verschleppt, wenn die Pflanzen eingeräumt werden. Daher ist es notwendig, die Schädlinge im Freiland und Kasten zu bekämpfen, damit sie nicht unter den günstigen Gewächshausbedingungen überhandnehmen und fühlbaren Schaden anrichten. Noch schneller werden Pilzkrankheiten von einem Haus in ein anderes verschleppt, durch entsprechende Maßnahmen müssen wir diese Ausbreitung verhüten. Besonders gefährlich ist die Verbreitung der Wurzelälchen (*Heterodera marioni*) die durch die an Geräten, Schuhwerk u. a. haftende Erde nur zu leicht möglich ist. Alle in diesem Flugblatt genannten Maßnahmen haben das Ziel, Auftreten von Krankheiten und Schädlingen zu verhüten, der Erstansteckung wie auch der Verbreitung und Ausbreitung entgegenzuarbeiten. Wir wollen eine vorbeugende Schädlings- und Krankheitsbekämpfung treiben entsprechend dem Grundsatz: Vorbeugen ist besser als Heilen!