

Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem

Heft 121

Februar 1967



36. Deutsche Pflanzenschutz-Tagung
der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
in Bad Godesberg, 10. – 14. Oktober 1966

Berlin 1967

*Herausgegeben von der
Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*

Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
1 Berlin 61, Lindenstr. 44–47 (Westberlin)

Inhalt

Seite

Verleihung der <i>Otto-Appel-Denk</i> münze durch Herrn Bundesminister Höcherl an Herrn Oberregierungsrat a. D. Dr. E. Köhler	1
Vortrag von Herrn Oberregierungsrat a. D. Dr. E. Köhler: Von den Anfängen der Kartoffelvirologie in Deutschland	5

Pflanzenparasitäre Nematoden

B. Weischer: Entwicklungstendenzen in der Phytonematologie	12
M. J. Hijink: Fruchtwechseleffekte und Nematoden	21
H. Faber: Beobachtungen über die Bodenmüdigkeit bei Rosaceen	29
M. Ebert: Zusammenhänge zwischen Infektionsdruck und Endverseuchung bei <i>Heterodera rostochiensis</i> WOLL.	33
F. Sprau: Das Verhalten von Zysten des Kartoffelnematoden in Kläranlagen	39
W. Steudel: Auftreten und Schadwirkung von <i>Heterodera schachtii</i> im Rheinischen Zuckerrübenbau	45
B. Homeyer: Neue Möglichkeiten der Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden mit Fensulfothion	50
F. Wagner: Chemische Bekämpfung des Stockälchens an Rotklee	58
H. Köhler: Zehnjährige Beobachtungen über das Auftreten des Hafernematoden in Rheinhessen und der Pfalz	62
E. Lücke und H. Weber: Untersuchungen zum Hafernematodenproblem (2. Mit- teilung)	66
F. Burckhardt: Über das Vorkommen von Blattälchen an Unkräutern und an- deren Wildpflanzen	71
R. Dern: Nematodenprobleme in den Erdbeeranbaugebieten Hessen-Nassaus	76
J. Rössner: Phytopathogene Nematoden in hessischen Forstpflanzgärten	82
A. Kemper: Verbreitung und Schadwirkung der Gattung <i>Pratylenchus</i> in West- falen-Lippe	88
W. Stein: Untersuchungen zur Vertikalwanderung von <i>Meloidogyne hapla</i>	93

Viruskrankheiten

R. Bercks: Probleme der pflanzlichen Virusforschung	97
H. L. Sängner: Defekte Pflanzenviren	108
A. Hein: Zur Wirkung von Fettemulsionen bei Virusübertragungen	109
E. Haine: Neue Fang- und Registrierverfahren zur Erforschung der Migrations- erscheinungen virusübertragender Insekten	113
R. Bartels: Konzentration von Kartoffel-M-Virus in Kartoffeln und Tomaten ..	118
H. Schmutterer: Rübenkräuselvirus und Rübenblattwanze	125
K. Heinze: Die Vergilbungskrankheit der Kohl- und Wasserrübe als Krankheits- ursache auf Zierpflanzen	132

H. Krczal: Untersuchungen über die Vektorleistungen der Erdbeerblattlaus <i>Pentatrichopus fragaefolii</i> (Cock.) (Übertragungsversuche mit dem strawberry mottle)	140
D. Sturhan: Vorkommen von <i>Trichodorus</i> -Arten in Westdeutschland	146
G. Hamdorf: Latente Viren in Apfelsorten und -unterlagen	152
F. Afscharpour und L. Kunze: Der Einfluß latenter Apfelmviren auf das Wachstum verschiedener Zieräpfel	157
K. Schuch †, W. Mischke und L. Kunze: Die Ausbreitung der Stecklenberger Krankheit in einer Sauerkirschenanlage	162

Unkrautprobleme

H. Orth: Wege und Ziele der chemischen Unkrautbekämpfung	168
B. Rademacher: Beobachtungen in Dauerversuchen mit Unkräutern und Herbiziden	177
M. Hanf und J. Jung: Einfluß verschiedener Bodeneigenschaften und der Feuchtigkeit auf die Wirkung von Harnstoffderivaten zur Ungrasbekämpfung in Wintergetreide	186
J. Alkämper: Der Einfluß der Pflanzen auf die Inaktivierung von Bodenherbiziden am Beispiel von Simazin und Atrazin	195
H. Maier-Bode: Untersuchungen über Herbizidrückstände	203
G. Rieder und W. Koch: Die Bestimmung der Keimpotenz von Unkrautsamen nach der TTC-Methode	210
F. Schwerdtle und W. Koch: Auftreten von Unkräutern und Krankheiten bei Getreide und Mais nach Direktsaat	214
R. Heitefuss: Der Einfluß von Herbiziden auf <i>Cercospora</i> -Befall und Lagerung von Winterweizen	218
R. Diercks: Herbizide im Getreidebau bei gleichzeitiger Kalkstickstoffdüngung	226
G. Bachthaler und F. Graf Hoyos: Mehrjährige Feldversuche zur chemischen Bekämpfung der Hühnerhirse (<i>Echinochloa crus galli</i>) in Mais	234
B. Würzer: Bekämpfung dikotyler Samenunkräuter und Unkrauthirse in Buschbohnen mit Bodenherbiziden	241
K. H. Walther: Unkrautbekämpfung mit wuchsstoffhaltigen Herbizid-Mikrogranulaten	248
H.-H. Nölle: Die Bedeutung der Granulierung von Dichlobenil für die Unkrautbekämpfung in mehrjährigen Kulturen	251
W. Kampe: Chlorthiamid gegen Ackerwinde in Korbweidenkulturen	259
H. Flemming und R. H. Springett: Morfamquat, ein neues selektives Bipyridilium-Herbizid mit besonderer Wirkung gegen Saatwucherblume	263
H. Beinhauer und H. Will: Unkrautbekämpfung in Kruziferen-Kulturen mit 2-Chlor-N-isopropylacetanilid	269
K. Hofmann: Herbizide in Schutzpflanzungen	277
H. Faber: Unkrautbekämpfung in Sonderkulturen durch Abbrennen	281
F. Kersting: Ein automatisch arbeitendes Spritzgerät für herbizide Laborversuche	285



Oberregierungsrat a. D. DR. E. KÖHLER

In Anerkennung der über-
ragenden Verdienste
um die Landwirtschaft
durch grundlegende
wissenschaftliche
Arbeiten auf dem
Gebiete der pflanzlichen
Virusforschung, die
wesentliche Erkennt-
nisse und Fortschritte
vermittelt haben,
wird

Herrn Dr. ERICH KÖHLER
ORR a.D. Braunschweig
die
OTTO APPEL DENKMÜNZE
verliehen.

Die Verleihung dieser Münze, die
zu Ehren des deutschen Alt-
meisters der Phytopathologie,
Geheimrat Professor Dr. Dr. h. c.
Dr. h. c. Otto Appel, gestiftet
wurde, bringt die Wertschätzung
zum Ausdruck, die dem wissen-
schaftlichen Wirken von Ober-
regierungsrat a. D. Dr. Köhler
im deutschen Pflanzenschutz-
dienst entgegengebracht wird.
Seine richtunggebenden Arbei-
ten werden auf diesem Sach-
gebiet allezeit Geltung behalten.

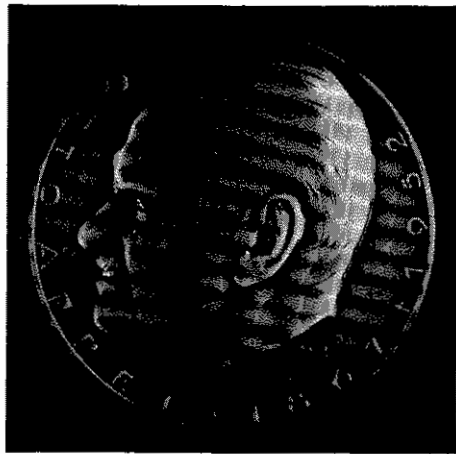
BRALINGHWEIG, DENTOMAT 000

DER VORSITZENDE
DES KURATORIUMS

F. Müller-Kopp

DER SCHRÄHNER
DER STIFTUNG

H. Rindler



Diplom und Otto-Appel-Denk Münze

Verleihung der Otto - Appel - Denkmünze durch

Herrn

BUNDESMINISTER H. HÖCHERL

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn.

Sehr verehrter Herr Staatssekretär,

sehr verehrter Herr Präsident,

sehr verehrter Herr Dr. Köhler, meine sehr verehrten Gäste aus dem In- und Ausland, meine Damen, meine Herren!

Es ist mir eine besondere Ehre, Sie zu Beginn der 36. Deutschen Pflanzenschutztagung auf das herzlichste begrüßen zu können. Einen besonderen Gruß möchte ich an unsere ausländischen Gäste richten und ihnen Dank sagen für das Interesse, das sie dieser Tagung entgegenbringen. Ihnen allen aber möchte ich meine besten Wünsche für einen recht erfolgreichen Verlauf Ihrer Tagung übermitteln, und ich glaube, wir können solchen Erfolg gerade auf dem schwierigen und so komplexen Gebiet der vielschichtigen Pflanzenschutzwissenschaft und Pflanzenschutzpraxis brauchen. Ich kann es mir ersparen, Ihnen die Bedeutung Ihres fachlichen Erkenntnis- und Gedankenaustausches bei dieser Tagung zu erläutern. Sie kennen die Problemstellung zu genau, die sich z. B. auf dem Weg zu einer vernünftigen und wissenschaftlich fundierten Synthese zwischen Pflanzenschutz, Gesundheitsschutz und Naturschutz ergibt, die die Bundesregierung zunächst durch ein neues Pflanzenschutzgesetz bzw. eine damit eng gekoppelte Höchstmengen-Verordnung über Pflanzenschutz-Vorratsschutzmittel nach Maßgabe des Lebensmittelgesetzes herbeizuführen wünscht.

Mit dem Pflanzenschutzgesetz, dessen Entwurf dem Deutschen Bundestag derzeit vorliegt, wird das in fachlicher und rechtlicher Hinsicht reformbedürftige Gesetz zum Schutze der Kulturpflanzen vom 27. August 1949 den Erfordernissen des modernen Pflanzenschutzes angepaßt. Wesentlichste Neuerung ist die Einführung der obligatorischen Prüfung und Zulassung sämtlicher Pflanzenschutzmittel. Mit dem Zulassungszwang ist eine Kennzeichnungspflicht verbunden. Durch sie werden u. a. wesentliche Voraussetzungen zur Gewährleistung eines wirksamen Gesundheitsschutzes (Anwender- und Verbraucherschutz) geschaffen, der im besonderen auch durch die kommende sogenannte Höchstmengenverordnung nach dem Lebensmittelgesetz garantiert wird. Dieser Verordnungsentwurf ist in den Ausschüssen des Bundesrates vor kurzem bereits beraten und dem Bundesrat zur Zustimmung empfohlen worden. Das neue Pflanzenschutzgesetz schafft für die Einhaltung der Höchstmengenverordnung wesentliche Voraussetzungen, so daß durch das Zusammenwirken der beiden Neuregelungen ein zur Zeit mögliches Höchstmaß von Schutzeffekten für den Pflanzenbau und den Gesundheitsschutz gleichzeitig erreicht wird.

Im übrigen sind in dem neuen Gesetzentwurf die internationalen Erkenntnisse und Bestrebungen (FAO/WHO, Europarat, EPPPO), EWG) berücksichtigt. Er ent-*

**) Pflanzenschutzorganisation für Europa und den Mittelmeerraum.*

spricht den Verpflichtungen, die die Bundesrepublik in der Internationalen Pflanzenschutzkonvention vom 6. Dezember 1951 und dem Übereinkommen zur Errichtung der Pflanzenschutzorganisation für Europa und den Mittelmeerraum vom 18. April 1956 übernommen hat.

Wenn Sie alle mit dem erforderlichen Verantwortungsbewußtsein und ohne Vorurteil an die Lösung der angedeuteten Probleme und Aufgaben herangehen, wird der Pflanzenschutz das bleiben, was er ohne Mißkreditierung sein soll und muß: Ein unentbehrlich gewordener Faktor der pflanzlichen Produktion und Qualitätserzeugung, also ein Wirtschafts- und Ernährungsfaktor, der in seiner Auswirkung der Landwirtschaft ebenso zugute kommen muß, wie der auf ihre Gesundheit bedachten Verbraucherschaft. Obwohl ich weiß, daß gerade die wachsenden Ansprüche dieser Verbraucherschaft die Lösung der Ihnen als Fachwissenschaftler und Pflanzenärzte aufgegebenen Probleme erschweren, müssen auch Sie einer Entwicklung folgen, die auszumerzen versucht, was vielleicht eine zu stürmische Entwicklung der vergangenen zwei Jahrzehnte unbeabsichtigt im Gefolge hatte. Ich meine damit die Synthese, von der ich bereits sprach und die in erster Linie nur unter Berücksichtigung der Interessen der pflanzlichen Produktion und der Konsumenten, also der Landwirtschaft und des Gesundheitsschutzes — aber auch der ökologischen Erfordernisse — möglich ist.

Ich hatte kürzlich Gelegenheit, einen Blick in die Arbeit der Pflanzenschutzforschung zu tun, und ich muß bekennen, daß mich die Gründlichkeit und Vieltätigkeit dieser Arbeit beeindruckt hat. Ihre Bedeutung wird besonders augenfällig, wenn wir einmal über die Grenzen unseres Landes und unseres Kontinents hinaus blicken und uns vor Augen führen, was z. B. den kürzlich in Hamburg tagenden Welternährungskongreß vordringlich beschäftigt hat, nämlich die uns alle angehende Aufgabe, jenen Menschen auf unserer Erde Hilfe und Unterstützung angedeihen zu lassen, die unter der Geißel des Hungers noch leiden, und wir wissen, daß sie fast ein Drittel der Menschheit ausmachen. Wir kennen die Verluste, die noch in unseren Breiten alljährlich durch Pflanzenkrankheiten und -schädlinge verursacht werden, und es sollte auch dem Verbraucher vermittelt werden, wie sehr der Pflanzenschutz Anteil an den reich beschickten Märkten hat. Völlig andere Maßstäbe aber gelten für die Teile unseres Erdballs, wo nach Erhebungen der FAO die Verluste durch die Pflanzenfeinde bis 50 % der möglichen Ernten ausmachen und so zu einer wesentlichen Ursache des Hungers werden. Man vergegenwärtige sich nur, daß die jährlichen Gesamtverluste im Weltmaßstab einen Gegenwert von 120 Milliarden DM, die Verluste allein bei Getreide durch den Kornkäfer 55 Millionen Tonnen ausmachen. Solche Beispiele könnten fortgeführt werden. Wir erkennen daraus, daß der Pflanzenschutz, der schon bei uns unentbehrlich geworden ist, in den Entwicklungsländern erst recht eine dringende Aufgabe darstellt, der sich auch die Bundesrepublik Deutschland bereits im Rahmen zahlreicher Projekte, z. T. mit bemerkenswertem Erfolg, gestellt hat.

Aus dieser Sicht freue ich mich besonders, daß ich heute — gewissermaßen stellvertretend für den deutschen Pflanzenschutz — einen verdienten Phytopathologen auszeichnen kann, der wesentlich zum Ansehen des deutschen Pflanzenschutzes über unsere Grenzen hinaus beigetragen hat.

Es handelt sich um den Senior der pflanzlichen Virusforschung in Deutschland und praktisch ihren Begründer, Herrn Oberregierungsrat a. D. Dr. Köhler,

dem auf einstimmigen Beschluß des Kuratoriums der Stiftergruppe am 19. Mai, dem Geburtstag des deutschen Altmeisters der Phytopathologie, Geheimrat Prof. Dr. Appel, die Otto-Appel-Denk Münze verliehen worden ist.

Erich Köhler wurde in Urach in der Schwäbischen Alb geboren und studierte in Tübingen und München Naturwissenschaften. Seine kurz vor dem Abschluß stehende Promotionsarbeit bei Prof. Goebel wurde durch den Ausbruch des 1. Weltkrieges unterbrochen. Erst nach Ende des Krieges konnte er die Dissertation abschließen. Mit Beginn des Jahres 1921 trat er nach einjähriger Tätigkeit an der Hochschule für Landwirtschaft und Brauerei in Weihenstephan in den Dienst der Biologischen Reichsanstalt ein. Dort wurde er mit Untersuchungen über Krankheiten der Kartoffel beauftragt.

Die Kartoffel als Versuchsobjekt hat ihn seitdem nicht wieder losgelassen und ihm ständig neue Probleme aufgegeben. Im ersten Jahrzehnt seiner Tätigkeit hat er sich fast ausschließlich mit Fragen des Kartoffelkrebses befaßt. Er hat eine Monographie der Krankheit erarbeitet, die die Grundlage zur Bekämpfung des Erregers bilden konnte.

Durch die intensive Beschäftigung mit der Kartoffel wurde er bald auf den jüngsten Zweig der Phytopathologie, die Virusforschung, aufmerksam. Nachdem er sich mehrere Jahre zunächst theoretisch mit den Fragen des Kartoffelabbaus beschäftigt hatte, hat er es mit schwäbischer Beharrlichkeit durchzusetzen verstanden, daß ihm vom damaligen Direktor der Biologischen Reichsanstalt, Geheimrat Prof. Dr. Appel, die Genehmigung erteilt wurde, Probleme der Viruskrankheiten zu bearbeiten. Er hat es mit der ihm eigenen Zähigkeit und durch viele überzeugende Arbeiten verstanden, gegen viele Widerstände — selbst im Kreis seiner damaligen Kollegen — den Anhängern des ökologischen Abbaues der Kartoffel die weitgehend infektiöse Natur der Degenerationserscheinungen zu beweisen. Dadurch wurden für Deutschland die Grundlagen für eine wirkungsvolle Bekämpfung der Kartoffelvirosen und für eine planvolle Resistenzzüchtung gegen Viruskrankheiten geschaffen. Noch heute ist die von ihm im Jahre 1935 eingeführte Augenstecklingsprüfung im deutschen Kartoffelbau unentbehrlich. Mehr noch als die praktischen Fragen haben ihn aber immer Probleme der Grundlagenforschung gereizt. Nach der Isolierung von Viren galt es, ihre Ausbreitung und Wanderung in der Pflanze und Fragen des Virusantagonismus, des Auftretens und der Auslösung von Varianten sowie der Präzinitätserscheinungen zu klären. Daneben hat er Testverfahren zum Nachweis bestimmter Viren erarbeitet und beschrieben. Frühzeitig erkannte er die Bedeutung der Vektoren für die Ausbreitung von Viruskrankheiten und ließ durch seine Mitarbeiter umfangreiche Erhebungen über den Massenwechsel von Blattläusen anstellen sowie Untersuchungen zur Übertragung der Viren durch diese durchführen. Trotz mehrfacher Unterbrechungen der Arbeiten durch widrige Umstände in den Kriegs- und Nachkriegszeiten hat er es immer wieder verstanden, dem von ihm geleiteten Institut brauchbare Arbeitsbedingungen zu schaffen und es nach endgültiger Verlegung nach Braunschweig mit modernen Einrichtungen als Voraussetzung für ein erfolgreiches Arbeiten zu versehen. Bereits frühzeitig ist es ihm gelungen, internationale Anerkennung auf Grund seiner fortschrittlichen Arbeiten zu erlangen. Zahlreiche Einladungen zu Kongressen und die Berufung in das Internationale Komitee für Fragen der Virusnomenklatur zeugen davon. Etwa 200 Publikationen und die Bearbeitung einschlägiger Kapitel in Handbüchern sowie die Herausgabe der

„Allgemeinen Viruspathologie der Pflanzen“ sind ein schöner Beweis für sein großes Können und sein unermüdliches Wirken. Selbst nach seinem Ausscheiden aus dem Dienst hat Erich Köhler noch einige Jahre im Rahmen von Forschungsaufträgen ihn besonders interessierende Fragen über den Infektionsverlauf in der Pflanze bearbeitet, anschließend weiterhin mit größtem Interesse und Eifer Literaturstudien betrieben und viele der zahlreichen nicht ausgewerteten Versuche früherer Zeit aus anderer Sicht bearbeitet und publiziert.

In Würdigung der erfolgreichen Arbeit hat sich das Kuratorium der Stiftergruppe der Otto-Appel-Denkmünze einstimmig dafür entschieden, Ihnen Herr Dr. Köhler, diese Denkmünze zuzuerkennen. Zugleich mit dem Dank für Ihr Wirken zum Wohle der deutschen Landwirtschaft spreche ich den Wunsch aus, daß Ihnen noch viele Jahre Gesundheit und Schaffenskraft beschieden sein mögen. Ich überreiche Ihnen nunmehr die Denkmünze und die Verleihungsurkunde, die folgenden Wortlaut hat:

„In Anerkennung der überragenden Verdienste um die Landwirtschaft durch grundlegende Arbeiten auf dem Gebiete der Virusforschung, die wesentliche Erkenntnisse und Fortschritte vermittelt haben, wird

Herrn Oberregierungsrat a. D. Dr. Erich Köhler,
Braunschweig,

die Otto-Appel-Denkmünze verliehen.

Die Verleihung dieser Münze, die zu Ehren des deutschen Altmeisters der Phytopathologie, Geheimrat Prof. Dr. Dr. h. c. Dr. h. c. Dr. h. c. Otto Appel, gestiftet wurde, bringt die Wertschätzung zum Ausdruck, die dem wissenschaftlichen Wirken von Herrn Oberregierungsrat a. D. Dr. Köhler im Deutschen Pflanzenschutzdienst entgegengebracht wird.

Seine richtunggebenden Arbeiten werden auf diesem Fachgebiet allezeit Geltung behalten.“

Braunschweig, den 19. Mai 1966

Vortrag von Herrn Oberregierungsrat a. D. Dr. E. Köhler
Braunschweig

Von den Anfängen der Kartoffelvirologie in Deutschland

Herr Bundesminister!

Herr Präsident!

Meine sehr verehrten Damen und Herren!

Lassen Sie mich zunächst den Herren des Kuratoriums der Stiftergruppe meinen tiefempfundenen Dank zum Ausdruck bringen. Ich weiß die hohe Ehre sehr zu schätzen, die sie mir durch die Verleihung der Otto Appel-Denk Münze erwiesen haben und bin über diese Anerkennung außerordentlich erfreut.

Meine Damen und Herren!

Wenn einem Wissenschaftler das Glück zuteil wird, öffentlich geehrt zu werden, so erwartet man von ihm — mit einem gewissen Recht —, daß er über eigene Erfahrungen auf seinem Arbeitsgebiet etwas erzählt. Ich möchte mich dem alten Brauch nicht entziehen und will von Ereignissen aus alten Zeiten berichten, in die ich damals verwickelt war und die — so meine ich — auch heute noch, nach 30 Jahren und länger, ein gewisses Interesse beanspruchen dürfen. Wenn ich dabei vorzugsweise in der Ich-Form sprechen muß, so wird die Objektivität meiner Äußerungen darunter nicht zu leiden haben; denn zur Objektivität fühle ich mich als Wissenschaftler auch h i e r verpflichtet.

Mein Thema lautet „Von den Anfängen der Kartoffelvirologie in Deutschland“. Bei diesem Thema wird immer wieder vom Kartoffelabbau die Rede sein müssen. Gestatten Sie mir deshalb zunächst, daß ich kurz sage, was man darunter versteht; man kann ja nicht voraussetzen, daß dieser Begriff jedermann geläufig ist. Man versteht unter Abbau die Erscheinung, daß ein ursprünglich anbauwürdiger, ertragsfähiger Kartoffelbestand, etwa eine Pflanzkartoffellieferung, mehr und mehr in seiner Ertragsfähigkeit nachläßt, je länger die geernteten Kartoffeln im eigenen Betrieb nachgebaut werden. Mit der Zeit, oft schon nach wenigen Jahren, lohnt sich der Anbau nicht mehr; die Kartoffeln haben oder sind „a b g e b a u t“, wie man sich ausdrückt, und müssen durch andere Kartoffeln, die aus einer gesünderen Gegend stammen, ersetzt werden. Es gibt glückliche Gegenden, die vom Abbau mehr oder weniger verschont bleiben; das sind die sogenannten Gesundheitslagen. Das andere Extrem sind die Abbaulagen, in denen ein rapides Nachlassen der Ertragsfähigkeit beobachtet wird. Dazwischen gibt es alle Übergänge.

Und nun nach dieser Vorbemerkung zur Historie!

Man kann in der Entwicklung der Kartoffelvirologie in Deutschland drei Phasen unterscheiden:

Eine sehr lange Anlaufzeit — als Pathologe könnte man auch von einer Inkubationszeit sprechen — etwa bis zum Jahre 1930; ein akutes Stadium von 1930 bis 1935 und endlich ein Folgestadium (chronisches Stadium) nach 1935, das z. Z. noch andauert. Nur von den ersten beiden Phasen, also etwa bis zum Jahre 1935, soll hier die Rede sein.

Als ich meinen Dienst als wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Biologischen Reichsanstalt in Berlin antrat — es war am 3. Januar 1921, einem sehr unschönen regnerischen Montag nach einer langen Nachtfahrt —, erfuhr ich von meinem Dienststellenleiter, welche Aufgaben mir zugedacht waren. Ich befand mich im frisch gegründeten Laboratorium für Kartoffelbau, und mein unmittelbarer Chef, Herr Dr. Sch l u m b e r g e r, neuernannter Regierungsrat, erklärte mir, daß ich mich vornehmlich der Erforschung des Kartoffelkrebses zu widmen hätte. Die potentielle Gefährlichkeit dieser neuen Krankheit wurde damals sehr hoch eingeschätzt. Die noch offenen Fragen der Sortenresistenz und der Biologie des Erregers, eines Pilzes, sollten geklärt werden. Nun, ich tat, was meines Amtes war und stürzte mich freudig in die Arbeit.

Natürlich konnte es in diesem Laboratorium für Kartoffelbau nicht ausbleiben, daß ich auch bald mit anderen Problemen der Kartoffelpathologie konfrontiert wurde. Diese schienen mir z. T. nicht minder wichtig und interessant zu sein als der Kartoffelkrebs. Was wußte ich vor meinem Eintritt in die BRA von der Kartoffel? Es war mir nicht ganz unbekannt geblieben, daß man ihre Knollen in der verschiedensten Zubereitung essen kann, und als Botaniker hatte ich auch gelernt, daß diese Knollen unterirdische Sprosse und keine Wurzeln sind, und daß die Kartoffelpflanze zur Familie der Nachtschattengewächse gehört. Das war so ziemlich alles. Bald wurde mir aber klar, daß die Kartoffel zu den botanisch und landwirtschaftlich interessantesten Gewächsen gehört, die es auf diesem Erdenrund gibt. Ihre damalige wirtschaftliche Bedeutung läßt sich aus der Tatsache ermaßen, daß die durchschnittliche Jahresernte zwischen den beiden Weltkriegen im ehemaligen Reichsgebiet etwa 50 Millionen Tonnen betrug. Die Kartoffel war, wie ja auch der berühmte „Kohlrübenwinter“ im ersten Krieg sehr eindringlich gezeigt hatte, tatsächlich die Grundlage der Ernährung.

Meine Arbeiten am Kartoffelkrebs liefen nur langsam an. Auch in den damaligen Nachkriegsjahren stieß die Beschaffung der gewöhnlichsten Materialien noch lange auf die größten Schwierigkeiten. Alles sollte möglichst wenig Geld kosten. Z. B. war die Herstellung von Mikrotompräparaten eine schwierige Sache, weil die notwendigsten Chemikalien für die Fixierung der Objekte einfach nicht gekauft werden konnten. Die Geldinflation nahm immer unheimlichere Formen an und strebte ihrem Höhepunkt zu. So hatte ich ausgiebig Zeit, mich wenigstens t h e o r e t i s c h mit dem Kartoffelabbau zu befassen. Ich tat das gründlich, indem ich mich in die deutsche und die ausländische, besonders auch in die holländisch geschriebene Literatur vertiefte. Bei meiner Lektüre stieß ich auf die V i r u s t h e o r i e d e s A b b a u s, die besagt, daß der Abbau vornehmlich durch Virusinfektionen verursacht ist. Die Theorie war in den Kriegsjahren von holländischen Forschern unter der Führung von Prof. Q u a n j e r in Wageningen erstmals 1916 aufgestellt und von ihnen in den folgenden Jahren noch weiter ausgebaut und begründet worden. Die Theorie hatte dann durch die Dissertation von O o r t w i j n B o t j e s ihren eigentlichen Schlußstein erhalten durch den Nachweis, daß die Blattrollkrankheit von Blattläusen übertragen wird. Diese Dissertation erschien im Jahre 1920. Ihr Verfasser war ein wissenschaftlich interessierter Landwirt, der dem Studentenalter längst entwachsen war. Von ihm stammt auch das für die Pflanzkartoffelproduktion so wichtige Bekämpfungsverfahren der Unreiferodung. Die holländische Landwirtschaft ist mit Recht stolz auf ihren Kartoffelpionier O o r t w i j n B o t j e s.

In Deutschland war den holländischen Untersuchungen in der Vorkriegszeit vorgearbeitet worden. Otto Appel hatte im Jahre 1905 die Blattrollkrankheit als eine selbständige Krankheit entdeckt und als eine wichtige Komponente des Abbaus erkannt. Auf der Suche nach einem Erreger — der infektiöse Charakter der Krankheit war ihm offenbar nicht entgangen — stellte Appel das häufige Vorkommen von Fadenpilzen in den Wasserleitungsbahnen, den „Gefäßen“, der kranken Pflanzen fest und sah zunächst in ihnen die Ursache der Krankheit. Spieckermann, Leiter der Pflanzenschutzhauptstelle in Münster, wies aber dann 1909 nach, daß diese Gefäßmykosen mit der eigentlichen Blattrollkrankheit nichts zu tun haben, und so blieb die Aetiologie der Krankheit ungeklärt. Zwei Jahre später (1911) entdeckte Quanjér charakteristische Absterberscheinungen im Phloemgewebe der blattrollkranken Pflanzen und betrachtete diese „Phloemnekrose“, wie die Erscheinung genannt wurde, als die Krankheitsursache. Sie war aber, wie sich bald herausstellte, nichts anderes als ein Symptom der Krankheit, wenn auch ein höchst spezifisches und daher sehr wichtiges. Im Jahr 1912 gab eine Kommission von Vertretern der Angewandten Botanik in Deutschland, bestehend aus den Herren Appel, Brick, Hiltner, Kornauth, Schander und Spieckermann, für die Kartoffelerkennung dem Sinne nach folgende Empfehlung heraus: „Werden in den zur Anerkennung vorgestellten Feldern kranke Pflanzen nur in geringen Prozentsätzen angetroffen, so sind die befallenen Pflanzen frühzeitig zu entfernen.“ Diese empirisch gefundene Maßnahmen ist heute noch eine der wirksamsten und unentbehrlichen Sanierungshilfen. Für Holland wurde sie seinerzeit von Quanjér als zu wenig wirksam abgelehnt. Während der Kriegsjahre lag dann die Kartoffelforschung in Deutschland sehr darnieder; für die Biologische Reichsanstalt jedenfalls hatten die der unmittelbaren Ernährung dienenden Fragen den Vorrang vor allen anderen.

Nun, nachdem ich dieses alles — und noch viel mehr — gründlich in mich aufgenommen und durchdacht hatte, fühlte ich mich stark genug, in einem Kolloquium der BRA in Berlin-Dahlem einen Vortrag über den Kartoffelabbau zu halten. Es war dies im Januar 1923, also zwei Jahre nach meinem Eintritt in die Anstalt. In diesem Vortrag vertrat ich ziemlich eindeutig die Auffassung der Holländer, die mir gut begründet erschien. Diese Auffassung hatte damals auch schon in England und Nordamerika hier und da Fuß gefaßt. Zudem war bei noch anderen Nutzpflanzen die Rolle der Viren als Krankheitserreger nachgewiesen und auch unbestritten. Über alles das verbreitete ich mich in meinem Vortrag ausführlich. Leider aber fanden meine Darlegungen nur schwachen Widerhall. Ganz offensichtlich hatte ich mich — als Neuling, der ich doch war — zu weit vorgewagt. Ich tat also mein schönes Manuskript in die Schublade, statt es zu veröffentlichen, was zwar sachlich richtiger gewesen wäre, meiner damaligen Stellung aber wohl nicht angemessen war. Die Arbeit am Kartoffelkrebs ging dann munter weiter, sie wurde mir dadurch erleichtert, daß im selben Jahr die Inflation zu Ende ging und Anschaffungen wieder möglich wurden.

Natürlich konnte ich es nicht lassen, meine Auffassung über den Abbau in den einschlägigen Fachblättern von Zeit zu Zeit kundzutun. Ich meinte, einmal müßte doch irgendwo und irgendwie der Groschen fallen. Es rührte sich aber nichts.

Ich unterließ es auch nicht, zu einschlägigen Streitfragen Stellung zu nehmen und veröffentlichte z. B. im Jahre 1925 in der „Kartoffel“, der Vorgängerin des jetzigen „Kartoffelbau“, meine Auffassung zu dem damals sehr aktuellen Thema

„Stickstoffdüngung und Pflanzwert der Kartoffel“. Hierüber gingen die Meinungen in der Landwirtschaft weit auseinander. Die einen hielten die Stickstoffdüngung zu Pflanzkartoffeln für schädlich, die anderen für unbedenklich. Alles auf Grund widersprechender Versuchsergebnisse. Ich sah mir die Literatur genauer an und dabei entdeckte ich, daß eine schädliche Wirkung immer nur in Abbauanlagen zu beobachten gewesen war, nicht aber in Gesundheitsanlagen. Daraus zog ich den Schluß, daß die Empfänglichkeit für Virusinfektionen durch erhöhte Stickstoffgaben gefördert wird.

Die Richtigkeit dieses Schlusses wurde in Holland später experimentell bestätigt. Es wurde nämlich nachgewiesen, daß durch den Stickstoff das Austreiben von Seitenknospen gefördert wird und daß sich die geflügelten Blattläuse mit Vorliebe auf solchen jungen Seitentrieben niederlassen und die Viren dabei übertragen. Aber in Deutschland fielen alle Anregungen meinerseits augenscheinlich auf dürres Land. Die Jahre vergingen, und es rührte sich nichts. Auch die berühmten Goldenen zwanziger Jahre haben auf unsere Frage jedenfalls keinen fördernden Einfluß ausgeübt.

Dann um das Jahr 1930 trat die Abbaufrage in Deutschland nach einer Inkubationszeit von rund 10 Jahren in ein akutes Stadium. Sie wurde zum offenen Streitobjekt, als Kollege *Merkenschlager*, ein früherer Schüler des bekannten Münchener Biochemikers *Oskar Löw*, in Dahlem als Leiter der Dienststelle für Botanik etabliert ward und in einer Reihe bestechend und eingängig geschriebener Abhandlungen — es sind wahre literarische Meisterwerke — den Nachweis glaubte führen zu können, das der Abbau physiologisch erklärt werden müsse. Der Abbau, so lehrte *Merkenschlager*, ist die Folge eines gestörten Wasserhaushaltes in der Kartoffelpflanze. Bei richtig ausgewogener Wasserbilanz — so meinte er — entsteht die Vitalknolle, die einen gesunden Nachbau liefert, und bei schlechter Wasserbilanz entsteht die Abbauknolle, die einen schlechten Nachbau liefert. Eine besondere Rolle spielte in seinen Vorstellungen der „*Dahlemer Abbauboden*“. Seine Struktur und die damit verbundene Wasserführung sollte dafür verantwortlich sein, daß auf diesem Boden keine gesunde Pflanzknolle zu gewinnen war. Seine erste einschlägige Arbeit erschien 1929 in den „*Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt*“. Ihr folgten dann noch eine Reihe anderer, teils von ihm allein, teils in Verbindung mit seinen jüngeren Alliierten. Gewiß, das soll nicht bestritten werden, enthielten diese Arbeiten auch eine Menge richtiger und interessanter Befunde, nur gingen sie eben leider durchweg an der richtigen Deutung der Erscheinungen vorbei und führten daher zu unmöglichen praktischen Folgerungen. Das Virus selbst wurde ignoriert oder als unwichtige Nebenerscheinung abgetan.

Um dieselbe Zeit trat noch ein anderer Prophet auf. Im Jahre 1930 erschien gleichfalls in den *Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt* eine Abhandlung von *Wilhelm von Brehmer* und einem Mitarbeiter. Sie war mit einer wunderschönen bunten Tafel geschmückt — für die damalige Zeit ein unerhörtes Ereignis! — In dieser Arbeit wurde der Erreger des Abbaus als ein mikroskopischer Organismus von ganz ungewöhnlichen Eigenschaften beschrieben und abgebildet, in dessen Entwicklungsgang merkwürdige grüne Körper auftreten sollten. Schon ein Jahr später war klar, daß diese grünen Körper nichts anderes waren als teils normale, teils pathologisch veränderte Chloroplasten („*Chlorophyll-Körner*“). Alles übrige entpuppte sich als pure Phantasie. Der Verfasser, Mitglied der BRA

und Kollege *Wilhelm von Brehmer* — ja nicht zu verwechseln mit dem ernst zu nehmenden *Hans Bremer* — war eine vielseitige Persönlichkeit. Als vielgewandter Apotheker befaßte er sich auch mit der menschlichen Krebskrankheit. Auch für sie er fand er einen Erreger und sogar eine Therapie. Da er auf manche Leute — er war nebenher Abgeordneter des Preußischen Landtags und nicht nur in der BRA ein Mann von Einfluß — eine suggestive Wirkung ausübte, versammelte er so etwas wie eine Gemeinde um sich. Das ging aber außerhalb der Anstalt vor sich. Später, 1938, wurde er vom Gauleiter in Franken in dankenswerter Weise nach Nürnberg in das neugegründete Paracelsusinstitut berufen, wo er eine in seinem Sinne segensreiche Tätigkeit entfaltete, die ihm von seinem Gönner gelegentlich sogar den ehrenvollen Beinamen „Paracelsus II“ eintrug.

Wir hatten also um 1930 an der Biologischen Reichsanstalt gleichzeitig drei verschiedene Auffassungen über den Kartoffelabbau. Der Chef des Ganzen, Geheimrat *Appel*, verhielt sich neutral, und er hat es offen ausgesprochen, daß sich die richtige Richtung doch eines Tages durchsetzen werde. Die Zeit bis dahin schätzte er in einem Vortrag von 1932 noch auf 3 Jahre. Nun, es ging dann doch schneller.

Vom praktischen Standpunkt betrachtet hatte der ganze Streit, der natürlich über die Mauern der Reichsanstalt hinausdrang, eine fatale Wirkung. Das zeigte sich besonders drastisch bei den Kursen für Kartoffelerkennung, die alljährlich in der „Biologischen“ abgehalten wurden. Nach einem solchen Kurs kam einer der Teilnehmer zu mir. Er meinte, es ginge ihm jetzt wie ein Mühlrad im Kopf herum. Am Vormittag habe er die eine Auffassung gehört, am Nachmittag eine andere. Ob ich ihm nicht sagen könne, was eigentlich richtig sei.

Es war klar, daß es in diesem Stil nicht weitergehen konnte. Daß mit aufklärenden Schriften inoffizieller Art nichts zu erreichen war, hatte sich gezeigt. Hier mußte anderes Geschütz aufgeföhren werden. Mit Billigung der Anstaltsleitung machte ich mich also an die experimentelle Arbeit. Vor allem galt es, die Anschauungen *Merkenschlagers* und seines Kreises über den Dahlemer Abbauboden an Ort und Stelle zu widerlegen und meine abseits stehenden Kollegen durch geeignete Demonstrationsversuche aufzuklären. Ich stellte mich jetzt völlig auf Virus um. Der Umgang mit Blattläusen war mir dabei neu. Er erwies sich aber auch für den Nichtzoologen als gar nicht so schwer, man mußte sich nur zu helfen wissen. Um den Rücken freizuhaben, brachte ich meine Untersuchungen über den Kartoffelkrebs schnell zu einem gewissen Abschluß und schrieb über ihn eine Monographie, die 1931 herauskam. Die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft bewilligte mir einen interessierten jungen Landwirt — *R. W. Böhm*e — als Mitarbeiter. Er erhielt die Aufgabe, die Mosaik- und Strichelinfektionen des Dahlemer Versuchsfeldes nach britischem Vorbild zu analysieren, ich selbst nahm vornehmlich die damals in Deutschland immer noch umstrittene Blattrollkrankheit aufs Korn. Unsere Untersuchungsergebnisse veröffentlichten wir nach und nach in den Arbeiten aus der BRA und anderen wissenschaftlichen Zeitschriften. Nebenher sammelte ich die mir erreichbare Virusliteratur und schrieb für das *Sorauer'sche Handbuch der Pflanzenkrankheiten* ein Kapitel über die Viruskrankheiten, das 1934 erschien und dann wohl auch dem letzten Leser die Augen geöffnet hat.

In der BRA machte sich die beginnende Wendung erstmalig im Jahre 1933 auch nach außen hin bemerkbar. Das bis dahin von *Otto Appel* verfaßte Flug-

blatt Nr. 42, dessen Titel „Die Blattrollkrankheit der Kartoffel“ gelautet hatte, erschien jetzt als 5. Auflage aus meiner Feder unter dem Titel „Die Viruskrankheiten der Kartoffel“. Geheimrat Appel ließ mir in demselben Jahr 1933 vor seiner Pensionierung — er sollte die Altersgrenze noch im September erreichen — seine Unterstützung angedeihen, indem er mich zu einer Sitzung der „Notgemeinschaft der Dtsch. Wissenschaft“ mitnahm, die damals unter dem Vorsitz von Minister a. D. Schmidt-Ott im Berliner Schloß stattfand. Ich konnte dort meine Auffassungen begründen, so daß mir von der Notgemeinschaft im Jahre darauf ein Gewächshaus bewilligt wurde. Ich brauchte dieses Haus besonders dringend, um meiner Augenstecklingsmethode den letzten Schliff zu geben. Bis dahin hatten uns nur ein paar unzureichende Einzelzellen zur Verfügung gestanden. Wir hatten sogar Gewächshausraum außerhalb der Anstalt beanspruchen müssen. Freilich sollte sich ein scheinbares Hindernis auf tun. Der Amtsschimmel wieherte bedenklich. Er verlangte, daß das Gewächshaus transportabel sein müsse. Ich ließ den Amtsschimmel wiehern und stellte mich auf den praktisch allein möglichen, wenn auch nicht absolut korrekten Standpunkt, daß das von mir geplante und entworfene Gewächshaus transportabel sei, und ich drang in den damaligen unruhigen Zeiten damit auch durch. Das Gewächshaus wurde gebaut und war im Februar 1935 bezugsfertig. Es ist ganz hübsch solide geworden und steht noch heute an seinem alten Platz. Und bald geschah noch etwas sehr Wunderbares. Das Ministerium bewilligte mir, augenscheinlich spontan, noch ein zweites ähnliches Gewächshaus, das neben dem ersten errichtet wurde; es ist nicht weniger solide gebaut und brauchte nicht transportabel zu sein. Aber dieses unerwartete Präsent verdanke ich wohl einem Ereignis, auf das ich gleich zu sprechen komme.

Im Jahre 1935 hatte sich die neue Lehre auch in der deutschen Pflanzenpathologie weitgehend durchgesetzt. Das sollte auf der Botanikertagung, die Ende August in Köln stattfand, klar zu Tage treten. Ich hatte einen allgemeinen Vortrag angemeldet mit dem Titel: „Über Umweltwirkungen bei einer vegetativ vermehrten Pflanze (Kartoffel)“. In dieser Formulierung sind die Worte Virus und Abbau absichtlich vermieden. Ich wollte diejenigen Zuhörer nicht allergisch machen, die vom Virus nichts hören wollten, und auch solche Botaniker nicht abschrecken, denen der Abbaubegriff fremd war. Die auch von den Virologen unbestrittene ökologische Komponente sollte schon im Titel unterstrichen werden. Ich hatte Glück. Das Thema zog eine Menge interessierter Leute an, auch Landwirte aus der Umgebung. Der Saal war gefüllt. Da anschließend der Internationale Botanikerkongreß in Amsterdam stattfand, hatten viele angesehene Wissenschaftler, darunter auch Ausländer, in Köln Station gemacht. Sogar von unserem hohen Ministerium in Berlin hatten sich zwei gewichtige Herren eingefunden. Es ging alles nach Wunsch, der Vortrag wurde mit großem Applaus verabschiedet, und zur Diskussion meldete sich überhaupt niemand — offenbar gab es da nichts mehr zu melden. Zum erstenmal hatte ich das befreiende Gefühl, daß die Sache nun durchgestanden sei. Selbst die Herren aus dem Ministerium waren positiv beeindruckt und sie verhehlten mir auch nicht ihre Überraschung darüber, daß sich nun doch die Virusauffassung durchgesetzt hatte.

Sie werden vielleicht fragen: Wie stellten sich denn die Vertreter des Pflanzenbaus an unseren Hochschulen zum Problem? Nun, von ihrer Seite kam lange Zeit keinerlei Ermunterung, eher offene Ablehnung. Erst von 1935 ab, also dem Jahre meines Vortrages, begannen die akademischen Autoritäten des Pflanzenbaus ein-

zulenken. Vorher habe ich mich über ihre zögernde Haltung gewundert oder auch geärgert — je nachdem. Später verstand ich ihre Situation besser. Ein Ausspruch von *O t t o A p p e l* in dem vorhin schon zitierten Vortrag, — er hielt ihn vor der Hauptversammlung der Gesellschaft für Pflanzenzüchtung im Jahre 1932 — brachte mich später auf die Spur. *A p p e l* sagte: „Wie die ganze Frage des Abbaus, so halte ich auch die Feststellung der einzelnen Stadien, die die Kartoffelpflanze während desselben durchläuft, für eine pathologische Frage, ebenso wie auch das Hinsiechen eines Menschen, das durch die verschiedensten Umstände herbeigeführt werden kann, eine medizinische Frage ist“. In dieser Formulierung haben wir tatsächlich des Pudels Kern! Das Problem lag auf einem Grenzgebiet und damit einfach außerhalb der Reichweite der damaligen Landwirtschaft. Die Eigenständigkeit der Phytomedizin ist wohl nie deutlicher zutage getreten als bei dem Streit um die Abbaufrage.

Gewiß waren die Pflanzenbauinstitute bemüht, das Problem auf ihre Weise zu lösen. Unendliche und vergebliche Feldversuche wurden unternommen, den Abbau doch noch als Düngungs- oder Bodenfrage zu erweisen. Eine Variante war die sonderbare Theorie, daß der Abbau die Folge einer Leistungsüberspannung sei, also sozusagen eine Art von Dauerstreß — oder was sonst noch an merkwürdigen, nicht eben gut zu begründenden Vorstellungen verkündet wurde.

Nachdem die Viruslehre einmal im Kartoffelbau Eingang gefunden hatte, entwickelte sich alles weitere zwanglos. Aus den Kreisen der Landwirtschaft und natürlich besonders von den Kartoffelzüchtern wurde uns in wachsendem Maße Unterstützung zuteil. Aber das gehört schon zur dritten Phase und eigentlich nicht mehr zu unserem Thema. Dennoch möchte ich nicht unterlassen, hier noch unseres langjährigen Förderers, des unvergeßlichen *Dr. S t ö r m e r*, Direktors der Pommerschen Saatzüchtungsgesellschaft, zu gedenken. Er hat unsere Forschungen über die Tätigkeit der virusübertragenden Blattläuse besonders dadurch entscheidend gefördert, daß er die Stationierung eines meiner Mitarbeiter, des dann leider gefallenen *Dr. P r o f f t* auf seinem Zuchtgut in Dramburg in Pommern in den Jahren 1937 und 1938 ermöglichte. Dies war uns wirklich eine große Hilfe. Mit dieser Erinnerung lassen Sie mich meine historische Skizze beenden!

Pflanzenparasitäre Nematoden

Vorsitz: *Großmann* (Gießen)

B. WEISCHER,

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für Hackfruchtkrankheiten und Nematodenforschung, Münster (Westf.).

Entwicklungstendenzen in der Phytonematologie

Die Phytonematologie hat in den letzten 10–15 Jahren einen starken Aufschwung genommen. Das gilt auch für Deutschland, wo zwar seit langem eine hervorragende Tradition bestand, wo aber die Bedeutung der pflanzenschädigenden Nematoden bei weitem nicht so schnell populär wurde wie in den anderen Ländern.

I. Entwicklung in Aufbau und Umfang

Vor gut zehn Jahren stellte *Goffart* (1955) in einem Aufsatz die Frage, ob die Forschung oder die Beratung die Aufgabe der Phytonematologie sei. Er kam zu dem damals sicher richtigen Schluß, daß der Nematologe beides vereinigen müsse. Die rasch zunehmenden Kenntnisse über phytoparasitäre Nematoden machen eine Differenzierung notwendig. Ein einzelner ist nicht mehr in der Lage, die gesamte Nematologie zu überblicken. Ebenso ist es unmöglich, die vielfältigen nematologischen Einzelprobleme eines Landes wie der Bundesrepublik zentral zu bearbeiten. Schon die unterschiedlichen klimatischen und geographischen Verhältnisse sowie die verschiedenartigen Anbaugewohnheiten lassen das nicht zu. Daher beschäftigt sich jetzt an jedem größeren Pflanzenschutzamt ein Wissenschaftler ganz oder zum großen Teil mit Nematoden. Darüber hinaus finden die Älchen auch an den phytopathologischen Hochschulinstituten steigende Beachtung, da sie nicht nur wichtige Schädlinge, sondern auch vielseitig verwendbare Studienobjekte sind. Innerhalb der Biologischen Bundesanstalt arbeiten jetzt fünf Wissenschaftler auf Planstellen nahezu ausschließlich über Nematoden. Bezüglich der Zunahme nematologischer Untersuchungen kann man also von einer erfreulichen Tendenz sprechen. Daß aber der erreichte Zustand noch keineswegs zufriedenstellend ist, hat *Dern* (1966) vor kurzem eingehend dargelegt und zugleich auch Vorschläge zur Verbesserung gemacht.

II. Entwicklung der wissenschaftlichen Forschungsrichtungen

Die wichtigste Tendenz in der Nematodenforschung ist die einer Vertiefung und Erweiterung der Grundlagen. Bisher haben die Phytonematologen vor allem in Deutschland genug damit zu tun gehabt, die gerade brennenden Tagesfragen einigermaßen befriedigend zu bearbeiten. Das ist aber nur für eine begrenzte Zeit möglich, weil kaum darüber hinausgehende Erfahrungen gesammelt werden können. Bei der schnellen Strukturänderung in der Landwirtschaft und dem damit verbundenen schnellen Wechsel der Problemlage, sind aber detaillierte Kenntnisse und genaue Einblicke in Kausalzusammenhänge erforderlich, die es gestatten, auch für neuauftauchende Probleme sofort mögliche Lösungen abzuleiten. In Erkenntnis dieser Notwendigkeit hat überall eine stärkere Differenzierung und

Aufteilung der Forschungsrichtungen eingesetzt. Sie sind im folgenden zu drei Problemkreisen zusammengefaßt: Biologie, Schadwirkung und Bekämpfung.

Biologie

Genauere Beobachtungen der letzten Zeit haben gezeigt, daß im Boden und an den Pflanzen eine weit größere Anzahl verschiedener Nematodenarten vorkommt, als früher vermutet. So wurden z. B. allein im Jahre 1965 mehr als 130 neue Arten bodenbewohnender Nematoden beschrieben. Dabei ist die Beschreibung neuer Arten natürlich kein Selbstzweck, sondern soll über eine genauere Analyse der Bodenfauna zu einer besseren Einschätzung der Nematoden als wirkliche und mögliche Schädlinge führen. Als eines unter vielen zeigt das Beispiel der Wurzelgallenälchen, wie notwendig eine Erweiterung der Artenkenntnis ist. Vor gut 15 Jahren galten sie noch als eine polyphage Art mit mehreren Hundert Wirtspflanzen. Heute werden sie als Gattung mit z. Z. 13 Arten und einigen Unterarten angesehen, die sich nicht nur morphologisch, sondern auch in ihren Wirtspflanzen, ihrer Verbreitung und ihrer wirtschaftlichen Bedeutung erheblich voneinander unterscheiden. Ein weiteres Beispiel sind die Gattungen *Longidorus* und *Xiphinema*, die wegen ihres zahlenmäßig relativ geringen Vorkommens lange Zeit wenig beachtet wurden. Nach der Entdeckung ihrer Fähigkeit zur Übertragung bestimmter Viren sind sie eingehender untersucht worden, wobei sich bei *Xiphinema* die Anzahl der beschriebenen Arten von 20 im Jahre 1958 auf 32 im Jahre 1966 erhöht hat. Bei *Longidorus* erhöhte sich die Zahl von 8 im Jahre 1956 auf 36 im Jahre 1966, wobei außerdem noch eine Aufteilung der Gattung vorgenommen wurde. Zugleich wurde auch festgestellt, daß die Vektoreigenschaften nicht gleichmäßig verteilt, sondern auf wenige Arten beschränkt sind, so daß auch bei diesen Gattungen die wirtschaftliche Bedeutung der einzelnen Arten sehr unterschiedlich ist.

Es ist damit zu rechnen, daß die Anzahl der als Schädlinge anzusehenden Nematodenarten weiter zunimmt, und es wird in Zukunft jeder Pflanzenschutzberater in der Lage sein müssen, bestimmte Gattungen und Arten zu identifizieren.

In vielen Fällen werden nicht nur Arten, sondern auch noch Rassen innerhalb einer Art unterschieden, die sich aber weniger morphologisch als vielmehr in ihren Wirtspflanzen unterscheiden. Stockälchen, Kartoffelnematoden, Hafernematoden und Wurzelgallenälchen sind die bekanntesten Beispiele. *Sturhan* (1966 a) hat vor kurzem eine zusammenfassende Darstellung gegeben. Beim Kartoffelnematoden werden z. Z. vier, beim Hafernematoden drei Rassen unterschieden. Diese Zahlen sind jedoch insofern etwas willkürlich, als sie weitgehend durch den Umfang des Testpflanzensortiments bedingt sind. Im Gegensatz zur ursprünglichen Auffassung, daß sich die verschiedenen Rassen lediglich durch ihren Wirtspflanzenkreis unterscheiden, haben sich neuerdings auch andere Merkmale ergeben. So zeigte die Rasse D des Kartoffelnematoden, und in geringerem Umfang auch die Rasse C, eine deutlich stärkere Vermehrungsrate als die Rassen A und B. Die Rassen C und D sind also wirklich aggressiver und können sich schneller durchsetzen.

In der letzten Zeit ist genetischen Untersuchungen an Nematodenrassen große Aufmerksamkeit geschenkt worden. Es geht dabei sowohl um die Feststellung einer genetischen Verankerung von Rassenunterschieden, als auch um die Frage

der Gene und des Erbganges. Diese zunächst vielleicht etwas theoretisch erscheinenden Probleme sind von unmittelbarer praktischer Bedeutung, wenn man an die Züchtung nematodenresistenter Pflanzen und an die selektierende Wirkung resistenter Pflanzen auf eine Nematodenpopulation denkt. Soweit sich das heute sagen läßt, handelt es sich bei den Nematoden meist nicht um einmal entstandene, feststehende Rassen. Vermutlich sind in größeren Populationen einer Art zahlreiche „Resistenzbrechergene“, d. h. also die Fähigkeit, sich an bestimmten Pflanzen zu vermehren, rezessiv vorhanden. Sobald ein einseitiger Anbau einen Selektionsvorteil für die eine oder andere dieser Veranlagungen bietet, tritt sie mehr und mehr in Erscheinung. Das bedeutet, daß man aus größeren Populationen mit Hilfe entsprechender Pflanzen die verschiedensten Rassen herauszüchten kann. Außerdem können durch Bastardierungen wieder neue Nematodenrassen entstehen. Diese Befunde sind an Stockälchen von S t u r h a n (1966 b) gewonnen und an anderen Stellen auch für den Hafer- und den Kartoffelnematoden bestätigt worden.

Zu einem interessanten Forschungsgebiet hat sich die Nematodenphysiologie entwickelt (L e e 1965). Unter Ausnutzung bereits an anderen Nematodengruppen gewonnener Erfahrungen wurden besonders in USA auch pflanzenparasitäre Arten untersucht. Dabei stand zunächst die Enzymausstattung, die ja bei der Schädigung eine wichtige Rolle spielt, im Vordergrund. In den ersten Untersuchungen zeigte sich, daß das Enzymspektrum bei den parasitären Arten qualitativ verhältnismäßig gleich ist, daß aber im Hinblick auf die Menge und die Aktivität der verschiedenen Enzyme deutliche Unterschiede bestehen. Ein gutes Beispiel bietet der Kartoffelnematode. Es ist bekannt, daß die Resistenz der Indianerkartoffel *Solanum tuberosum* subsp. *andigena*, die heute die wichtigste genetische Grundlage für gegen Rasse A resistente Sorten ist, auf einer durch Nematodenzymen induzierten Abwehrnekrose beruht. Durch sie werden eingedrungene Larven abgekapselt und verhungern. Bei einem Befall mit der Rasse B des Kartoffelnematoden, die sich an der genannten Wildform vermehren kann, unterbleibt diese Nekrosenbildung. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, daß die beiden Nematodenrassen einen deutlichen Unterschied im Gehalt an β -Glukosidase aufweisen, die durch Freimachen von Polyphenolen an der Nekrosenbildung beteiligt ist (W i l s k i and G i e b e l 1966). Sehr spezifische Unterschiede zwischen den beiden Rassen konnten auch mit Hilfe serologischer Untersuchungsmethoden nachgewiesen werden (M a b b o t t 1965), bei denen Zystenextrakte Kaninchen injiziert wurden.

S c h a d w i r k u n g

Es können dabei direkte Schäden, die allein von den Nematoden hervorgerufen werden, und indirekte Schäden, bei denen noch andere Erreger beteiligt sind, unterschieden werden. Der Angriff der Nematoden bringt immer mechanische Verletzungen und chemische Veränderungen mit sich, da sie sowohl mit ihrem Mundstachel die Zellwände zerstören, als auch durch die Sekrete, die sie in das Gewebe abgeben, den Stoffwechsel der Pflanze beeinflussen. Der chemische Anteil, d. h. also die Wirksamkeit der Ausscheidungen kann gering sein, wie bei den ectoparasitisch lebenden Gattungen *Paratylenchus* und *Criconemoides* oder auch sehr groß, wie bei den entoparasitären *Meloidogyne*-Arten oder *Ditylenchus dipsaci*. Bei diesen, ebenso wie bei *Heterodera*-Arten, werden durch die Sekrete Verände-

rungen im Pflanzengewebe hervorgerufen, die den Nematoden überhaupt erst die Weiterentwicklung und Vermehrung ermöglichen. Ohne diese Veränderungen können sich die Nematoden nicht entwickeln. Die Kenntnis solcher Zusammenhänge kann für die Resistenzzüchtung von großem Wert sein. Sie kann aber auch Hinweise für eine Bekämpfung liefern. So wurde bereits versucht, die Auswirkungen der Nematodensekrete durch eine chemische Behandlung der Pflanzen zu verhindern und sie damit für die Nematoden als Wirtspflanze ungeeignet zu machen (P e a c o c k 1960, 1966).

In umgekehrter Richtung, also nematodenfördernd, kann sich die Anwendung wachstoffsstoffhaltiger Herbizide bemerkbar machen. Nematoden können am leichtesten wenig differenziertes meristematisches Gewebe angreifen, und etliche Arten rufen durch ihre Sekrete eine Entdifferenzierung ausgebildeter Gewebe hervor. In neueren englischen Untersuchungen (W e b s t e r and L o w e 1966) hat sich nun gezeigt, daß durch eine Behandlung mit 2,4 D bei verschiedenen Pflanzen der Befall mit Stock- und Blattälchen erheblich gesteigert werden kann. Man kann u. U. sogar Nichtwirtspflanzen in Wirtspflanzen verwandeln. So vermehrt sich z. B. *Aphelenchoides ritzemabosi* nicht in normalen Rotkleepflanzen, wohl aber an Rotkleepflanzen, an denen durch eine 2,4 D-Anwendung Kallus hervorgerufen war. Es ist noch nicht bewiesen, daß dieser Befund praktische Bedeutung hat, doch liegt hier ein dringend zu bearbeitendes Problem.

Neben diesen Versuchen einer Kausalanalyse der Nematodenschäden wird an der Frage der Beziehungen zwischen Populationsdichte und Schaden intensiv gearbeitet. Vor allem ist es S e i n h o r s t (1965), der sich in den letzten Jahren eingehender mit diesen Fragen beschäftigt hat. Er hat mathematische Formeln entwickelt, nach denen sich der Schaden bei den verschiedenen Populationsdichten einer Nematodenart ableiten läßt. Sie haben sich in Versuchen mit kontrollierten Bedingungen bereits gut bewährt. Die Fortführung derartiger Untersuchungen wird uns ein wesentlich genaueres Bild von der wirtschaftlichen Bedeutung der einzelnen Nematodenarten vermitteln, als wir es z. Z. besitzen und uns auch wertvolle Hilfe bei der Beratung und bei der Planung von Fruchtfolgen geben.

Bei den indirekten Schäden sind außer den Nematoden auch noch andere Schaderreger beteiligt, in erster Linie Pilze, Bakterien oder Viren. Die wechselseitigen Beziehungen zwischen den Partnern reichen vom zufälligen Zusammentreffen bis zu spezifischen, obligaten Bindungen (W e i s c h e r, im Druck).

Die Bedeutung der Nematoden als Vektoren oder überhaupt als Partner in einem Erregerkomplex ist offensichtlich größer, als noch vor wenigen Jahren angenommen. Untersuchungen über diese Zusammenhänge werden an vielen Stellen durchgeführt. Die bisherigen Erfolge lassen darauf schließen, daß mancher noch unbekannte Ausbreitungsweg durch die Beteiligung von Nematoden erklärt werden kann. Das sollte allerdings nicht dazu führen, alle Lücken in den Kenntnissen über Krankheitsvektoren mit Nematoden auszufüllen, wie das in letzter Zeit leider manchmal geschieht.

Den Erfolgen in der Übertragung von Erregern, insbesondere von Viren, durch Nematoden stehen nur geringe Kenntnisse über die genaueren Beziehungen zwischen den beiden Partnern gegenüber. So ist z. B. über die Lokalisierung der Virusteilchen im Nematoden, den möglichen Einbau in den Stoffwechsel und über eventuelle gegenseitige Beeinflussungen so gut wie nichts bekannt. Die Kleinheit

und Empfindlichkeit der Nematoden erschwert direkte Untersuchungen sehr, so daß die Fortschritte nur sehr langsam erzielt werden können.

Bekämpfung

Nematoden sind und bleiben Fruchtfolgeschädlinge, und die Phytonematologie verdankt das gegenwärtige Interesse sicherlich nicht zuletzt der Tatsache, daß die Fruchtfolgen aus betriebswirtschaftlichen Gründen in den letzten Jahren zwangsläufig monotoner, und damit die Kulturen immer gefährdeter geworden sind. So ist durch den wachsenden Getreideanteil der Hafernematode (*Heterodera avenae*) von einem zwar lange bekannten, aber nur lokal wichtigen Schädling zu einem Problem erster Ordnung geworden (Köhler 1967, Lücke 1967). Als Fruchtfolgeschädlinge sind die *Heterodera*-Arten mit ihrer allgemein größeren Wirtsspezifität gefährlicher als die wandernden Wurzelnematoden, obwohl diese schon allein durch ihren Artenreichtum große Schwierigkeiten im Aufstellen geeigneter Fruchtfolgen bereiten. Es ist das große Verdienst von Oostenbriek (z. B. 1961, 1966) und seinen Mitarbeitern, auf die mit Nematoden verbundenen Fruchtfolgeprobleme nachdrücklich hingewiesen und sie intensiv bearbeitet zu haben (Hijink 1967).

Es hat im letzten Jahrzehnt nicht an Versuchen gefehlt, die im Laboratorium erzielten Erfolge bei der direkten Nematodenbekämpfung mit Hilfe von Feindorganismen in das Freiland und sogar in die Praxis zu übertragen. Die dabei verzeichneten geringen Erfolge haben zu einer rückläufigen Entwicklung auf dem Gebiet der direkten Bekämpfung geführt. Die Einzelheiten der Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen den Nematoden und ihren Feinden sind offensichtlich noch zu wenig untersucht, als daß man die Schadorganismen in größerem Umfang erfolgversprechend einsetzen könnte. Untersuchungen von Reinmuth (1966) und seinen Mitarbeitern über das „antiphytopathogene Potential“ des Bodens ermutigen jedoch zu einer Intensivierung der Arbeiten. Zu den Bekämpfungsversuchen, um die es in der Öffentlichkeit etwas stiller geworden ist, gehören auch die Versuche mit nematodenfeindlichen Pflanzen, wie z. B. *Tagetes* gegen *Pratylenchus*. Die Hauptschwierigkeit eines wirksamen Einsatzes derartiger Pflanzen liegt darin, daß sie nur bestimmte Nematoden treffen und daß ihr Anbau unrentabel ist, weil sie keinen Erlös bringen. Neue Perspektiven eröffnen sich durch die Untersuchungen von Patrick, Sayre and Thorpe (1965). Sie konnten nachweisen, daß bei der Zersetzung von Roggenpflanzen im Boden Stoffe entstehen, die eine direkte und noch dazu selektive toxische Wirkung gegen pflanzenparasitäre Nematoden besitzen.

Sehr positiv ist die Entwicklung auf einigen Gebieten der Resistenzzüchtung verlaufen. Das gilt besonders für die Entwicklung von nematodenresistenten Kartoffel- und Getreidesorten. Bei Rüben zeichnen sich bei der Züchtung auf Resistenz gegen *Heterodera schachtii* auch die ersten Erfolge ab. Schwierigkeiten macht überall die Kombination von hoher oder ausreichender Resistenz mit den erforderlichen Qualitätsmerkmalen, aber auch da sind Fortschritte zu verzeichnen. Gegen Stockälchen, *Ditylenchus dipsaci*, gibt es z. B. bei Klee, Luzerne und Roggen resistente Sorten, doch ist hier die Vielzahl der Nematodenrassen ein besonders großes Hindernis. Wie bei anderen Schädlingen ist auch bei pflanzenparasitären Nematoden mit dem Anbau resistenter Kulturpflanzen zwangsläufig eine Auslese resistenzbrechender Rassen verbunden, wie oben schon angedeutet. Trotz

dieser Gefahr werden resistente Sorten bei überlegter Einschaltung in die Fruchtfolge in Zukunft eines der wichtigsten Mittel sein, um Nematodenschäden zu vermeiden oder zu verringern.

Bei der chemischen Bekämpfung kann man zwei große Gruppen von Nematiziden unterscheiden: einmal die Bodenentseuchungsmittel mit einem meist recht breiten Wirkungsspektrum, und dann die pflanzenverträglichen Verbindungen, die von den Pflanzen durch die Wurzeln oder die Blätter aufgenommen werden. Bei den Entseuchungsmitteln hat sich in den letzten Jahren nichts grundsätzlich Neues ergeben. Allerdings konnte die Wirksamkeit und auch die Handhabung in einigen Fällen durch Kombinationen und veränderte Aufbereitungen erfreulich verbessert werden. In manchen Kulturen ist eine Bodenentseuchung mit derartigen Mitteln schon zu einer regelmäßigen Anbaumaßnahme geworden.

Die Entwicklung pflanzenverträglicher Nematizide ist langsamer verlaufen, als man erwartet hatte. Es stellte sich heraus, daß die Anzahl der chemischen Substanzen, die den Anforderungen an nematizide Wirkung, Aufnahme- und Transportfähigkeit sowie Pflanzenverträglichkeit genügen, verhältnismäßig gering ist. Hinzu kommt, daß zur Nematodenbekämpfung eine möglichst lange Wirkungs-dauer, aus hygienischen Gründen aber ein möglichst schneller Abbau der toxischen Bestandteile wünschenswert bzw. notwendig ist. Trotz dieser Schwierigkeiten bietet die weitere Entwicklung und Anwendung dieser Präparate noch viele Möglichkeiten eines wirtschaftlichen Einsatzes, zumal die Verbindungen meist auch noch eine insektizide Wirkung besitzen. Es gibt Hinweise darauf, daß die pflanzenverträglichen Nematizide nicht gegen alle parasitären Nematoden so gleichmäßig wirksam sind wie etwa die Bodenentseuchungsmittel. Die Nematoden scheinen unterschiedlich empfindlich zu sein. Man wird vielleicht in Zukunft je nach der zu bekämpfenden Nematodenart mit verschiedenen Mitteln oder wenigstens unterschiedlichen Aufwandmengen arbeiten müssen. Es hat sich gezeigt, daß es wesentlich leichter ist, Pflanzen durch eine rechtzeitige Behandlung vor dem Befall zu schützen, als eine bereits befallene Pflanze von eingedrungenen Nematoden zu befreien. Das entsprach zunächst nicht den Erwartungen, denn in der Pflanze ist ein Älchen dem von ihr aufgenommenen Wirkstoff bzw. den Abbauprodukten theoretisch wesentlich intensiver ausgesetzt, als wenn es vom Boden aus nur die Wurzel ansticht und einzelne Zellen aussaugt. Genauere Untersuchungen sind m. W. noch nicht gemacht, doch gibt es drei naheliegende Erklärungen: Einmal könnte die Konzentration der nematiziden Stoffe in der Epidermis, die ja zuerst mit ihnen in Berührung kommt, höher sein als in den tiefer liegenden Gewebeschichten. Zum zweiten könnte bei einigen Verbindungen weniger eine abtötende als eine abschreckende Wirkung im Vordergrund stehen. Außerdem wird der Chemismus und die Struktur des Pflanzengewebes und damit auch die Permeabilität durch die Tätigkeit der Nematoden erheblich verändert. Die wirksamen Substanzen gelangen also vielleicht nur schwer in die Nähe der bereits eingedrungenen Nematoden. Im letzten Fall könnte die Wirkung der Mittel durch Zusatz permeabilitäts-fördernder Substanzen verbessert werden.

Grundsätzlich sind geeignete Anwendungsmöglichkeiten für pflanzenverträgliche Nematizide in erster Linie dort zu erwarten, wo die Pflanze nur für einen begrenzten Zeitraum vor dem Angriff der Nematoden geschützt zu werden braucht und dort, wo gegen eine wiederholte Ausbringung keine hygienischen Bedenken bestehen.

Insgesamt gesehen hat die Bekämpfung pflanzenschädigender Nematoden mit Hilfe chemischer Mittel bisher nicht immer die Erwartungen erfüllt, die an sie gestellt worden waren. Die landwirtschaftliche Praxis ist enttäuscht über die hohen Unkosten, Vertreter des Pflanzenschutzes darüber, daß sich eine vollständige oder wenigstens fast vollständige Vernichtung nur sehr schwer und auf manchen Böden gar nicht erreichen läßt, und die chemische Industrie ist enttäuscht über den zu geringen Markt. Die Folge ist an vielen Stellen eine gewisse Resignation. Einer der Angelpunkte dieser Entwicklung liegt in der Vorstellung begründet, daß die chemische Behandlung unbedingt und sofort zu einer radikalen Vernichtung und Ausschaltung der Schädlinge führen müsse. Fuchs (1966) hat vor kurzem diese Frage behandelt und gezeigt, daß diese Forderung aus biologischen sowie aus hygienischen Überlegungen heraus zurückgestellt werden sollte zugunsten der Bestrebungen, nur so viel an chemischen Bekämpfungsmaßnahmen durchzuführen, wie zur Ertragssicherung notwendig ist. Er prägt dabei den Begriff des „duldbaren Schadens“. Das wird nicht bei allen Arten in gleichem Maße möglich sein. Es geht darum, je nach den Gegebenheiten durch eine sinnvolle Kombination mehrerer Maßnahmen zu einer wirtschaftlichen Nematodenbekämpfung zu kommen. Die Verbindung einer chemischen Bodenbehandlung bei herabgesetzter Aufwandmenge mit dem nachfolgenden Anbau einer resistenten Kartoffelsorte zur Bekämpfung des Kartoffelnematoden ist ein Anfang und ein Beispiel dafür (wenn auch noch kein ideales!).

Die Aufgaben der nächsten Zeit liegen wahrscheinlich mehr in der Erforschung und dem weiteren Ausbau bereits vorhandener Möglichkeiten als in der ständigen Suche nach neuen, noch durchschlagenderen chemischen Entseuchungsmitteln. Aufwandmengen, Formulierungen und Ausbringungsmethoden müssen in verschiedenen Fruchtfolgen und unter verschiedenartigen klimatischen und geographischen Verhältnissen sowie auf verschiedenen Böden in ihrer Wirkung gegen Nematoden und auf den Ertrag geprüft werden. Ein solches Programm setzt Versuche und Zusammenarbeit auf breiter räumlicher und fachlicher Ebene voraus.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Phytonematologie hat in den letzten Jahren einen starken Aufschwung genommen. Die Anzahl der nematologisch arbeitenden Wissenschaftler ist überall angestiegen. Gegenüber früher, wo fast nur die praktischen Tagesfragen behandelt werden konnten, wird jetzt der Erweiterung der Grundlagen erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt.

Jährlich werden z. Z. weit über 100 neue Arten bodenbewohnender Nematoden entdeckt, darunter zahlreiche potentielle Pflanzenschädlinge. Bei etlichen Nematodenarten konnte das Vorkommen von Rassen nachgewiesen werden, die sich in ihren Wirtspflanzen und teilweise auch in der Pathogenität unterscheiden.

Nematoden können mit anderen Erregern von Pflanzenkrankheiten wie Pilzen, Bakterien und Viren, Krankheitskomplexe bilden. Die Beziehungen zwischen den Partnern reichen dabei vom zufälligen Zusammentreffen bis zu obligaten, spezifischen Bindungen. Besondere Bedeutung hat die Virusübertragung durch Nematoden gewonnen.

In der Nematodenbekämpfung kommt Fruchtfolgemeasures mit Einschluß des Anbaues resistenter Pflanzen noch die größte Bedeutung zu. Die Anwendung chemischer Mittel hat sich in gärtnerischen Kulturen weitgehend durchgesetzt. Bei

landwirtschaftlichen Kulturen ist sie zu aufwendig, wenn man die vollständige Vernichtung der Nematoden anstrebt. In Zukunft wird in vielen Fällen eine Ertragssicherung wichtiger sein als die völlige Beseitigung dieser Parasiten.

S u m m a r y

The phytonematology received an enormous impetus during the last years. The number of nematological working scientists increased everywhere. Compared with earlier years, where one could deal with practical questions of the day only, one does now pay increased attention to the extension of the basis.

At present far more than 100 new species of soil-inhabiting nematodes are discovered yearly, among them numerous potential plant parasites. For several species of nematodes one could prove the occurrence of races which differ in their host plants and also partly in the pathogenity.

Nematodes are able to form disease-complexes together with other agents of plant diseases like fungi, bacteria, and viruses. The relations between the partners originate in accidental meeting as well as obligate specific contact. The transfer of viruses by nematodes has gained in considerable significance.

Controlling nematodes, greatest importance is given to precautions on crop rotation including cultivation of resistant plants. The application of chemical means largely succeeded in horticultural cultivation, but it takes to much expense when used for agricultural cultivation if complete destruction of nematodes is aspired to. In future for many cases it will be more important to guarantee the yield than to remove these parasites completely.

L i t e r a t u r

- D e r n, R., Über die Bedeutung der Phytonematologie für die Pflanzenschutzberatung. — Mitt. Biol. Bundesanstalt. Berlin-Dahlem, H. 118. 1966, 132—137.
- F u c h s, W., Pflanzenschutzmaßnahmen unverändert aktuell. — Kartoffelbau, Hamburg, 17. 1966, 97—99.
- G o f f a r t, H., Phytonematologie: Forschung oder Beratung? — Nachr.bl. dtsh. Pfl. schutzd., Braunschweig, 7. 1955, 139—140.
- H i j i n k, M. J., Fruchtwechseleffekte und Nematoden. Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem, H. 121. 1967, 21—28.
- K ö h l e r, H., Zehnjährige Beobachtungen über das Auftreten des Hafernematoden in Rheinhessen und in der Pfalz. Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem, H. 121. 1967, 21—65.
- L e e, D. L., The physiology of nematodes. — Edinburgh and London, 1965, 154 p.
- L ü c k e, E., und W e b e r, H., Untersuchungen zum Hafernematodenproblem. — Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem, H. 121. 1967, 66—70.
- M a b b o t, T. W., Serological techniques as an aid to potato-root eelworm strain identification. — Vortrag 8. Symp. Int. Nematologie Antibes, Sept. 1965.
- O o s t e n b r i n k, M., Vorfruchtwirkung und Nematoden. — Wiss. Ztschr. Univ. Halle, Math.-naturwiss. Reihe 10. 1961, 303—308.
- , Major characteristics of the relations between nematodes and plants. — Meded. Landbouwhoges. Wageningen 66—4. 1966, 46 p.
- P a t r i c k, Z. A., S a y r e, R. M., and T h o r p e, H. J., Nematodical substances selective for plantparasitic nematodes in extracts of decomposing rye. — Phytopathology 55. 1965, 702—704.

- Peacock, F. C., Inhibition of root-knot development on tomato by systemic compounds. — *Nematologica* 5. 1960, 219–227.
- , Nematode control by plant chemotherapy. — *Nematologica* 12. 1966, 70–86.
- Reinmuth, E., und Seidel, D., Die Bedeutung des antiphytopathogenen Potentials im Rahmen der Bodenhygiene. — *Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd.*, Berlin, 20. 1966, 3–7.
- Seinhorst, J. W., The relation between nematode density and damage to plants. — *Nematologica* 11. 1965, 137–154.
- Sturhan, D., Rassen bei phytoparasitären Nematoden. — *Mitt. Biol. Bundesanst.*, Berlin-Dahlem, H. 118. 1966, 40–53.
- , Wirtspflanzenuntersuchungen an Bastardpopulationen von *Ditylenchus dipsaci*-Rassen. *Ztschr. Pfl.krankh.* 73. 1966, 168–173.
- Webster, J. M., and Lowe, D., The effect of the synthetic plant-growth substance, 2,4-dichlorophenoxyacetic acid, on the host-parasite relationships of some plant-parasitic nematodes in monoxenic callus culture. — *Parasitology* 56. 1966, 313–323.
- Weischer, B., Wechselwirkungen zwischen Nematoden und anderen Schaderregern an Nutzpflanzen. — *Compt. rend. VIII. Symp. Int. Nematologie, Antibes 1965.* (im Druck)
- Wilski, A., and Giebel, J., β -Glucosidase in *Heterodera rostochiensis* and its significance in resistance of potato to this nematode. — *Nematologica* 12. 1966, 219–224.

M. J. HIJINK,

Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen.

Fruchtwechseleffekte und Nematoden

Einleitung

Seit jeher ist Fruchtwechsel die wichtigste Maßnahme in der Landwirtschaft zur Vorbeugung oder Bekämpfung von Kulturschwierigkeiten, bedingt durch Nährstoffmangel, Struktur- und Unkrautprobleme, Krankheiten und Schädlinge. In der modernen Landwirtschaft können viele dieser Fruchtwechseleffekte einfach und billig mit modernen Hilfsmitteln (Kunstdünger, bestimmte Pestiziden) verwischt werden, so daß viele dieser Faktoren nicht länger kultureinschränkend sind. Dies gilt nicht für eine Anzahl im Boden zurückbleibender Pflanzenkrankheiten und Schädlinge, die öfters erheblichen Schaden verursachen und meistens nicht billig bekämpft werden können. Darunter sind besonders wichtig die pflanzenparasitären Nematoden, wie näher gezeigt werden soll.

In der modernen Landwirtschaft strebt man nach einfachen Anbauplänen mit wenigen Kulturgewächsen, was die Möglichkeit schwerer Kulturschwierigkeiten erhöht. Um diese Entwicklung zu verfolgen, wurde vor mehr als zehn Jahren mit einer Fruchtwechselforschung begonnen, in die bis jetzt etwa 100 Feldversuche einbezogen wurden. Es wurde erforscht, welche wichtigen Fruchtwechseleffekte in der Landwirtschaft auftreten und bei einseitigem Anbau zu schlechten Erträgen führen. Zugleich wurde systematisch die Rolle der pflanzenparasitären Nematoden hierbei bestimmt. Über gewisse Teile dieser Forschung wurde schon von Oostenbrink und Mitarbeitern (1956, 1961) und in späteren Jahren vom Verfasser (1963, 1964) berichtet.

Methoden

Die Versuchsfelder wurden nach einem einfachen, für diese Forschung zweckmäßigen „Kreuzfeldschema“ (Oostenbrink 1959, Schema C) angelegt. Alle gewählten Gewächse erscheinen hier als Monokultur und in allen Kombinationen von zweijähriger Rotation. Bei der Pflege wurden hohe Kunstdüngermengen gegeben, um Unterschiede in Nährstoffen soviel als möglich auszuschalten. Das verwendete Saatgut wurde entseucht, Unkräuter und oberirdische Krankheiten und Schädlinge gründlich bekämpft. Der Boden wurde nicht entseucht.

Die meisten Versuchsfelder wurden auf „normalen“ Parzellen willkürlich verteilt über das Land angelegt. Sowohl Ackerbaugewächse, Klee gras, wie auch verschiedene Gartenbaugewächse, einige Spezialpflanzen und auch ab und zu „Brache“ wurden in die Versuche einbezogen.

Allgemeine Erfolge

Die Untersuchung zeigte, daß Nährstoffmangel und Insektenschaden sich nur selten als schwerwiegende Einflüsse herausstellen, wenn normale Düngung und Spritzungen mit chemischen Mitteln rechtzeitig durchgeführt wurden.

Sie kommen gelegentlich vor, sind aber in der modernen Landwirtschaft keine wesentlichen Anlässe mehr für große Kulturschwierigkeiten. Bei einseitiger Kul-

tur von gewissen Gewächsen zeigen sich schwere Bodenmüdigkeitserscheinungen, die mit Sicherheit oder höchster Wahrscheinlichkeit die Folge eines Befalls mit Bodenpilzen sind. Diese sogenannten spezifischen Müdigkeiten finden sich bei einseitiger Kultur von Erbsen (Oostenbrink und Stermerding, 1960), Flachs (verursacht durch *Pythium megalacanthum*), Zwiebel (verursacht durch *Sclerotium cepivorum*), Rose und Goldregen (Oostenbrink und Hoestra, 1961), Apfel und Kirsche (Hoestra, Van Dijk en Van Marle, 1964, Hoestra, 1965) und gelegentlich auch in Weißklee. In den neuen Zuiderzeepoldern stellten sich in den ersten Jahren heraus, daß auch Befall einiger anderer Pilze kultureinschränkend auftrat (*Ophiobolus graminis* in Weizen, *Rhizoctonia solani* in Weißklee).

Aus den Feldversuchen und anschließender diagnostischer Untersuchung geht hervor, daß ungefähr dreiviertel der an dieser Fruchtfolgeforschung zum Vorschein kommenden ernsthaften Bodenmüdigkeitserscheinungen von pflanzenparasitären Nematoden verursacht oder übertragen wird. Im letzten Fall handelt es sich immer um *Trichodorus*-Arten, die ziemlich allgemein vorkommen und Vektoren für das Mauke-Virus darstellen (die Stengelbuntkrankheiten in Kartoffeln, das Mauke-Virus in Schwertlilie).

Unter den als wichtige kulturbeschränkende Faktoren auftretenden pflanzenparasitären Nematoden finden sich die zystenbildenden *Heterodera*-Arten, die Stengelälchen (*Ditylenchus spec.*), die Wurzelgallenälchen (*Meloidogyne spec.*) sowie die freilebenden Wurzelälchen (*Pratylenchus penetrans* und andere Arten).

An Hand der 5 Fruchtfolgeversuchsfelder wird die Bedeutung von Nematoden als Ursache der Fruchtwechseleffekte demonstriert.

A. Vorfruchtversuch „Ellecom“ 1958—1966

Auf tonhaltigem Sandboden wurde im Jahre 1958 ein Feldversuch angelegt mit 8 Ackerbaugewächsen, *Tagetes* und „Brache“. Ursprünglich fand man hier eine Nematodenpopulation hauptsächlich zusammengestellt aus *Pratylenchus crenatus*, *Tylenchorhynchus dubius*, *Rotylenchus robustus* einzelnen *Meloidogyne* Larven, und weiter für den Kulturanwachs weniger wichtige Tylenchida und saprofrage Nematoden.

Unter dem Einfluß der verschiedenen Pflanzen wurde die Nematodenpopulation sehr verschieden. Das Wurzelgallenälchen *Meloidogyne hapla* steigerte sich auf Parzellen, wo einseitig Kartoffeln, Erbsen oder Weißklee gezüchtet wurde oder eine Kombination dieser Gewächse. Empfindlich gegen diesen Nematoden zeigten sich Futterrüben, Erbsen, Weißklee, und in geringerem Maße Kartoffeln. In verschiedenen Jahren wurden sehr zuverlässige Regressionen der Erträge der genannten empfindlichen Gewächse auf die Anzahl der im Frühjahr im Boden anwesenden *Meloidogyne* Larven gefunden (Abb. 1). In Futterrüben und Erbsen wurde in gewissen Jahren eine vollständige Fehlernte festgestellt. Getreide, Gras und *Tagetes* sind keine oder schlechte Wirtspflanzen für diesen Nematoden und können das Wurzelgallenälchen unterdrücken. Anbau einer Graminee jedes zweite Jahr verhindert meistens Schaden (Hijink and Kuiper, 1964). Der umfangreiche Getreidebau in den Niederlanden ist wahrscheinlich Ursache, daß der Schaden durch diesen Nematoden im Ackerbau bis jetzt nur gering ist.

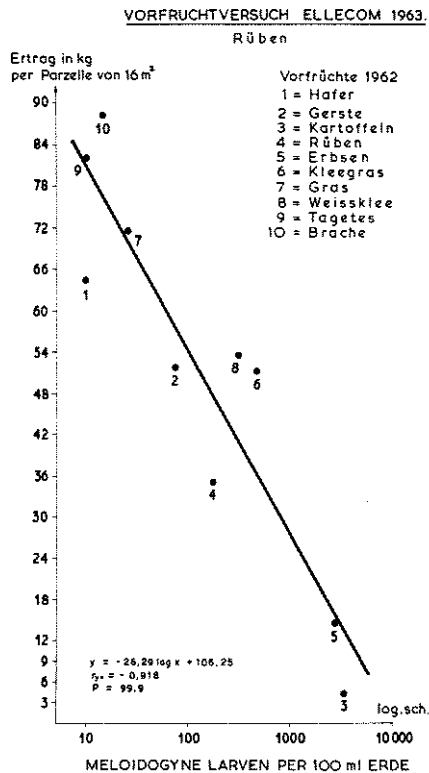


Abb. 1. Vorfruchtversuch Ellecom 1963

Regression der Rübenenerträge nach verschiedenen Vorfrüchten auf die (logarithmisch transformierte) Anzahl der im Frühjahr im Boden anwesenden *Meloidogyne* Larven.

In einem der ersten Jahre wurde eine spezielle Bodenmüdigkeit in der Monokultur von Weißklee wahrgenommen, die, anders wie auf den vielen anderen Versuchsfeldern, mittels Behandlung mit einer Dichloropropen-Dichloropropan-Mischung nicht beseitigt werden konnte, wohl aber mittels einer radikalen Bodenbehandlung (Dämpfen). In den nächsten Jahren verschwand dieses Auftreten. Im Jahre 1964 wurden hier zum ersten Male Befall und Schaden durch Kleezystenälchen *Heterodera trifolii* festgestellt, wodurch im Jahre 1965 der Kleeanbau mißlang. Im Jahre 1966 wurde auf diesem Versuchsfeld zum ersten Male das Haferzystenälchen *Heterodera avenae* auf Hafer beobachtet, nach 8 Jahren einseitiger Getreidekultur.

Weniger schwerwiegende Fruchtwechseleffekte waren nach einigen Jahren: Abweichungen in Kartoffeln nach Vorfrucht *Tagetes*, wahrscheinlich direkter Pflanzenbeschädigung durch *Trichodorus pachydermus* zufolge, und Wuchsdifferenzen in Hafer, die Zusammenhang mit einigen freilebenden Wurzelälchen zeigten und auch Gründüngereffekte (nach Weißklee und Klee gras) und Bormangel in Rüben 1963.

B. Vorfruchtversuch „Hijken“ 1959 — 1966

Auf diesem Sandboden wurde im Jahre 1959 ein Fruchtfolgeversuch angestellt mit Kartoffeln, Zuckerrüben, Hafer, Rotklee, *Tagetes*, einer Gras-Klee-Mischung, Erbsen und „Brache“. Die Nematodenpopulation setzte sich bei Anlage hauptsächlich aus *Pratylenchus neglectus*, *Pratylenchus crenatus*, geringen Anzahlen *Pratylenchus penetrans*, *Paratylenchus* spec., *Tylenchorhynchus dubius*, einzelnen *Meloidogyne* Larven, *Heterodera trifolii* und einer noch unbekannte *Heterodera* spec. zusammen. Im Laufe der Jahre wurde diese Population stark modifiziert unter Einfluß des Kulturschemas, wobei auch *Heterodera avenae* vortrat (Tab. 1).

Tab. 1. Vorfruchtversuch Hijken 1964

Nematoden pro 100 ml Erde der Monokulturparzellen

P = *Pratylenchus neglectus*, nach Hafer und Rotklee hauptsächlich *P. crenatus* resp. *P. penetrans*; Pa = *Paratylenchus*; T = *Tylenchorhynchus*; HL = *Heterodera* Larven; ML = *Meloidogyne* Larven; C = Cysten, IC = leb. Cysten, L = Larven.

Vorfrüchte 1959-1964	P	Pa	T	HL	ML	<i>H. trifolii</i>			<i>H. avenae</i>		
						C	IC	L	C	IC	L
Kartoffeln	450	10	50	—	690	—	—	—	—	—	—
Rüben	175	6445	40	5	—	1	—	—	1,5	1	40
Hafer	240	—	510	75	—	3	—	—	116	25	1065
Rotklee	185	10	695	145	20	57	26	1225	—	—	—
Tagetes	10	515	30	—	—	—	—	—	—	—	—
Klee gras	185	890	395	10	160	8	2	55	—	—	—

Schwerer Schaden durch *Heterodera trifolii* und *Meloidogyne hapla* wurde in Rotklee festgestellt. Weißklee war innerhalb weniger Jahre durch *H. trifolii*-Befall aus dem Klee gras verschwunden. *H. avenae* verursachte schweren Schaden in Hafer. *P. penetrans* zeigte sich in großer Dichte nach Rotklee, Erbsen und Kartoffeln und verursachte in mehreren Jahren erheblichen Wachstumnachlas in Erbsen und Kartoffeln. Bei einseitiger Kultur von Erbsen wurde deutlich Bodenmüdigkeit konstatiert, verbunden mit frühzeitiger Vergilbung des Gewächses, welches Phänomen nahezu sicher nicht durch Nematoden sondern durch Bodenpilze verursacht wird. Weniger schwerwiegende Vorfruchteffekte waren hier Wachstumsunterschiede in Zuckerrüben in Verbindung mit hohen Anzahlen einer *Paratylenchus*-Art und Gründüngungseffekte (Stickstoff), speziell nach Rotklee.

C. Vorfruchtversuch „O. Flevoland“ 1963 — 1966

Auf neuem Polderboden, wo die pflanzenparasitären Nematoden beim Anfang des Versuchs fehlten, wurden nach drei Jahren bei 9 der 10 beteiligten Ackerbaupflanzen keine bedeutenden Wachstums- oder Vorfruchtunterschiede beobachtet. Die einzige Ausnahme war Weißklee, wo im zweiten und dritten Jahr durch *Rhizoctonia solani* verursachter Schaden beobachtet wurde. Weizen wurde von *Ophiobolus graminis* befallen, jedoch bis jetzt ohne auffallenden Schaden.

Auch in einem mehrjährigen Bodenentseuchungsversuch mit Kartoffeln, Zuckerrüben und Klee gras sind noch keine zuverlässige Wachstumsunterschiede beobachtet worden.

D. Vorfruchtversuch „Gaasterland“ 1962 — 1964

In einer Gärtnerei (Gehölze und Kräuter) auf Sandboden wurde ein Versuchsfeld angelegt mit Lärche, Eberesche/Birke, *Digitalis purpurea*, *Valeriana officinalis*, Gras, Rotklee und *Tagetes*. Im zweiten Jahre wurden, mit Ausnahme von *Tagetes*, große Wachstumsdifferenzen bei den Gewächsen beobachtet (Abb. 2), die einen deutlichen Zusammenhang zeigten mit Unterschieden in der Populationsdichte pflanzenparasitärer Nematoden der betreffenden Vorfrüchte. Im Rotklee und in Kräutern wurden deutliche Regressionen der Erträge dieser Pflanzen gefunden auf die Zahlen von *Pratylenchus penetrans*; ebenfalls scheint auch *Rotylenchus robustus* von Bedeutung zu sein für *Valeriana officinalis* (H i j i n k 1964). Bei Lärche und Birke wurde Regressionen gefunden des Wuchses (Pflanzenlänge oder Pflanzgewichte) auf die Zahlen von *P. penetrans* und *R. robustus*. Gras zeigte einen schlechten Anfangswuchs nach Vorfrucht Gras; die hohe Populationsdichte von *Tylenchorhynchus dubius* dürfte wahrscheinlich dafür verantwortlich sein.

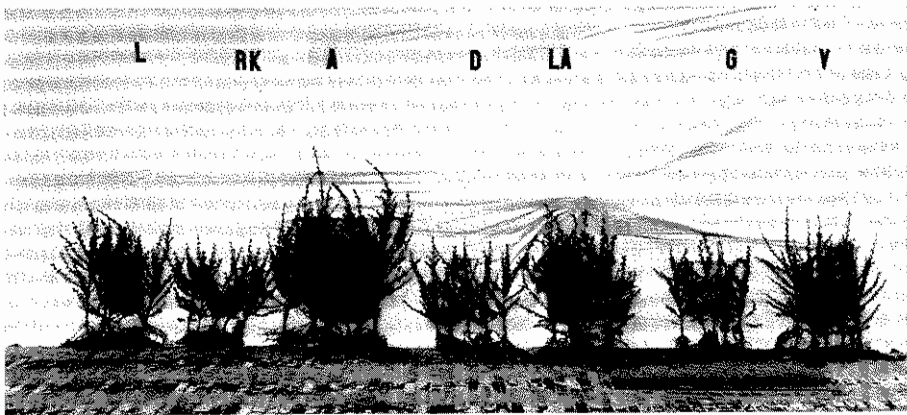


Abb. 2. Vorfruchtversuch „Gaasterland“ 1963

Lärche nach 7 verschiedenen Vorfrüchten im Jahre 1962. Von jeder Vorfrucht sind 5 repräsentative Pflanzen genommen. Die Vorfrüchte waren: L = Eberesche; RK = Rotklee; A = *Tagetes*; D = *Digitalis lanata*; LA = Lärche; G = Gras; V = *Valeriana officinalis*.

E. Vorfruchtversuch „Hagestein“ 1959 — 1966

Auf schwerem Boden ($> 60\%$ Ton) wurde ein Versuchsfeld angelegt mit 10 Gewächsen hauptsächlich aus dem Ackerbau. Während der Anlage wurden Zysten des Rübenematoden *Heterodera schachtii* gefunden, die im Laufe der Jahre einige Ertragsminderung hervorrief. Weitere wichtige pflanzenparasitäre Nematodenarten wurden nicht beobachtet.

Nach zwei Jahren wurde das Stengelälchen *Ditylenchus dipsaci* zum ersten Mal festgestellt und dieser Nematode zeigte sich von ausschlaggebender Bedeutung für Zwiebeln, Erbsen, Zuckerrüben (in Keimlingsstufe) Kartoffeln (in Zusammenhang mit *Phoma solanicola*) (H i j i n k 1963) und Hafer (Abb. 3).

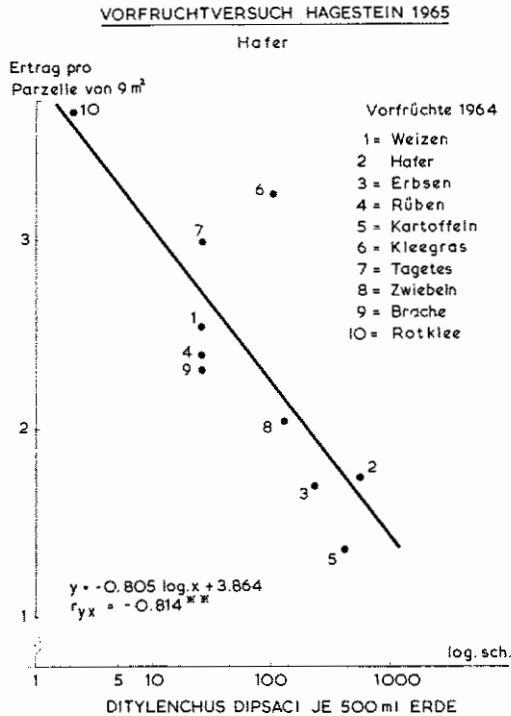


Abb. 3. Vorruchtversuch Hagestein 1965
Regression der Hafererträge nach verschiedenen Vorrüchten auf die (logarithmisch transformierte) Anzahl der im Frühjahr im Boden anwesenden Stengelälchen *Ditylenchus dipsaci*.

Schlußfolgerung

Diese Beispiele zeigen die allgemeine Bedeutung pflanzenparasitärer Nematoden in der Fruchtfolge und auch die drohenden Gefahren bei der Einführung zu einseitiger Kulturschemata. Die meisten Nematodenarten sind allgemein verbreitet, und eine anfänglich nicht oder kaum nachweisbare Verseuchung des Bodens kann nach einigen Jahren durch den Anbau wirksamer Wirtspflanzen gesteigert werden bis zu für empfindliche Gewächse schädlichen Populationsdichten.

Nebst den obengenannten Arten können noch weitere von Bedeutung sein, und manchmal muß man auch mit gleichzeitigem Befall durch zwei oder mehr Nematodenarten rechnen. Durch regelmäßige Bodenuntersuchung auf das Vorkommen und die Populationsdichten der wichtigsten parasitären Nematoden kann dem Landwirt bezüglich der Bekämpfung der wichtigsten Nematodenarten rechtzeitig Auskunft gegeben werden. Diese Beratungsforschung, die vor fast zehn Jahren zugunsten des Acker- und Gartenbaues durch den „Plantenziektenkundige Dienst“ in Wageningen gegründet wurde, wird unter Leitung des Betriebslabors für Boden- und Gewächsforschung (Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek) in Oosterbeek noch rasch und regelmäßig ausgebaut. Zur Aufklärung der Acker- und Gartenbauer sind Ergebnisse über Wirtspflanzenqualitäten, Empfönd-

lichkeit für Schaden u. a. von den wichtigsten Ackerbaugewächsen und von einigen Gartenbaugewächsen für den wichtigsten pflanzenparasitären Nematoden in den Niederlanden in einem Schema zusammengestellt, das in kurzem veröffentlicht werden soll.

Unseres Erachtens empfiehlt es sich, bei der Fruchtwechselforschung die spezialistische Näherungsmethode, von der Phytopathologie, insbesondere der Nematologie aus, beizubehalten und mit Pflanzenzüchtern und Bodenwissenschaftlern zusammenzuarbeiten.

Summary

More than ten years ago crop rotation experiments were started to investigate which crop rotation effects are significant for modern agriculture and horticulture as well as to determine which part plant parasitic nematodes play in these effects.

During these years data have been collected from about 100 field experiments spread all over the country and conducted according to a simple scheme (Oostenbrink 1959, scheme C). Other crop rotation effects are eliminated as much as possible by normal cropping measures (a. o. high dosages of fertilizers, control of diseases and pests with different pesticides except nematicides).

From these investigations it was derived that, in many cases, phytopathological factors proved to be of decisive significance. About $\frac{3}{4}$ of all serious soil sickness phenomena observed in the experiments were due to plant parasitic nematodes.

Population density of the different parasitic nematode species in all the different plots are determined yearly. Correlations (regressions) between the population densities of the nematodes in spring and the yield of crops in summer or autumn demonstrate the extent of damage.

The results obtained are useful for future work in crop rotation and broaden our possibilities to advice the grower.

Literatur

- Hijink, M. J., A relation between stem infection by *Phoma solanicola* and *Ditylenchus dipsaci* on potato. — Netherl. J. Plant Pathol. 69. 1963, 318—321.
- , Over regressies van de opbrengst van gewassen op gemengde populaties van twee of meer parasitaire nematoden. — Meded. Landbouwhoges., Opzoek.stat. Gent 29. 1964, 818—822.
- , and Kuiper, K., Crop rotation effects in *Leguminosae* due to *Meloidogyne hapla*. — Nematologica 10. 1964, 64.
- Hoestra, H., Thielaviopsis basicola, a factor in the cherry replant problem in the Netherlands. — Netherl. J. Plant Pathol. 71. 1965, 180—182.
- , van Dyke, J. F., en van Marle, G. S., Veldproeven over de bestrijding van bodemmoehheid bij appel in het rivierkleigebied. — Meded. Dir. Tuinbouw, den Haag 27. 1964, 557—580.
- Oostenbrink, M., Enkele eenvoudige proefveldschema's bij het aaltjesonderzoek. — Meded. Landbouwhoges., Opzoek.stat. Gent 24. 1959, 615—618.
- , Vorfruchtwirkung und Nematoden. — Wiss. Ztschr. Univ. Halle, Math.-Naturwiss. Reihe, 10. 1961, 303—308.
- , and Hoestra, H., Nematode damage and „Specific Sickness“ in *Rosa*, *Malus* and *Laburnum*. — Tijdschr. Planteziekten 67. 1961, 264—272.

- , 's Jacob, J.J., and Kuiper, K., An interpretation of some crop rotation experiences based on nematode surveys and population studies. — *Nematologica* 3. 1956, 202–215.
- , en Stemerding, S., Oonderzoek naar het verband tussen vruchtopvolging en aaltjesschade bij erwten. — Meerjarenplan Onderzoek Akkerbouwpeulvruchten, 1960, 33–45.

Diskussion

von Berkum: Obwohl mit Fruchtfolge sehr gute Resultate erreicht werden können, wird vielleicht in der Zukunft aus betriebswirtschaftlichen Gründen die chemische Bodenuntersuchung eine große Rolle spielen, weil mit sehr niedrigen Aufwandmengen sehr gute Resultate erzielt werden können.

Hijink: In den Niederlanden ist im Gartenbau, in der Zwiebelkultur und auch in Baumschulen Bodenentseuchung eine ganz normale Kulturmaßnahme. Mit der Bodenentseuchung kann man den meisten biologischen Schwierigkeiten ausweichen. Aber für den Ackerbau ist die Bodenentseuchung bis jetzt zu teuer. In diesem Jahr ist ein Anfang gemacht worden mit der Bodenentseuchung (200 l DD/ha) in Sandboden und Moorboden, verseucht mit Kartoffelnematoden. In diesem Jahr sollen 300 ha entseucht werden. Ich glaube, daß in der Zukunft, wenn man gute Bodenentseuchung durchführen kann, die nicht zu teuer ist, die Fruchtfolge zur Bekämpfung der Nematoden nicht mehr so wichtig sein wird.

Großmann: Wir sollten uns sehr davor hüten, uns einseitig auf die Chemie in dieser Hinsicht zu verlassen. Wir werden sicher ohne chemische Bekämpfungsmaßnahmen in Zukunft auf die Dauer nicht auskommen können. Aber auch dafür ist erstmal Voraussetzung, daß wir wissen, wie die Population sich unter verschiedenen Früchten entwickelt, welche Arten unter bestimmten Früchten sich besonders vermehren um dann mit chemischen Mitteln wirklich gezielt eingreifen zu können.

Eschenhagen: zeigt einige Dias und fragt, ob das Schadbild an Kartoffeln ringartige Nekrosen am Grunde des Stieles, der Fiederchen, sowie am Blattstengel Ursache von *Ditylenchus dipsaci* sein können.

Hijink: Wir haben gefunden, daß *Ditylenchus* zuerst im Stengel eintritt, eine Verdickung der Stengel erzeugt, daß dann der Pilz (*Phoma*) kommt und die Pflanzen zeitig vergilben und absterben.

Sturhan: Es ist eine Gefahr, auf Grund von Symptomen allein auf *Ditylenchus*-Befall schließen zu wollen. Der direkte Nachweis der Nematoden im Gewebe ist unbedingt erforderlich. Auch bei Nicht-Wirten kann es zur Ausbildung „typischer“ Befallsbilder kommen.

H. FABER,

Pflanzenschutzamt des Landes Schleswig-Holstein, Bezirksstelle Rellingen.

Beobachtungen über die Bodenmüdigkeit bei Rosaceen

In einem großen geschlossenen Baumschulengebiet bereitete die Beschaffung von Ländereien, auf denen nachweislich seit vielen Jahren keine Rosaceen aufgeschult wurden, für die Anzucht von *Malus*, *Prunus* und *Rosa* in zunehmendem Maße Schwierigkeiten. Der schlechte Wuchs obiger Pflanzen auf diesen Flächen ist unter der Bezeichnung „Bodenmüdigkeit“ allgemein bekannt und seit Jahren Gegenstand von Untersuchungen der unterschiedlichsten Fachrichtungen. So fanden holländische und deutsche Wissenschaftler Nematoden (Anonym, 1964; Fischer, 1955; Koehne, 1959; Meijneke, 1955; Oostenbrink, 1961), die maßgeblich an der Bodenmüdigkeitserscheinung beteiligt sind, während andere Toxine (Börner, 1960, 1961, 1963) feststellten, deren Vorhandensein Wuchsdepressionen bei Obstgehölzen auslösten. Auch Bodenpilze (Good and Rankin, 1964; Oostenbrink and Hoestra, 1963) wurden diagnostiziert, die ebenfalls das Wachstum der Pflanzen in der Richtung einer Bodenmüdigkeitserscheinung beeinflussten. Wenn auch bereits einige Fragen der Bodenmüdigkeit gelöst werden konnten, so bedarf doch die Klärung des Gesamtkomplexes noch eingehender Forschungsarbeit. Die Praxis fordert aber von der Beratung, die vorhandenen Möglichkeiten durch Versuche weiter auszubauen, um die oben aufgezeigten Schwierigkeiten zu beheben.

Da allein mit reinen Nematiziden oder Fungiziden (Hoestra, van Dijke en van Marle 1964; Oostenbrink and Hoestra 1963) die bestehenden Schwierigkeiten nicht immer behoben werden konnten, die Toxintheorie nach deutschen und amerikanischen Untersuchungen (Börner 1961; Domsch und Stille 1964) eine untergeordnete Rolle spielen dürfte, sollte in Versuchen geklärt werden, ob Nematizide, bei denen gleichzeitig ein fungizider Effekt bekannt ist, die Bodenmüdigkeitserscheinungen beim Nachbau von Rosaceen ausschalten.

Die Versuche wurden in Zusammenarbeit mit dem Versuchs- und Beratungsring Baumschulen e. V. (Dr. Wennemuth) angelegt. Für die Versuche wurde eine Baumschule ausgesucht, die sich praktisch seit ihres Bestehens mit der Heranzucht von Obst- und Rosenwildlingen befaßt und die den Anbau dieser Kulturen wegen „Bodenmüdigkeit“ einstellen mußte.

Bei der Bodenuntersuchung auf freilebende Nematoden ergab sich eine gleichmäßige Verteilung von *Pratylenchus*, *Paratylenchus*, *Rotylenchus* und *Tylenchorhynchus* über die Gesamtfläche, doch war die Zahl der gefundenen Tiere relativ gering.

In dem Versuch wurden Präparate mit den Wirkstoffen Methylisothiocyanat + Dichlorpropen + Dichlorpropan (Di-Trapex), Chlorpikrin, Dazomet (Basamid-Pulver) und zum Vergleich neben unbehandelten Parzellen das Dichlorpropen + Dichlorpropan (Shell-DD) eingesetzt. Die Mittel-Applikation erfolgte in verschiedenen Konzentrationen im Herbst 1963 mit einem Meyer-Dosier-Pfluggerät und durch Ausstreuen mit Einarbeitung.

Die Bodenuntersuchung (Tab. 1) im Frühjahr 1964 ergab, daß sehr gute Abtötungsergebnisse bei folgenden Nematiziden und Aufwandmengen vorlagen:

- a) Basamid-Pulver (Dazomet) 30, 40, 50 g/qm
 b) Di-Trapex (Methylisothiocyanat + Dichlorpropen + Dichlorpropan) 50 ccm/qm
 c) Shell DD (Dichlorpropen + Dichlorpropan) 120 ccm/qm

Eine starke Reduzierung des Nematodenbesatzes wurde außerdem mit Di-Trapex in der Aufwandmenge von 20 bis 30 ccm/qm erzielt. Wie weit die schlechten Ergebnisse beim Chlorpikrin auf Ausbringungsfehler (z. B. zu niedrige Konzentration, Fehlen einer Abdeckfolie) zurückzuführen waren, konnte nicht geklärt werden.

Tab. 1. Untersuchung von Bodenproben auf die nematizide Wirkung einzelner Bodenentseuchungsmittel in verschiedenen Konzentrationen

Behandlung Herbst 1963

Probeentnahme 10.—13. 2. 1964

A. Untersuchung von 250 ccm Boden (BBA/Münster)

B. Untersuchung von 100 ccm Boden (Schering/Berlin)

C. Untersuchung von 250 ccm Boden (Pflanzenschutzamt Kiel)

Prat. = *Pratylenchus* Rot. = *Rotylenchus*

Parat. = *Paratylenchus* Tyl. = *Tylenchorhynchus*

Nr.	Präp. und Aufwandmenge	Prat.			Parat.			Rot.			Tyl.		
		A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.
1	Unbeh.	770	650	1512	380	110	0	770	40	342	480	30	360
2	Unbeh.	520	420	240	540	20	0	1130	80	220	490	30	80
3	WN-12, 10 ccm	60	30	46	3120	2	0	30	5	23	0	0	23
4	WN-12, 20 ccm	0	5	69	20	0	0	0	1	23	20	0	23
5	WN-12, 30 ccm	30	8	0	0	3	0	0	0	14	20	0	14
6	WN-12, 50 ccm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	DD, 30 ccm	80	26	0	70	8	0	10	6	0	50	2	0
8	DD, 50 ccm	50	32	40	1190	0	20	0	2	20	90	2	0
9	DD, 120 ccm	0	0	0	50	0	0	0	0	0	20	0	0
10	CP, 25 g	100	95	162	280	0	0	10	3	0	110	2	0
11	CP, 35 g	240	135	153	90	0	0	90	8	17	170	4	51
12	Basamid, 30 g	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Basamid, 40 g	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Basamid, 50 g	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Senkrecht zu den behandelten Parzellen wurden 1964 *Prunus avium*, *Prunus damascena* (St. Julien), *Malus communis* (Graham Jubiläumsapfel), *Malus EMIV*, IX, XI und *Rosa inermis* angebaut.

Während der Vegetation wurde ein signifikanter Unterschied im Wuchs der Pflanzen in den Parzellen Di-Trapex mit 10 ccm/qm, Chlorpikrin mit 25 und 35 g/qm und beim Shell DD mit 30 ccm/qm festgestellt. Sie konnten den unbehandelten Parzellen gleichgesetzt werden.

Diese Ergebnisse dürften die Ansicht bestätigen, daß Nematoden ursächlich für die Bodenmüdigkeitserscheinung verantwortlich sind, da die Ergebnisse der Bodenuntersuchung und die Entwicklung der Pflanzen parallel verliefen.

Auf der gesamten Fläche wurden dann 1965 Edel-*canina* (*Rosa canina* Heinsohns Rekord, R. c. Schmidts Ideal, R. c. Pfänders, *Rosa laxa*, *Rosa inermis*) in Saatbeeten herangezogen. Während dieser Vegetationsperiode zeigte sich aber ein starker Wuchsabfall in allen Parzellen, die 1963 mit dem chlorierten Kohlenwasserstoff behandelt worden waren. Eine Untersuchung auf Nematoden ergab hierfür keine Erklärung. Aus betriebswirtschaftlichen Erwägungen mußte dieser Großversuch im Herbst 1965 abgebrochen werden. Die gesamte Fläche wurde einheitlich mit 20 ccm/qm Di-Trapex behandelt und 1966 u. a. mit *Rosa multiflora*, *Prunus avium*, *Prunus mahaleb*, *Prunus myrobalana*, *Malus communis* (Grahams Jubiläumsapfel), *Malus EM IV, IX, XI* und *Crataegus* bestellt. Während der Vegetation zeigte sich kein Unterschied in den einzelnen Parzellen bzw. bei den einzelnen Pflanzenarten, mit Ausnahme in den unbehandelten Parzellen.

Zur gleichen Zeit (1963 und 1964) wurden von einigen Obstgehölz-, Obstwildlings- und Rosenwildlingsbetrieben Baumschulquartiere, die auf Grund starker Bodenmüdigkeitserscheinungen seit vielen Jahren keinen Anbau von *Malus*, *Prunus* und *Rosa* erlaubten, mit Di-Trapex 20 ccm/qm behandelt. Die Mittelausbringung erfolgte z. T. im August/September bei höheren Bodentemperaturen.

Der Anbau von *Malus*, *Prunus* und *Rosa* auch in den Folgejahren nach sich selbst, ergab nach dieser Behandlung mit geringen Mittelkonzentrationen vollkommen normale Wuchsleistungen und damit wieder Qualitätsware. Gleiche Ergebnisse dürften mit Basamid-Pulver zu erreichen sein. Versuche in dieser Richtung wurden 1965 angelegt.

Diese Versuche zeigen, daß nur eine Ausschaltung der Nematoden zur Behebung der „Bodenmüdigkeit“ bei einigen Rosaceen nicht ausreicht, daß aber allem Anschein nach Nematizide mit fungizider Wirkung im Stande sind, Wechselbeziehungen zwischen Nematoden und Pilzen so stark zu beeinflussen, daß ein Nachbau der oben aufgeführten Rosaceen nach sich selbst möglich ist.

Eine sorgfältige Ausbringung der aufgeführten Nematizide zur Bodenentseuchung bei möglichst nicht zu niedrigen Temperaturen, eine gute Bodenpflege sowie eine ausreichende Düngung können somit die Bodenmüdigkeit bei Rosaceen weiter einengen, wie Versuche im Baumschulengebiet des Kreises Pinneberg (Schleswig-Holstein) gezeigt haben.

S u m m a r y

There are significant evidences which clear, that the soil sickness caused from free living parasitic nematodes is responsible why replanting of the nursery stocks *Malus*, *Prunus* and *Rosa* makes some difficulties.

The experiments in Schleswig-Holstein had proved, that this problem could be vanished, if the soil would be treated with the radical soil disinfections Di-Trapex (20–50 ccm/qm) and Basamid powder (20–50 g/qm) before replanting.

L i t e r a t u r

- A n o n y m, Versuche und Versuchsergebnisse im Gartenbau 1964. — Bundesminist. f. E. L. F., Bonn.
- B ö r n e r, H., Über die Bedeutung gegenseitiger Beeinflussung von Pflanzen in landwirtschaftlichen und forstlichen Kulturen. — Angew. Bot. 34. 1960, 192–211.

- , Untersuchungen über die Apfelbodenmüdigkeit. — Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem, H. 104. 1961, 45–46.
- , Die Bildung antibiotischer und antiphytotischer Verbindungen im Boden und ihre mögliche Bedeutung für die Selbstunverträglichkeit des Apfels in Baumschulen. — Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem H. 108. 1963, 27–29.
- D o m s c h, K. H., und S t i l l e, B., Referat über Internationales Symposium „Factors determining the behaviour of plant pathogens in soils“. — Ztschr. Pfl.krankh., 71. 1964, 394–404.
- F i s c h e r, H., Nematoden als Ursache von Bodenmüdigkeit in Baumschulen. — Gartenwelt 55. 1955, 333–335.
- G o o d, J. M., and R a n k i n, H. W., Evaluation of soil fumigants for control of nematodes, weeds, and soil fungi. — Plant Dis. Rept. 48. 1964, 194–203.
- H o e s t r a, H., v a n D i j k e, J. F., en v a n M a r l e, G. S., Veldproeven over de bestrijeling van bodenmoehheid bij appel in het rivierkleigebied. — Meded. Dir. Tuinbouw, den Haag, 27. 1964, 11, 557–580.
- K o e h n e, U. S., Neues zur chemischen Bekämpfung der Baumschulmüdigkeit (Nematoden als Ursache der „Bodenmüdigkeit“ in Baumschulen). — Dtsch. Baumsch. 11. 1959, 309–311.
- M e i j n e k e, C. A. R., Über die Bekämpfung der Bodenmüdigkeit bei Baumschulgewächsen mit Nematiziden. — Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem, H. 83. 1955, 115–121.
- O o s t e n b r i n k, M., Nematodes in relation to plant growth III. *Pratylenchus penetrans* (Cobb) in tree Wageningen, crops, potatoes and red clover. — Netherl. J. agric. Sci., 9. 1961, 188–209. Ref.: Ztschr. Pfl.krankh., 70. 1963, 55.
- , and H o e s t r a, H., Nematode damage and „specific sickness“ in *Rosa*, *Malus* and *Laburnum*. — Tijdschr. Planteziekten 67. 1961, 264–272. Ref.: Ztschr. Pfl.krankh., 70. 1963, 55.

D i s k u s s i o n

H i j n k: Erfahrungen mit Bodenmüdigkeitserscheinungen in den Niederlanden zeigen, daß Bodenmüdigkeit bei Rosaceae auf leichtem Boden meistens durch *Pratylenchus penetrans* verursacht werden, in Gewächshäusern auch durch *P. vulnus*. Bei einseitigen Kulturen von Rosaceen wurde eine spezifische Bodenmüdigkeit beobachtet, wobei möglicherweise ein Pilz (*Peronospora sparva*) eine Rolle spielt.

Ergebnisse in Topfversuchen haben gezeigt, daß diese Probleme nicht mit einem Nematicid (DD) zu lösen sind, jedoch gut mit einer radikalen Bodenbehandlung, durch Erhitzen auf 60 °C. Ein Fungicid, Nabam, ergab auch eine Wuchsbesserung. Niedrige Zahlen von *P. penetrans* können erheblichen Schaden an Rosen verursachen.

F i s c h e r: Wenn auch noch viele theoretische Fragen ungeklärt sind, ist es doch für die Praxis bereits jetzt bedeutungsvoll, daß „bodenmüde“ Anzuchtflächen, die seit Jahrzehnten für die Anzucht von Rosaceen ausgefallen sind, wieder hochwertige Pflanzen liefern. Die von F a b e r geschilderten Bekämpfungsverfahren haben sich bereits jetzt weitgehend durchgesetzt.

W a g n e r: Wurde *Thielaviopsis basicola* festgestellt? Weil bei Aspen nematodenähnliche Schäden festgestellt wurden, obwohl k e i n e Nematoden nachweisbar waren und nur *T. basicola* die Ursache war.

F a b e r: Wir haben leider nicht die Zeit und Möglichkeit gehabt, dieser Frage nachzugehen, so daß ich darüber nichts aussagen kann.

M. EBERT,

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
 Institut für Hackfruchtkrankheiten und Nematodenforschung, Münster (Westf.).

**Zusammenhänge zwischen Infektionsdruck und Endverseuchung
 bei *Heterodera rostochiensis* Woll.**

Bei der Prüfung auf Nematodenresistenz von Kartoffelsorten wird die Feldprüfung in einem natürlich verseuchten Feld durchgeführt. Es läßt sich hierbei nicht vermeiden, daß die Verteilung der Zysten im Prüffeld eine gewisse Streuung aufweist. Diese Untersuchung wurde durchgeführt, um eine Aussage darüber machen zu können, ob eine unterschiedliche Anfangsverseuchung des Bodens mit dem Kartoffelnematoden die Genauigkeit der Resistenzprüfung beeinflusst.

Ähnliche Versuche über die Abhängigkeit der Zysten Neubildung und der Vermehrungsrate vom Infektionsdruck wurden bei anfälligen Sorten schon öfters durchgeführt [Chitwood and Feldmesser (1948), Oostenbrink (1950), Fenwick and Reid (1953), Schmidt (1954), Hague and Hesling (1958), Reinmuth und Schmidt (1959) und Kort (1962)]. Bei allen diesen Untersuchungen zeigte sich ein Zusammenhang zwischen Ausgangsverseuchung und der Vermehrung des Nematoden. Bei einer niedrigen Ausgangsverseuchung ergibt sich eine höhere Vermehrungsrate, bei steigendem Infektionsdruck sinkt diese ab. Kort (1962) konnte diese von anderen Autoren gemachte Feststellung etwas modifizieren. Er fand bei ganz niedrigen Ausgangszystenzahlen (1 und 2 Zysten/Topf) eine geringere Vermehrungsrate. Bei zunehmenden Zystenzahlen erreicht diese jedoch rasch ein Maximum (4 und 8 Zysten/Topf); bei noch höheren Zystenzahlen (16–256) geht die Vermehrungsrate wieder zurück.

Material und Methode

Die zu vergleichenden Sorten (resistente Sorten Apis und Antinema, anfällige Vergleichssorte Grata) wurden in alt-sterilisierter Erde in 14-cm-Töpfen gezogen. Die Zysten wurden in steigenden Reihen (1, 2, 5, 10, 50, 100) zusammen mit den Knollen in die Töpfe eingebracht. — Nach Abschluß dieser Versuchsreihe wurde zur Sicherung der Ergebnisse mit den resistenten Sorten eine weitere Reihe durchgeführt, diesmal in 10-cm-Töpfen und 200, 400 und 800 Zysten/Topf. — Neben ganzen Zysten als Infektionsmaterial wurde weiter eine Suspension von Eiern/Larven in Mengen von 300, 600, 1500, 3000, 15 000 und 30 000 in die Versuchsreihe mit einbezogen. Die Eier/Larven wurden 21 Tage nach dem Einbringen der Kartoffeln in die entsprechenden Töpfe gegeben.

Die Endbonituren wurden jeweils nach drei Monaten durchgeführt. Bei den Versuchsreihen mit Zysten als Infektionsmaterial wurden je 5, bei den Eiern/Larven je 3 Wiederholungen angesetzt.

Ergebnisse

In Abb. 1 werden die Ergebnisse bei der anfälligen Vergleichssorte Grata doppelt logarithmisch dargestellt. (Die höchste Zahl neugebildeter Zysten war 500/

Pflanze.) Bei der Reihe mit Zysten als Infektionsmaterial ergibt sich mit zunehmendem Infektionsdruck eine Gerade der Gleichung $y = 0,86 + 0,88 x$. Bei den Eiern/Larven als Ausgangsverseuchung errechnet sich gleichfalls eine Gerade der Gleichung $y = 0,33 + 0,33 x$, allerdings liegen hier die einzelnen Meßwerte weniger gut an der errechneten Geraden. Bei der anfälligen Sorte zeigt sich somit eine deutliche positive Korrelation zwischen Ausgangsverseuchung und Zysten-neubildung.

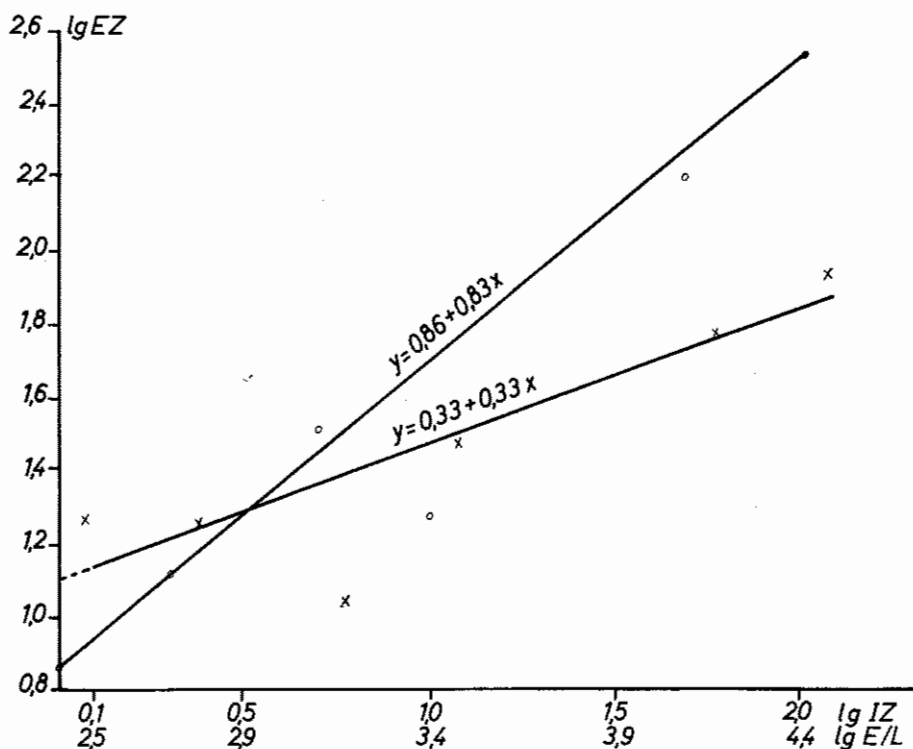


Abb. 1. Abhängigkeit der Endverseuchung von der Anfangsverseuchung bei nematodenanfälligen Kartoffeln (doppelt logarithmische Darstellung)

$$y = 0,086 + 0,83x: \text{Zysten als Ausgangspopulation}$$

$$y = 0,33 + 0,33x: \text{Eier und Larven als Ausgangspopulation}$$

lg IZ = Logarithmus der Infektionszystenzahlen

lg E/L = Logarithmus der Infektionseier- und Larvenzahlen

lg EZ = Logarithmus der Endzystenzahlen

Abb. 2 zeigt eine einfach logarithmische Darstellung der Abhängigkeit der Vermehrungsrate RR von der Ausgangspopulation des Kartoffelnematoden bei der anfälligen Sorte. Bei den Zysten sowie bei den Eiern/Larven ergibt sich gleichermaßen eine negative Korrelation. Die Vermehrungsrate ist bei einer Zyste bzw. 300 E/L am größten. (In der graphischen Darstellung wurde eine Zyste dem Durchschnittswert von 300 Eiern/Larven pro Zyste gleichgesetzt.)

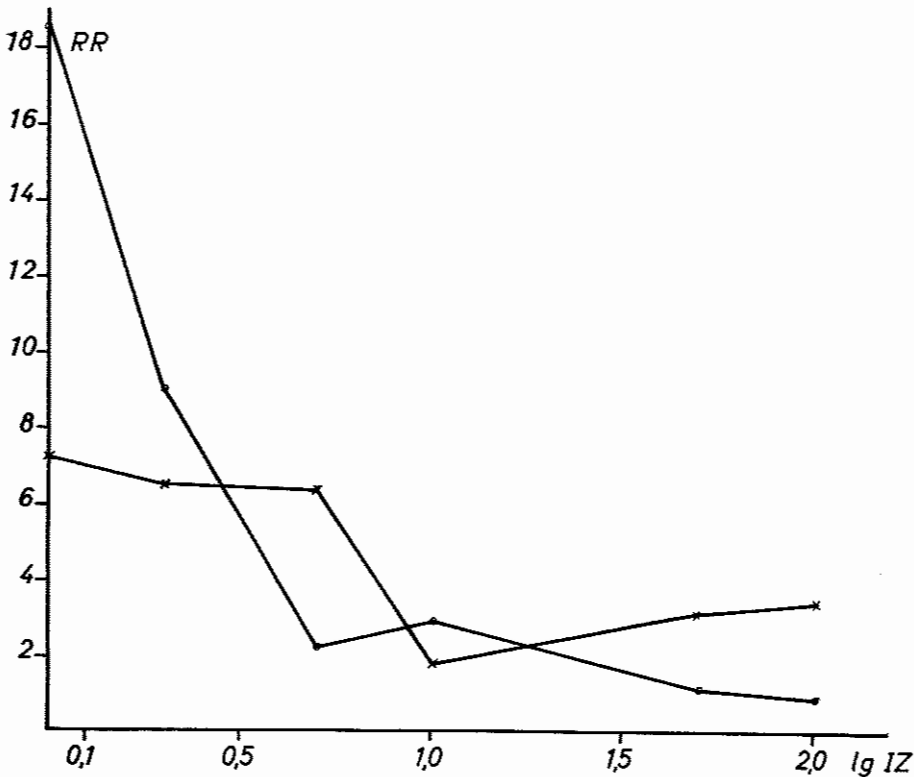


Abb. 2. Zusammenhang zwischen der Vermehrungsrate RR und der Ausgangspopulation bei nematodenanfälligen Kartoffeln (einfach logarithmische Darstellung)

x x x x: Zysten als Ausgangspopulation

o o o o: Eier und Larven als Ausgangspopulation

lg IZ = Logarithmus der Infektionszystenzahlen

RR = Reproduktionsrate

D i s k u s s i o n

Die Versuche mit der anfälligen Vergleichssorte ergaben eine Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer Autoren. Es besteht eine positive Korrelation zwischen der Ausgangspopulation und der Endpopulation des Kartoffelnematoden. Die Ergebnisse von K o r t (1962), nach denen die Vermehrungsrate bei sehr niedrigen Ausgangszystenzahlen (1 und 2 Zysten) positiv ist und bei ebenfalls noch geringen Zystenzahlen (4 und 8) ihr Maximum erreicht von dem sie nunmehr stetig abfällt, konnten nicht bestätigt werden.

Es fand sich vielmehr eine ähnlich negative Korrelation, beginnend bei der niedrigsten Zystenzahl von einer Zyste, wie bei den Untersuchungen anderer Autoren.

Der Befund, daß die Zysten Neubildung einer entsprechenden Anzahl von Eiern und Larven niedriger liegt als bei den als Infektionsmaterial verwendeten Zysten,

deutet darauf hin, daß das künstliche Aufbrechen der Zysten die Infektiosität der Eier und Larven herabsetzt.

An den resistenten Sorten entwickelten sich auch bei höchsten Infektionswerten praktisch keine Zysten (Tab. 1). Die vereinzelt auftretenden Zysten liegen innerhalb der Fehlergrenze und sind statistisch nicht erfaßbar. Die Unterschiede zwischen den beiden resistenten Sorten sind nicht signifikant. Bei resistenten Kartoffeln hat also im Topfversuch der Infektionsdruck innerhalb weiter Grenzen keinen sichtbaren Einfluß auf die Anzahl der neugebildeten Zysten, sofern keine resistenzbrechenden Nematodenrassen vorhanden sind. Diese Ergebnisse stimmen mit niederländischen Beobachtungen überein (K o r t, mündl. Mitt.). Dasselbe dürfte grundsätzlich auch für Freilandversuche gelten.

Tab.1: Durchschnittliche Zysten Neubildung an den drei untersuchten Sorten.

SORTEN	ZYSTENZAHLEN								
	1	2	5	10	50	100	200	400	800
GRATA	7,2	13,0	32,4	18,8	1548	340,0	nicht geprüft		
APIS	-	-	-	-	-	0,6	1,0	10	0,8
ANTINEMA	-	-	-	-	-	0,2	0,2	0,2	-

Bei Versuchen von A r e n z und H u n n i u s (1966), die im Freiland durchgeführt wurden, trat allerdings auch bei resistenten Sorten an einigen Pflanzen eine merkliche Zystenbildung auf. Die Autoren führen dies auf ein nesterweises Auftreten des Kartoffelnematoden im Prüffeld zurück. Sie schreiben: „die im Prüffeld vorhandenen stärkeren Herde haben sich also sehr deutlich in einer zunehmenden Hemmung des Wachstums und gleichlaufend in höheren Befallszahlen bei den Stauden und in einer je Staude erhöhten Zystenausbildung ausgewirkt“. Der Vorbefall dieser anscheinend nur an der Reaktion der Pflanze lokalisierten Herde wird jedoch nicht angegeben. Auch ist das Auftreten von Biotypen nicht ausgeschlossen, da keine Prüfung in dieser Richtung erfolgte. An Hand eines Vergleiches der Ergebnisse ihrer Freilandversuche und einer Prüfung in 8-cm-Töpfen schließen die Autoren, daß der Topfversuch für die Resistenzprüfung voll ausreichend sei. Nach unseren Erfahrungen, die auch in den neuen EWG-Richtlinien ihren Niederschlag gefunden haben, ist dies jedoch nicht der Fall. Eine nur im Topfversuch festgestellte Resistenz einer Sorte läßt sich nicht ohne weiteres auf Freilandverhältnisse übertragen. Aus diesem Grunde sollte der Feldversuch immer entscheidend bei der Resistenzprüfung bleiben.

Unberührt von dieser Feststellung bleibt die Tatsache, daß auch resistente Sorten von Nematoden angegriffen und geschädigt werden können. Die im geschilderten Versuch gewonnenen Ergebnisse sind von unmittelbarer Bedeutung für die Resistenzprüfung. Die Befürchtungen, daß die im Feld unvermeidlich unregelmäßige Verteilung der Zysten die Ergebnisse und damit die Bewertung entscheidend beeinflußt, sind unbegründet. Durch die der Prüfung vorangehende Boden-

untersuchung wird außerdem sichergestellt, daß keine extremen Ausgangsverseuchungen, wie sie im Topfversuch bei 200, 400 und 800 Zysten pro 10-cm-Topf vorliegen, mit in die Prüfung einbezogen werden.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Es wurden drei Versuchsreihen in, mit sterilisierter Erde gefüllten, 14- bzw. 10-cm-Töpfen angelegt.

1. Eine steigende Zystenzahl (1, 2, 5, 10, 50, 100) wurde in je 5 Wiederholungen in Töpfe, zusammen mit den resistenten Sorten Apis und Antinema sowie der anfälligen Sorte Grata, gegeben.

2. Bei sonst gleichen Versuchsbedingungen wurde eine steigende Anzahl von Eiern und Larven (300, 600, 1500, 3000, 15 000, 30 000) 3 Wochen nach dem Einsetzen der Kartoffeln zu diesen in die Töpfe gebracht.

3. Eine steigende Zystenzahl (200, 400, 800) wurde in je 5 Wiederholungen zu den beiden resistenten Sorten gegeben.

Bei der anfälligen Sorte zeigte sich, sowohl bei den Zysten wie auch bei den Eiern und Larven als Infektionsmaterial, ein deutlicher, positiver Zusammenhang zwischen zunehmendem Infektionsdruck und der Zahl der neugebildeten Zysten.

Bei den resistenten Sorten ergab sich ein solcher Zusammenhang nicht. Auch bei höheren Infektionsdrucken bildeten sich fast keine neuen Zysten (maximal 2, im Durchschnitt 0,2–1,0 pro Pflanze). Aus dem Versuchsergebnis geht hervor, daß eine Resistenzprüfung, die mit der üblichen mittleren Ausgangsverseuchung von 5–8000 Eiern und Larven arbeitet, nicht von den natürlichen Schwankungen der Ausgangspopulation des Kartoffelnematoden im Boden beeinflusst wird.

S u m m a r y

Three test series were carried out:

1. An increasing amount of cysts (1, 2, 5, 10, 50, 100) was given into pots together with the resistant potato varieties Apis and Antinema and the susceptible variety Grata.

2. An increasing amount of eggs and larvae (300, 600, 1500, 3000, 15 000, 30 000) was given into pots three weeks after planting the three varieties.

3. An increasing amount of cysts (200, 400, 800) was given into the pots together with the two resistant varieties.

There was a positive correlation between the initial infection rate and the number of the new formed cysts in the susceptible variety.

The resistant varieties did not show such a correlation. Even at a high infection pressure nearly no fresh cysts were produced. The result of the tests gives proof that the normal fluctuation of the cyst numbers in the soil of field trials is not effecting the results of the tests for resistance in the field.

L i t e r a t u r

- A r e n z , B., und H u n n i u s , W., Zur Nematodenresistenzzüchtung. — Kartoffelbau 9. 1966, 234–236.
- C h i t w o o d , B. G., and F e l d m e s s e r , J., Golden nematode population studies. — Proc. helminth. Soc. Wash. 15. 1948, 43–55.

- Fenwick, D. W., and Reid, E., Population studies on the potato root eelworm (*Heterodera rostochiensis* Woll.). — J. Helminth., London, 27. 1953, 119—128.
- Hague, N. G., and Hesling, J. J., Population studies on cystforming nematodes of the genus *Heterodera*. — Proc. Linnean Soc., London, 169. 1958, 86—92.
- Kort, J., Effect of population density on cyst production in *Heterodera rostochiensis* Woll. — Nematologica 7. 1962, 305—308.
- Oostenbrink, M., Het aardappelaaltje (*Heterodera rostochiensis* Wollenweber), een gevaarlijke parasiet voor de eenzijdige aardappel-cultuur. — Versl., Meded. plantenziektenkdg. Dienst, Wageningen, Nr. 115, 1950.
- Reinmuth, E., und Schmidt, J., Fragen der Populationsdynamik von *Heterodera rostochiensis* sowie der ökologischen Beeinflussung des Kartoffelnematoden-Befalls. — Dtsch. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin, Tagungsber. 20. 1950, 33—48.
- Schmidt, J., Zur Populationsdynamik des Kartoffelnematoden. — Wiss. Ztschr. Univ. Rostock, Math.-naturwiss. Reihe, 4. 1954, 187—190.

F. SPRAU,

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur, Pflanzenbau und Pflanzenschutz,
München.

Das Verhalten von Zysten des Kartoffelnematoden in Kläranlagen

Im Jahre 1954 wurde in einer Gemeinde in der Nähe von München auf einigen Feldern Nematodenbefall festgestellt. Da diese Felder regelmäßig mit Klärschlamm der Münchner Kläranlage versorgt wurden, wurde von den Besitzern der Verdacht geäußert, daß mit dem Klärschlamm Nematodenzysten auf die betreffenden Felder gebracht worden seien. Um Klarheit zu schaffen, bat die Stadt München, die um den Absatz ihres Klärschlammes besorgt war, das für die Abwasserfragen zuständige Institut für Zoologie und Parasitologie der veterinärmedizinischen Fakultät der Universität München um eine nähere Untersuchung. Soweit sie den Nematodensektor unmittelbar betrafen, wurden die Arbeiten zum Teil in gemeinsamer Arbeit mit dem zuständigen Sachbearbeiter des Instituts, Herrn Dr. Martin, durchgeführt. Daß Zysten des Kartoffelnematoden in das Abwasser gelangen können, steht außer Zweifel. Dies trifft für die Haushaltungen, vielmehr aber noch für die kartoffelverarbeitenden Betriebe zu — es sei hier nur an das „Pfanni-Werk“ in München erinnert —, die das gesamte Kartoffelwaschwasser in das Münchner Abwasserkanalsystem leiten.

Verschiedene Untersuchungen auf diesem oder ähnlichen Gebieten liegen schon vor (Lücke 1965, Sedivy 1966). Hier sollte jedoch einmal exakt das Verhalten der Zysten im Faulbecken bzw. im Faulturm unter den hier herrschenden

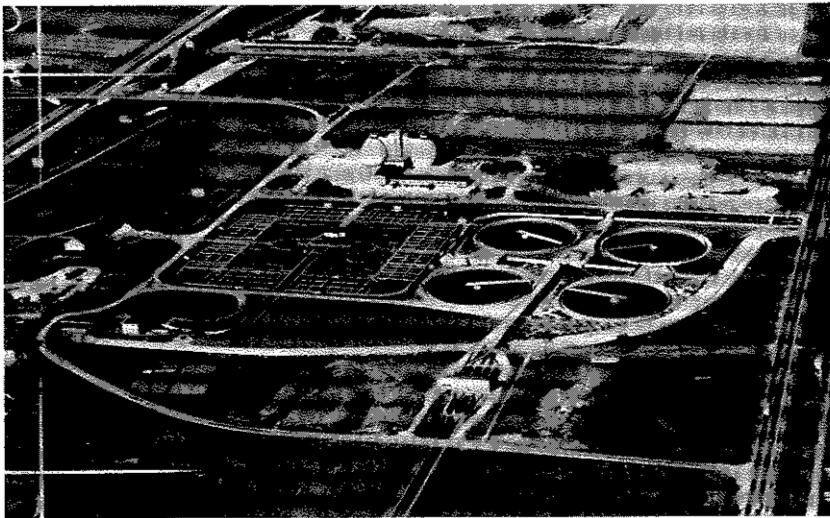


Abb. 1. Kläranlage München-Großblappen (Photo Dickerhoff & Widmann).
Mitte links im Viereck die zahlreichen Kanäle und Becken des Emscher-Brunnens
(alter Teil der Kläranlage).

Mitte rechts die vier Rundklärbecken, die zu der Faulturmanlage gehören. Hinter dem Emscher-Brunnen die beiden Faultürme, die jetzt um zwei weitere ergänzt wurden.

Bedingungen nachgeprüft werden. Da die Ergebnisse in bezug auf das Verhalten der Nematoden in den Kläranlagen von allgemeinem Interesse sind, soll hier kurz über die Methodik und die Ergebnisse der Untersuchungen berichtet werden.

Behandlung des Abwassers. Zum besseren Verständnis seien einige Worte über den Vorgang der Abwasserklärung vorausgeschickt. In München sind zur Zeit zwei Klärsysteme, die Faulschlamm liefern, in Betrieb: 1) der ältere EMSCHER-Brunnen und 2) die neue FAULTURM-ANLAGE. In jedem Fall wird das von der Stadt ankommende Kanalwasser zunächst von groben, schwimmenden Bestandteilen und Sand in einer besonderen Anlage gereinigt. Der Wasseranteil, der im EMSCHER-Brunnen verarbeitet wird, gelangt zunächst in dessen stark verzweigte Kanäle, die die Wassergeschwindigkeit stark herabsetzen und die meisten bis jetzt noch schwebenden organischen Bestandteile zum Absetzen in den Faulraum des EMSCHER-Brunnens veranlassen. Hier bleiben sie etwa 3 Monate und werden durch die Einwirkung der Methan-Bakterien in Methangas und Faulschlamm zersetzt. Das Kanalwasser fließt, noch immer mit einem Teil der feinsten organischen Schwebstoffe beladen, nach einem etwa 2—2½stündigen Aufenthalt in den Kanälen des EMSCHER-Brunnens weiter und gelangt neuerdings zur biologischen Nachklärung in die sog. „Belebtschlammanlage“. Dies sind große Becken, in die durch feine Düsen unter Druck Luft eingeblasen wird. Innerhalb von 1½—2 Stunden ist dieser Vorgang abgeschlossen und das Wasser wird nun nochmals in Absitzbecken geleitet, in denen es etwa 3 Stunden bleibt bis es zu den Fischteichen bzw. den großen Speicherseen weitergeführt wird. 40 % des Schlammes werden dann wieder in die Belebtschlammanlage zur Aufrechterhaltung des Bakterienpotentials, 60 % in den Faulturm zur weiteren Methanvermehrung zurückgepumpt.

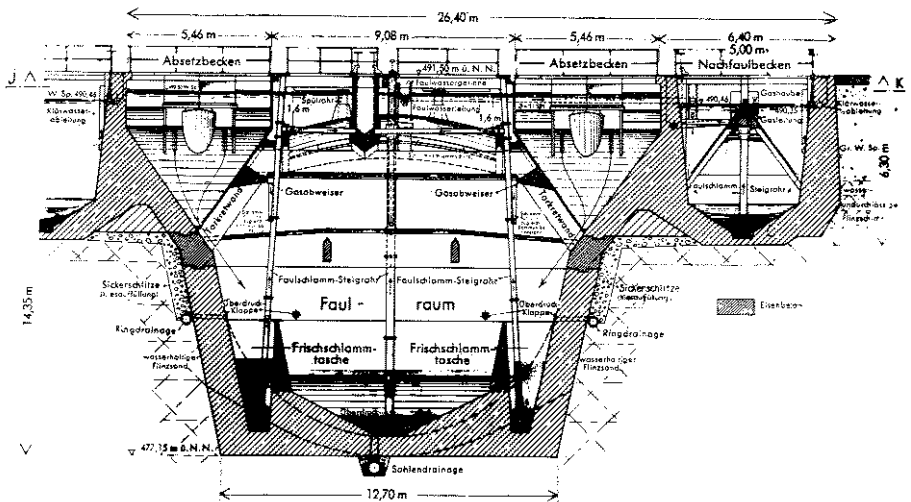


Abb. 2. (Photo Dickerhoff & Widmann).
Durchschnitt durch den Faulraum (Mitte) eines Emscher-Brunnens mit Absatz- und Nachfaulbecken (rechts und links).

Der Rest des grob gereinigten Wassers wird in der Faulturm-Anlage verarbeitet. Es gelangt zunächst in die Rundklärbecken, in denen es wie in dem Emscher-Brunnen etwa 2½ Stunden verbleibt. Während dieser Zeit setzen sich etwa 90 % der organischen Schmutzstoffe ab. Das abfließende Wasser wird mit seinen feinsten organischen Schwebstoffen in der gleichen Weise, wie bereits beschrieben, der biologischen Nachklärung im Belebtschlammbekken ausgesetzt und dabei mit dem vom Emscher-Brunnen ankommenden

den Wasser vereinigt. Der Schlamm der Rundklärbecken wird in die Faultürme gepumpt, wo er unter künstlicher Erwärmung durch Heißdampf auf etwa 32° C während einer Zeit von 14–16 Tagen einer Zersetzung durch Methanbakterien unterliegt. Die Gärzeit ist wegen der hohen Wärme wesentlich kürzer als in dem Emscher-Brunnen, wo der Vorgang, wie bereits beschrieben, etwa 3 Monate in Anspruch nimmt. Der Klärschlamm sowohl aus dem Faulbecken des Emscher-Brunnens als auch aus den Faultürmen wird nun der landwirtschaftlichen Verwertung in verschiedener Weise zugeführt. Früher wurde er flüssig (12 % Feststoffe) mittels Tankwagen und Gleisanlagen auf die Felder hinausgefahren, wobei etwa 240 cbm/ha anfielen. Jetzt wird er als Trockenschlamm verwendet. Dazu wird er in Schlamm-trockenbecken in die Nähe der Felder gepumpt und mit dem Miststreuer bis zu einer Dicke von 1½–2 cm auf die Felder ausgebracht. Das neueste ist allerdings die Ausbringung in Rohren. Der sehr flüssige Schlamm (8 % Festbestandteile) wird dabei durch verlegbare Rohre auf die verschiedenen Teile der Felder gepumpt, wobei etwa 450 cbm auf den Hektar treffen.

Versuche

I. Sinkversuche mit Zysten

Diese Schilderung gibt zugleich auch einen Überblick über den Weg der Nematodenzysten und die Vorgänge, die auf sie einwirken. Da das Abwasser selbst von den äußersten Punkten Münchens nur etwa 5 Stunden im Kanalsystem und etwa insgesamt 7 Stunden in den gesamten Becken bis zum Austritt aus der Kläranlage unterwegs ist, kommen die in das Abwasser gelangenden Zysten nur zum Teil in die Absitzbecken und damit in den Faulschlamm. Die Zysten, die z. T. von den in den Kellern, z. T. von den in größeren Haufen gelagerten Kartoffeln der Verarbeitungsbetriebe stammen, sind nur als mäßig feucht und deshalb als größtenteils im Wasser schwimmend anzunehmen. Versuche mit „kellerfrischen“ Zysten haben das bestätigt. Von 50 älteren nicht mehr vollen, kellerfrischen Zysten, die vorher 3 Stunden eingeweicht worden waren, waren bei Sinkversuchen mit Kanalwasser nach 15 Minuten Sinkzeit praktisch alle noch schwimmend, während von 50 jungen, vollen Zysten, die der gleichen Behandlung ausgesetzt worden waren, mehr als die Hälfte nicht absanken. Erst von den Zysten, die 4 Tage lang in Leitungswasser eingeweicht waren, sanken alle frischen vollen Zysten ab, während

I. Sinkversuche mit Zysten von *Heterodera rostochiensis* in Abwasser

- A. Zysten 4 Tage in Wasser eingeweicht
- B. Zysten dem Keller entnommen
- C. Wie bei B., jedoch 3 Stunden in Wasser eingeweicht
 - I. Alte Zysten, teilweise geleert
 - II. Frische Zysten, voller Inhalt

Ausgangsmaterial	Anzahl der Zysten	Untersuchungszeit/Minuten	Absinkende Zysten	In % der Gesamtzystenzahl
A I	47	42	20	42
A II	46	25	46	100
B I	50	12	1	2
B II	48	90	14	29
C I	47	15	1	2
C II	50	52	29	58

von den älteren nicht mehr vollen Zysten immer noch 58 % schwimmend blieben. Es muß also damit gerechnet werden, daß stets ein Teil der mitgeführten Zysten in der Kläranlage sich mit den absinkenden organischen Stoffen absetzen und in die Faulräume gelangen (Tab. I).

2. Versuche in der Kläranlage

Die Zysten, die im Emscher-Brunnen absinken, werden also 3 Monate, im Faulturm bei höherer Temperatur (32–34° C) 14–16 Tage dem Fäulnisprozeß ausgesetzt. Um den Einfluß dieses Prozesses auf die Zysten zu prüfen, wurden je 50 Zysten in kleine Gazebeutelchen gegeben und diese in kleine an den Seiten durchbrochene Stahlbehälter eingebracht. Diese wurden entweder in den Schlamm des Faulraumes des Emscher-Brunnens oder in den Schlamm des Faulturmes eingeführt und dort verschiedene Zeiten belassen. Nach dem Herausholen der Zysten wurden diese entweder mit dem Schlüpftest (mit Wurzelablaufwasser) kombiniert mit dem Färbetest auf ihren lebenden Inhalt oder aber im Infektionstest durch Ansetzen in Töpfen mit Kartoffeln zusammen auf ihre Infektionstüchtigkeit geprüft.

a) Versuche im Faulraum des EMSCHER-Brunnens

Wie aus Tabelle II hervorgeht, waren von den Zysten, die 14 Tage (18. 4. bis 2. 5. 66), 30 Tage (3. 6.–2. 7. 65) und 32 Tage (18. 8.–20. 9. 66) im Faulraum waren, im ersten Versuch, auf die Kontrolle bezogen, noch 6,1, 4,7 und 5,7 % des ursprünglichen Zysteninhalts am Leben, während in den Versuchen mit 43 Tagen (18. 4.–31. 5. 66) 56 Tagen (18. 8.–13. 10. 65) und 90 Tagen (30. 3.–2. 7. 65) alle Larven und Eier abgetötet waren. In den Topfversuchen, die mit den Zysten, die 14, 32, 43 und 56 Tagen dem Gärungsprozeß ausgesetzt worden waren, durchgeführt wurden, brachten allerdings die je Topf zugegebenen 50 Zysten nur bei dem Versuch mit 32 Tagen eine Zystenneubildung.

II. Zysten im Faulraum des Emscher-Brunnens

Aufenthalt im Faulraum	Schlüpf- und Färbetest			Infektionstest im Topf		
	Lebende Eier und Larven je Zyste			Ø Zahl neugebildeter Zysten je Topf		
	Unbeh.	Faulraum behandelt	in % von unbeh.	Unbeh.	Faulraum behandelt	in % von unbeh.
14 Tage	128	6,1	4,8	170	0	0
30 Tage	135	4,7	3,5	—	—	—
32 Tage	217	5,7	26,2	1341	98	7,3
43 Tage	128	0	0	170	0	0
56 Tage	217	0	0	1341	0	0
90 Tage	240	0	0	—	—	—

b) Versuch im FAULTURM

Bei den Versuchen (Tab. III), in denen die Zysten auf die Dauer von 3 Tagen (18. 4.–21. 4. 66), 7 Tagen (18. 4.–25. 4. 66), 14 Tagen (31. 3.–14. 4. 65) und 16 Tagen im Faulturm verblieben, konnte nur im ersten Fall noch lebender Zysteninhalt in Höhe von 0,8 % der Kontrolle festgestellt werden. Bei allen anderen

Versuchen war der Inhalt der Zysten abgetötet worden. In den Infektionsversuchen im Topf jedoch, die mit den Zysten, die 3 und 7 Tage im Faulraum verbrachten, durchgeführt worden waren, wurden in keinem Fall neue Zysten gebildet.

Aus den Versuchen läßt sich eindeutig schließen, daß im Faulraum des EMSCHER-Brunnens nach etwa 2 Monaten (56 Tage) und daher mit noch größerer Sicherheit nach 3 Monaten (90 Tage) alle Zysten abgetötet sind. Im FAULTURM dagegen, zwar nicht nach 3 Tagen, aber mit Sicherheit doch schon nach 14–16 Tagen der Zysteninhalt seine Lebensfähigkeit eingebüßt hat. Eine Übertragung von Zysten des Kartoffelnematoden durch den Faulschlamm dürfte, wenn die organische Sinkmasse bei ordnungsgemäßer Behandlung die übliche Zeit von 3 Monaten im Emscher-Brunnen oder 14–16 Tage im Faulturm der Gärung unterworfen wurde, wohl mit Sicherheit auszuschließen sein.

III. Zysten im Faulturm

Aufenthalt im Faulraum	Schlüpf- und Färbetest			Infektionstest im Topf		
	Lebende Eier und Larven je Zyste			Ø Zahl neugebildeter Zisten je Topf		
	Unbeh.	Faulturm behandelt	in % von unbeh.	Unbeh.	Faulturm behandelt	in % von unbeh.
3 Tage	128	1,1	0,8	170	0	0
7 Tage	128	0	0	170	0	0
14 Tage	240	0	0	—	—	—
16 Tage	145	0	0	—	—	—

S u m m a r y

In some fields of a village near Munich cysts of *Heterodera rostochiensis* were found. Nearly all the fields of the village were yearly manured with the decomposed sludge of the purification plant of Munich. It is possible that cysts of the potato root eelworm come to the sewage from households or potato processing plants. Special experiments showed a part of the sinking down in sewage water after some time and thus revealed that a great deal of them come to the settling basin and thereafter in the decomposing sludge. In the older purification plant the "Emscher-Brunnen" with the putrefaction basins the cysts remain about 3 months in the new plant, the putrefaction tower which is heated to about 32° C, they stay only 14–16 days. In order to test if the cysts survive the treatment in the sludge the following experiments were carried on. A little bag of perlon gauze was enclosed in a steel cylinder with some openings and so deeped into the decomposing sludge of the basin or the tower for a period of 14–90 days in the first one and for 3–16 days in the last one. The experiments showed that already after 7 days in the tower and after 56 days in the basin the contents of the cysts are dead. This reveals that in both cases this cysts are dead if the sludge stays for the usual time of 3 months (90 days) in the basins and 16 days in the tower. Therefore transmission of living cysts to the fields by means of the sludge of the purification plants as described above is not possible.

Literatur

- L ü c k e, E., Untersuchungen über die Verschleppung zystenbildender Nematodenarten durch landwirtschaftliche Abwasserverwertung. — Gesunde Pflanzen 17. 1965, 83–87.
- Š e d i v ý, J., Die Zysten des Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis* Wollenweber) in den Klärteichen der Stärkefabriken. — Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Berlin, 20. 1966, 11–13.

W. STEUDEL,

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für Hackfruchtkrankheiten und Nematodenforschung, Münster (Westf.).

Auftreten und Schadwirkung von *Heterodera schachtii* im Rheinischen Zuckerrübenbau

Der Rübennematode *Heterodera schachtii* ist im rheinischen Zuckerrübenanbaugebiet bisher nur von relativ geringer Bedeutung, wie die laufenden Bodenuntersuchungen des Pflanzenschutzamtes Bad Godesberg ergeben haben. Da jedoch örtlich immer wieder Herde stärkeren Befalls gefunden wurden, erschien es anlässlich der im gesamten Ackerbau zunehmenden Bedeutung der Fruchtfolgekrankheiten, der allgemeinen Verarmung der Fruchtfolgen und des wirtschaftlichen Wertes der Zuckerrübe für die rheinische Landwirtschaft erforderlich und wünschenswert, den Einfluß der im Rheinland üblichen Fruchtfolgen auf den Massenwechsel des Schädlings unter den örtlichen Boden- und Klimabedingungen der rübenbauenden Praxis vorbeugend zu studieren und die bei verschiedener Befallsintensität zu erwartenden Ertragsverluste zu bestimmen, um im Falle des Aufkommens stärkerer Kalamitäten gerüstet zu sein. Entsprechende umfangreiche Untersuchungen aus der Praxis liegen aus diesem Raum noch nicht vor und die in anderen Ländern veröffentlichten Erfahrungen lassen sich sicher nicht ohne weiteres auf die rheinischen Verhältnisse übertragen.

Mit den Untersuchungen, die vom Lande Nordrhein-Westfalen dankenswerterweise finanziell ermöglicht, und die in enger Zusammenarbeit mit dem Pflanzenschutzamt Bad Godesberg durchgeführt werden, wurde unser Institut vor einigen Jahren betraut. Auf insgesamt 18 Betrieben im Raume Grevenbroich-Neuss, die vom Pflanzenschutzamt ausgewählt wurden, wird auf ausgemessenen Parzellen zahlreicher Felder im Herbst jedes Jahres der Befall mit *Heterodera schachtii* in der oberen Bodenschicht festgestellt und so der Einfluß der betrieblichen Fruchtfolgen auf seine Zu- oder Abnahme unter den örtlichen Bedingungen ermittelt.

Über die Ergebnisse derartiger Untersuchungen kann natürlich erst dann berichtet werden, wenn vieljährige Beobachtungsreihen vorliegen. Wie zu erwarten, ist die Streuung des Befalls in den untersuchten Feldern sehr groß. Als Beispiel seien die Ergebnisse der Untersuchungen nach dem Anbau von Zuckerrüben in den drei Untersuchungsjahren mitgeteilt (Tabelle 1). Die Voraussetzun-

Tab. 1. Befall der Versuchsbetriebe mit *Heterodera schachtii*
nach Anbau von Zuckerrüben.

Jahr	Zahl der Zysten je 100 ccm Erde			Zahl der lebenden Eier und Larven je 100 ccm Erde		
	Max.	Min.	Mittel- wert	Max.	Min.	Mittel- wert
1963	88,0	0,2	15,4	8713	2	1281
1964	64,4	0,0	15,1	12 222	0	2212
1965	40,2	0,0	6,4	9109	0	1000

gen für die Ermittlung der Ertragsverluste erschienen daher zunächst sehr günstig. Die Untersuchung der tieferen Bodenschichten ergab, daß der Befall von der bearbeiteten Bodenschicht nach unten zwar kontinuierlich abnimmt, aber bis zu einer Bodentiefe von 1,20 m noch Zysten mit lebendem Inhalt angetroffen wurden, obwohl es sich um hochwertige Lößböden handelt (Abb. 1).

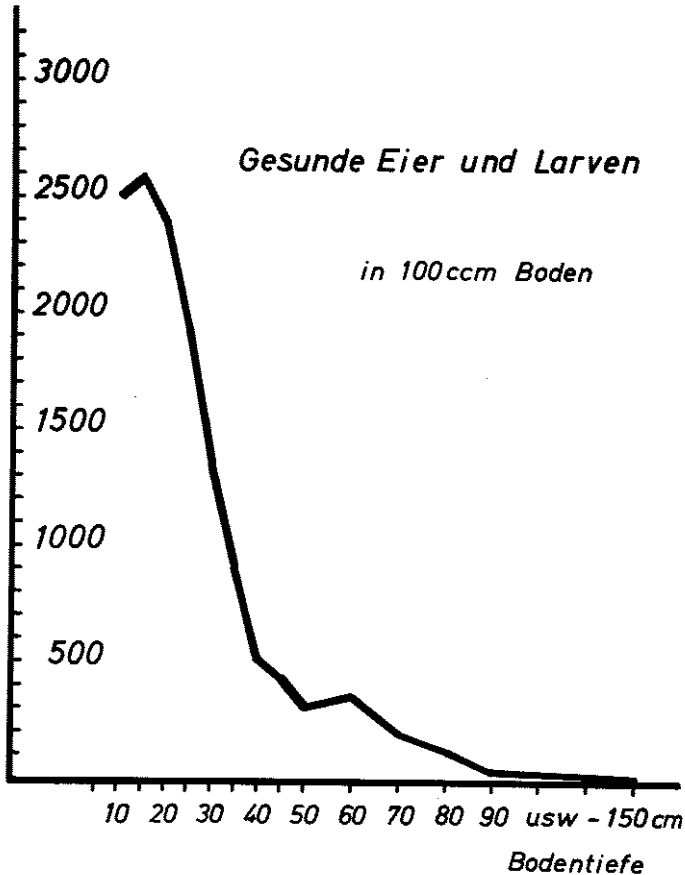


Abb. 1. Das Auftreten gesunder Eier und Larven von *Heterodera schachtii* in Abhängigkeit von der Bodentiefe. — Mittelwerte dreijähriger Untersuchungen

Entgegen den Erwartungen konnten wir in drei Jahren keine Beziehungen zwischen der Höhe der Rüben- und Zuckererträge und der Stärke des Befalls mit *H. schachtii* finden. Offenbar ist die durch zahlreiche andere Faktoren bedingte Streuung der Erträge so groß, daß der Einfluß des Nematodenbefalls in unseren Untersuchungen erst nach vielen Jahren ermittelt werden kann.

Wir haben daher seit 1965 auf einem stark verseuchten Versuchsfeld bei Elsdorf/Rhld. mit Versuchen mit innertherapeutischen Nematiziden begonnen, da bei Einsatz von Bodenentseuchungsmitteln wie Shell D-D die Möglichkeit un-

kontrollierbarer Nebenwirkungen über den Stoffwechsel der Pflanze besteht, wodurch die Höhe der Ertragsverluste beeinträchtigt werden kann (G o f f a r t und H e i l i n g, 1958). Obwohl bei anderen Arten mit derartigen Präparaten Erfolge erzielt wurden, darf man doch nicht vergessen, daß ihre Wirkung vielfach zeitlich beschränkt ist und bei Arten mit mehreren Generationen im Jahr wie *H. schachtii* u. U. größere Schwierigkeiten zu überwinden sind.

Eins der eingesetzten Präparate erwies sich als besonders interessant. Es handelt sich um ein feinkörniges Granulat mit einem Wirkstoff der Carbamoyloximgruppe, der in der US-Literatur als Temik bekannt geworden ist. Es wurde in unseren Versuchen in Aufwandmengen von 25–100 kg/ha bei der Aussaat in die Saattrinne ein- oder nach dem Zustreichen auf die Saattrinne aufgestreut. Obwohl bei höheren Aufwandmengen 1965 eine gewisse Verzögerung des Aufganges der Keimlinge zu verzeichnen war, entwickelten sich die Pflanzen aller behandelten Parzellen bis weit in den Sommer hinein sehr viel besser als die der Kontrollen. Die Ernte des Jahres 1965 bestätigte die Beobachtungen (Tabelle 2).

Tab. 2. Nematodenversuch Elsdorf 1965

	Granulat			
	Kontrolle	40 kg/ha	60 kg/ha	80 kg/ha
Rüben dz/ha	136	300	291	333
Polarisation ‰	16,6	17,0	17,0	17,0
Zucker dz/ha	23	51	50	57
Blatt dz/ha	303	471	525	432
Zysten / 100 ccm Erde	11	19	6	8
lebender Inhalt	1835	1785	1043	700
Vorbefall / 100 cm Erde	41 Zysten mit 4621 gesunden Eiern und Larven			

Auch an den behandelten Rüben entwickelten sich Zysten, wenn auch bei steigender Menge des Granulats in geringerer Anzahl. Die Erträge an Rübenmasse, Zucker und Blatt waren aber wesentlich höher als in der Kontrolle; die Steigerung unterschied sich bei den einzelnen Aufwandmengen nur unwesentlich, was vermuten läßt, daß unter den Versuchsbedingungen des Jahres 1965 eine zeitlich begrenzte Wirkung des Präparates in der ersten Entwicklungsphase genügte, um die Pflanzen gegenüber den Folgen des dann später doch einsetzenden Befalls weitgehend unempfindlich zu machen. Wie die nach Abschluß der Versuchsernte durchgeführten Bodenuntersuchungen zeigen, ist der Befall in den oberen Bodenschichten trotz des Anbaus von Zuckerrüben gegenüber dem Ausgangsbefall merklich zurückgegangen.

Auch im Jahre 1966 wurden bei geringerem Vorbefall ähnliche Wachstumsdifferenzen beobachtet. Da die Versuchsernte erst Ende Oktober möglich ist, führten wir eine orientierende Vorernte durch, deren Ergebnisse in Tab. 3 zusammengestellt sind; nach den mitgeteilten Zahlen sind auch in diesem Jahre beträchtliche Ertragsdifferenzen zu erwarten.

Tab. 3. Nematodenversuch Elsdorf 1966

	Unbehandelt	Behandelt
Blattgewicht g/Pflanze	750	790
Rübengewicht g/Pflanze	510	877
Zuckergehalt ‰	15,4	16,4
Zuckerertrag g/Pflanze	79	144
Vorbefall / 100 ccm Erde	11,4 Zysten mit 1506 gesunden Eiern und Larven	

Allerdings konnten die Versuche beider Jahre aus technischen Gründen erst im Mai angelegt werden; nach den Erfahrungen anderer Autoren (Raski and Johnson, 1959) werden spätgesäte Rüben von *H. schachtii* erheblich stärker geschädigt als frühe. Weitere Versuche sind erforderlich, die Wirkung des Granulats auch unter anderen Kulturbedingungen zu überprüfen. Außerdem hatten beide Versuchsjahre feuchte Sommer; die Wirkung derartiger Granulate wird aber sehr von der Bodenfeuchtigkeit beeinflusst.

Als Ergänzung der Erfahrungen sei mitgeteilt, daß das Präparat im Jahre 1966 auch eine sehr gute Wirkung gegen die im Rübenbau schädlichen Blattläuse zeigte.

Wir hoffen, auf diesem Wege die in der Praxis durch *H. schachtii* verursachten Ertragsverluste schneller und zuverlässiger bestimmen zu können.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Im Rahmen ausgedehnter Untersuchungen zum Einfluß der Fruchtfolge auf den Massenwechsel von *Heterodera schachtii* im rheinischen Zuckerrübenbaugebiet wurden einige innertherapeutisch wirksame Nematizide auf einem stark verseuchten Boden untersucht, um die Möglichkeiten zur Bestimmung der Ertragsverluste zu verbessern.

Mit einem Granulat der Carbamoyloxim-Wirkstoffgruppe konnte durch einfaches Ausstreuen zur Saatzeit in oder auf die Saattrinne nach dem Zustreichen der Befall der Rüben mit *H. schachtii* erheblich verzögert und bei spätgedrillten Rüben, die gegen den Schädling besonders empfindlich sind, beachtliche Mehrerträge gegenüber der Kontrolle erzielt werden.

S u m m a r y

In the course of extensive investigations on the influence of crop rotation on the biology of the beet eelworm (*Heterodera schachtii* Schmidt) some systemic nematicides were tested in heavy infested soil. With a granulate (active material carbamoyloxim) applied at seed time, the attack by *H. schachtii* was considerably retarded, and in late sown beets the yield of beets, tops and sugar was much higher than in the control.

L i t e r a t u r

- Goffart, H., und Heiling, A., Nebenwirkung bei der Nematodenbekämpfung mit Shell D-D und verwandten Mitteln. — *Nematologica* 3. 1958, 213-228.
 Raski, D.J., and Johnson, R.T., Temperature and activity of the sugar beet nematode as related to sugar beet production. — *Nematologica* 4. 1959, 136-141.

Diskussion:

Sprau: Es wurde zuerst ausgeführt, daß auch bei stärkerem Befall mit Rüben-
nematoden keine nennenswerten Schäden zu beachten seien. Wie erklärt sich dann der
starke Schaden, der auf einem der gezeigten Bilder bei der Kontrolle zu beobachten war?

Stuedel: Es handelt sich bei diesem Versuch um Spätsaatrüben, die besonders
empfindlich sind. Außerdem liegen unsere Versuche auf Praktikerfeldern von verschie-
denen Betrieben, die unter Umständen verschieden düngen und zu verschiedenen Saat-
zeiten drillen, so daß die Streuung der Erträge wesentlich größer ist.

B. H O M E Y E R,

Leverkusen

Neue Möglichkeiten der Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden mit Fensulfothion

Für die Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden werden seit Jahren Bodenvergasungsmittel verwendet. Wegen der meist zu geringen Wirkung in der oberen Bodenkrume blieben alle Bekämpfungsversuche gegen das Rübenkopffälchen mit diesen Präparaten bisher ohne Erfolg. Auch ist es wegen der erforderlichen Karenzzeit nicht möglich, Bodenvergasungsmittel zur Bekämpfung von Wurzel-nematoden bei stehenden Kulturen einzusetzen.

Da aber die Bekämpfung des Rübenkopffälchens *Ditylenchus dipsaci* und vor allem die Nematodenbekämpfung bei stehenden Kulturen von besonderer wirtschaftlicher Bedeutung ist, haben wir die Bearbeitung dieser Fragen aufgegriffen mit dem Ziel, ein geeignetes Nematizid für diese bisher offenen Indikationen zu entwickeln.

B e k ä m p f u n g d e s R ü b e n k o p f f ä l c h e n s

Die Rübenrasse von *Ditylenchus dipsaci*, das sogenannte Rübenkopffälchen, ist in den letzten Jahren besonders im süd- und südwestdeutschen Raum, in der Schweiz und in Belgien in wirtschaftlich bedenklichem Umfang aufgetreten. Da sich die Anwendung der Bodenvergasungsmittel gegen Rübenkopffälchen als unzureichend erwiesen hatte und das Umstellen von Rübensaaten auf Pflanzrüben unwirtschaftlich ist, war es notwendig, nach neuen Möglichkeiten der Bekämpfung zu suchen. Dabei stützten wir uns auf die von mehreren Autoren (G o f f a r t, L ö c h e r) durchgeführten Untersuchungen über die Biologie und Epidemiologie dieses Schädling.

Wir machten uns von der Vorstellung einer sogenannten Bodenentseuchung frei, an die bei einer Nematodenbekämpfung im allgemeinen zuerst gedacht wird. Wir halten es für ausreichend, die Rüben vor dem Befall durch *Ditylenchus dipsaci* zu schützen, um so die Erträge zu sichern.

Ein für diese Indikation brauchbares Nematizid muß also folgende Bedingungen erfüllen:

1. Es muß besonders die Tiere in der oberen Bodenzone treffen, in welcher der Befall stattfindet.
2. Es muß gut pflanzenverträglich sein, weil es die Pflänzchen besonders in der Jugendentwicklung schützen muß.
3. Es muß auch in feuchtem Boden gut zur Wirkung kommen, weil die Infektion nur bei ausreichender Bodenfeuchte stattfindet.
4. Es muß eine ausreichende Wirkungsdauer besitzen, weil die wirtschaftlich bedeutsame Vorsommer-Infektion in zwei Schüben stattfindet, wobei der letzte bis etwa Mitte Juni anhalten kann.

5. Das Nematizid muß arbeitstechnisch bequem und wirtschaftlich sein.

Diesen Anforderungen entsprechen nur wenige Verbindungen, von denen sich in unseren experimentellen Prüfungen das 0,0-diaethyl-0-(4-methylsulfoxyphenyl)thionophosphat, das die Kurzbezeichnung Fensulfothion erhielt, am geeignetsten erwies. Diese Verbindung hat eine mittlere bis geringe Wasserlöslichkeit und praktisch keinen Dampfdruck. Der Wirkstoff ist zu einem 10 %igen Granulat formuliert, das den Namen TERRACUR P® erhalten hat.

Schon in den ersten Versuchen hatte sich herausgestellt, daß TERRACUR P selbst auf stark verseuchten Böden den Befall durch *Ditylenchus dipsaci* verhindern konnte. Dank der ausreichenden Verträglichkeit war es möglich, das Granulat unmittelbar nach der Saat zu applizieren, damit die jungen Pflänzchen von vornherein geschützt waren.

Die Wirkungsweise von TERRACUR P kann man sich auf Grund unserer Untersuchungen so vorstellen: bei Trockenheit des Bodens, wenn also die Älchen inaktiv sind, verbleibt der Wirkstoff in dem Granulat. Erst bei Niederschlägen oder bei ausreichender Bodenfeuchte wird der Wirkstoff aus dem Inertmaterial verdrängt. Der Wirkstoff verteilt sich dann im Bodenwasser und verhindert so, daß die Älchen die jungen Rübenpflänzchen befallen. Da nun die Rübenkopfälchen die Pflanzen nur bei ausreichender Bodenfeuchte, nämlich über 19 % Wassergehalt, infizieren, steht der Wirkstoff immer dann zur Verfügung, wenn die Infektionsbedingungen seitens der Bodenfeuchtigkeit gegeben sind. Das Wirkungsprinzip des TERRACUR P entspricht also den Anforderungen für die Bekämpfung der Rübenkopfkrankheit in idealer Weise.

Untersuchungen über die Wirkungsdauer haben ergeben, daß TERRACUR P bei den erforderlichen Aufwandmengen etwa drei bis vier Monate im Boden wirksam bleibt. Diese Werte ließen uns vermuten, daß die Rübenpflänzchen während der gesamten vorsommerlichen Infektionsperiode bis Mitte Juni durch eine einmalige Anwendung zur Zeit der Aussaat geschützt werden können. Eine nur einmalige Applikation würde nämlich die Anwendungskosten vermindern und somit die Bekämpfung des Rübenkopfälchens wirtschaftlicher machen. Es wurde daher in zahlreichen Freilandversuchen geprüft, ob eine einmalige Anwendung ausreicht oder eine zweimalige Behandlung erforderlich ist. Diese Versuche wurden an mehreren Orten im süddeutschen Raum, vornehmlich von der Arbeitsgemeinschaft für Pflanzenschutz und Bodenkultur im Zuckerrübenbau in Worms, durchgeführt. Die mittleren Wirkungsgrade dieser Freilandversuche sind in Abb. 1 zusammengestellt. Sie bestätigen, daß auf Grund der ausreichenden Wirkungsdauer eine einmalige Anwendung mit 30 kg/ha nahezu die gleichen Bekämpfungsergebnisse liefert als wenn die gleiche Aufwandmenge in zwei Terminen gegeben wird.

Wegen der geringen Aufwandmenge von nur 30 kg/ha und besonders wegen der nur einmaligen Behandlung, die zum Zeitpunkt der Saat erfolgen kann, ist diese neue Bekämpfungsmethode auch sehr wirtschaftlich.

® = eingetragenes Warenzeichen.

Die in unserem Institut durchgeführten Rückstandsuntersuchungen haben ergeben, daß bei einer Aufwandmenge von 30 kg/ha die Präparat-Rückstände zur Zeit der Ernte sowohl im Rübenkörper als auch in den Rübenblättern $< 0,1$ ppm lagen.

Inzwischen wurde TERRACUR P mit einer einmaligen Anwendung von 30 kg/ha, unmittelbar nach der Saat auf die zugedekte Drillreihe ausgestreut, gegen Rübenkopffälchen amtlich anerkannt.

Zahl der Behandlungen	Behandlungstermine	Aufwandmengen	Wirkungsgrad
1	z. Zt. der Saat	30 kg/ha	94,6%
2	z. Zt. der Saat und 4 Wochen später	20 kg/ha	95,5%
		10 kg/ha	

Abb. 1. Wirkungsgrad auf Basis verwertbarer Rüben bei einmaliger und zweimaliger Anwendung von Terracur P

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß durch die Anwendung von TERRACUR P gegen *Ditylenchus dipsaci* die jungen Rübenpflänzchen auch gegen Rübenfliegen, Blattläuse, Drahtwürmer, Erdraupen und bis zu einem gewissen Grade auch gegen Moosknopfkäfer geschützt werden.

Bekämpfung von Wurzelnematoden an mehrjährigen Kulturen

Bei Nematodenschäden an stehenden, mehrjährigen Kulturen (z. B. auf verschulten Flächen in Baumschulen, in Rosenkulturen usw.) gab es bisher nur die Möglichkeiten, entweder die Wuchsdepressionen und Mindererträge hinzunehmen oder die Kultur vorzeitig umzubrechen. Daher bestand der dringende Bedarf für ein Nematizid, das hier eingesetzt werden konnte.

Eine wichtige Bedingung für die Anwendung bei stehenden Kulturen ist neben einer guten Pflanzenverträglichkeit ein gutes Bewegungsvermögen des Präparates im Boden. Wir haben das Eindringungsvermögen von TERRACUR P unter natürlichen Freilandbedingungen geprüft. Aus versuchstechnischen Gründen wählten wir dazu ein mit Kartoffelnematoden verseuchtes Feld. Das Präparat wurde mit einer Aufwandmenge von 50 g/qm gleichmäßig ausgestreut und eingeharkt. In Abständen von vier Wochen wurde der Boden in 2 cm-Schichten abgetragen, die so aus den einzelnen Schichten erhaltene Erde im Gewächshaus in Töpfe gegeben und mit Kartoffeln bepflanzt. Die Befallsgrade der einzelnen Schichten zeigen, bis in welche Tiefe der Wirkstoff in noch nematizid wirksamen Dosen eingedrungen ist. Während dieses Versuches betrug die Niederschläge in der Zeit von 0 bis

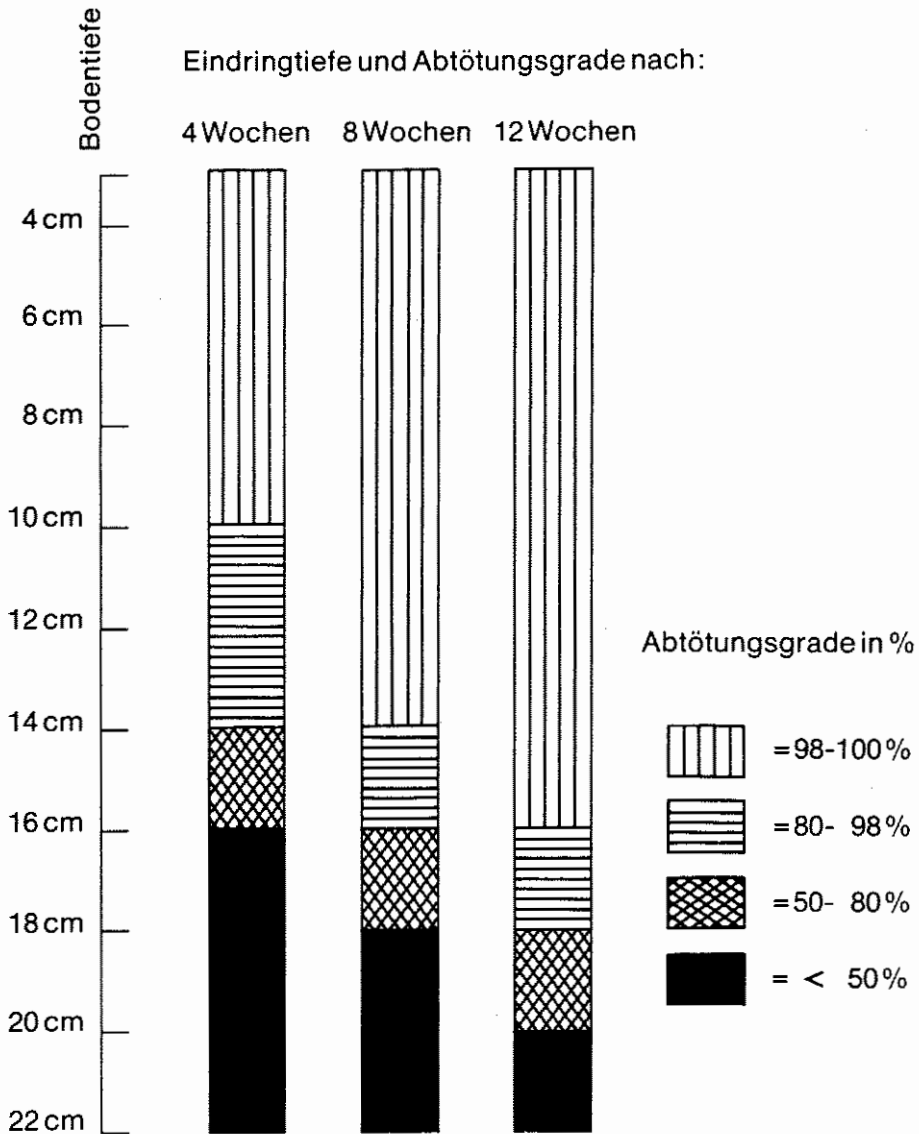


Abb. 2. Die Eindringtiefe von Terracur P unter natürlichen Freilandbedingungen

4 Wochen 48 mm, von 4 bis 8 Wochen 69 mm und von 8 bis 12 Wochen 65 mm. Wie aus der Abb. 2 zu entnehmen ist, drang der Wirkstoff in den ersten vier Wochen ca. 10 cm in den Boden ein. Nach längeren Einwirkungszeiten von 8 bis 12 Wochen wurden die Nematoden bis zu einem Tiefenbereich von etwa 20 cm getroffen.

Da die Verteilung des Wirkstoffes im Boden auch bei normalen Niederschlägen eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt, ist es bei stehenden Kulturen besonders wichtig, daß die Nematodenbekämpfung unmittelbar nach Erkennen des Schadens durchgeführt wird.

Wenn z. B. im Sommer oder Herbst Nematodenschäden an dem fehlenden Zuwachs erkannt werden, sollte die Bekämpfungsmaßnahme nicht erst im nächsten Frühjahr bei Beginn der neuen Vegetation, sondern noch im Herbst erfolgen. Dadurch ist dann im Frühjahr die Verteilung des Wirkstoffes im Boden und damit die Entseuchung soweit fortgeschritten, daß mit Beginn der neuen Vegetation die Wurzeln bereits in einem nematodenfreien Boden neu austreiben können.

So konnten wir in Feldversuchen feststellen, daß z. B. in Versuchsbeeten einer Baumschule, die vorwiegend von *Pratylenchus* und *Tylenchorhynchus*-Arten befallen waren, bei Herbstbehandlung viel bessere Bekämpfungsergebnisse als bei einer Frühjahrsbehandlung erreicht wurden.

Für diese Versuche hatten wir das Präparat breitwürfig ausgestreut und zwischen den Reihen mit einem Vierzahn leicht eingeharkt. Die Herbstapplikation erfolgte im November, die Frühjahrsanwendung im April. Im September wurden Bodenproben aus 10 cm Tiefe entnommen und die Nematoden mit Hilfe der Siebmethode isoliert. Für die Ermittlung der Wirkungsgrade wurden die Nematodenzahlen der Prüfungspartellen stets mit denen der unmittelbar benachbarten unbehandelten Kontrollen in Beziehung gesetzt. Die Wirkungsgrade sind in Abb. 3 angegeben.

Aufwandmenge	Herbstanwendung	Frühjahrsanwendung
12,5 g/qm	77,5%	52,4%
25,0 g/qm	94,8%	81,5%

Abb. 3. Die Wirkung von Terracur P gegen *Pratylenchus* und *Tylenchorhynchus*-Arten nach Anwendungen im Herbst und im Frühjahr

Bei beiden Aufwandmengen zeigte die Herbstanwendung bessere Bekämpfungsergebnisse als die Frühjahrsanwendung. Mit 25 g TERRACUR P pro qm wurde eine etwa 95 %ige Nematodenwirkung erreicht.

Entsprechend war auch der Pflanzenzuwachs bei der Behandlung im Herbst am höchsten. Es wurden an jeweils 300 Pflänzchen die Längen der verschulten Fichten

Ende März und Anfang September gemessen und die Zuwachswerte in Prozent ermittelt. Diese sind in Abb. 4 dargestellt und zeigen, daß die Werte des Pflanzenzuwachses mit den Werten der Nematodenwirkung ziemlich parallel verlaufen. Mit 25 g/qm nach der Herbstanwendung hatten die Pflanzen einen über fünfmal stärkeren Zuwachs als in den unmittelbar benachbarten nichtbehandelten Kontrollen und entsprachen in ihrem Zuwachs etwa den auf gesunden Flächen stehenden Fichten. Somit brauchte die durch Nematodenbefall erkrankte Baumschulkultur nicht umgebrochen zu werden, sondern sie konnte durch die Behandlung mit TERRACUR P wieder saniert werden.

Aufwandmenge	Herbstanwendung	Frühjahrsanwendung
12,5 g/qm	42%	23%
25,0 g/qm	58%	36%
Unbehandelt	11%	9%

Abb. 4. Der Pflanzenzuwachs bei verschulten Fichten nach Anwendung von Terracur P im Herbst und im Frühjahr

Weitere gute Ergebnisse liegen über die Bekämpfung von freilebenden Wurzel-nematoden an Fichten, *Thuja* und Rosen vor (D e r n). Zur Nematodenbekämpfung in Rosenschulen (einschließlich Schnitrosenkulturen) wurde TERRACUR P in diesem Jahr mit einer Aufwandmenge von 25 bis 30 g/qm amtlich anerkannt.

Auch in Übersee konnten 25 bis 50 g/qm sehr gute Bekämpfungsergebnisse gegen freilebende Wurzel-nematoden und Wurzelgallennematoden an Banane, Ananas, *Citrus* und Tee liefern. Die Applikation war hier ebenfalls an der wachsenden Pflanze erfolgt.

Außer den beschriebenen neuen Anwendungsmöglichkeiten kann TERRACUR P auch wie die üblichen Bodenvergasungsmittel überall da eingesetzt werden, wo die Nematodenverseuchung einer Fläche schon vor der Bestellung bekannt ist. Gegenüber diesen hat TERRACUR P den Vorteil, daß es keiner besonderen Applikationsgeräte bedarf, sondern mit dem Düngerstreuer ausgebracht und im Rahmen der notwendigen Bodenbearbeitung mit Fräse, Egge oder Grubber eingearbeitet werden kann. Eine Karenzzeit braucht bei TERRACUR P nicht eingehalten zu werden, jedoch begünstigt eine frühzeitige Anwendung die Wirkung und gibt den Pflanzen von vornherein einen guten Start.

Z u s a m m e n f a s s u n g :

1. Im Fensulfothion, dem aktiven Bestandteil des TERRACUR P, fanden wir einen neuen Wirkstoff, der auf Grund seiner biologischen, chemischen und

bodenphysikalischen Eigenschaften neue Möglichkeiten besonders in der Bekämpfung von Rübenkopffälchen und von Wurzelnematoden an stehenden Kulturen bietet.

2. Wegen der guten Wirkung des TERRACUR P in der obersten Bodenschicht, in welcher *Ditylenchus dipsaci* infiziert und wegen seiner langen Wirkungs-dauer erwiesen sich bei der Bekämpfung des Rübenkopffälchens eine Aufwandmenge von 30 kg/ha und eine nur einmalige Behandlung zur Saatzeit als völlig ausreichend. Dadurch kann dieses Bekämpfungsverfahren als sehr wirtschaftlich bezeichnet werden.
3. Da das Fensulfothion sich über die Wasserphase des Bodens verteilt, gut pflanzenverträglich ist und keine Karenzzeit erfordert, kann TERRACUR P zur Nematodenbekämpfung unmittelbar an die wachsenden Pflanzen appliziert werden. Bei Fichtensämlingen wurde mit 25 g/qm eine ca 95 %ige Wirkung gegen freilebende Wurzelnematoden und wieder ein normaler Zuwachs der zurückgebliebenen Pflanzen erreicht. Somit kann durch die Anwendung von TERRACUR P eine durch Nematodenbefall erkrankte Baumschul-Kultur wieder saniert werden.

S u m m a r y :

1. Fensulfothion, the active principle of Terracur P[®], was found as a new compound, which due to its biological, chemical, and soil-physical properties offers new possibilities especially for the control of beet stem nematodes and of root nematodes on established crops.
2. Because of the good effectiveness of Terracur P in the upper soil layer, where *Ditylenchus dipsaci* infestations take place, and because of the long residual effectiveness a dosage of 30 kg./ha. in a single application at planting time only was shown to be absolutely sufficient for the control of beet stem nematodes.
3. As Fensulfothion is distributed in the soil in the aqueous phase, is well plant-compatible and does not necessitate a waiting period, Terracur P can be applied for nematode control directly to the growing plants. On spruce seedlings an approx. 95 % effectiveness against free-living nematodes and recovery of normal growth of the retarded plants was obtained with 25 g./m². Thus, a tree-nursery infested with nematodes can be cured by the use of Terracur P.

L i t e r a t u r

- D e r n, R., Erfahrungen bei der Nematodenbekämpfung mit TERRACUR P. — Vortrag auf dem 9. Symposium für Nematology in Antibes Sept. 1965 (im Druck).
- G o f f a r t, H., Einige Beobachtungen zur Biologie und Ätiologie des Rübenkopffälchens (*Ditylenchus dipsaci*) (Kühn). — Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem, H. 111. 1964, 62–72.
- L ö c h e r, F., Symptomatik des Befalls durch *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) bei Rüben sowie eine Reihe von bisher noch nicht als Wirte bekannten Pflanzen. — Ztschr. Pfl.krankh. 70. 1963, 413–417.
- , Untersuchungen über die Bodenwanderungen der Rübenform des Stockälchens *Ditylenchus dipsaci* (Kühn). — Zucker 17. 1964, 252–258.

Diskussion

von Berkum: Wenn das Terracur P auf z. B. \pm 20 cm eingebracht wird, wie verhält sich die Wirksamkeit auf *Ditylenchus dipsaci* und andere Nematoden (freilebende Wurzel nematoden)?

Homeyer: Wenn *Ditylenchus dipsaci* bekämpft werden soll, genügt es, das Präparat oberflächlich auszustreuen. Es braucht nur in der obersten Bodenschicht von 3–5 cm zu wirken, weil nur in dieser Zone eine Infektion der jüngeren Rübenpflänzchen stattfindet. Die gegen *Ditylenchus dipsaci* empfohlene Aufwandmenge von 30 kg/ha Terracur P darf nicht bis auf 20 cm eingearbeitet werden, weil sonst die Dosis in der oberen Infektionszone unerschwinglich wird. Gegen freilebende Wurzel nematoden wird die Wirksamkeit durch eine Einarbeitung des Granulates beschleunigt.

Rößner: Welche Art von Boden wurde bei den Untersuchungen von freilebenden Nematoden benutzt? Handelte es sich um einen Sandboden? Bei unseren Untersuchungen konnten wir beträchtliche Unterschiede in der Wirksamkeit des Nematizids Terracur P auf verschiedenen Böden feststellen — auch die einzelnen Nematodengattungen werden unterschiedlich geschädigt — *Rotylenchus* in vielen Fällen stark, *Pratylenchus* dagegen weniger und *Trichodorus* in fast allen Fällen nur sehr gering. Nur in einem Fall erfolgte bei *Trichodorus* eine etwa 70 %ige Abtötung (auf Sandboden).

Homeyer: Bekämpfungsversuche gegen freilebende Wurzel nematoden erfolgten vornehmlich auf Sandböden. Die Wirkung war auf leichten Böden meistens etwas besser als auf schweren. Anzeichen für eine unterschiedliche Wirkung zwischen den einzelnen Nematodengattungen haben wir ebenfalls beobachtet, diese sind aber nach unseren bisherigen Versuchsergebnissen nicht gravierend.

Faber: Der Literatur nach sollen die Ergebnisse der Bodenuntersuchung auf Nematoden von der Temperatur abhängig sein. Bei kalten Böden soll ein geringer Besatz ermittelt werden. Ist darauf die Wirkung von Nematiciden bei der Ausbringung im Herbst zurückzuführen bzw. kann hier ein Zusammenhang bestehen?

Homeyer: Es ist so, daß die Nematodenpopulationen, vor allem bei freilebenden Nematoden, im Boden schwanken. Während des Sommers, vom halben Juli bis zum halben August, ist die Population im allgemeinen niedriger. Sie steigt wieder an im Herbst. Und aus diesem Grund legen wir unsere Untersuchungen in den Herbst.

Sprau: Wie ist die Abhängigkeit des Präparates von der Temperatur?

Homeyer: Die Wirkung ist praktisch nicht temperaturabhängig. Auch hier muß ich wieder sagen, daß bei einer sehr tiefen Temperatur die Wirkung nicht so sehr verlangsamt wird, weil die Nematoden ja bei einer gewissen Bodentemperatur erst infizieren. Die Verteilung ist unabhängig von der Bodentemperatur. Wir haben auch festgestellt, daß im Winter das Präparat sich genau so im Boden verteilt wie im Sommer.

F. WAGNER,

Schönbrunn.

Chemische Bekämpfung des Stockälchens an Rotklee

In den Jahren 1959 und 1960 wurden im niederbayerischen Raum stärkere Ausfälle im Klee bekannt. Bei der Überprüfung wurde festgestellt, daß die Schäden selten durch Klee-Krebs, sondern überwiegend durch Stockälchen des Rotklee (*Ditylenchus dipsaci*) verursacht wurden.

Nachdem die Schadmeldungen sehr umfangreich waren, wurden im gesamten Regierungsbezirk Niederbayern Erhebungen durchgeführt.

Dabei wurde festgestellt:

1. In 21 Landkreisen konnten Kleestockälchen schädigend festgestellt werden. Nur in einem Landkreis war kein Befall bekannt geworden. Am Gesamtschaden dürfte das Älchen mit 60 % beteiligt sein.
2. Das Kleestockälchen ist in der Praxis weitgehendst unbekannt. Alle Schädigungen werden dem Kleekrebs, der namentlich bekannt ist, zugeschrieben.
3. Stockälchenbefall ist auch auf jenen Schlägen festgestellt worden, wo 6 und 8 Jahre, in einem Falle 15 Jahre kein Klee gebaut wurde.
4. Es wurden eindeutige Beweise dafür gefunden, daß das Stockälchen von einem Feld über die Straße in ein anderes Feld verschleppt wurde. Der derzeitige starke überbetriebliche Maschineneinsatz bedeutet damit eine verstärkte Verschleppungsgefahr.
5. Es wurden Betriebe gefunden, die unter Futterschwierigkeiten zu leiden hatten, da sämtliche Äcker des Betriebes von Kleestockälchen befallen waren.

Diese enormen Ausfälle waren Anlaß zu chemischen Bekämpfungsversuchen. Dabei konnte erst im zweiten Jahr der Versuche (1961) ermittelt werden, daß nur frühe Einsätze wirkungsvoll sind. Applikationen eines wirksamen Versuchspräparates (Nemafos) ab September waren auf die Schädlinge ohne Einfluß.

1963 wurde daher sehr frühzeitig das als wirksam erkannte Nemafos-Granulat eingesetzt (Tabelle I). Die behandelten Parzellen zeigten einen Mehrertrag (Herbstschnitt) von 21–48 %. Dieses Ergebnis ist noch ungünstig, da in der unbehandelten Vergleichsparzelle der ausgefallene Samen der Überfrucht (Hafer) günstig keimen konnte und mit 80–90 % am Ertrag beteiligt war.

Die Versuche 1964 (Tabelle II) kamen am 15. 5. und 5. 6. zur Anlage. Hier zeigt sich die nachlassende Wirkung bei späterer Applikation. Bei diesem Versuch wurde keine Ernteermittlung, sondern eine Auszählung der Pflanzen vorgenommen. Wenn die beste Behandlung gleich 100 gesetzt wird, so besitzt die unbehandelte Parzelle nur noch 22 % der Pflanzen. Dieser Versuch demonstrierte die starke Schädigung bereits im Ansaatzjahr.

Andere eingesetzte insektizide Präparate wie z. B. E 605 forte, hatten keine Wirkung.

Tab. I. Versuche 1963.

Versuchsanlage: 18. 4., 25. 4., 8. 5. 1963
 Parzellengröße: 25 qm und 4fache Wiederholung
 Bonitur: 4. 10. 1963
 Ernte: 24. 10. 1963
 Boniturschema: 1 = kein Befall
 9 = Totalschaden.

Behandlung:	kg ha	Termin	ϕ Wertzahl	Ertrag rel %
Unbehandelt	—	18. 4.	8,2	100
Nemafos-Granulat	400	18. 4.	1,0	131
Nemafos-Granulat	300	18. 4.	2,5	121
Nemafos-Granulat	200	18. 4.	2,2	125
Nemafos-Granulat	100	18. 4.	2,5	143
Nemafos-Granulat	100	25. 4.	1,5	131
Nemafos-Granulat	100	8. 5.	1,0	148

Tab. II. Versuche 1964.

Versuchsanlage I: 15. 5. 64
 II: 5. 6. 64
 Parzellengröße: 50 qm
 Bonitur: 7. 10. 1964 4mal 0,5 qm Kleepflanzen.

Behandlung:	kg ha	Su. Kleepflanzen		Gesamt- zahl	rel. %
		I	II		
Nemafos-Granulat	200	196	156	352	100
Nemafos-Granulat	150	189	169	358	102
Nemafos-Granulat	100	167	182	349	99
Nemafos-Granulat	50	160	127	287	82
Unbehandelt	—	39	39	78	22

Trotz dieser sehr guten Wirkung war der Bestand im Frühjahr des folgenden Jahres nicht mehr auswertbar, da die Stockälchen auch die guten Parzellen fast total geschädigt hatten. Damit wurde klargelegt, daß kein dauernder Schutz erreichbar ist, sondern nur ein Aufschub der Zerstörung. Diese Tatsache wird ergänzt durch die Feststellung, daß im Winter Älchen mikroskopisch in den Pflanzen feststellbar sind. Damit kann die vielfache Meinung, daß die Nematoden im Winter aus den Pflanzen auswandern, nicht bestätigt werden, im Gegenteil, sie waren stets in großer Zahl feststellbar.

In die Versuche 1965 wurde zusätzlich zu Nemafos noch Terracur P eingesetzt (Tabelle III). Neben den unterschiedlichen Aufwandmengen erfolgte noch eine zweite Behandlung nach ca. 3 Wochen.

Tab. III. Versuche 1965.

Versuchsanlage: 21. 5. 1965

2. Behandlung: 10. 6. 1965

	5. 11. 65		3. 3. 66		rel. % zum Herbst
	Φ 2 \times 1 qm Pfl. rel. %		Φ 2 \times 1 qm Pfl. rel. %		
Unbehandelt/ha	50	100	22	100	44
Nemafos-Granulat					
50 kg	84	168	42	191	50
50 kg + 40 kg	147	294	58	264	40
100 kg	45	90	42	191	93
100 kg + 100 kg	133	266	64	291	48
150 kg	96	192	49	223	51
150 kg + 150 kg	146	292	49	223	34
Terracur P					
120 kg	119	238	126	573	106
60 kg	132	264	108	491	82
30 kg	142	284	117	532	82
30 kg + 30 kg	135	270	132	600	98

Als Ergebnis war feststellbar, daß im Ansaatjahr durchwegs zufriedenstellende Werte vorliegen. Eine deutliche Differenzierung in der Wirkung war erst im Frühjahr sichtbar. Die mit Nemafos behandelten Parzellen sanken in ihrer Pflanzenzahl gegenüber im Herbst um ca. 50 % nochmals ab. Bei den mit Terracur P behandelten Parzellen sanken die Pflanzenzahlen nur bei 30 und 60 kg/ha Aufwandmengen unter die mit 120 kg und 2 \times 30 kg/ha Parzellen um ca. 20 %. Mit anderen Worten, Terracur P hat eine längere Wirkung.

Zusammenfassung

Das Stockälchen des Rotklee (*Ditylenchus dipsaci*) ist ein weitverbreiteter Schädling und ist mit 50–60 % an der Gesamtschädigung des Rotklee im niederbayerischen Raum beteiligt. Das Älchen kann nicht nur sehr früh – beginnend mit der Keimung – in die Pflanze einwandern, sondern nach der Beobachtung während der gesamten Vegetation einer Pflanze. Der Schutz der Pflanze muß daher ebenso sehr früh beginnen (im 2–4 Blattstadium) und sich auf die weitere Vegetation erstrecken. Wirkstoffe, die nur langsam abgebaut werden, sind daher besser als schnell abbaubare. Eine Wiederholung der wirksamen Aufwandmengen läßt die Wirkung ansteigen.

Als wirksam haben sich gezeigt: Nemafofos mit 100 kg/ha oder 2×50 kg/ha bei einem Applikationsabstand von ca. 1 Monat. Terracur P mit 120 kg/ha oder 2×30 kg/ha bei ca. 1 Monat Applikationsabstand. Die Wirkung von Nemafofos hält über Winter nicht so gut an wie von Terracur P, welches bei den angegebenen Aufwandmengen im Frühjahr dieselbe Pflanzenzahl hat wie im Herbst.

Andere geprüfte insektizide Wirkstoffe, wie z. B. Parathion, Demeton, Dime-thoat und Diazinon, haben sich als nicht wirksam gezeigt.

Einem praktischen Einsatz von Nemafofos oder Terracur P stehen in erster Linie die hygienische Bedenken im Wege. Eine längere Karenzzeit, wie sie bei diesen Aufwandmengen wahrscheinlich notwendig ist, läßt sich nicht einhalten.

Um die Futterversorgung in den befallenen Betrieben zu sichern, bietet sich der Anbau von Persischem Klee (*Trifolium resupinatum*) an. Eingeleitete Versuche haben ergeben, daß dieser Klee von Stockälchen nicht befallen wird und vom Vieh sehr gerne gefressen wird. Ein Nachteil ist die etwas späte Nutzung im Frühjahr. Eine weitere Bearbeitung des Problems Kleestockälchen ist auf Grund der festgestellten großen Schädlichkeit und der weiten Verbreitung notwendig.

S u m m a r y

In Lower Bavaria there is need of weed control of *Ditylenchus dipsaci* on trifolium because a percentage of about 50 to 60 % of trifolium damages is caused by this pest.

Nemafofos and Terracur P (Fensulfothion) have shown effect after some years of control tests. The application of these preparations is done best at the 2—3 leaves status of the clover.

A second treatment is necessary again after 3—5 weeks. To preserve trifolium in winter Terracur was more useful than Nemafofos. High poison content of the preparations and repeated application make utilization impossible, as the food will always contain residues from the preparations.

Only *Trifolium resupinatum* may be applied to contaminated regions in order to preserve the food, as it does not suffer from *Ditylenchus dipsaci*.

H. KÖHLER,

Landespflanzenchutzamt Rheinland-Pfalz, Mainz.

Zehnjährige Beobachtungen über das Auftreten des Hafernematoden in Rheinhessen und der Pfalz

In den Jahren nach dem letzten Krieg war im Zuckerrübenanbaugebiet von Rheinhessen und der Pfalz ein stellenweise starkes Auftreten des Rübennematoden *Heterodera schachtii* festzustellen.

Der Befall beschränkte sich aber fast ausschließlich auf verkehrsgünstig gelegene Felder, auf denen aus Mangel an Zugkraft während des Krieges und in den Jahren nachher ein häufiger Anbau von Zuckerrüben erfolgte.

Eine große Anzahl von Bodenuntersuchungen auf Nematodenzysten, die in den Jahren nach 1954 durchgeführt wurden, zeigte, daß die häufigste zystenbildende Nematodenart nicht *Heterodera schachtii*, sondern *H. avenae* war. Während der Rübennematode in Rheinhessen nur auf 18 %, in der Pfalz auf 14 % der untersuchten Felder zu finden war, zeigt die nachstehende Tabelle das erheblich häufigere

Auftreten von *Heterodera avenae*:

(Auswertung von 2785 Bodenproben)

Kreis	untersuchte Felder	davon befallen	%
Alzey	81	38	47
Bingen	11	4	36
Mainz	16	12	75
Worms	157	134	85
Rheinhessen	265	188	71
Bergzabern	66	42	64
Frankenthal	16	12	75
Germersheim	48	39	81
Kirchheimbolanden	137	82	60
Landau	7	5	71
Ludwigshafen	111	58	52
Neustadt	54	36	66
Speyer	125	66	53
Pfalz	564	340	60

Die Erklärung für das starke Auftreten des Hafernematoden muß in der Vereinfachung der Fruchtfolge gesucht werden, die in den letzten 20 Jahren im untersuchten Gebiet Platz gegriffen hat. Die Tendenz zur viehschwachen bis viehlosen Wirtschaft ist sehr stark. Die Folge war eine starke Ausweitung des Anbaues von Zuckerrüben, Weizen und Gerste, wogegen der Anbau von Luzerne, Kartoffeln, Roggen und Hafer zurückging. Allein die Wirkung des Ausscheidens der Luzerne aus der Fruchtfolge hat sich ungünstig ausgewirkt.

**Auftreten von *Heterodera avenae*
auf Feldern mit Luzerne in 6jähriger Fruchtfolge**

(148 Bodenproben aus 39 Feldern)

Durchschnitt 1,77 Zysten mit Inhalt / 100 ccm Boden

Maximum 8,7 Zysten mit Inhalt / 100 ccm Boden

auf Feldern ohne Luzerne in 6jähriger Fruchtfolge

(227 Proben aus 64 Feldern)

Durchschnitt 5,1 Zysten mit Inhalt / 100 ccm Boden

Maximum 42,0 Zysten mit Inhalt / 100 ccm Boden.

Zur Beobachtung des Populationsverlaufes von *H. avenae* bei den im Beobachtungsgebiet üblichen, oft sehr unregelmäßigen Fruchtfolgen, wurden im Jahre 1957 mehrere Felder ausgewählt, die hohen Besatz an Hafernematoden aufwiesen. Jeden Herbst wurden Bodenmischproben gezogen und die Zahl der Zysten mit lebendem Inhalt bestimmt. (Eine Auswertung nach Ei/Larven-Inhalt war leider nicht möglich, da in mehreren Feldern auch *H. schachtii* vorhanden war, so daß zur genauen Artbestimmung eine Quetschung der Zysten erfolgen mußte.)

Eine globale Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse zeigt, neben einer großen Variationsbreite in der Vermehrung, eine deutliche Abhängigkeit von den Frühjahrsniederschlägen z. Z. der Einwanderung der Nematodenlarven in die Wirtspflanzen. Besonders der Vergleich der Trockenjahre 1962–1964 einerseits zu dem extrem niederschlagsreichen Jahr 1965 zeigt diese längst bekannte Tatsache:

Hafernematodenbefall ändert sich um %

a) = Niederschlag 1. 11.–31. 4./mm b) = Niederschlag Mai/mm
() = Zahl der untersuchten Proben

	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	durchschnittlich
	a) 208 b) 105	a) 199 b) 32	a) 186 b) 67	a) 259 b) 51	a) 266 b) 56	a) 245 b) 15	a) 188 b) 52	a) 312 b) 77	
Hafer	—	+441(14)	—	—	—	—	—	—	+441
Weizen	+ 53(5)	+ 94(70)	+ 41(37)	+ 57(72)	- 21(31)	- 28(29)	+ 25(14)	+ 217(14)	+ 55
Gerste	+ 88(3)	+ 92(9)	+ 43(54)	- 15(38)	- 18(3)	+ 13(53)	- 52(7)	+ 55(16)	+ 26
Roggen	- 19(8)	—	+ 12(18)	- 10(18)	—	- 17(3)	- 62(19)	+ 18(11)	- 11
Z-Rübe	- 43(70)	- 40(10)	- 36(39)	- 56(16)	- 63(51)	- 29(4)	- 64(19)	- 56(19)	- 48
Luzerne	—	—	- 82(3)	- 34(15)	- 72(6)	- 50(9)	- 38(9)	- 63(6)	- 57
Kartoffel	—	—	—	- 55(4)	- 76(4)	—	—	- 90(3)	- 74

Die starke Vermehrung im Trockenjahr 1959 zeigt aber auch, daß nicht allein die Niederschlagsmenge für eine stärkere Larveneinwanderung verantwortlich gemacht werden kann. Auf die Bedeutung des Porenvolumens hat Wallace 1956 bereits hingewiesen. Wie stark ein zu geringes Porenvolumen oder, was dem entspricht, eine hohe Bodenverdichtung die Nematodeneinwanderung in die Wirtspflanze hemmt, zeigte sich in den Jahren 1965 und 1966, in denen Hafer sehr stark z. T. bis zum Totalausfall geschädigt war. Deutlich zeigte sich hierbei eine

geringere Schädigung in den Fahrspuren, eine stärkere zwischen den Fahrspuren. Eine Bodenuntersuchung auf einem annähernd total geschädigten Haferfeld zeigte

in der Fahrspur 948 Eier und Larven in 100 ccm Boden

zwischen der Fahrspur 3604 Eier und Larven in 100 ccm Boden.

Starke Schäden durch Hafernematoden an Hafer wurden erstmalig 1956 beobachtet, sie traten verstärkt auf in den Jahren 1960, 1965 und 1966.

An Weizen wurden stärkere Schäden erstmalig 1965 beobachtet. Im Gegensatz zu eingehenden englischen Untersuchungen (Hesling 1959), in denen Winterweizen als befallsfrei bezeichnet wird, ist in unseren Untersuchungen kein Unterschied zwischen Winter- und Sommerweizen hinsichtlich der Vermehrungsquote festzustellen. Der Befall erfolgt im wesentlichen im Frühjahr.

Ohne Zweifel verträgt Weizen einen relativ hohen Zystenbesatz. Schäden treten im allgemeinen erst auf beim Vorhandensein ungünstiger Umweltbedingungen oder weiterer Parasiten. So hat sich auf mehreren Feldern ein zusätzlicher Befall von *Cercospora* z. T. verheerend ausgewirkt.

Gerste ist zwar aufgrund der vorliegenden Untersuchungen einwandfrei als Vermehrungspflanze anzusehen, ein wesentlicher Schaden konnte bisher jedoch noch nicht festgestellt werden.

Roggen ist die am wenigsten gefährdete Getreideart. In 9 Jahren konnte nur zweimal eine schwache Vermehrung festgestellt werden, in allen anderen Jahren ein z. T. erheblicher Rückgang.

Zusammenfassend muß gesagt werden, daß dem Hafernematoden in Rheinhessen-Pfalz erhöhte Aufmerksamkeit als Schädling geschenkt werden muß. Bei oft unregelmäßigen Fruchtfolgen mit einem Getreideanteil von 75 bis zu 90 % ist ein weiterer Anstieg der Population zu erwarten. Dies könnte sich vor allem im Zusammenwirken mit anderen Fruchtfolgeerkrankungen nachteilig auswirken.

Summary

In the intensive agricultural territories of Rheinland-Pfalz, the crop relation was very much simplified. By reasons of rationalisation, the most agricultural farms work without or only with few cattle.

Fodder plants are retrograde crops, particularly lucerne and oats, but also potatoes. The part of cereals is usually 75 % or more. The consequent effect was a increase of the cysts-forming nematode *Heterodera avenae* Woll. This species was found in more than 80 % of the fields in any districts.

In course of ten years old investigates, it could be indicated, that a regular increase take place on oats, wheat and barley, on rye only in humide years.

Great damage could be observed not only on oats, but also on wheat in the last years. Also wintercorn was attacked, whereby the immigration of larves largely happened in spring.

Literatur

- Dixon, G. M., The effect of spring rainfall on the host-parasite relationship between the cereal root eelworm (*Heterodera avenae* Woll.) and the oat plants (*Avena sativa*). — Nematologica 9. 1963, 521–526.

- Fidler, J. H., and Bevan, I., Density of Cereal Root Eelworm. — *Nematologica* 9. 1963, 412–420.
- Hesling, I. J., Some observations on cereal — root — eelworm population of field plots of cereal with different sowing times and fertiliser treatments. — *Ann. appl. Biol.* 47. 1959, 402–409.
- Kort, J., Het voorkomen van het Havercystenaaltje *Heterodera avenae* Filipger 1934 = *H. major* Schmidt (1930) in Nederland. — Versl., Meded. plantenziektenkdg. Dienst, Wageningen, 130. 1957, 143–146.
- , Enkele waarnemingen over populatie schommelingen by het havercystenaaltje, *Heterodera avenae* (= *H. major*) onder invloed van enige gewassen op sandgrond. — *Tijdschr. Planteziekten* 65. 1959, 1–4.
- Wallace, H. R., The influence of the soil moisture on the emergence of larvae from cysts of the Beet Eelworm, *Heterodera schachtii* Schmidt. — *Ann. appl. Biol.* 43. 1955, 477–484.
- , Movement of eelworms I. The influence of pore size and moisture content of the soil on the migration of larvae of Beet Eelworm, *Heterodera schachtii* Schmidt. — *Ann. appl. Biol.* 46. 1958, 74–85.
- , *The Biology of Plant Parasitic Nematodes* London 1963.

D i s k u s s i o n

Eschenhagen: 3 Farbdias zeigen das Auftreten von *Heterodera avenae* auf einer podsolierten Braunerde, insbesondere einen anscheinend gesund gebliebenen (grünen) Streifen, eine mutmaßliche Wagenspur. Der Nematode konnte auch auf Marschboden und guter Braunerde Ostholsteins beobachtet werden; auf leichten Böden ohnehin.

Schmidt: In Schleswig-Holstein wurden gleich starke Schäden durch Hafernematoden beobachtet, wie sie der Vortragende schilderte. Bei Sommerweizen zeigte sich das gleiche Schadbild wie an Hafer; die Blätter färben sich allerdings nicht blaurot, sondern gelb. Wie sieht das Schadbild bei Winterweizen aus, wenn sichtbare Schäden durch Hafernematoden vorliegen?

Köhler: Die Symptome waren mehr oder weniger gleich, also Verkürzung und Vergilbung. Im Beobachtungsgebiet wurde *Heterodera avenae* auch auf den ausgesprochenen Lösslehmböden stark gefunden.

E. LUCKE und H. WEBER,

Pflanzenschutzamt Hannover.

Untersuchungen zum Hafernematodenproblem

(2. Mitteilung)

Das starke Schadauftreten des Hafernematoden auf den leichten und mittleren Böden Norddeutschlands hat uns in den letzten 4 Jahren gründlich gelehrt, unsere Ansichten über diesen Nematoden revidieren zu müssen. Insbesondere die Witterungseinflüsse (vgl. Goffart 1932 u. 1941, Dixon 1963) geben längst keine ausreichenden Hinweise mehr, um die erhebliche Zunahme der Schadfälle zu erklären (s. dazu Dieter 1958 u. 1960). Vielmehr ist der stetige Befallsanstieg, welcher in vielen Fällen zu Totalschäden führte, auf die Ausdehnung des Getreidebaues, speziell des Sommergetreideanbaues, zurückzuführen.

Diese Verseuchungszunahme wurde vornehmlich in Befallsgebieten des Kartoffelnematoden beobachtet, wo also durch die Einschränkung des Kartoffelbaues zwangsläufig der Getreideanbau erweitert wurde. Daher mußte versucht werden, hier unverzüglich wirksame Gegenmaßnahmen einzuleiten, wobei die chemische Bekämpfung aus wirtschaftlichen Erwägungen von vornherein ausschied. Das Hauptinteresse unserer im Jahre 1965 begonnenen Untersuchungen (vgl. Lucke und Weber 1966) mußte sich auf Sortenversuche richten, um die Befallsunterschiede an den einzelnen So-Getreidesorten zu ermitteln. Dies war um so notwendiger, als sich das heutige Sortenbild gegenüber den früheren Untersuchungen verschiedener Autoren wesentlich gewandelt hat (vgl. z. B. Dieter 1958) und speziell die im Befallsgebiet verbreitet angebauten Sorten berücksichtigt werden mußten. Zudem wird bei uns — im Gegensatz zu Dänemark (vgl. u. a. Andersen 1961) — bisher keine gezielte Resistenzzüchtung gegen den Hafernematoden betrieben.

Die Versuche wurden auf totalgeschädigten Schlägen angelegt, insgesamt wurden rd. 2 ha Befallsfläche in die Versuche einbezogen. Die Parzellengröße schwankte je nach Fragestellung zwischen 12,5 und 400 m²; in jedem Falle waren die Parzellen groß genug, um repräsentative Ertragsermittlungen durchzuführen. Je Parzelle wurden vor der Versuchsanlage 2 Bodenproben von jeweils 200 cm³ untersucht, die Ausgangsverseuchung betrug im Durchschnitt rd. 1700 Eier und Larven in 100 cm³ Boden. Zur Feststellung der Endverseuchung wurde unmittelbar nach der Ernte dieselbe Bodenmenge je Parzelle entnommen.

Bei allen diesen Versuchen wurden zur Zeit der Zystenreife von jeder Parzelle und je Auswertungstermin 20 Pflanzen auf Besatz mit frischen Zysten untersucht, und zwar nicht nur die Wurzeln, sondern auch die Wurzelspül Erde.

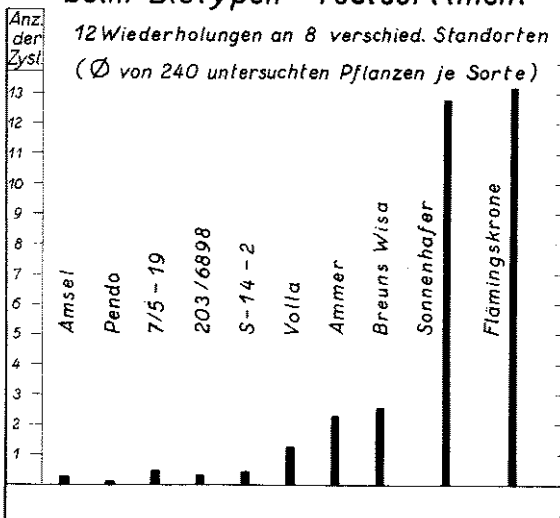
Das Ziel unserer Sortenversuche war es, das Verhalten der einzelnen So-Getreidearten und -sorten gegenüber dem Nematodenbefall im Hinblick auf den Ertrag und die Zystenvermehrung zu studieren, und zwar an insgesamt 59 Getreidesorten. Untersucht wurden je Sorte mindestens 40 Pflanzen und maximal 400. Dabei zeigte sich erwartungsgemäß (vgl. Jones and Moriarty 1956, Duggan 1958), daß sich sowohl bei der So-Gerste (s. auch Gair, Price and Fiddian 1962) und beim So-Weizen als auch beim Hafer große Unter-

schiede im Zystenbesatz ergeben und daß bei den So-Gersten- und Hafersorten jeweils einige Sorten mit sehr niedrigen Zysten Zahlen vorhanden sind. Diese Sorten sind für die Praxis unseres Befallsgebietes interessant, sie geben uns schon Hinweise für unsere Anbauempfehlungen, wenn auch mit ihnen die Versuche fortgeführt werden müssen. Es ist natürlich ein Unterschied, wenn vergleichsweise anfällige Sorten mit starker Zystenvermehrung — wie Sonnenhafer und Flämingskrone — einen Ertrag von 13 bzw. 14 dz/ha erbringen gegenüber 24 dz/ha der Sorte Silva, welche kaum Zystenbesatz aufweist. Jedoch bestehen längst nicht in jedem Falle so klare Beziehungen zwischen Nematodenbefall und Ertrag wie bei den genannten Sorten; verschiedene Sorten können selbst noch bei hohem Zystenbesatz beachtliche Erträge liefern.

Von den erwähnten 59 Sorten wurden 22 bereits im Vorjahr auf denselben Parzellen angebaut. Sie mußten also in diesem Jahre mit den Zysten fertig werden, die sie im Jahr zuvor selbst produziert hatten. Während sich bei den anfälligen Gerstensorten Ertragsdepressionen bis zu 37,6 % ergaben, war bei den resistenten Sorten Pendo und Amsel ein Ertragsanstieg festzustellen, und zwar bis 22,9 %. Am augenfälligsten war der Ertragsabfall bei den Hafersorten, er betrug hier maximal 72,5 %.

Diesen Ergebnissen kann man durchaus mit dem Einwand begegnen, daß sie nur regionale Bedeutung haben, zumal bei uns — im Gegensatz zu Dänemark (s. Andersen 1959), Holland (s. Kort, Dantuma and v. Essen 1964) und England (s. Fiddian and Kimber 1964) — das Biotypenproblem noch ungeklärt ist. Aus diesem Grunde wurde in Anlehnung an die ausländischen Untersuchungen ein Testsortiment zusammengestellt (s. hierzu Andersen 1961; Kort, Dantuma and v. Essen 1964), um zu versuchen, die Biotypenfrage in unseren Befallsgebieten zu klären. Das Testsortiment bestand an 11 Standorten aus 10 Sorten, an weiteren 3 Standorten aus 4 Sorten. Im einzelnen waren,

Zystenbesatz / Pflanze beim Biotypen - Testsortiment



wie die Abbildung zeigt, folgende So-Getreidesorten im Biotypentestsortiment vertreten: die Amsel, die sich seit 2 Jahren bei uns als sehr resistent erwiesen hat; 4 dänische Sorten bzw. Stämme, von denen die ersten beiden, also Pendo und 7/5—19, die Resistenz der zurückgezogenen Sorte Drost enthalten und gegen den dänischen Biotyp 1 resistent sind, in Holland zeigte die Sorte Drost Resistenz gegen die Rassen A, B, D; die beiden anderen Stämme, 203/6898 und S—14—2, weisen die Resistenz des Barley 191 gegen die dänischen Rassen 1 und 2 auf, wobei zu bemerken ist, daß Barley 191 resistent ist gegenüber den holländischen Biotypen A, C, D, jedoch anfällig gegenüber B; die Sorte Ammer ist mit der Amsel verwandt, so daß wir ähnliche Resistenzeigenschaften wie bei der Amsel hofften; Breuns Wisa und Volla gelten als anfällig und werden im Befallsgebiet verbreitet angebaut. Als anfällige Hafersorte wurde Flämingskrone hineingenommen, während der Sonnenhafer zwar von beiden dänischen Biotypen befallen wird, jedoch nicht von den holländischen Rassen B und D. Die Abbildung ist eine zusammenfassende Darstellung von 12 Wiederholungen an 8 verschiedenen Standorten. Diese summarische Darstellung ist aus dem Grunde berechtigt, weil sich in fast allen Fällen nur geringfügige Unterschiede von Standort zu Standort ergaben und sich vereinzelt Ausreißer in den Nachuntersuchungen nicht bestätigten. Aus diesen Ergebnissen geht hervor, daß in unserem Befallsgebiet die Bearbeitung des Biotypenproblems bisher keine vordringliche Aufgabe darstellt, sie muß jedoch intensiv weiterverfolgt und auf weitere Teile unseres Dienstbereiches ausgedehnt werden.

S u m m a r y

Economic reasons exclude the use of nematicides for the control of the cereal root eelworm (*Heterodera avenae* Woll.) at all. A successful action against this eelworm is the growing of cereal varieties which are resistant to nematodes.

Therefore, in 1965, we started field experiments to find out differences in resistance especially of the spring cereal varieties (in 1965 with 22, in 1966 with 59 varieties). At the same time tests in drain pipes were carried out.

These investigations proved considerable differences in the production of cysts and in the yield of the spring barley and spring wheat varieties as well as oat varieties. The farmers are most interested in those varieties producing the lowest numbers of cysts.

In 1966, 22 varieties were grown on the same plots as in 1965. Under these conditions the susceptible barley varieties showed, after having been attacked by nematodes, a decrease in the yield up to 37.6 %, whereas the yield of the resistant varieties increased up to 22.9 %. The yield of the oat varieties decreased up to 72.5 %.

The occurrence of biotypes was examined by 10 test varieties (8 spring barley, 2 oat varieties) following foreign investigations. Until now the tests did not show the occurrence of biotypes.

L i t e r a t u r

- Andersen, S., Resistance of barley to various populations of the cereal root eelworm (*Heterodera major*). — Nematologica 4. 1959, 91—98.
 —, Resistenz mod havreål, *Heterodera avenae*. — Med. 68, Kgl. Vet. — Landbohøjsk., København, 1961, 179 S.

- Dieter, A., Beobachtungen über *Heterodera major* O. Schm. an Hafer. — Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Berlin, 12. 1958, 155–158.
- , Beobachtungen über *Heterodera major* O. Schm. an Hafer. 2. Mitteilung. — Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Berlin, 14. 1960, 43–48.
- Dixon, G. M., The effect of spring rainfall on the host-parasite relationship between the cereal root eelworm (*Heterodera avenae* Woll.) and the oat plant (*Avena sativa* L.). — Nematologica 9. 1963, 521–526.
- Duggan, J. J., Population studies on cereal root eelworm *Heterodera major* (O. Schmidt, 1930). — Econ. Proc. R. Dublin Soc. 4. 1958, 103–119.
- Fiddian, W. E. H., and Kimber, D. S., A study of biotypes of the cereal cyst-nematode (*Heterodera avenae* Woll.) in England and Wales. — Nematologica 10. 1964, 631–636.
- Gair, R., Price, T. J. A., and Fiddian, W. E. H., Cereal root eelworm (*Heterodera avenae* Woll.) and spring barley varieties. — Nematologica 7. 1962, 267–272.
- Goffart, H., Untersuchungen am Hafernematoden (*Heterodera schachtii* Schm.) unter besonderer Berücksichtigung der schleswig-holsteinischen Verhältnisse. — Teil I: Arb. Biol. Reichsanst. 20. 1932, 1–26. Teil II: Arb. Biol. Reichsanst. 23. 1941, 141–161.
- Jones, F. G., and Moriarty, F., A preliminary experiment on the effect of various cereals on the soil populations of the cereal root eelworm *Heterodera major*. — Nematologica 1. 1956, 326–330.
- Kort, J., Dantuma, G., and van Essen, A., On biotypes of the cereal-root eelworm (*Heterodera avenae*) and resistance in oats and barley. — Netherl. J. Plant Pathol. 70. 1964, 9–17.
- Lücke, E., und Weber, H., Untersuchungen zum Hafernematodenproblem. — Gesunde Pflanzen 18. 1966, 168–170.

D i s k u s s i o n

Wagner: Während in Bayern nach dem letzten Krieg vor allem in den alten Haferbaugebieten des Fichtelgebirges stärkere Schäden durch Hafernematoden aufgetreten sind, zeigten sich ab 1964 auch in dem Weizen- und Braugerstenanbaugebiet des Ochsenfurter Gaus bei Hafer starke Ausfälle. Auch hier kann die Vermehrung des Hafernematoden nicht allein an Hafer erfolgt sein, sondern sie muß durch erhöhten Anbau von Weizen und Gerste bedingt sein. Seit 1965 wurden daher auf verseuchten Feldern verschiedene Getreidearten und -sorten vergleichend angebaut und die ausgebildeten Cysten bestimmt. Von den geprüften Sommergerstensorten und -stämmen zeigten ausländischen Züchtungen deutlich niedrigeren Cystenbesatz. Während die Sommerweizen mittleren Befall aufwiesen, waren Hafer, mit Ausnahme der Sorte Silva, am stärksten befallen.

Bei 10 über Nordbayern verteilten Versuchsstellen konnten bisher keine Anzeichen für das Auftreten von biologischen Rassen beobachtet werden, jedoch sind hierüber weitere Untersuchungen erforderlich.

Das Auftreten von Hafernematodenschäden ist auch hier nicht auf leichten Boden beschränkt, jedoch scheint auf schwerem Boden eine deutliche Abhängigkeit zur Bodenfeuchtigkeit zu bestehen. 1966 war der Schaden wohl infolge späterer Saat im trockenerem Boden weniger schwer. Fahrspurunterschiede werden auch hier beobachtet, jedoch erscheint es erforderlich, eine Methode zu erarbeiten, durch die die eigentliche Schadwirkung der Hafernematoden von sonstigen Schadfaktoren differenziert werden kann.

Homeyer: Hafernematoden stellen während der Infektionszeit hohe Ansprüche an gute O₂-Verhältnisse des Bodens. Daher tritt *Heterodera avenae* vornehmlich auf leichten, gut durchlüfteten Böden und kaum auf schweren Böden auf. Der geringere Befall und der bessere Wuchs der Haferpflanzen in der Fahrspur kann vielleicht durch O₂-Mangel infolge der Bodenverdichtung unter den Radspuren erklärt werden. Dabei genügt es für den

gesunden Wuchs der Haferpflanzen wahrscheinlich, wenn die *H. avenae*-Larven nur während der Jugendentwicklung der Pflanzen nicht infizieren können.

L ü c k e : Auf unseren schweren Böden hat das Hafernematodenproblem bisher keine Bedeutung. Das Hauptschadgebiet fällt mit dem des Kartoffelnematoden zusammen und das sind eben unsere leichten, das sind mittlere Böden. Schwere Böden wurden überhaupt nicht in die Untersuchungen einbezogen.

K ü t h e : Hafernematodenschäden sind auf Basaltverwitterungsböden und auch auf Lößlehmböden 1965 aufgetreten. Die Fahrspuren standen besser als die lockeren Stellen des Ackers.

L ü c k e : Hafernematoden treten in Dänemark auf schweren Böden verbreitet auf, die Ertragsdepressionen bei der Sommergerste sind jedoch gering.

D e r n : In der Gemeinde Ossenheim, Krs. Friedberg, wurden in diesem Frühjahr sehr starke Hafernematodenschäden an Winterweizen beobachtet. Der Weizen wurde umgebrochen. Die Schäden glichen sehr den üblichen Schäden durch Hafernematoden an Hafer. (Der gleiche Acker zeigte bereits 1965 starke Hafernematodenschäden an Hafer).

F. BURCKHARDT,

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für Hackfruchtkrankheiten und Nematodenforschung, Münster (Westf.).

Über das Vorkommen von Blattälchen an Unkräutern und anderen Wildpflanzen

Die verbreitetsten parasitären Arten der Gattung *Aphelenchoides*, die an oberirdischen Pflanzenteilen und fast nur in den Blättern, gelegentlich aber auch in Blüten und Stengeln vorkommen, sind *Aphelenchoides fragariae* (Ritzema Bos), das Erdbeerälchen, und *A. ritzemabosi* (Schwartz), das Chrysanthemenälchen. Eine dritte Art, *A. blastophthorus* Franklin, wurde in Deutschland bisher nur an kultivierten Maiblumen (*Convallaria majalis*) auf Vermehrungsflächen, in Gärtnereien und Hausgärten gefunden*); für *A. blastophthorus* sind erst wenige Wirtspflanzen bekannt (vgl. Goodey, Franklin u. Hooper 1965).

Das stark verbreitete Vorkommen der Blattälchen bei zahlreichen Pflanzenfamilien, -gattungen und -arten zeigt eine Zusammenstellung der Wirtspflanzen von *A. fragariae*, *A. ritzemabosi*, gemeinsamen Wirten beider Arten und von *A. blastophthorus* (nach den Angaben bei Sturhan 1962 und Goodey, Franklin und Hooper 1965), wobei die Zahlen in Klammern sich jeweils auf Farne beziehen:

	Wirtspflanzen von Blattälchen		
	Familien	Gattungen	Arten
<i>A. fragariae</i>	50 (3)	136 (25)	298 (94)
<i>A. ritzemabosi</i>	44 (1)	117 (2)	179 (2)
<i>A. ritz.</i> + <i>A. frag.</i>	16 (1)	25 (1)	38 (1)
<i>A. blastophthorus</i>	8	11	11

Der Wirtspflanzenkreis von *Aphelenchoides fragariae* ist mit 298 Arten aus 50 Familien weit größer als der von *A. ritzemabosi* mit 179 Arten aus 44 Familien. An Farnen kommt fast ausschließlich *A. fragariae* vor, bei insgesamt 94 Arten, während bisher nur 2 Farne als Wirte von *A. ritzemabosi* bekannt sind. *A. fragariae* bevorzugt neben den Farnen die Familien der Ranunculaceen mit 7 Gattungen und 27 Arten und der Liliaceen mit 5 Gattungen und 16 Arten, aber auch die Compositen mit 11 Gattungen und 16 Arten. Die Compositen werden jedoch noch häufiger durch *A. ritzemabosi* befallen. 9 Arten der Compositen sind Wirtspflanze beider Nematodenarten, z. B. *Chrysanthemum indicum*, *Dahlia variabilis*, *Doronicum caucasicum* und *Zinnia elegans*.

Infektionen mit erheblichen Schäden sind in Gewächshauskulturen nicht selten, wo die Verbreitung und Entwicklung der Älchen besonders durch hohe Luftfeuchtigkeit begünstigt wird. Starke Schäden wurden u. a. an Farnen, Gesneriaceen, Begoniaceen und Crassulaceen beobachtet. Auch in ein- und mehrjährigen Freilandkulturen, z. B. bei Stauden und in Erdbeerkulturen (vor allem in 2- und 3jährigen Beständen), kommt häufig Befall vor, nicht selten durch beide Blattälchenarten gleichzeitig. Untersucht man die Wildpflanzen und Unkräuter in den Kulturen, so findet man darunter mit Blattälchen infizierte Pflanzen.

*) Mündliche Mitteilung von Dr. Sturhan.

Diese Beobachtungen gaben Veranlassung, Unkräuter sowie Wildpflanzen an ihren natürlichen Standorten auf Blattälchen zu untersuchen. Spätsommer und Herbst sind die günstigsten Jahreszeiten, da dann die durch Blattälchenbefall verursachten Befallssymptome — zumeist mosaikartige Blattverfärbungen — gut sichtbar sind. Die Ausbildung der Befallssymptome läßt nicht auf die Aphelenchoidenart schließen. Der Verlauf der Gefäßbündelnetze bestimmt im wesentlichen die Gestalt der Mosaikfelder, die auf Blattober- und Blattunterseite gleich sind. Die Verfärbungen verlaufen von Gelb über Hellbraun bis zu schwarzbraunen, nekrotischen Flecken.

Zahlreiche Pflanzenproben wurden im Herbst 1965 und Sommer 1966 in Gärtnereien, Botanischen Gärten, Hausgärten und an „natürlichen“ Standorten gesam-



1. Befall durch *Aphelenchoides ritzemabosi* an *Ranunculus repens*

melt, darunter vor allem an Grabenrändern. Da in den beiden letzten Jahren während der Vegetationsperiode im nordwestdeutschen Raum keine längeren Trockenperioden zu verzeichnen waren, lagen gute Infektionsverhältnisse für Blattälchen im Freiland vor. Am häufigsten wurde bei diesen Untersuchungen Befall durch *Aphelenchoides ritzemabosi* am Kriechenden Hahnenfuß, *Ranunculus repens*, festgestellt, und zwar an Pflanzen aus Erdbeerkulturen und von Wiesen, Weg- und Grabenrändern, weit entfernt von gärtnerischen Kulturen (Abb. 1). Einer der Gründe für die offensichtliche Bevorzugung von *Ranunculus repens* dürfte sein kriechender Wuchs sein. Die höhere Luftfeuchtigkeit in Bodennähe begünstigt das Wandern der Nematoden und Eindringen durch die Stomata in die Blätter.

Stellt man aus den Wirtspflanzenspektren der Aphelenchoiden die Anzahl der Wildpflanzen zusammen, so zeigt sich, daß für *A. fragariae* bisher nur 47 als Wirte — darunter 9 Farne — bekannt sind, für *A. ritzemabosi* sind es 60 Arten; in 9 Arten wurden beide Blattälchen nachgewiesen. Als Wildpflanzen wurden hier die Arten bezeichnet, deren natürliches Verbreitungsgebiet Deutschland ist (nach G a r c k e 1922). Von den häufig vorkommenden Wildpflanzen und Unkräuter sind Wirtspflanzen für *A. ritzemabosi* z. B. *Bellis perennis*, *Capsella bursa pasto-*

ris, *Chenopodium album*, *Convolvulus* spec., *Galium aparine*, *Lamium album*, *Lamium purpureum*, *Plantago major*, *Senecio vulgaris*, *Solanum nigrum*, *Sonchus arvensis*, *Sonchus oleraceus*, *Stellaria media*, *Taraxacum officinalis*, *Urtica dioica* und *U. urens*. Für *A. fragariae* sind u. a. Wirtspflanzen: *Glechoma hederacea*, *Senecio nemorensis* und 3 Stachys-Arten, *St. alopecurus*, *officinalis* und *palustris*. An Wildpflanzen sind *Knautia arvensis* und *Anemone hepatica* für beide Blattälchenarten Wirtspflanzen.

Durch die Untersuchungen von 1965 und 1966 konnte Blattälchenbefall bei einer Anzahl von Pflanzen nachgewiesen werden, die bisher als Wirtspflanzen noch nicht bekannt waren. (Pflanzen von natürlichen Standorten sind durch Unterstreichen gekennzeichnet.)

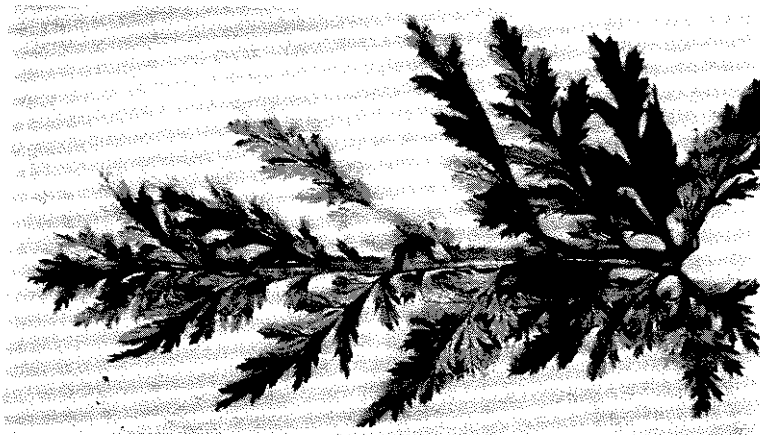
Aphelenchoides fragariae:

Polypodiaceae:	<u><i>Asplenium ruta muraria</i> L.</u>	Schattige Mauer
	<u><i>Dryopteris austriaca</i> Jacq.</u>	Schattige Mauer
	<u><i>Dryopteris phegopteris</i> L.</u>	Buchenwald
Ranunculaceae:	<i>Trollius europaeus</i> L.	Hausgarten
Aristolochiaceae:	<i>Asarum europaeum</i> L.	Bot. Garten
Onagraceae:	<i>Epilobium</i> spec.	Hausgarten
Oleaceae:	<i>Fraxinus</i> spec.	Hausgarten

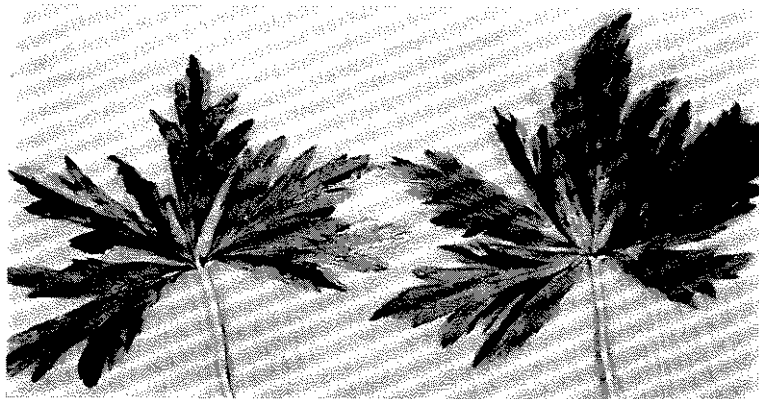
Aphelenchoides ritzemabosi:

Liliaceae:	<i>Muscari</i> spec.	Hausgarten
	<i>Trillium grandiflorum</i> Salisb.	Bot. Garten
Aristolochiaceae:	<i>Asarum europaeum</i> L.	Bot. Garten
Cruciferae:	<i>Cheiranthus</i> spec.	Hausgarten
Rosaceae:	<u><i>Potentilla anserina</i> L.</u>	Wiesenrand
Labiatae:	<u><i>Glechoma hederacea</i> L.</u>	Grabenrand
Solanaceae:	<i>Petunia</i> spec.	Hausgarten
Scrophulariaceae:	<i>Digitalis ambigua</i> Murr.	Bot. Garten
	<u><i>Digitalis purpurea</i> L.</u>	Fichtenwaldrand
Compositae:	<u><i>Achillea millefolium</i> L.</u>	Wiesenrand
	<u><i>Artemisia vulgaris</i> L.</u>	Wiesenrand
	<u><i>Calendula officinalis</i> L.</u>	Hausgarten
	<i>Chrysanthemum corymbosum</i> L.	Bot. Garten
	<i>Helenium Hoopesii</i> A. Gray	Bot. Garten
	<i>Senecio alpinum</i> Scop.	Bot. Garten
	<i>Tagetes</i> spec.	Hausgarten

Die bisherigen Feststellungen zeigen, daß Blattälchen nicht selten auch außerhalb der Kulturen vorkommen und daß Unkräuter und andere Wildpflanzen wahrscheinlich wesentlich zur Erhaltung und Verstärkung einer Blattälchenverseuchung beitragen können.



2. Befall durch *Aphelenchoides ritzemabosi* an *Artemisia vulgaris*



3. Befall durch *Aphelenchoides fragariae* an *Trollius europeus*

S u m m a r y

136 genera with 298 species of 50 families are known as hosts for *Aphelenchoides fragariae*. 117 genera with 179 species of 44 families are hosts for *A. ritzemabosi*. The majority of the hosts are cultivated and ornamental plants, but weeds and wild grown plants are non rare hosts of *A. fragariae* and *A. ritzemabosi*. It is probable, that these infected plants conduce for preservation and intensifying of the infections with *A. r.* and *A. fr.* Investigations of plants at natural stands, of botanical gardens and of housegardens have yielded 7 new hosts for *A. fragariae* and 16 for *A. ritzemabosi*.

L i t e r a t u r

- Garcke, A., *Illustrierte Flora von Deutschland*, 22. Aufl. — Berlin 1922, 860 S.
 Goodey, J. B., Franklin, M. T., and Hooper, D. J., T. Goodey's *The nematode parasites of plants catalogued under their hosts.* — Farnham Royal, Bucks, England, 3rd Edition, 1965, 214 p.

Sturhan, D., Über neue Wirtspflanzen der Blattälchen *Aphelenchoides fragariae* und *A. ritzemabosi* mit Bemerkungen zu den Wirtspflanzenkreisen beider Nematodenarten. — Anz. Schädl.kunde 35. 1962, 65–67.

Diskussion

Hijink: Ist Infektion von Pflanzen durch Blattälchen aus einem verseuchten Boden möglich?

Burckhardt: Die Neuinfektionen werden sich wahrscheinlich aus Pflanzenresten des Vorjahres entwickeln.

R. DERN,

Pflanzenschutzamt Frankfurt/M.

Nematodenprobleme in den Erdbeeranbaugebieten Hessen-Nassaus

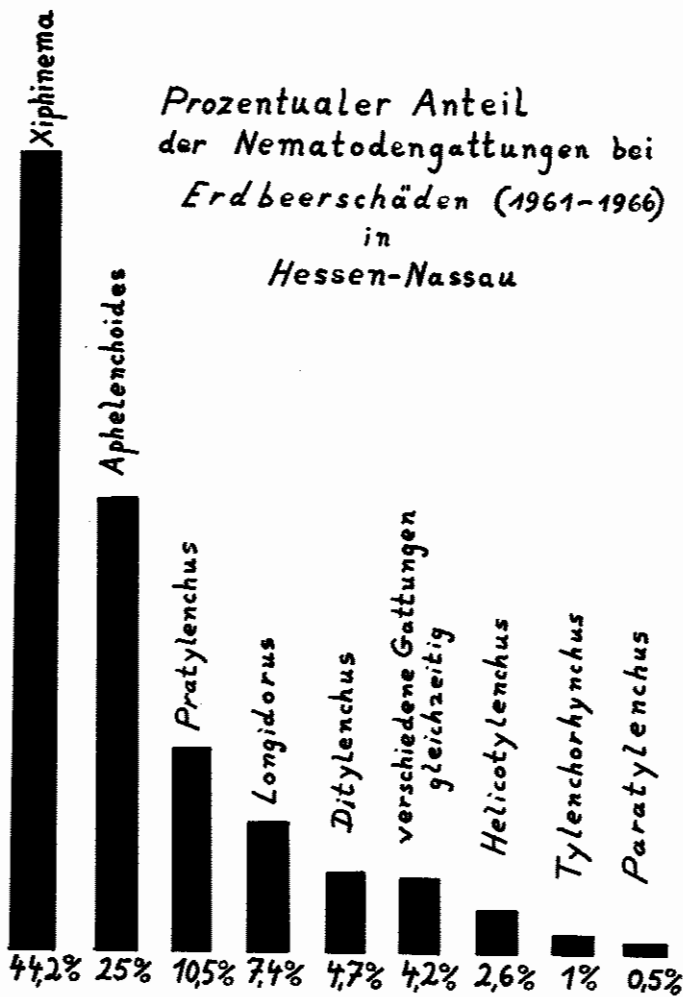
Hessen-Nassau hat z. Z. eine Erdbeeranbaufläche von etwa 780 ha. Davon entfallen auf den Odenwald und die Bergstraße 300 ha, auf den Taunus und seine Randgebiete 200 ha, auf den Kreis Alsfeld 190 ha und wenigstens 90 ha auf Hausgärten im gesamten Gebiet. Die Anbaufläche in Haupterwerbsbetrieben beträgt rund 300 ha. Zu etwa 60 % wird die Erdbeersorte Senga Sengana bevorzugt. Die übrigen 40 % entfallen auf die Sorten Senga Gigana, Senga Precosa, Regina, Madame Moutot, Macherachs Marieva, Hummi Trisca, Red Gauntlet, Lihama, Georg Soltwedel und Asieta. Vereinzelt werden auch immertragende Erdbeeren angebaut. Das benötigte Pflanzgut wird von den meisten Erdbeeranbauern selbst herangezogen. Fehlendes Pflanzgut wird durch Kauf oder Tausch erworben. Zum Wechsel der Anbauflächen stehen oft nur ein oder zwei Flächen z. V. Auf den meisten Anbauflächen werden seit Jahrzehnten immer wieder Erdbeeren angebaut. Der einjährige Anbau ist bei den Haupterwerbsbetrieben üblich. Daneben herrscht der zwei- bis dreijährige Anbau vor. Es gibt aber auch noch vier- und fünfjährige Anlagen. Aus diesen Tatsachen läßt sich der z. T. auffallend hohe Nematodenbefall der Erdbeerfelder erklären.

Von April 1961 bis zum 30. September 1966 wurden von uns in Ergänzung zahlreicher Feldbesichtigungen 287 Boden- und Pflanzenproben aus kranken Erdbeerbeständen untersucht. In 66 % der Proben konnten eindeutig Nematoden als Hauptschädlinge festgestellt werden. Die restlichen 34 % entfielen vorwiegend auf Milbenbefall und Pilzkrankheiten. Über die Bedeutung der einzelnen Nematodenarten, bzw. Gattungen, die in 190 Proben festgestellt und als Hauptschädlinge bezeichnet werden konnten, läßt Abb. 1 einige Schlüsse zu. Es überrascht zunächst, daß in 44,2 % der untersuchte Proben *Xiphinema diversicaudatum* gefunden wurde. Der hohe Prozentsatz ist wohl teilweise darauf zurückzuführen, daß dieser Nematode nicht nur selbst, sondern mehr noch durch die Übertragung des Arabis-Mosaik-Virus schädigt. Die viruskranken und von Nematoden geschädigten Pflanzen werden aber bei einer Feldbesichtigung und Probeentnahme nur selten übersehen. Blattälchen, deren Schädigungen vorwiegend im Frühjahr zu sehen sind, treten in Hessen-Nassau verbreitet auf. Nur die Hälfte der Schäden wird durch Erdbeerblattälchen (*Aphelenchoides fragariae*) verursacht, während die andere Hälfte dem Chrysanthemenblattälchen (*A. ritzemabosi*) zuzuschreiben ist. —

Pratylenchus-Arten (vorwiegend *P. penetrans*) sind in 10,5 % der Proben als Hauptschädlinge festgestellt worden. Sie sind im ganzen Gebiet verbreitet. — Die von *Longidorus elongatus* verursachten Schäden haben mit 7,4 % eine größere Bedeutung als die durch *Ditylenchus dipsaci* hervorgerufenen.

Ditylenchus-Schäden sind bisher nur in 9 Gemeinden aufgetreten und wirtschaftlich gesehen belanglos, da bisher stets nur wenige Pflanzen befallen wurden. Ein allmähliches „Verschwinden“ der Pflanzen infolge starken Befalls durch *Helicotylenchus vulgaris* Yuen u. a., *Tylenchorhynchus macrosoma* sowie durch *Paratylenchus* konnten wir z. T. mehrmals beobachten. — In nur 4,2 % der untersuchten Fälle traten Schäden durch ein stärkeres Auftreten mehrerer Nematoden-

Abb. 7



arten und Gattungen auf, die zum Kümmerwuchs der Pflanzen führten. Es handelt sich vorwiegend um *Pratylenchus*, *Paratylenchus* und *Helicotylenchus*. — Neben diesen deutlich sichtbaren Nematodenschäden gibt es sehr viele, die nicht oder noch nicht bemerkt werden. Besonders bei einem gleichmäßigen, unter der Schädlichkeitsgrenze liegenden Nematodenbefall der ganzen Anbaufläche fallen sie nicht auf. Nach bisherigen Beobachtungen wird zwar die Stückzahl der Erdbeerfrüchte an schwächer befallenen Pflanzen nur wenig oder gar nicht reduziert, doch werden Größe und Qualität der Einzelfrüchte beeinträchtigt. Wenn man die Schäden und Ertragsminderungen durch Nematoden an Erdbeeren mit nur 10 % annimmt, so ergibt sich bei der Anbaufläche von 780 Hektar jährlich ein Verlust in Höhe von 1,5 Millionen DM brutto, bzw. 720 000 DM, wenn man einen Flächenreinertrag von 0,80 DM zugrunde legt.

Über die bisher bekannte Verbreitung von *X. diversicaudatum* ist zu sagen, daß diese Art auch nördlich des Mains vorkommt und bisher in 19 Erdbeeranbaugemeinden als Schädling in Verbindung mit dem Arabis-Mosaik-Virus auftritt. *Longidorus*-Schäden sind bisher in 11 Gemeinden festgestellt worden, während *Ditylenchus* bisher nur vereinzelt in 9 Gemeinden gefunden wurde (Abb. 2).

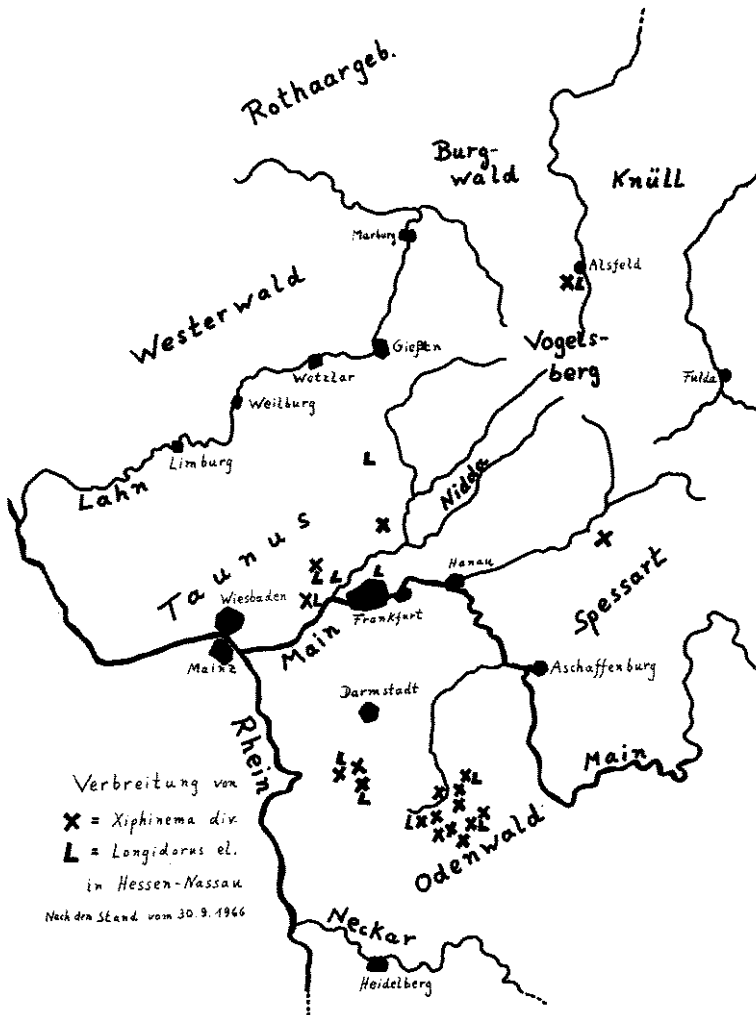
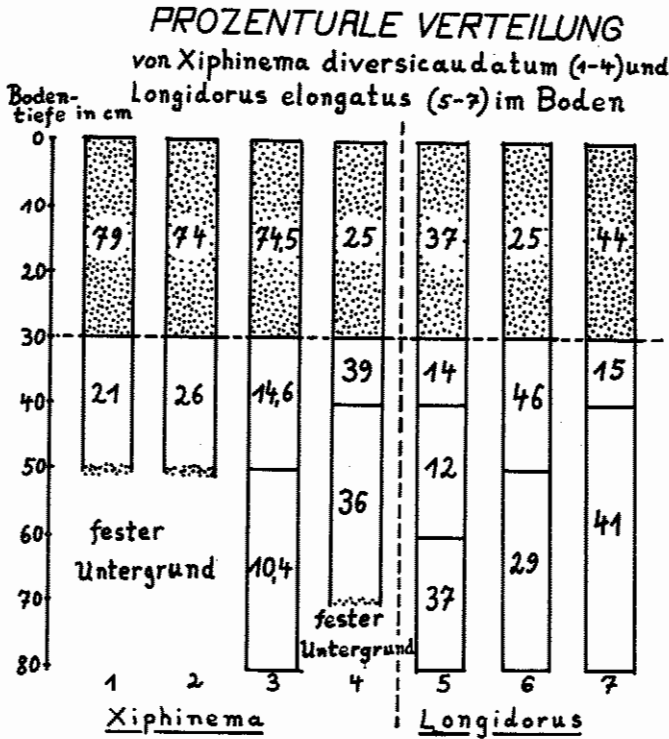


Abb. 2.

Zur Beseitigung der Nematodengefahr wurden in den letzten Jahren zahlreiche Erdbeeranbauflächen chemisch entseucht. Hierdurch konnten nicht nur Nematodenschäden im ersten Jahr weitgehend verhindert, sondern z. T. auch bis zu 100 %ige Mehrerträge erzielt werden. Vereinzelt zeigten sich aber schon nach einem Jahr schwache, im zweiten Jahr in noch mehr Fällen beachtliche Nematodenschäden. Teilweise kann gesund aussehendes aber schon befallenes Pflanzgut an der schnell-

len Wiederverseuchung des Bodens schuld sein. Es muß aber auch berücksichtigt werden, daß bei der üblichen Bodenentseuchung nur eine etwa 30 cm tiefe Bodenschicht erfaßt wird. Die Nematoden kommen aber in größerer Anzahl auch in tieferen Bodenschichten vor. Eine Zuwanderung aus tieferen Bodenschichten dürfte insbesondere den größeren Nematoden leicht möglich sein. Über die prozentuale Verteilung von *Longidorus elongatus* und *Xiphinema diversicaudatum* in verschiedenen Bodentiefen haben wir in mehreren Erdbeeranbaugebieten Untersuchungen angestellt (Abb. 3).

Abb. 3



- 1 Reichelsheim/Odenw. 4 Winterkasten/Odw.
 2 Pfaffenbeerfurth/Odw. 5 Langenbrombach/Odw.
 3 Jugenheim/Bergstr. 6 Jugenheim/Bergstr.
 7 Kriftel/Taunus

Aus der Zusammenstellung der Ergebnisse ist zu entnehmen, daß bei einer Bodenentseuchung nur etwa 35 % von *L. elongatus* und etwa 63 % von *X. diversicaudatum* erfaßt werden. In einem trockenen Sommer dürfte im Gegensatz zu dem feuchten Sommer dieses Jahres, in dem die Untersuchungen durchgeführt

wurden, der Prozentsatz der Nematoden in der oberen Erdschicht noch geringer sein.

Die Bekämpfung der Blattälchen ist ebenfalls schwierig. Wenn auch durch wiederholte Spritzungen mit 0,05 %iger Parathionlösung eine starke Reduzierung der Blattälchen erzielt werden kann, so bleiben doch im Boden z. T. bis in mehr als 40 cm Tiefe zahlreiche Blattälchen übrig, die eine baldige Wiederverseuchung der Pflanzen bewirken.

Es muß noch geklärt werden, ob es zweckmäßig ist, eine Bodenentseuchung im Herbst des nächsten Jahres durch eine Streubehandlung mit pflanzenverträglichen Nematiziden zu ergänzen.

Auch über die unterschiedliche Empfindlichkeit der angebauten Erdbeersorten gegenüber einem Nematodenbefall müssen weitere Untersuchungen angestellt werden, da die bisher vorliegenden Ergebnisse für eine Beurteilung nicht ausreichen.

Zum Abschluß wurden typische Befallsbilder von geschädigten Erdbeerpflanzen gezeigt:

1. Blattälchenschäden
2. *Paratylenchus*-Schäden
3. *Ditylenchus*-Schäden
4. *Longidorus elongatus*-Schäden
5. Schäden durch *Xiphinema diversicaudatum* und Arabis-Mosaik-Virus.

S u m m a r y

The lecture gives a survey of the strawberry cultivation in Hessen-Nassau. Wide areas have become infected by plant parasitic nematodes. Beside controlling the fields 287 plant and soil samples were investigated. 34 per cent of the samples showed attacks of mites and fungus.

In 66 per cent of the samples nematodes proved the main vermin. 44 per cent of the damage were caused by *Xiphinema diversicaudatum* and Arabis-Mosaik-Virus. Next to these come *Aphelenchoides ritzemabosi* and *A. fragariae*. The *Pratylenchus penetrans* was indentified as the main vermin in 10,5 of the samples and is met almost anywhere in Hessen-Nassau. *Longidorus elongatus* has caused damages of less important in 11 places and *Ditylenchus dipsaci* in 9 places. In 4,2 of the samples *Tylenchorhynchus*, *Pratylenchus* and *Paratylenchus* and others have done damage working together. Decrease of quality and produce by nematodes is estimated 10 per cent on a average. *Xiphinema diversicaudatum* and *L. elongatus* were also identified north of the river Main.

After soil control produce increased by 100 per cent.

The rapid re-infection of the soil was not only caused by infected plants but also through nematodes having retired more than 30 cm under the surface. Only 35 per cent of *Longidorus elongatus* and 63 of *Xiphinema diversicaudatum* live in the upper 30 cm during August an September.

Also *Aphelenchoides* (folia nematodes) are very difficult to put up with. They were found in great quantities even in a depth of more than 40 cm. Experiments are undertaken to protract re-infection a year after soil countol by applying granulated Nematicides.

It is not yet possible to judge the degree of receptibility of the various kinds of strawberries to nematodes.

L i t e r a t u r

- D e r n , R., Vorkommen und Verbreitung der wirtschaftlich wichtigsten Nematoden in Hessen-Nassau. — Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem, H. 111. 1964, 113–118.
- L i s t e r , R. M., und K r e z a l , H., Über das Auftreten des Arabis-Mosaik bei Erdbeere in Deutschland. — Phytopath. Ztschr. 45. 1962, 190–199.
- S e i n h o r s t , J. W., *Longidorus elongatus* on *Fragaria vesca*. — Nematologica 12. 1966, 275–279.
- S t u r h a n , D., Der pflanzenparasitische Nematode *Longidorus maximus*, seine Biologie und Ökologie, mit Untersuchungen an *L. elongatus* und *X. diversicaudatum*. — Ztschr. angew. Zool. 50. 1963, 129–193.

D i s k u s s i o n

B e r c k s : Sind im Zusammenhang mit dem Auftreten von *Longidorus elongatus* Beobachtungen über das Auftreten einer Virose gemacht?

D e r n : Diese Beobachtungen haben wir bei Erdbeeren wohl gemacht. Wir wissen bloß noch nicht, ob es eine Virose ist, diese Untersuchungen sind noch im Gange. Aber bisher sieht es eigentlich mehr negativ als positiv aus.

Q u a n t z : Auf der Freiburger Pflanzenschutztagung wurde auf eine Blütenmißbildung an Erbse hingewiesen, die als Virus vermutet wurde. Es wird jetzt im Hinblick auf die Fotos der Blumenkohlkrankheit an Erdbeeren durch Nematoden die Frage gestellt, ob derartige Erkrankungen auch an Erbse bekannt sind und die damals gezeigten Erbsensymptome eine neue Erklärung finden würden.

D e r n : Bei Erbsen ist mir darüber nichts bekannt, auch bei anderen Kulturen nicht.

W e i l e r : Zur Frage von Dr. Quantz, ob Blütenvergrünung von Erbsen mit Vergrünung der Blüten der „Blumenkohlkrankheit“ ähnlich seien, ist zu sagen, daß Blütenvergrünung an Erdbeeren in Hessen auch vorkommt, sie sieht aber anders aus.

J. RÖSSNER,

Institut f. Phytopathologie der Justus Liebig-Universität Gießen
und Pflanzenschutzamt Frankfurt a. M.

Phytopathogene Nematoden in hessischen Forstpflanzgärten

Im Rahmen einer größeren Arbeit wurden im März und April 1965 insgesamt 99 Mischproben aus 46 beliebig ausgewählten hessischen Forstpflanzgärten auf phytopathogene wandernde Wurzel nematoden untersucht. Es gab vor dem Zeitpunkt der Bodenprobenentnahme keinerlei Hinweise, ob die Pflanzenbestände gesund waren. Bei der Auswertung konnten jeweils nur kleinere Flächen mit äußerlich sichtbaren Wachstumsdepressionen der Kulturpflanzen erfaßt werden. Sichere Anzeichen, daß diese Schäden durch Nematoden verursacht waren, ließen sich jedoch nicht erkennen.

Die Laboruntersuchung der Bodenproben ergab mindestens in jedem dritten Pflanzgarten Flächen mit einem so hohen Besatz an pflanzenparasitären Nematoden, daß wenigstens eine versuchsweise Bodenentseuchung berechtigt erschien. Als kritische Befallsgrenze wurden Erfahrungswerte aus der Literatur zugrunde gelegt. Die Populationsdichte der Pflanzenparasiten *Rotylenchus*, *Pratylenchus*, *Paratylenchus*, *Trichodorus* oder *Longidorus* lag in den genannten Fällen immer in dem als kritisch bezeichneten Bereich, oder aber es handelte sich um ein gemeinsames Auftreten verschiedener Gattungen in geringerer Dichte, das in seiner Gesamtheit als bedrohlich für die Kulturpflanzen angesehen wurde. — Für die Pflanzgärten, in welchen die sogenannten kritischen Befallszahlen nicht erreicht wurden, darf man aber auf keinen Fall annehmen, Nematodenschäden seien vorläufig nicht möglich. Nach unseren Beobachtungen ist die Flächenverteilung der wandernden Wurzel nematoden in den meisten Camps dermaßen ungleichmäßig, daß man selbst durch Auswertung mehrerer Mischproben noch lange nicht zu einem — den natürlichen Gegebenheiten entsprechenden — Durchschnittsergebnis zu kommen braucht. Die Untersuchung von 25 Einzeleinstichen aus einem nur 9 m² großen Fichten-Verschulbeet zeigte z. B. beträchtliche Differenzen in der Populationsdichte. Schon beim Abstand von 50 cm verhielten sich die für *Rotylenchus fallorobustus* ermittelten Zahlen häufig wie 1 : 5 bis 1 : 10, bei 200 cm Entfernung wie 1 : 25 bis 1 : 100. Der verhältnismäßig einheitliche Wuchs der Fichten deutete nicht auf diese Unterschiede hin. — Zu diesen starken Schwankungen in der Horizontalverteilung der Nematoden kommen die der populationsdynamischen Entwicklung. Um den Befallsgrad einigermaßen sicher ermitteln zu können, müßten von der gleichen Fläche im Laufe eines Jahres mehrmals Proben entnommen und auf pflanzenparasitäre Nematoden untersucht werden.

Übersicht 1 zeigt die Verarbeitung der stacheltragenden Nematoden in den einzelnen Forstcamps. Von den als Koniferen-Schädlingen bekannten Gattungen traten *Rotylenchus* und *Helicotylenchus*, die gemeinsam ausgezählt wurden, in 38 der untersuchten Böden auf. Mit einigem Abstand folgten die Gattungen *Paratylenchus*, *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Trichodorus*, *Criconemoides* bzw. *Macroposthonia*, *Longidorus* und *Xiphinema*. — Eine Abhängigkeit vom Bodentyp zeigte sich vor allem bei der Gattung *Trichodorus*, deren Vertreter in 12 von 14 untersuchten Sandböden, aber nur in 4 von 32 schweren Böden festgestellt wurden.

Übersicht 1

Vorkommen stacheltragender Nematoden
in 46 Pflanzgärten

(14 auf leichten und 32 auf schweren Böden)

Nematodengattung	Zahl der Fundorte	davon auf	
		Leichten Böden	schweren Böden
<i>Pratylenchus</i>	25	9	16
<i>Paratylenchus</i>	30	9	21
<i>Tylenchorhynchus</i>	22	11	11
<i>Rotylenchus</i>	38	13	25
<i>Helicotylenchus</i>			
<i>Trichodorus</i>	16	12	4
<i>Criconemoides</i>	7	3	4
<i>Aphelenchus</i>	40	12	28
<i>Aphelenchoides</i>	39	9	30
<i>Tylenchus</i>	46	14	32
<i>Xiphinema</i>	2	1	1
<i>Longidorus</i>	3	1	2

In 9 Pflanzgärten wurden die auftretenden Nematoden näher bestimmt. Es traten unter anderem folgende Arten auf*): *Pratylenchus penetrans*, *Pr. crenatus*, *Rotylenchus robustus*, *R. fallorobustus*, *Trichodorus pachydermus*, *Tr. aequalis*, *Tr. similis*, *Longidorus elongatus*, *L. maximus*, *Xiphinema diversicaudatum*, *Macroposthonia curvata*, *Tylenchorhynchus dubius*, *Ty. microphasmis*, *Ty. nanus*. — Die für Deutschland neue Art *Trichodorus aequalis* tritt in zwei etwa 55 km voneinander liegenden Camps unter verschiedenen Boden- und Klimaverhältnissen in Gemeinschaft mit *Tr. pachydermus* auf. Sie kommt in Deutschland wohl häufiger vor, als es bisher den Anschein hatte.

Bei mehreren Arten ist offenbar eine Abhängigkeit vom Bodentyp gegeben. *Longidorus maximus* fand sich z. B. nur auf leichten, *L. elongatus* nur auf schwereren Böden; *Rotylenchus fallorobustus* nur auf schwereren und *R. robustus* vorwiegend auf leichten, aber auch auf schwereren Böden.

Auf einer Fläche von 50 m², die eine relativ gleichmäßige Bodenverseuchung durch *Rotylenchus robustus*, *Pratylenchus penetrans* und *Trichodorus pachydermus* (+ *Tr. aequalis*) aufwies, wurden im April 1966 je 4 Parzellen mit Kiefern-, Fichten-, Douglasien- und Lärchensämlingen angepflanzt, um den Einfluß der verschiedenen Koniferen auf den Massenwechsel der einzelnen Nematodenarten festzustellen. — *Pr. penetrans* wird offenbar durch Douglasie und Lärche mehr gefördert als durch Kiefer und Fichte (Abb. 1). Zu einer endgültigen Aussage müssen allerdings noch die Ergebnisse der Bodenuntersuchung von Oktober bis Dezember 1966 vorliegen, da der *Pratylenchus*-Gehalt der Wurzeln aus technischen Gründen nicht ermittelt wurde. —

*) Für die wertvolle Hilfe bei der Bestimmung der Arten danken wir Herrn Dr. P. A. A. Looft vom Plantenkrankenkundigen Dienst in Wageningen.

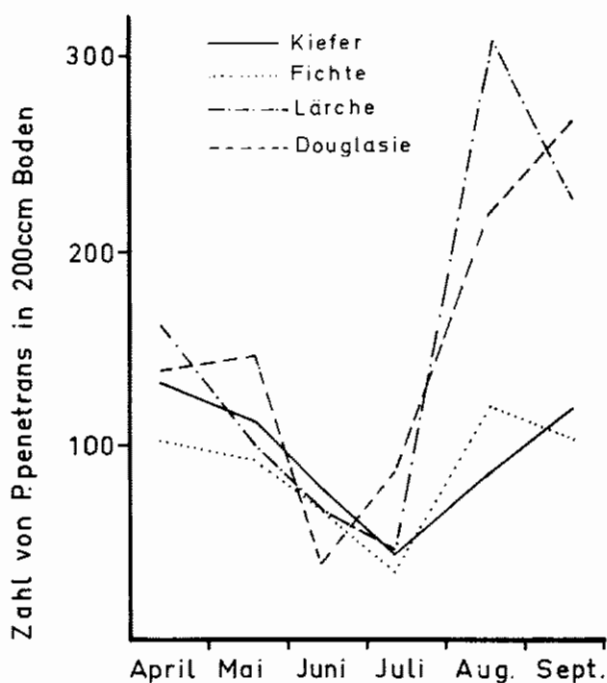


Abb. 1. Entwicklung von *Pratylenchus penetrans* an 4 verschiedenen Kieferen 1966

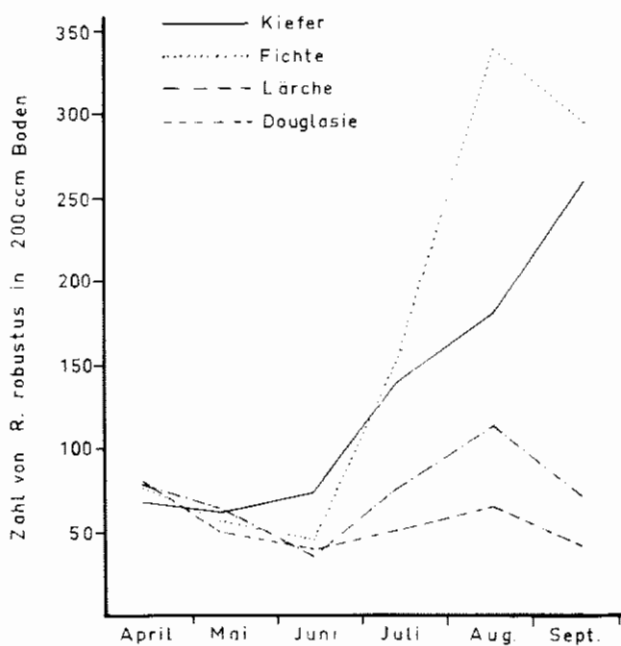


Abb. 2. Entwicklung von *Rotylenchus robustus* an 4 verschiedenen Kieferen 1966

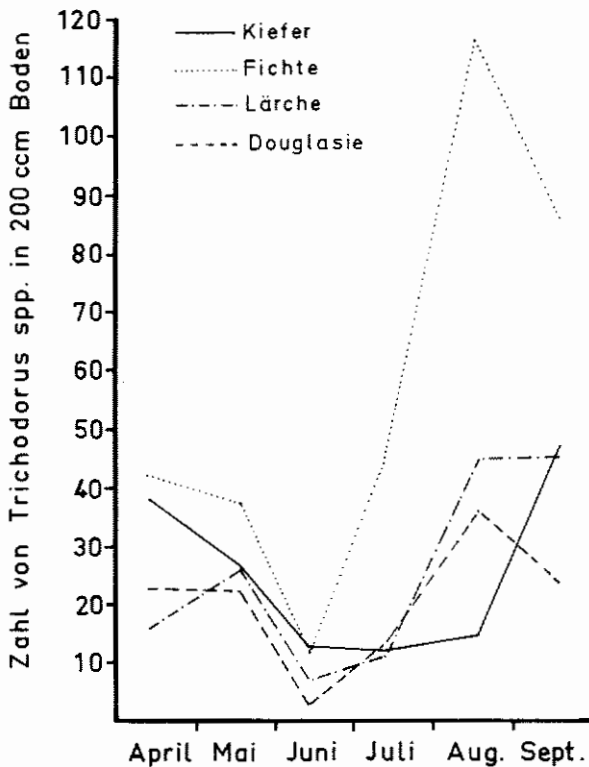


Abb. 3. Entwicklung von *Trichodorus* spp. an 4 verschiedenen Koniferen 1966

R. robustus dagegen vermehrte sich an Fichte und Kiefer entschieden besser als an Lärche und Douglasie (Abb. 2). Die Douglasie ist anscheinend sogar eine recht ungünstige Wirtspflanze für diese Nematodenart. — Die Massenentwicklung von *Trichodorus* spp. wurde besonders durch Fichte gefördert (Abb. 3). Bei der Kiefer, die in den Monaten April bis August offenbar ein Stagnieren in der Populationsentwicklung verursacht hatte, kam es von August bis September zu einem Anstieg der Populationsdichte von *Trichodorus* spp.

Das unterschiedliche Verhalten der einzelnen Nematodenarten an den vier Koniferen könnte in der Praxis sicher durch einen geeigneten Anbauplan derart ausgewertet werden, daß sich in vielen Fällen einer mehr einseitigen Verseuchung die schlimmsten Nematodenschäden verhindern ließen.

Ähnliche Überlegungen gelten auch für den Anbau von Zwischenkulturen zur Bodenbedeckung und Gründüngung. Dieses Verfahren erscheint uns in Forstcamps vielfach riskant. Gerade bei einem gemeinsamen Vorkommen mehrerer Gattungen pflanzenparasitärer Nematoden ist die Gefahr einseitiger Förderung einer Gattung oder Art durch eine bestimmte Kulturpflanze gegeben. Die nachfolgende Forstkultur kann dann infolge der erhöhten Populationsdichte eines bestimmten Parasiten ganz beträchtlich geschädigt werden. — Abb. 4 zeigt die starke Massen-

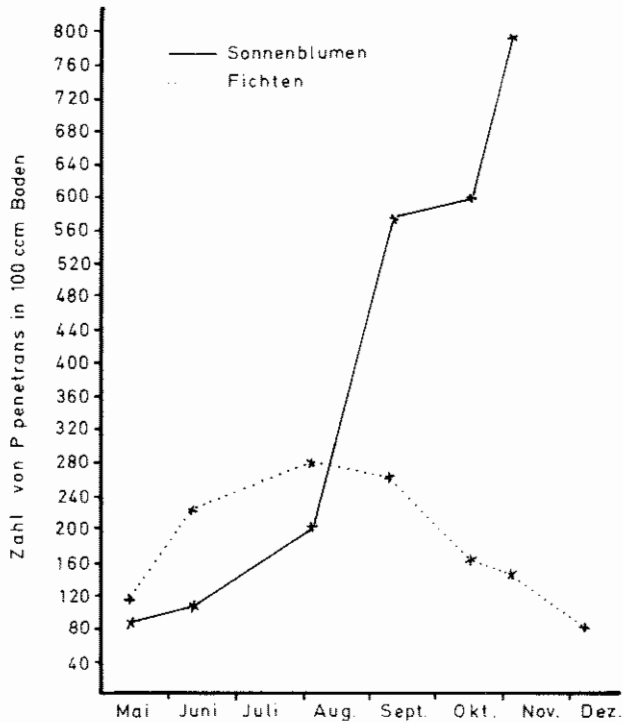


Abb. 4. Populationsentwicklung von *Pratylenchus penetrans* im Pflanzgarten Laubach 1965

entwicklung von *Pratylenchus penetrans* durch den Anbau von Sonnenblumen im Vergleich zu Fichten. Eine ähnlich starke Förderung von *Pr. penetrans* wurde ein Jahr später im gleichen Pflanzgarten durch Spätkartoffeln erzielt. In einem anderen Camp wurde 1966 die Entwicklung von *Pratylenchus penetrans* und *Rotylenchus robustus* durch Buschbohnen und Pelerbsen wesentlich stärker gefördert als durch *Douglasien*. — In anderen Fällen übten Zwischenkulturen offenbar keinen fördernden Einfluß auf die phytopathogenen Nematoden aus. Durch den Anbau von gelber Lupine war z. B. weder eine Förderung noch eine deutliche Hemmung von *Trichodorus pachydermus* und *Tr. aequalis* festzustellen. — Auf alle Fälle sollte man sich vor dem Anbau von landwirtschaftlichen Zwischenkulturen in Forstpflanzgärten einen genauen Überblick über die vorhandenen pflanzenparasitären Nematoden und die bevorzugten Wirtspflanzen der am stärksten vertretenen Arten verschaffen, um nicht durch den Anbau einer bestimmten Zwischenfrucht Schäden an der Folgekultur noch zu fördern.

S u m m a r y

A survey is presented of the plant parasitic nematodes as found in 46 forest tree nurseries. The most significant species occurring in 9 camps are listed, with *Trichodorus aequalis* mentioned for the first time in Germany. It was possible

to demonstrate distinct variation of nematode numbers of *Rotylenchus robustus*, *Pratylenchus penetrans*, and *Trichodorus pachydermus* on four different conifers (*Picea*, *Pinus*, *Pseudotsuga*, *Larix*). In some cases green manuring plants were able to specifically increase the population of some nematode species when compared with conifers.

D i s k u s s i o n :

S p r a u : Was verstehen Sie unter kritischen Zahlen. Man muß mit der Definition sehr vorsichtig sein.

R ö ß n e r : Die kritischen Zahlen tauchen an allen möglichen Stellen in der Literatur auf. Wir selbst halten auch nicht viel von diesen kritischen Zahlen für die wandernden Wurzel-nematoden. Diese Zahlen können erheblich schwanken und ich glaube, daß es sehr stark von Bodentyp, Klima, Kulturpflanzen usw. abhängig ist, ob wirklich Schäden auftreten.

B e r c k s : Ist ausgeschlossen, daß bei den durch *Longidorus* verursachten Schäden keine Viren im Spiele sind?

R ö s s n e r : Auszuschließen ist es nicht, aber es ist sehr schwierig gerade mit Koniferen Abreibungen oder andere Untersuchungen zur Feststellung des Virusgehaltes durchzuführen.

A. KEMPER,

Pflanzenschutzamt der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe

**Verbreitung und Schadwirkung der Gattung *Pratylenchus*
in Westfalen-Lippe**

Unter den freilebenden Nematoden tritt in Westfalen-Lippe die Gattung *Pratylenchus* verbreitet an Kulturpflanzen in Gärtnereien, in Baumschulen und im Feldgemüsebau auf. Seit einigen Jahren wurde auch eine Verseuchung rein landwirtschaftlich genutzter Flächen festgestellt. Über diese Beobachtungen soll im folgenden kurz berichtet werden.

Nach den bisherigen Ermittlungen weisen in erster Linie die humusreichen Sandböden des westlichen Münsterlandes starken Besatz mit *Pratylenchus* auf. Es wurden insgesamt 240 Bodenproben in diesem Gebiet entnommen und untersucht. Legt man in Anlehnung an diesbezügliche Angaben in der Literatur (Weischer, 1957) als kritische Befallsgrenze im vorliegenden Falle den Wert von 500 Tieren in 250 ccm Boden zugrunde, so ist bei rund 65 % der untersuchten Proben dieser Schwellenwert überschritten (Tabelle 1).

Tab. 1. Auftreten von *Pratylenchus* spp. auf landwirtschaftlich genutzten Flächen im westlichen Münsterland

Zahl <i>Pratylenchus</i> spp. in 250 ccm Boden	0-200	201-500	501-1000	1001-2000	> 2000	Untersuchte Mischproben insgesamt
Zahl der untersuchten Mischproben (4 Mischproben / ha)	39	46	87	47	21	240
% der untersuchten Proben	16,3	19,2	36,3	19,6	8,8	—

Nematoden treten bekanntlich besonders dort schädigend auf, wo anfällige und ihre Vermehrung begünstigende Kulturpflanzen in enger Folge angebaut werden. Unter den Getreidearten wird vor allem die Gerste durch *Pratylenchus* geschädigt. In entsprechenden Versuchen wurde der Einfluß von Sommergerste auf die Vermehrung von *Pratylenchus* untersucht. Es zeigte sich, daß sich die Nematodenpopulation innerhalb einer Vegetationsperiode mehr als verdoppelt hatte (Tabelle 2).

Ähnliche Beobachtungen hat Weischer (1961) bei Leguminosen und Kartoffeln, die allerdings nicht merklich durch *Pratylenchus* geschädigt werden, getroffen, während er beim Anbau von *Beta*-Rüben einen erheblichen Befallsrückgang im Laufe der Vegetation ermittelte.

Die zunehmende Verseuchung landwirtschaftlich genutzter Flächen in Westfalen-Lippe dürfte in erster Linie durch eine weitgehende Umstellung in der Fruchtfolge bedingt sein. Der Anteil der Getreideanbaufläche, insbesondere der Gerste, zeigt seit Jahren steigende Tendenz. Während der Anteil der mit Gerste

bestellten Ackerfläche 1955 nur 5,83 % betrug, stieg er im Jahre 1965 auf 14,61 % an. Das bedeutet, daß innerhalb von 10 Jahren eine Steigerung um mehr als das Zweieinhalbfache erfolgt ist. Ebenso hat der Anbau von Hafer-Gersten-Gemenge auf Kosten von Hafer-Reinsaaten zugenommen. Hinzu kommt auf den leichten Böden ein intensiver Kartoffelanbau, der die Vermehrung von *Pratylenchus* ebenfalls begünstigt (Tabelle 3).

Tab. 2. Einfluß von S.-Gerste auf die Verseuchung des Bodens mit freilebenden Nematoden der Gattung *Pratylenchus*

Feld Nr.	Entnahme der Proben	Anzahl <i>Pratylenchus</i> spp. in 250 cm Boden									
		1	2	3	4	5	6	7	8	∅	Zunahme %
1	Vor der Saat (April 1965)	800	975	875	975	1275	625	900	825	906	—
	Nach der Ernte (Sept. 1965)	2325	2675	2600	3650	1525	1300	1225	2275	2197	142,5
2	Vor der Saat (April 1965)	575	875	825	875	1100	1025	775	900	869	—
	Nach der Ernte (Sept. 1965)	1175	1950	2900	925	2475	1600	875	2375	1859	113,9

Tab. 3. Anbau von Winter- und Sommergerste in Westfalen-Lippe in den Jahren 1955, 1960 und 1965

Jahr	Wintergerste		Sommergerste		Winter- und Sommergerste insgesamt		
	Fläche ha	% (1955 = 100)	Fläche ha	% (1955 = 100)	Fläche ha	% der Getreidefläche	% des Ackerlandes
1955	28 632	100	12 725	100	41 357	9,37	5,83
1960	40 967	143,1	14 850	116,7	55 817	14,37	7,97
1965	65 959	230,4	30 899	242,8	96 858	20,44	14,61

Die Schadsymptome an Gerste äußern sich in einer kümmerlichen Entwicklung und schwachen Bestockung der Pflanzen. An den Wurzeln, insbesondere an den Wurzelspitzen, zeigen sich Anschwellungen und Verkrümmungen, wie sie auch bei anderen Pflanzen für *Pratylenchus*-Befall typisch sind (Abb. 1). Bei derartig geschädigten Gerstenbeständen wurde stets eine starke Verseuchung des Bodens mit *Pratylenchus* ermittelt, vielfach in Verbindung mit einem sehr niedrigen pH-Wert des Bodens. Die gleichen Zusammenhänge wurden im feldmäßigen Anbau von Spinat auf bis dahin landwirtschaftlich genutzten Flächen festgestellt, wo vielfach Totalschäden auftraten (Abb. 2).

Offensichtlich handelt es sich in diesen Fällen um einen Schaden komplexer Ursache. Die infolge saurer Bodenreaktion geschwächten Gersten- und Spinatpflanzen wurden vermutlich von den im Boden vorhandenen Nematoden bevorzugt befallen, so daß dadurch der Schaden wesentlich verstärkt in Erscheinung trat (Tab. 4). Untersuchungen in einem Sommergerstenbestand mit normalem pH-Wert



Abb. 1. Durch *Pratylenchus* verursachte Verdickungen und Verkrümmungen an den Wurzeln einer jungen Gerstenpflanze (links); rechts: gesunde Pflanze

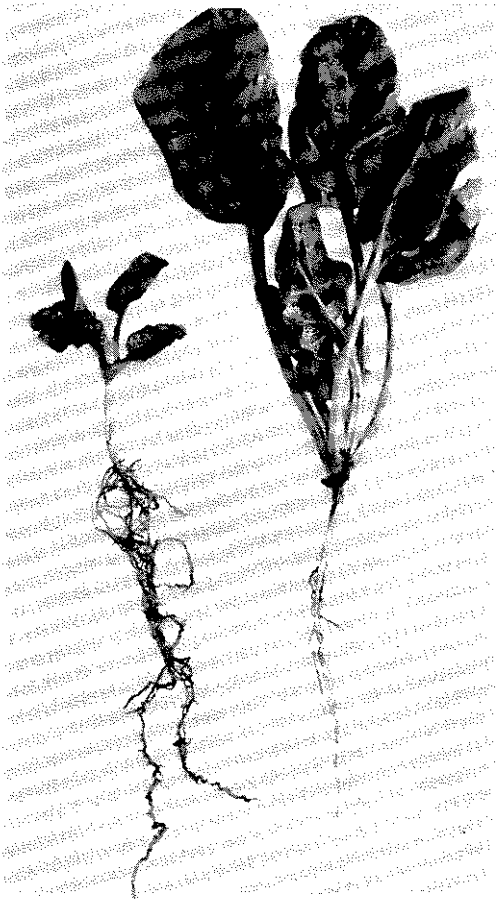


Abb. 2. Von *Pratylenchus* geschädigte Spinatpflanze (links)
rechts: gleichaltrige gesunde Pflanze

des Bodens scheinen diese Vermutung zu bestätigen. Obgleich hier eine starke Verseuchung des Bodens mit *Pratylenchus* vorlag, zeigte die Sommergerste keine sichtbaren Schäden und brachte einen guten Ertrag (Tab. 4, Nr. 3).

Tab. 4. Komplexe Schädigung auf Gerste und Spinat durch *Pratylenchus* spp. und niedrigen pH-Wert des Bodens

Feld-Nr.	Frucht	Entwicklung des Pflanzenbestandes (Wertzahlen 1-5)	pH-Wert des Bodens (KCL)	Anzahl <i>Pratylenchus</i> in 250g Boden (z. Z. der Ernte)	Bemerkungen
1	S.-Gerste	5	4,2	2200	gleichmäßig schl. Bestand
2	S.-Gerste	4 (3-5)	4,3	1360	Befallsnester
3	S.-Gerste	1-2	5,7	1940 (vor der Aussaat Ø 950)	Ernteertrag 38,4 dz/ha
4	Spinat	a) 5 b) 1	3,9 5,5	2300 920	} Erstmals Spinatanbau } Flächen wurden vorher } landwirtschaftlich } genutzt.
5	Spinat	a) 2 b) 4	5,2 4,0	540 1440	

Diese Beispiele lassen erkennen, daß es äußerst schwierig ist, lediglich auf Grund des Nematodenvorkommens eine Voraussage auf das zu erwartende Schadausmaß zu treffen. Der anfangs erwähnte kritische Schwellenwert ist offenbar sehr variabel und von anderen Faktoren, wie im vorliegenden Fall vom pH-Wert des Bodens, abhängig. In welcher Richtung solche Faktoren die Schädigung von *Pratylenchus* beeinflussen, dürfte weitgehend davon abhängen, wie die Pflanze auf diese Umweltverhältnisse reagiert und welches Verhalten der Nematoden gegenüber den Wirtspflanzen daraus resultiert.

Summary

The severe outbreak of *Pratylenchus* spp. in special districts of Westphalia-Lippe is supposed to depend on the increasing cultivation of barley. In 1965, the area of barley emphasized 14,61 % of the total arable land, in 1955 5,38 % only, in this district. The barley was damaged especially by a heavy infestation of *Pratylenchus* spp. in combination with a low soil acidity (low pH-value). The critical threshold period of the nematode attack in the soil is very variable, and is depending on a lot of factors, so on the soil acidity.

Literatur

- Weischer, B., Neuere Gesichtspunkte zur Frage der Biologie und Ökologie der wandernden Wurzel nematoden. — Nematologica Suppl. II, 1957, 406—412.
—, Pflanzenparasitäre Nematoden im Möhrenbau. — Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Braunschweig, 13. 1961, 134—140.

Diskussion:

Eschenhagen: Es wird ein Farbdiagramm der Wurzeln von Spinat auf stark podsolierter Braunerde gezeigt. Die keulenartige Verdickung — Spritzschäden kamen nicht

in Frage — sind ein Beitrag zur Differentialdiagnose: Säureschaden (ev. Al oder Mn-Toxizitäten?) oder *Pratylenchus*-Schaden?

Kemper: Wir hatten, als wir diesen Schaden an Spinat feststellten, einen Nematodenbefall von vornherein ausgeschlossen, weil wir gar nicht erwartet hatten, daß auf bis dahin rein landwirtschaftlich genutzten Flächen Nematoden in dieser Zahl auftraten und zum anderen, weil uns die vorausgegangene Bodenuntersuchung hinsichtlich des Kalkzustandes eigentlich schon genügend Aufschluß gegeben hatte über die Ursache dieses Schadens. Wir haben zusätzlich Untersuchungen der Wurzel durchgeführt. Es ist durchaus zutreffend, daß bei einem derartigen pH-Wert, teilweise unterhalb von 4, der Spinat nicht mehr wächst. An den feinen Wurzelspitzen wurden jedoch auch hier die für *Pratylenchus*-Befall typischen Verkrümmungen und Verdickungen, wie sie bei Säureschäden nicht zu beobachten sind, festgestellt.

Großmann: Haben Sie Unterlagen über die tatsächlichen Ertragsschäden, beispielsweise an Gerste durch Nematodenbefall?

Kemper: Ertragsfeststellungen wurden nur in dem einen Fall, den ich hier gezeigt habe, durchgeführt. Wir hatten hier einen normalen Ertrag von 38,4 Doppelzentner/ha, und auf diesen Feldern wurden auch bei anderen Kulturen durchaus normale Erträge erzielt. In den anderen Fällen wurden keine Ertragsfeststellungen gemacht, weil Nematodenschäden häufig nur als Befallsnester in den Beständen auftraten und insofern Befallsfeststellungen schwierig sind und nach meiner Ansicht bestimmt keine besonders viel-sagende Aussage treffen.

Großmann: Ich kann mich Ihrer Meinung insofern nicht ganz anschließen, als letzten Endes die Ertragsschäden eigentlich wesentlicher für den Praktiker sind. Die Schwierigkeit der technischen Feststellung ist natürlich gegeben, aber man könnte z. B. schon einiges erreichen durch einen Vergleich der Nester mit den angrenzenden gesunden Partien oder durch ähnliche Methoden.

W. STEIN,

Universität Gießen, Institut für Phytopathologie.

Untersuchungen zur Vertikalwanderung von *Meloidogyne hapla*

Obwohl Fragen der vertikalen Verteilung und Wanderung pflanzenparasitischer Nematoden für den praktischen Pflanzenschutz von großer Bedeutung sind, liegen zu diesem Thema bisher nur wenige Untersuchungen vor. So arbeitete z. B. Peters (1953) über die Vertikalwanderung von *Heterodera rostochiensis*, und in neuester Zeit berichtete Koen (1966) über die Verteilung von *Meloidogyne javanica*.

Um weitere Unterlagen zu diesem Problem zu sammeln, wurden Versuche mit *Meloidogyne hapla*, dem Wurzelgallen-Nematoden, eingeleitet. Über die bisher gewonnenen Ergebnisse soll hier kurz berichtet werden.

Das Nematoden-Material stammte aus einer Population vom Versuchsfeld des Instituts für Phytopathologie Gießen. (Nähere Charakterisierung des in diesen Versuchen verwendeten Sandbodens siehe bei Stein 1965.)

Die Anordnung eines ersten orientierenden Versuches zeigt die Abb. 1. In einer unten offenen Eisentonne von 60 cm Höhe und 50 cm Ø, die im Freiland in den Boden eingegraben war, wurde in der Mitte eine Trennwand aus Eternit von 10, 20, 30, 40 bzw. 50 cm Tiefe eingelassen. Jede Tonne wurde bis auf die obersten 10 cm der einen Hälfte mit dampfsterilisierter Erde (linierter Teil) gefüllt, diese letzten 10 cm aber mit nematodenverseuchter (punktierter Teil). Ziel des Versuches war es, festzustellen, wann die Nematoden die Trennwände unterwandert hatten und in den oberen Schichten der ursprünglich sterilen Tonnenhälfte in Erscheinung traten. Als Kriterium diente die Ausbildung von Gallen an Salat, mit dem alle Tonnen eingesät waren (Sorte Gelber Hohlblättriger Schnittsalat). Jede Versuchsvariante wurde 5mal wiederholt.

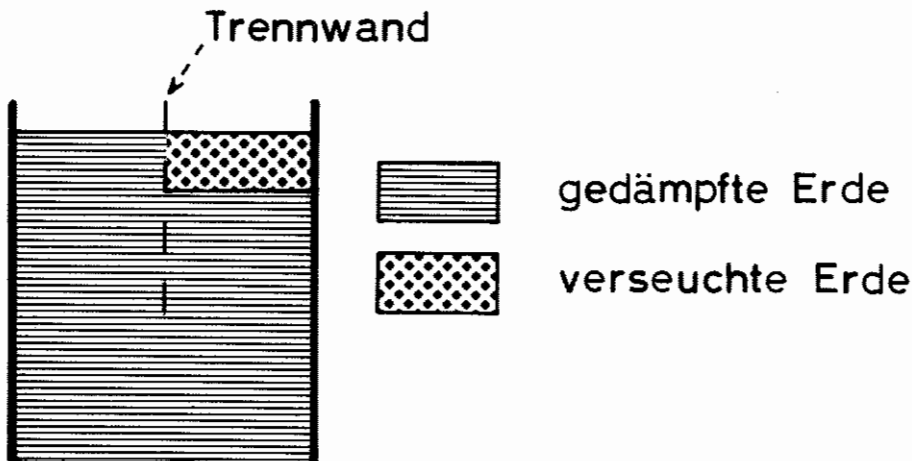


Abb. 1. Anordnung eines Versuches zur Ermittlung der Vertikalwanderung von *M. hapla*.
(Einzelheiten s. im Text.)

Bei der Kontrolle der Salatpflanzen 10 Wochen nach der 1. Saat zeigten sich im gedämpften Teil der Tonnen noch keine Gallen, während im ungedämpften starke Verseuchung notiert wurde. Bei der 2. Ernte im gleichen Jahr traten in je einer Wiederholung der 5 verschiedenen Varianten vereinzelt erste Gallen auf. — Nach der normalen Freilandüberwinterung war dann bei der ersten Ernte des 2. Anbaujahres auch in der ehemals sterilen Erde in allen Varianten und allen Wiederholungen Gallenbesatz festzustellen.

Die Nematoden mußten somit zwischen Ende Juli und Mitte Oktober des 1. Jahres in geringer, bis zum Mai des folgenden Jahres in größerer Zahl die Trennwände bis zu einer Tiefe von 50 cm unterwandert haben. Schon die früheren Untersuchungen über die Horizontalausbreitung dieser Art (S t e i n 1965) legten den Schluß nahe, daß die größte Wanderaktivität von *M. hapla* in den Herbst- bis Frühjahrsmonaten liegen muß.

Zum Abschluß dieser Versuchsreihe im 2. Jahr wurden aus 15 Tonnen Bodenproben aus 0–50 cm Tiefe entnommen und im Baermann-Trichter auf Larvenbesatz untersucht. In der Tonnenhälfte mit verseuchter oberer Erdschicht betrug die Larvenzahlen (in je 300 cm³ Erde): 0–10 cm = 391; 10–20 cm = 276; 20–30 cm = 58; 30–40 cm = 34; 40–50 cm = 11. Die entsprechenden Werte für die vollkommen sterilisierte Hälfte lauteten: 27 – 45 – 60 – 8 – 2. Die Populationsdichte war in der ursprünglich ganz sterilen Tonnenhälfte also noch deutlich niedriger und die stärkste Konzentration lag in tieferen Erdschichten.

In einer weiteren Versuchsreihe wurde die Verteilung der Nematoden in einer ursprünglich gleichmäßig verseuchten Erde und die Auf- bzw. Abwärtswanderung in sterilem Boden ermittelt.

Die Versuchsanordnung ist in den Abb. 2 a–c jeweils auf der linken Seite eingezeichnet. Die Tonnen waren ein Jahr lang mit Salat besetzt und wurden im Frühjahr (vor der Vegetationsperiode) bzw. im Sommer des 2. Jahres (nach einer weiteren Salaternte) in 10 cm hohe Schichten aufgeteilt. Mit der Erde jeder Schicht wurden je 10 Blumentöpfe gefüllt und in diese dann wieder Salat gesät.

Bei der Bonitierung 6 Wochen später wurde die Gallenbildung nach folgendem Schema bewertet: 0 = kein Befall, 1 = schwacher Befall, 2 = mittlerer Befall, 3 = starker Befall. Die Wertzahlen für alle 10 Töpfe wurden addiert. In den Abb. 2 a–c sind diese Summen eingetragen, wobei die höchst mögliche Summe (30) = 100 gesetzt wurde.

In der ursprünglich ganz infizierten Tonne befanden sich die meisten Nematoden vor der Vegetationsperiode des 2. Jahres in der Schicht von 10–20 cm Tiefe (Abb. 2 a). Diese Zone verursachte auch in den beiden anderen Versuchen (nach einer weiteren Salaternte) die stärkste Gallenbildung (Abb. 2 b und 2 c rechts).

Die Abwärtswanderung aus der obersten infizierten Schicht (Abb. 2 b) hat zum Kontrollzeitpunkt im Sommer des 2. Jahres alle untersuchten Tiefen erreicht. Ebenso ist durch die Aufwärtswanderung aus 40–50 cm Tiefe zu diesem Zeitpunkt die ganze Tonne mit Nematoden besiedelt worden (Abb. 2 c). Hier ist zwischen Frühjahr und Sommer noch eine ausgeprägte Umschichtung erfolgt, wie die Verlagerung des Infektionsschwerpunktes von 40–50 cm Tiefe in die höher gelegenen Schichten deutlich zeigt.

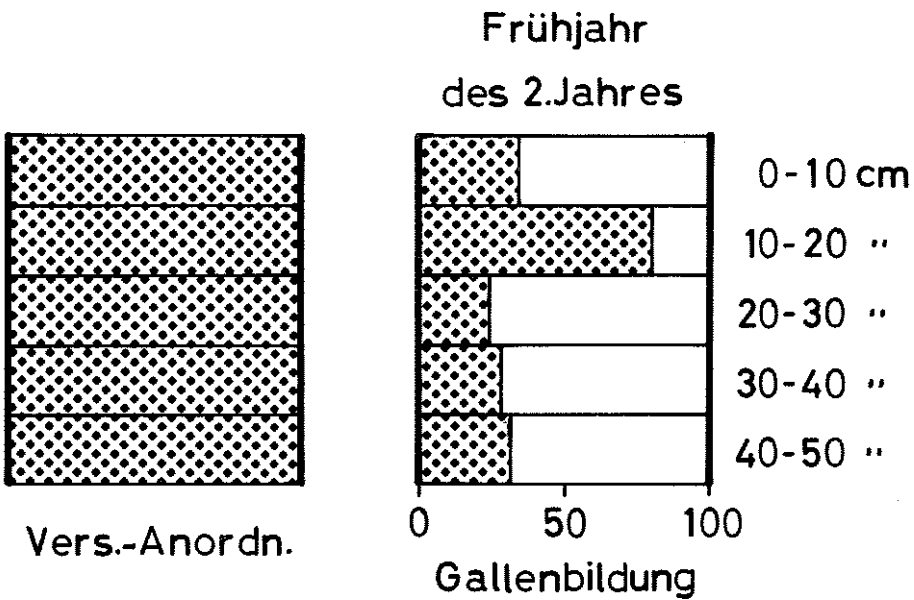
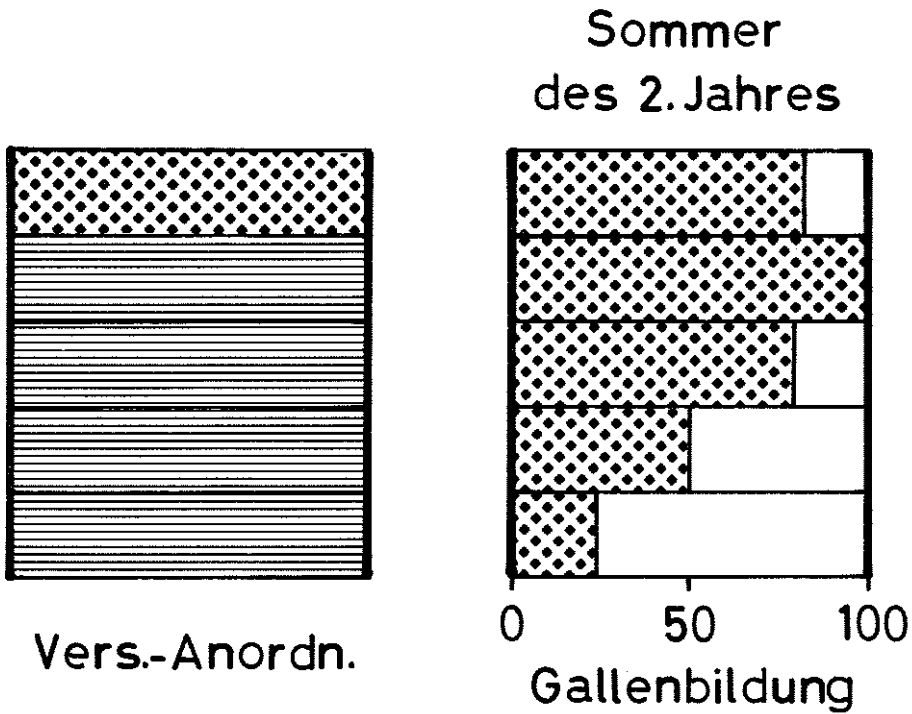
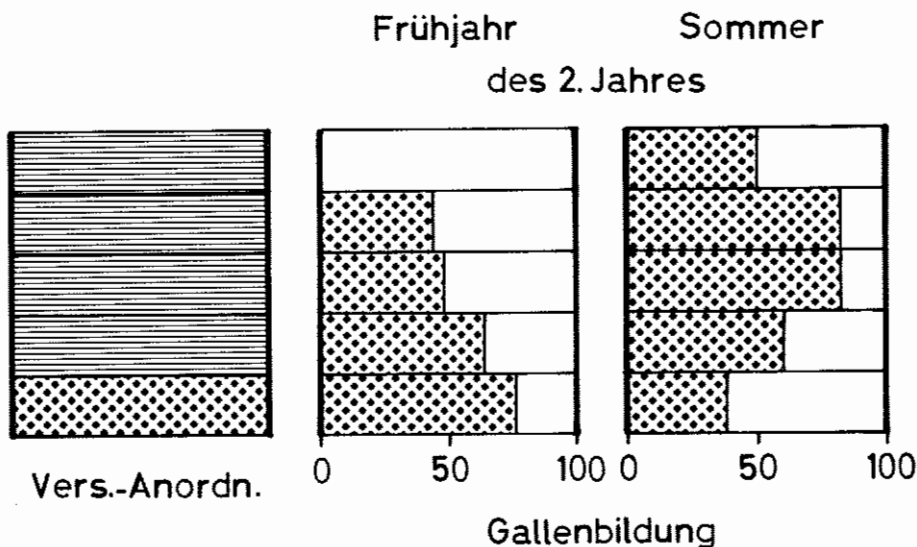


Abb. 2. Die Verteilung von *M. hapla* in den Versuchsgefäßen:
a) nach gleichmäßiger Verseuchung der Erde,



b) nach Einbringung in die oberste Schicht,



c) nach Einbringung in die unterste Schicht.

Die immer wieder festzustellende Konzentration von *M. hapla* in der Tiefe zwischen 10 und 20 cm wurde auch von K o e n (1966) bei *M. javanica* ermittelt.

Die hier aufgezeigten Ergebnisse können nur als Stichproben gewertet werden und keine zusammenhängende Vorstellung über die vertikalen Veränderungen der Populationsdichte von *M. hapla* im Laufe eines Jahres geben. Eine Fortsetzung dieser Untersuchungen ist deshalb wichtig, um so den für eine Bekämpfung optimalen Zeitpunkt ermitteln zu können.

S u m m a r y :

In several investigations the attempt was made to determine the vertical migration and resulting from this the vertical distribution of *M. hapla* in sandy soil.

Within one year this nematode is able to migrate down to a depth of 50 cm and back to the surface of the soil. The highest population density was found at a depth from 10 to 20 cm.

Further experiments are in progress to get more informations about the time of migration and the vertical distribution during the different seasons.

L i t e r a t u r

- Koen, H., The influence of seasonal variations on the vertical distribution of *Meloidogyne javanica* in sandy soils. — *Nematologica* 12. 1966, 297–301.
- Peters, B. G., Vertical migration of potato root eelworm. — *J. Helminth.*, London, 27. 1953, 107–112.
- Stein, W., Untersuchungen über die Ausbreitung von *Meloidogyne hapla* Chitwood unter Freilandbedingungen. — *Nematologica* 11. 1965, 291–296.

VIRUSKRANKHEITEN

Vorsitz: *B o d e* (Braunschweig)

R. BERCKS,

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Abteilung für pflanzliche Virusforschung.

Probleme der pflanzlichen Virusforschung

Das Thema Viruskrankheiten hat seit dem Jahre 1958 nicht mehr expressis verbis auf dem Programm gestanden. Dennoch sind Virosen sowohl in Übersichtsreferaten als auch Einzelvorträgen auf allen späteren Tagungen behandelt worden. Da nicht in jedem Jahr neue Viruskrankheiten auftreten, andererseits Virusprobleme im allgemeinen nicht kurzfristig gelöst werden, gilt das in den letzten Jahren Gesagte auch heute noch weitgehend und ist in den Berichten nachzulesen. Aus diesem Grunde kann und muß ich mich hinsichtlich der Virosen im allgemeinen auf ergänzende Bemerkungen beschränken.

Hinsichtlich der Erforschung der Viren kann zwischen Bemühungen, die unsere Kenntnisse in erster Linie unter dem Gesichtspunkt des Krankheitserregers erweitern sollen, und zwischen solchen Untersuchungen unterschieden werden, die in das Gebiet der Molekular-Biologie fallen. Aus mancherlei Gründen ist das Tabakmosaik-Virus — abgekürzt TMV — ein bevorzugtes Forschungsobjekt für das zuletzt genannte Gebiet. Seit im Jahre 1960 durch Untersuchungen in Tübingen und Berkeley die Aminosäure-Sequenz der TMV-Untereinheiten und damit die Primärstruktur des Proteins bekannt wurde und aufgrund anderer Untersuchungen ein weitgehend anerkanntes Struktur-Modell entworfen wurde, sind neue Fortschritte erzielt worden. Hinsichtlich des TMV-Aufbaues bemüht man sich jetzt bereits um die Aufklärung der Teritär- und Quaternärstruktur. Durch Aminosäuresequenzanalysen von künstlich erzeugten Mutanten konnten neue Erkenntnisse über den genetischen Code erzielt werden, Erkenntnisse, die für die Aufklärung von Urphänomenen des Lebens Bedeutung haben. Derartige Untersuchungen sind selbstverständlich für jeden auf dem Gebiet der Phytopathologie tätigen Virologen wichtig, sie gehören aber so weitgehend in die allgemeine Biologie und in die Biochemie, daß hier auf ihre Darstellung verzichtet werden muß. Im folgenden soll vielmehr auf solche Probleme eingegangen werden, die dem Phytopathologen und auch dem Pflanzenschutzmann etwas näherliegen. Dabei wird sich allerdings eine gelegentliche Grenzüberschreitung auf das Gebiet der Molekular-Biologie nicht ganz vermeiden lassen.

Bekanntlich können Viren nicht aktiv in die Pflanze eindringen. Sofern eine Infektion durch einen Überträger, z. B. eine Blattlaus, erfolgt, ist noch verhältnismäßig leicht vorstellbar, daß das Virus an einen Ort der Zelle gelangt, wo eine Vermehrung möglich ist. Für die mechanische Übertragung, die eine Verletzung, etwa der Blattspreite, zur Voraussetzung hat, konnten dagegen bisher kaum Vorstellungen entwickelt werden, obgleich anzunehmen ist, daß abgebrochene Blattläuse Eintrittspforten des Virus darstellen können. Für die Möglichkeit, daß die Ektodesmen ebenfalls eine und u. U. die entscheidende Rolle spielen, hat *B r a n t s* in der letzten Zeit neue Hinweise geliefert. Die Autorin fand eine positive Korrelation zwischen der Zahl der feststellbaren Ektodesmen und der Virusanfälligkeit

keit. Man kann deshalb daran denken, daß bei einer Verletzung der Kutikula das Virus in Verbindung mit den Ektodesmen und auf diese Weise in die Zelle gelangt. Da außerdem feststeht, daß sich Virus bereits in Epidermiszellen vermehren kann, und daß wegen der Größe der Plasmodesmen auch ein Transport des intakten Virus von Zelle zu Zelle möglich ist, können jetzt begründetere Vorstellungen über die Ausbreitung des Virus in der Pflanze entwickelt werden.

Über die Zahl der für eine Infektion notwendigen Partikeln gibt es unterschiedliche Vorstellungen. Theoretisch muß ein Molekül ausreichen. Tatsächlich sind aber sehr große Mengen notwendig, weil nur ein sehr kleiner Teil der in einem Inokulum enthaltenen Partikeln die Chance hat, an eine infizierbare Stelle zu gelangen.

Damit sich das Virus vermehren kann, muß zunächst die Virus-Ribonukleinsäure, abgekürzt RNS, von dem sie umhüllenden Protein befreit werden. Die Vermehrung beginnt dann offenbar mit einer Vermehrung von RNS im Zellkern. Nach einiger Zeit tritt diese RNS in das Zytoplasma über, und damit wird augenscheinlich die Synthese des Virusproteins eingeleitet. Über den Ort dieser Synthese bestehen noch unterschiedliche Meinungen. Nach *van Kammern* sind die Ribosomen, nach anderen Autoren die Chloroplasten beteiligt, selbst der Zellkern wird genannt.

Über die Art, wie die Virusvermehrung im einzelnen abläuft, sind aufgrund neuer Untersuchungen differenziertere Vorstellungen entwickelt worden. Soweit bekannt, besitzen die phytopathogenen Viren mit zwei Ausnahmen eine Einzelstrang-RNS. Im Jahre 1964 fanden nun *Shipp* und *Haskellorn*, daß bei der Vermehrung der RNS des TMV RNS-Doppelstränge auftreten. Die gleiche Beobachtung wurde von anderer Seite beim Wasserrübelgelbmosaik-Virus gemacht. Nach einer Darstellung von *Weissman* et al. fungiert die vom Protein freigesetzte Einzelstrang-RNS des Virus auch als Boten-RNS und leitet so die Synthese des Virusproteins ein. Gleichzeitig determiniert sie die Bildung einiger Enzyme, die für die RNS-Vermehrung eine Rolle spielen. Es setzt dann eine Doppelstrangbildung ein und der Minus-Strang dient wieder als Muster für die RNS des Virusnukleoproteids. Im einzelnen ist allerdings noch vieles unklar und auch umstritten. Interessant ist noch, daß die Doppelstrangbildung beim TMV offenbar im Zytoplasma, beim Wasserrübelgelbmosaik-Virus dagegen in der Chloroplastenfraktion der Zelle erfolgt.

Bei einer zunehmenden Zahl von Viren kann man feststellen, daß während der Vermehrung noch andere nichtinfektiöse Teilchen entstehen, die in ihrem Aufbau einen mehr oder weniger großen Zusammenhang mit dem Virus erkennen lassen. Das klassische Beispiel ist das schon erwähnte isometrische Wasserrübelgelbmosaik-Virus, bei dem zur Zeit 6 Komponenten bekannt sind. Eine dieser Komponenten besteht nur aus leeren Proteinhüllen. Die übrigen enthalten zwar alle, wenn auch in unterschiedlichem Umfang, RNS, aber nur eine von ihnen ist infektiös.

Nach Analysen und Überlegungen von *Matthews* u. Mitarb. soll es sich bei der Bildung der leeren Hüllen aus Proteinuntereinheiten des Virus um einen reversiblen Vorgang handeln.

Ein anderes sogenanntes inhomogenes Virus ist das *bean pod mottle virus*. *Bancroft* stellte bei der Dichtegradientenzentrifugation drei Zonen fest, von denen jede in der Elektrophorese zwei Gipfel zeigte, während das Material jedes

Elektrophorese-Gipfels umgekehrt wieder mehrere Zonen in der Ultrazentrifuge lieferte. Von *Semancik* und *Bancroft* wurde 1964 die Vermutung geäußert, daß bei den nichtinfektiösen Partikeln die RNS während der Virussynthese teilweise von Nukleasen angegriffen wird, und so unvollständige und aus diesem Grunde nichtinfektiöse RNS vom Protein umhüllt wird.

Das eben skizzierte Schema der Virusvermehrung wird nicht in jedem Fall eingehalten. Bei einigen Viren kennen wir Mutanten, bei denen es nicht zur Ausbildung von Virusprotein kommt. Ein anderer bisher einzigartiger Fall ist der des sog. Satelliten-Virus, das sich nur in Verbindung mit dem Tabaknekrose-Virus vermehren kann.

Der Einfluß des Virus auf den Stoffwechsel der Pflanze, der sich oft in äußeren Symptomen manifestiert, ist noch völlig ungeklärt. Bei der Kompliziertheit der Situation und den sehr labilen Verhältnissen ist bisher noch kein Weg für die Aufklärung des Zusammenspiels oder besser gesagt der Auseinandersetzung Virus — Wirt zu sehen. Wie *Opel* ausgeführt hat, sind viele stoffwechselphysiologische Veränderungen, die zur Symptombildung führen, unspezifisch. Vielfach handelt es sich um die Beschleunigung von Prozessen wie Eiweißabbau, Chlorophyllabbau, Aktivitätserhöhung bei bestimmten Enzymen, die auch in normalen alternden Blättern auftreten. Man könnte also nach *Opel* in diesen Fällen von einem vorzeitigen Altern der Pflanze bzw. einzelner Teile sprechen.

Die Virusvermehrung verläuft in den meisten Fällen entsprechend einer Optimumkurve. Dabei spielt möglicherweise eine induzierte Resistenz eine Rolle. Viren, die nur Lokalläsionen auf den beimpften Blättern verursachen, können systemische Wirkungen zur Folge haben, die durch die Ausbreitung einer oder mehrerer in Zusammenhang mit der Infektion gebildeter Substanzen zustande kommen. Diese sind u. a. vielleicht an dem sog. Erholungs-Phänomen, das vor allem von einigen Ringspot-Viren bekannt und durch eine starke Herabsetzung der Viruskonzentration gekennzeichnet ist, beteiligt. Die Beschäftigung mit diesen Fragen wurde in der letzten Zeit durch mögliche Parallelen zum Interferon stimuliert. Interferon ist ein Stoff, der im tierischen Organismus schon vor einer Antikörperbildung entsteht oder zumindest eher als die Antikörper wirksam wird und die Viruskonzentration im Organismus herabsetzt.

Von *Loebenstein* und Mitarbeitern wurde aus infizierten Stechapfel-Pflanzen ein Agens isoliert, das hinsichtlich Molekulargewicht und chemischer Eigenschaften tatsächlich auffallende Parallelen zum Interferon besitzt. Ein Unterschied besteht darin, daß das Agens nicht wirtsspezifisch ist.

Man kann annehmen, daß das Problem weiteres Interesse finden wird, und es ist abzuwarten, ob sich dabei u. a. neue Ansatzpunkte für eine Chemotherapie ergeben, bei der auch in den letzten Jahren keine entscheidenden Fortschritte erzielt worden sind.

Die vor allem durch die elektronenmikroskopischen Untersuchungen von *Brandes* in Braunschweig begründete Annahme, daß intakte gestreckte Viren eine bestimmte Länge, die sog. Normallänge, besitzen, hat in den letzten Jahren, in denen die Grob-Morphologie der meisten derartigen Viren geklärt wurde, allgemeine Anerkennung gefunden. Aber auch hinsichtlich der Feinstruktur sind durch elektronenmikroskopische Untersuchungen, insbesondere durch die Einführung der negative staining-Technik Fortschritte erzielt worden. Beim TMV wurde die Schrauben-Struktur sichtbar gemacht. Die Ganghöhe der Schraube konnte recht

genau gemessen werden. Bei frontaler Betrachtung sehr kleiner Virus-Bruchstücke konnte auch die Zahl der Untereinheiten je Umdrehung, die 16 beträgt, erkannt werden. Ähnliche Ergebnisse wurden beim Rattle-Virus und barley stripe Virus erhalten. Die übrigen gestreckten Viren haben vermutlich eine analoge Struktur. Entsprechende Untersuchungen sind aber noch notwendig, da bei einer Reihe von Viren, wie z. B. Kartoffel-X-Virus, bisher nicht einmal der innere Kanal geschweige denn weitere Strukturen beobachtet worden sind.

Eine Ausnahme von dem skizzierten Schema bildet das Luzerne-Mosaik-Virus, ein Kurz-Stäbchen mit abgerundeten Ecken, es ist nicht schraubig aufgebaut. Dasselbe gilt für ein Virus, das anscheinend an der die-back-Krankheit des Champignons beteiligt ist.

Isometrische Viren machen wegen ihrer Kleinheit bei elektronenmikroskopischen Untersuchungen erheblich größere Schwierigkeiten als gestreckte. Dies gilt schon für die Feststellung ihres Durchmessers, aber noch weit mehr für ein Sichtbarmachen der erwarteten Strukturen, weil diese an der Auflösungsgrenze der zur Zeit verfügbaren Geräte liegen. Falls in der nächsten Zeit Mikroskope mit stärkerer Leistung auf den Markt kommen, sind wahrscheinlich damit noch nicht ohne weiteres alle Schwierigkeiten behoben. U. U. haben die bei der negative staining verwendeten Kontrastmittel eine so große Eigenstruktur, daß diese die Virusstrukturen überdeckt. Derartigen Schwierigkeiten kann auch nicht durch die Rotationstechnik von *Markham et al.*, bei der durch einen fotografischen Trick die Auswertung von unzureichenden Bildern verbessert wird, begegnet werden. Es werden deshalb voraussichtlich weitere methodische Bemühungen notwendig sein.

Unter den isometrischen Viren nimmt das Wundtumor-Virus eine Sonderstellung ein. Es hat einen Durchmesser von ungefähr 80 μ und 92 Untereinheiten. Es ist also erheblich größer als die bekannten kleinen Kugelviren. Durch seine Doppelstrang-RNS besitzt es Ähnlichkeit mit Viren von Vertebraten, den Reo-Viren, zu denen nach *Streissle* und *Maramorosch* auch eine serologische Verwandtschaft besteht. Wenn die letztere Angabe bestätigt werden kann, handelt es sich um eine sehr interessante Feststellung.

Aus dem Rahmen der bisher erwähnten Viren fallen wegen ihrer Organisation das streifige Weizenmosaik-Virus, ein Maisvirus und das in Australien gefundene lettuce necrotic yellows heraus. Es handelt sich um Viren mit länglicher Gestalt von erheblicher Dicke, die, ähnlich manchen tierischen Viren, von einer deutlich erkennbaren Membran umgeben sind. Ein isometrisches Virus mit einer Membran ist das potato yellow dwarf virus.

Die Existenz von Normallängen bei gestreckten Viren und ein sehr einfaches Nachweisverfahren, die sog. Tauchmethode, ermöglichen den Einsatz des Elektronenmikroskops bei der Virusidentifizierung. Besonders vorteilhaft ist die gleichzeitige Anwendung serologischer Methoden. Das Elektronenmikroskop übernimmt dabei gewissermaßen die Vorselektion, so daß die serologische Prüfung nur gegen eine beschränkte Anzahl von Viren erfolgen muß.

Bei den isometrischen Viren ist in letzter Zeit ebenfalls ein Fortschritt hinsichtlich einer Beobachtung in Pflanzensäften erzielt worden. Bislang konnten diese Viren in bedampften Präparaten derartiger Säfte elektronenmikroskopisch nicht von ähnlich geformten Zellbestandteilen unterschieden werden. Dies ist jetzt durch eine Kombination der Tauchmethode mit der negativ staining-Technik offen-

bar möglich. Allerdings ist dafür ein Gerät mit starker Auflösung erforderlich.

Schon vor Jahren hat Brandes die Ansicht vertreten, daß das Vorkommen von gleichen oder sehr ähnlichen Normallängen bei verschiedenen Viren nicht zufällig sei. Dies führte zu dem im Jahre 1959 veröffentlichten Vorschlag von Brandes und Wetter, gestreckte Viren aufgrund der Partikel-Morphologie zu klassifizieren.

Seit dieser Zeit haben eine Reihe vor allem in Braunschweig durchgeführter Untersuchungen gezeigt, daß vielfach zwischen derartigen Viren eine serologische Verwandtschaft besteht. Diese Feststellungen wurden erleichtert und teilweise erst möglich, als es gelang, sehr hochtitrige Seren herzustellen, die in der Lage sind, entfernte Verwandtschaften aufzudecken. Schwierigkeiten bei der Feststellung solcher Beziehungen machen individuelle Unterschiede zwischen Seren, die gegen dasselbe Virus hergestellt worden sind. Aufgrund derartiger Unterschiede kann von zwei Seren mit demselben Titer das eine zur Feststellung schwacher Verwandtschaft geeignet sein und das andere nicht. Trotz dieser Schwierigkeiten konnten z. B. entfernte serologische Beziehungen zwischen Weißklemosaik-Virus, *Hydrangea* ringspot Virus, Kartoffel-X-Virus, Kakteen-X-Virus und Kleegelbmosaik-Virus beobachtet werden, deren Normallänge in der genannten Reihenfolge von 480 bis 540 m μ ansteigt. Es scheint, daß derartige Untersuchungen erstmals einen Ansatzpunkt für ein natürliches System pflanzenpathogener Viren liefern, für das selbstverständlich noch andere charakteristische Eigenschaften, vor allem hinsichtlich des chemischen Aufbaues, heranzuziehen sind. Dies ist u. a. deshalb erwünscht, weil serologische Reaktionen Oberflächen-Reaktionen sind und es denkbar ist, daß Zusammenhänge im Aufbau verschiedener Viren bestehen, die sich nicht in der Oberflächenstruktur bemerkbar machen.

Die elektronenmikroskopischen und serologischen Befunde haben das Interesse an Fragen der Klassifikation neu geweckt. Es ist ein glückliches Zusammentreffen, daß im Juli dieses Jahres auf der Internationalen Mikrobiologentagung in Moskau ein selbständiges Komitee für Nomenklatur von Viren gegründet worden ist, in dem auch die Phyto-Virologen in befriedigender Zahl vertreten sind. Zur Zeit benutzen die meisten Autoren noch die englischen common names als Ersatz für eine verbindliche Nomenklatur. In Moskau hat man sich jedoch so weit geeinigt, daß eine binominale Nomenklatur unter Verwendung latinisierter Namen angestrebt werden soll.

Die Intensivierung der Virusforschung bringt nicht nur neue Erkenntnisse über das Virus selbst, sondern führt, man könnte beinahe sagen, täglich zum Auffinden neuer Wirtspflanzen, und zwar nicht nur innerhalb systematischer Gruppen, in denen bereits Wirte bekannt sind. Dafür nur wenige Beispiele. Aus der Tschechoslowakei ist eine Virose bei Tannen gemeldet worden. Harrison in England konnte mit Hilfe von Nematoden Viren auf Fichte und *Chamaecyparis* übertragen. Von anderen holzigen Gewächsen sind zu nennen: Pappel, Esche, Ahorn, Robinie, Flieder und Liguster. Auch bei niederen Pflanzen wie Pilzen, ich erwähnte schon die die-back-Krankheit des Champignons, an der anscheinend mehrere Viren beteiligt sind, und selbst bei Algen wurden Viren gefunden. Es erweist sich immer mehr und es ist grundsätzlich kein Grund einzusehen, warum es anders sein sollte, daß offenbar keine Pflanzenfamilie vor einem Virusbefall sicher ist. Das hat keineswegs nur akademisches Interesse. Bei einzelnen Kulturen stehen oft erheblich größere Werte auf dem Spiel, als gemeinhin angenommen wird.

Schmelzer, der, wenn wir von den Obstviren absehen, als einziger in Deutschland eingehendere Untersuchungen über Gehölzviren durchgeführt hat, fordert aufgrund seiner Befunde an Ziergehölzen und ihrer mit Zahlen belegten Bedeutung für Mitteleuropa, diese Gehölze ähnlich wie die Obstgehölze auf Virusbefall zu überwachen.

Es kommt aber keineswegs allein auf den für eine bestimmte Kultur notwendigen Effekt an, sondern auch darauf, welche Rolle eine Kultur für die Virus-epidemiologie spielt, worauf Schmelzer übrigens bei seinem Vorschlag auch hingewiesen hat. Wir sprechen gerne etwa von Getreide-Viren, Kartoffel-Viren, Leguminosen-Viren usw., wodurch der Eindruck erweckt wird, als wenn diese Viren an die genannten Wirtspflanzen gebunden seien. Selbstverständlich gibt es Viren mit einem sehr engen Wirtspflanzenkreis, wie z. B. die Getreide-Viren. In anderen Fällen existiert aber ein sehr weites Wirtspflanzenpektrum wie etwa beim Tomatenschwarzringflecken-Virus, für das bisher in Deutschland ein natürliches Vorkommen in Kartoffeln, Buschbohnen, Kürbis, Pfirsich, Kirsche und Rebe nachgewiesen worden ist und das sicher auch noch in einer großen Zahl anderer Pflanzen zu finden ist. Die durch derartige Viren verursachten Krankheiten dürfen, wenn sie erfolgreich bekämpft werden sollen, nicht eng unter dem Aspekt der jeweiligen Pflanzenkultur betrachtet werden, sondern müssen mehr vom Virus her gesehen werden. Ich glaube, daß wir diesbezüglich in Deutschland noch ein sehr weites Betätigungsfeld vor uns haben, und befürchte, daß dafür überhaupt in weiten Kreisen erst einmal Verständnis geweckt werden muß.

Eng mit der Epidemiologie verbunden ist das Problem der Virusüberträger, deren Kreis sich ebenfalls immer weiter ausbreitet. Zu den Insekten sind Milben und, wie Sie schon gehört haben, Nematoden als tierische Vektoren hinzugekommen. Vielfache Überraschung hat ausgelöst, daß selbst Pilze als Überträger wirken können.

Unter den Milben sind bisher die Gallmilben als Hauptvektoren anzusehen. Sie übertragen Viren bei Feigen, Pfirsichen und Johannisbeeren, die sonst nur durch Pfropfung oder eventuell noch durch *Cuscuta* übertragen werden können. Teilweise können nur Jungtiere das Virus aufnehmen, nicht aber die Adulten. Nach einer mündlichen Mitteilung von Kollegen aus Aschersleben ist dort für Deutschland erstmalig eine Milbe als Vektor nachgewiesen worden.

Bei den Insektenvektoren sind als neue Gruppe Psylliden, die Blattflöhe, hinzugekommen. Während diesbezüglich bislang wenige und von vornherein fragliche Angaben vorlagen, ist nunmehr die Übertragungseigenschaft von *Psylla pyricola* durch Jensen u. a. für eine Birnenvirose nachgewiesen.

Die Existenz von Vektorrassen mit unterschiedlichen Übertragungseigenschaften findet immer wieder neue Bestätigung. Ein entsprechender deutscher Beitrag liegt aus diesem Jahre von Hinz vor hinsichtlich der Übertragung des Kartoffel-Blattroll-Virus durch *Myzus persicae* und des Enationen-Virus der Erbse durch Rassen von *Myzus persicae*, *Acyrtosiphon pisi* und *Macrosiphum euphorbiae*.

Unterschiede in der Übertragung eines Virus können auch durch das Vorliegen vektorspezifischer Virusstämme bedingt sein, wie besonders Row beim Gelbverzweigungsvirus der Gerste gezeigt hat. Er fand einen Stamm, der zwar durch *Macrosiphum granarium*, aber nicht immer durch *Rhopalosiphon padi* übertragen wird. Ein anderer Stamm dagegen wird gut durch *Rhopalosiphon padi*, aber nur gelegentlich durch *Macrosiphum granarium* übertragen.

Insektizid-Resistenz hat ebenfalls einen Einfluß auf die Vektor-Wirt-Beziehungen. R u s s e l stellte in England fest, daß Phosphorinsektizid resistente Formen von *Myzus persicae*, die nur langsam abgetötet werden, sowohl das Vergilbungsvirus der Rübe als auch das Milde Vergilbungsvirus übertragen. Nicht-resistente Formen übertragen dagegen bei einer Bekämpfung das semipersistente Vergilbungsvirus noch, wenn auch nur schlecht, während das persistente Milde Vergilbungsvirus nicht mehr übertragen wird.

Über die geringe Wirksamkeit von Insektizidspritzungen zur Verminderung der Übertragung nichtpersistenter Viren besteht im allgemeinen heute kein Zweifel mehr. Ein völlig anderer Weg zur Bekämpfung könnte das Aufbringen von Ölfilmen auf die Blätter sein, worüber in einem besonderen Vortrag berichtet wird.

Der erste als Virusüberträger festgestellte Pilz ist *Olpidium brassicae*. Seine Zoosporen übertragen das Tabaknekrose-Virus. Der Pilz überträgt ferner ein Virus, das die big vein-Krankheit des Salats verursacht, und ein weiteres, das in Japan die tobacco stunt-Krankheit bewirkt. Analog den Verhältnissen bei tierischen Vektoren hat sich herausgestellt, daß es Pilz r a s s e n mit unterschiedlicher Überträgerqualität gibt. T e a k l e berichtet über einige von Cruciferen gesammelte *Olpidium brassicae*-Rassen, die das Nekrose-Virus nicht übertragen, während Rassen von Salat ohne Ausnahme als Überträger fungieren.

Nach N i e n h a u s und S t i l l e übertragen Zoosporen von *Synchytrium endobioticum* das Kartoffel-X-Virus auf virusfreie Knollen, wenn der Pilz-Virus-Kontakt im Verlauf der Pilzentwicklung im virusverseuchten Gewebe erfolgt, nicht dagegen wenn Zoosporen und Virus erst nachträglich in vitro zusammentreffen. Die Autoren machen darauf aufmerksam, daß darin ein Unterschied zur Übertragung des Tabaknekrose-Virus durch *Olpidium brassicae* liegt, dessen Zoosporen auch dann übertragen, wenn sie in einer Suspension mit dem Virus in Kontakt kommen.

C a n o v a hat in diesem Jahr nachgewiesen, daß *Polymyxa graminis* Vektor für ein bodenübertragbares Weizenmosaik-Virus ist.

Untersuchungen über Pilze als Vektoren sind mit Problemen verbunden, die möglicherweise in Zukunft noch die Ursache für unterschiedliche Meldungen und Interpretationen liefern werden. Nichtsdestoweniger wird man annehmen dürfen, daß Pilze eine größere Rolle als Vektoren spielen, als wir zur Zeit wissen. Es wäre deshalb nicht undenkbar, daß Fungizide in Zukunft auch aus diesem Grunde Interesse finden.

Wenn im folgenden auf Viren bzw. Virose bei einigen Pflanzenkulturen eingegangen wird, so ist zuvor an die eingangs gemachte Einschränkung zu erinnern. Ich beginne mit Obstvirose. K e g l e r hat seine Untersuchungen zur Aufklärung der Kirschenringflecken-Virose fortgesetzt. Er konnte differenzieren zwischen: 1. dem nekrotischen Ringflecken-Virus, das die Stecklenberger Krankheit verursacht. Es entspricht einem Isolat des von F u l t o n in Nordamerika identifizierten sour cherry necrotic ringspot virus. 2. dem Chlorotischen Ringflecken-Virus, das mit einem Isolat des von F u l t o n beschriebenen prune dwarf virus identisch ist, 3. dem Chlorotisch-nekrotischen Ringflecken-Virus, das, außer dem Namen entsprechenden Symptomen, bei Sauerkirsche und Pfirsich eine Triebstauchung und bei Pflaume Weidenblättrigkeit verursacht. Es nimmt eine Zwischenstellung

zwischen den beiden erstgenannten Viren ein; alle drei haben eine isometrische Form.

Über ein seit 1962 in Deutschland bekanntes Virus, das Blattroll-Virus der Kirsche, liegt eine deutsche Isolate näher charakterisierende Veröffentlichung von K e g l e r, R i c h t e r und S c h m i d t aus diesem Sommer vor. Die Autoren haben in der Arbeit u. a. ein Schema zur biologischen Differenzierung von einigen Viren mitgeteilt, die in Kirschen- und Pflaumenbäumen vorkommen und ähnliche Schadbilder verursachen können.

Mehrfach ist in den letzten Jahren über gestreckte Viren aus latent verseuchten Apfelbäumen veröffentlicht worden, die sich auf krautige Pflanzen übertragen lassen. K e g l e r und S c h m i d t berichten im Jahre 1964 über ein Virus mit einer Länge von ungefähr 750 m μ . L i s t e r et al. unterscheiden in einer Arbeit aus dem vorigen Jahr zwischen zwei Typen, die u. a. serologisch unterschieden werden können. Die Autoren nehmen an, daß an anderen Stellen untersuchte Viren sich in eine dieser beiden Typen eingliedern lassen. Dazu gehört u. a. ein Virus, das ursprünglich auf Erdbeere gefunden als raspberry bushy dwarf bezeichnet worden ist und nach C a d m a n auch auf holzigen Rosaceen-Wirten wie Apfel, Kirsche, Birne, Pflaume und Zier-*Prunus*-Arten verbreitet vorkommt. Es bedarf noch weiterer Untersuchungen, um die Beziehungen zwischen den Viren im einzelnen zu klären. Ob die in der Bundesrepublik vorkommenden latenten Apfel-Viren ebenfalls in den genannten Kreis eingegliedert werden können, ist nicht bekannt.

Beim Beerenobst scheint in der Bundesrepublik die Situation für die Himbeere wesentlich schlechter zu sein als für die Erdbeere. Natürliche Gesundheitslagen existieren offenbar nicht. Die Bereinigung der stark verseuchten Sorten und Bestände ist deshalb ein dringendes Problem. Für diesen Zweck müßten Nachweisverfahren vereinfacht bzw. verbessert werden, da die Anzucht der Testpflanzen von *Rubus henryi* und *Rubus occidentalis* für größere Reihenteste zu schwierig und aufwendig ist.

Da Rebenvirosen in keinem Einzelvortrag behandelt werden, möchte ich ein wenig näher auf sie eingehen. Dies ist auch deshalb berechtigt, weil gerade in der letzten Zeit erste Erfolge in der Identifizierung verschiedener Viren erzielt werden konnten. Das erste in Deutschland in Reben sicher und überhaupt erstmals in Reben nachgewiesene Virus ist das schon erwähnte Tomatenschwarzringflecken-Virus. Es wurde in einem Rebenschnittgarten an der Obermosel, der durch Wachstumsdepressionen auffiel, entdeckt. In Zusammenarbeit mit Herrn S t e l l m a c h vom Institut für Rebenkrankheiten wurde es inzwischen an weiteren Standorten der Mosel sowie an der Nahe und am Rhein gefunden, und zwar in reisigkranken Reben.

An denselben Plätzen und teilweise in denselben Pflanzen wurden ferner das typische Arabismosaik-Virus und das damit serologisch verwandte Fanleaf-Virus der Rebe angetroffen. Hinsichtlich des Arabismosaik-Virus handelt es sich ebenfalls um den erstmaligen gesicherten Nachweis in Rebenpflanzen. Die Ergebnisse sind zunächst insofern überraschend, als die Reisigkrankheit oft mit den in anderen Ländern als fanleaf disease, court-noué, urticado usw. bezeichneten Krankheiten gleichgesetzt wird, die durch das Fanleaf-Virus verursacht werden. Wenn man allerdings an die mannigfachen Symptome der Reisigkrankheit denkt und sich erinnert, daß nach N i e m e y e r dem Gesamthabitus des kranken Rebenstockes

eine weit größere Bedeutung beizumessen ist als einzelnen Symptomen, so gewinnt man den Eindruck, daß die Reisigkrankheit nicht völlig mit den vom Ausland bekannten Krankheiten gleichzusetzen ist. Möglicherweise beziehen sich die letzteren auf ein engeres und schärfer gefaßtes Symptombild.

Die Situation wird durch unveröffentlichte Befunde aus jüngster Zeit über das Vorkommen weiterer Viren in reisigkranken und anderen Reben noch komplizierter. Welche Viren für bestimmte Symptome der Reisigkrankheit verantwortlich sind, läßt sich natürlich nur durch Rückübertragungen klären.

Die Flavescence dorée, über die in Deutschland nur Untersuchungen von G ä r t e l vorliegen, ist immer noch eine sehr rätselhafte Virose. Sie ist zumindest in einzelnen Gebieten weiter verbreitet als bisher angenommen wurde. Es wäre deshalb wünschenswert, wenn ihre Erforschung in stärkerem Maße vorangetrieben werden könnte.

Ein anderes Problem, das der Aufklärung bedarf, ist das der Rollkrankheit der Rebe. Sie ist zuerst in Deutschland beschrieben und seinerzeit von S c h e u als eine Virose angesehen worden. In der Zwischenzeit wurde im Ausland eine viröse Blattrollkrankheit nachgewiesen. Es bestehen aber Zweifel, ob die ausländischen Befunde auf die hiesigen Verhältnisse übertragen werden können.

Die größte Schwierigkeit in der Erforschung und Bekämpfung der Virose im Obst- und Weinbau liegt darin, daß es insgesamt gesehen bisher nur in völlig unzureichendem Maße gelingt, die in Frage kommenden Viren und Virusgemische auf krautige Pflanzen zu übertragen. Die mangelhafte Übertragung kann sowohl in einer geringen Viruskonzentration als auch im Einfluß sog. Hemmstoffe seine Ursache haben. Es ist eine dringende Aufgabe, die Bedingungen für die mechanische Übertragung zu erforschen, wobei zu bemerken ist, daß diese Bedingungen nicht nur von den jeweiligen Pflanzenarten und Viren, sondern von einzelnen Sorten und Virusstämmen abhängig sind, daß also keine allgemein gültigen Verfahren ausgearbeitet werden können.

Ein Gebiet, das in der Bundesrepublik bisher kaum Beachtung gefunden hat, ist das der Getreidevirose. Bei uns bekannt geworden sind bislang die Gelbverzweigung der Gerste oder Blattröte des Hafers, verursacht durch das barley yellow dwarf virus, das Streifenmosaik der Gerste (= barley stripe mosaic) und das schon in anderem Zusammenhang erwähnte streifige Weizenmosaik (= wheat striate mosaic). Am verbreitetsten ist das barley yellow dwarf virus. Als persistentes Virus ist es dabei vom Blattlausflug abhängig. Deshalb treten die ersten Symptome frühestens Ende Mai, Anfang Juni auf, und zwar vor allen Dingen an den dem Anflug der Läuse am ehesten ausgesetzten Felldrändern. Später infizierte Pflanzen im mittleren Feldbestand bleiben meist ohne Symptome. Die viröse Rotblättrigkeit des Hafers ist von der durch Stickstoffmangel hervorgerufenen Blattröte nur dadurch zu unterscheiden, daß die letztere bereits vor dem Blattlausbefall auftritt.

Der durch das Virus verursachte Ertragsausfall wird sich wegen der relativ späten Infektion im allgemeinen nicht spürbar auswirken und unter 5 % liegen. In unveröffentlichten Feldversuchen von H u t h im Institut für landwirtschaftliche Virusforschung wurden allerdings bei frühen Infektionen bis zu 60 % Ertragsminderungen festgestellt. Dies zeigt, daß auch in der Praxis unter ungünstigen Frühjahrsbedingungen, d. h. spätem Auflauf der Saat, größere Schäden auftreten können.

Hinsichtlich des streifigen Weizenmosaiks, das bisher erst an wenigen Stellen in Deutschland beobachtet worden ist, ist bemerkenswert, daß es durch Zikaden übertragen wird, über deren Auftreten in Deutschland so gut wie nichts bekannt ist.

Insgesamt wird man sagen müssen, daß die wissenschaftliche Bearbeitung der Getreidevirosen aus verschiedenen Gründen auch in der Bundesrepublik erwünscht, ihre praktische Bedeutung allerdings augenblicklich nicht sehr groß ist.

Im Kartoffelbau macht zur Zeit lediglich das M-Virus, das als sog. sichtbares Virus bei der Pflanzgutenerkennung gewertet wird, einige Schwierigkeiten. Sein exakter Nachweis ist serologisch möglich. Wegen seiner Verwandtschaft zum durchweg latenten S-Virus, das deswegen bei der Anerkennung unberücksichtigt bleibt, ist eine Abgrenzung von diesem Virus noch recht umständlich.

Ein Virus, das möglicherweise im Kartoffelbau zukünftig mehr Beachtung erfordern wird, ist das Tabak-Rattle-Virus. Jedenfalls sieht es so aus, als ob eine Zunahme in Kartoffeln zu verzeichnen sei. Übertragen wird es durch Nematoden und nach C a d m a n auch durch den Samen einiger Unkräuter. Seiner Verbreitung ist weiterhin ein außerordentlich großer Wirtspflanzenkreis von Nutzen. Unkrautbekämpfung bedeutet deshalb gleichzeitig eine Bekämpfung des Rattle-Virus.

In England ist in der allerjüngsten Zeit ein als potato mop-top bezeichnetes Virus gefunden worden, das anscheinend einige Ähnlichkeiten mit dem Rattle-Virus aufweist, aber nicht durch Nematoden sondern nach neuester Mitteilung durch den Pilz *Spongospora subterranea* übertragen wird.

Bei einer anderen Hackfrucht, der Beta-Rübe, kommen zwei schon erwähnte Vergilbungsviren mit sehr ähnlichen Symptomen vor. Das eine, ein gestrecktes Virus, ist seit langem bekannt und erforscht. Das andere, das sogenannte Milde Vergilbungsvirus, ist inzwischen ebenfalls in Deutschland nachgewiesen, es hat wahrscheinlich eine isometrische Form. Zur Zeit wissen wir in der Bundesrepublik noch wenig über den Anteil, den die beiden Viren an der Vergilbungskrankheit haben und welchen Schwankungen der jeweilige Anteil in Abhängigkeit von den Vektoren ausgesetzt ist. In dieses Problem spielen auch Arbeiten von H e i n z e bzw. von ihm angeregte Untersuchungen über das Vorkommen der verschiedenen sog. schwarzen Blattläuse, ihren Wirtspflanzenkreis und ihre Überträgerfähigkeiten hinein. In Mitteldeutschland überwiegt nach einem unveröffentlichten Vortrag von W i e s n e r der Anteil des Milden Vergilbungsvirus.

Als Letztes soll noch kurz auf Virusprobleme im Gemüsebau eingegangen werden. Auf der Tagung in Lübeck (1962) hat A. H e i n über zwei Viren bei Spargel gesprochen, von denen eines sich bei elektronenmikroskopischen Untersuchungen als stäbchenförmig erwies. Für das zweite konnten von B r a n d e s keine entsprechenden Angaben gemacht werden, so daß es sich möglicherweise um ein isometrische Virus handelt. Es ist samenübertragbar und hat einen relativ großen Wirtspflanzenkreis. Ch. S c h a d e hat kürzlich in einem Vortrag berichtet, daß sie in Spargel Gurkenmosaikvirus nachgewiesen und eine Samenübertragbarkeit von 24 % beobachtet hat. Es wird zu prüfen sein, ob Beziehungen zwischen den von H e i n und S c h a d e isolierten Viren bestehen.

Über das Auftreten eines Selleriemosaikvirus hat G ö t t e vor 10 Jahren berichtet. In einer neuen Arbeit von B r a n d e s und L u i s o n i werden zwei gestreckte Sellerieviren hinsichtlich ihrer Eigenschaften verglichen, von denen das

eine dem von G ö t t e beschriebenen Virus entsprechen dürfte, während das zweite bisher nur in Italien gefunden wurde.

H o l l i n g s hat im vorigen Jahr über das Vorkommen des Tomatenschwarzringflecken-Virus in Sellerie berichtet und erwähnt in einer im Jahre 1964 erschienenen Arbeit für England u. a. Gurkenmosaik-Virus, Arabismosaik-Virus, Luzernemosaik-Virus und Tabaknekrose-Virus. Einige dieser Viren verursachen an Sellerie ähnliche Symptome, so daß eine verlässliche Diagnose bei Feldpflanzen nicht möglich ist. Ich vermute, daß in Deutschland grundsätzlich ähnliche Verhältnisse vorliegen, zumal G ö t t e bereits das Gurkenmosaik-Virus genannt hat.

Weitere Probleme bestehen beim Salat durch das Salatmosaik-Virus und das Aderchlorose-Virus und bei Gurken durch verschiedene Viren.

Bevor mit Recht geforderte Untersuchungen über unterschiedliche Virusanfälligkeit bei für den Gemüsebau wichtigen Kulturen mit Erfolg durchgeführt werden können und bevor die Bemühungen der Züchter und Vermehrer zur Erzeugung virusfreien Saatgutes intensiviert und die Kontrollmöglichkeiten verbessert werden können, ist es in manchen Fällen notwendig, eine genaue Diagnose über das Vorliegen verschiedener Viren zu stellen und ihre Epidemiologie zu studieren. Ich möchte nicht mißverstanden werden, selbstverständlich sollten alle Maßnahmen ergriffen werden, die zur Virusbekämpfung möglich und notwendig sind. In manchen Fällen ist aber noch nicht einmal eine einwandfreie Diagnose erfolgt, die ich für eine vordringliche Aufgabe halte.

Ich habe versucht, in meinem Vortrag sowohl Fakten zu nennen als auch Probleme anzuschneiden. Es konnte trotz der gedrängten Darstellung nur eine Auswahl sein, die selbstverständlich subjektiv beeinflußt ist und sicherlich manche Wünsche offengelassen hat. Ich hoffe aber, wenigstens gezeigt zu haben, mit welcher Fülle von Problemen die Virologen konfrontiert werden.

S u m m a r y

In this review an attempt has been made to describe the present state of knowledge about results and problems in the field of plant viruses and virus diseases.

L i t e r a t u r

- B a n c r o f t, J. B., *Virology* 16. 1962, 419—427.
 B e r c k s, R., und S t e l l m a c h, G., *Phytopath. Ztschr.* 56. 1966, 288—296.
 B r a n d e s, J., und B e r c k s, R., *Advan. Virus Res.* 11. 1965, 1—24.
 —, und L u i s o n i, E., *Phytopath. Ztschr.* 57. 1966, 277—288.
 —, und W e t t e r, C., *Virology* 8. 1959, 99—115.
 B r a n t s, D. H., *Virology* 23. 1964, 588—594.
 —, *Virology* 26. 1965, 554—557.
 C a d m a n, C. H., *Ann. Rev. Phytopath.* 1. 1963, 143—172.
 —, *Plant Dis. Repr.* 49. 1965, 230—232.
 C a n o v a, A., *Phytopath. Mediter.* 5. 1966, 53—58.
 G ä r t e l, W., *Weinberg u. Keller* 12. 1965, 347—376.
 G ö t t e, W., *Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Braunschweig*, 7. 1957, 99—101.
 H a r r i s o n, B. D., *Virology* 24. 1964, 228—229.
 H e i n, A., *Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem*, H. 108. 1963, 70—74.

- Hinz, B., *Phytopath. Ztschr.* 56. 1966, 54–77.
- Hollings, M., *J. hort. Sci.* 39. 1964, 130–141.
- , *Ann. appl. Biol.* 55. 1965, 459–470.
- Jensen, D. D., Griggs, W. H., Gonzales, C. G., and Schneider, H., *Phytopathology* 54. 1964, 1346–1351.
- Kammen, E. van, *Meded. Landbouwhooges., Wageningen*, 63. 1963, 1–65.
- Kegler, H., *Phytopath. Ztschr.* 54. 1965, 305–327.
- , Richter, J., und Schmidt, H. B., *Phytopath. Ztschr.* 56. 1966, 313–330.
- , und Schmidt, H. B., *Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Berlin*, 18. 1964, 73–74.
- Lister, R. M., Bancroft, J. B. and Nadakavukaren, M. J., *Phytopathology* 55. 1965, 859–870.
- Loebenstein, G., Rabina, Sh., and van Praagh, T. *Proceed. Int. Conf. Plant Viruses, Wageningen, July 1965, Amsterdam 1966*, 151–157.
- Markham, R., Frey, S., and Hills, G. J., *Virology* 20. 1963, 88–102
- Matthews, R. E. F., Bolton, E. T., and Thompson, H. R., *Virology* 19. 1963, 179–189.
- Niemeyer, L., *Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem*, H. 104. 1961, 84–88.
- Nienhaus, F., und Stille, B., *Phytopath. Ztschr.* 54. 1965, 335–337.
- Opel, H., *Deutsch. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin, Tagungsberichte* 74. 1965, 83–97.
- Rochow, W. F., *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 105. 1963, 713–729.
- Russel, G. F., *Bull. Ent. Res.* 56. 1965, 191–196.
- Schade, Ch., *Symposium über Fragen der pflanzlichen Virusforschg. Aschersleben*, 19.–23. 7. 1966 (unveröffentlicht).
- Scheu, G., *Mein Winzerbuch*, Berlin 1936.
- Schmelzer, Kl., *Deutsch. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin, Sitzungsberichte* 8. 1964, (7), 45–59.
- Semancik, J. S., and Bancroft, J. B., *Virology* 27. 1965, 476–483.
- Shipp, W. and Haselkorn, R., *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.* 52. 1964, 401–408.
- Streissle, G., and Maramorosch, K., *Science* 140. 1963, 996–997.
- Weissmann, C., Billeter, M. A., Viunela, E., and Libonati, M., *Proceed. Int. Conf. Plant Viruses, Wageningen, July 1965, Amsterdam 1966*, 259–274.
- Wiesner, K., *Symposium über Fragen der pflanzlichen Virusforschg. Aschersleben*, 19.–23. 7. 1966 (unveröffentlicht).

H. L. SANGER,

Universität Gießen, Institut für Phytopathologie

Defekte Pflanzenviren

(Manuskript nicht eingegangen.)

A. HEIN,

Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule
Stuttgart-Hohenheim

Zur Wirkung von Fettemulsionen bei Virusübertragungen

Die in den letzten Jahren festgestellte Schutzwirkung von Fett- oder Ölfilmen bei der Übertragung nicht-persistenter Viren durch Blattläuse (Bradley, Wade and Wood 1962, Bradley 1963, Hein 1964, 1965) ist in ihrem Mechanismus noch ungeklärt. Die Informationsmöglichkeiten über den Wirkungsmechanismus der Fette sind jedoch begrenzt, denn auch der Mechanismus der Blattlausübertragung nicht-persistenter Viren ist noch unklar.

Vier Wirkungsrichtungen sind denkbar. Die Fette könnten 1. eine inaktivierende Wirkung auf das durch die Blattlaus aufgenommene Virus haben. Sie könnten 2. auf die Testpflanze wirken und die Infektion nicht zum Haften kommen lassen. Es wäre 3. eine Wirkung auf den Übertragungsvorgang, vielleicht eine physikalischer Art, möglich und 4. könnten die Fette auf den Vektor einwirken.

Bradley stellte 1963 fest, daß ein Aufbringen von Öl auf die Blattflächen, unmittelbar nach der Virusinokulation durch Blattläuse, keine hemmende Wirkung auf die Infektionen hatte. Er ließ offen, ob die Öle, gleichzeitig mit dem Virus in Pflanzenzellen eingebracht, diese Zellen beeinflussen und die Infektionen nicht angehen lassen. Loebenstein, Alper und Deutsch (1964) wiesen für ein von ihnen in Freilandversuchen erfolgreich eingesetztes Mineralöl eine zwischen 99 und 100 % liegende Hemmwirkung bei mechanischer Übertragung von Gurkenmosaik- und Tabakmosaik-Virus nach. Eine Virusinaktivierung erfolgte durch dieses Mineralöl nicht.

In meinen Versuchen (Hein 1964, 1965) verhinderten Magermilchfilme auf Salatpflanzen die Übertragung des Salatmosaik-Virus durch *Myzus persicae* nicht, während Vollmilchfilme einen sehr guten Schutz ausübten. Beide Milcharten haben jedoch bei mechanischen Übertragungen von Viren eine nahezu gleich gute Hemmwirksamkeit. Das ließ an einen grundsätzlich anderen Hemmechanismus bei der Blattlausübertragung als bei der mechanischen Übertragung denken.

Wir versuchten, diese Annahme durch mechanische Übertragung mehrerer Viren im Gemisch mit Magermilch, Vollmilch und einer 3 %igen Maisöl-Emulsion sowohl auf einen Lokalläsionenwirt wie auf systemisch reagierende Wirtspflanzen zu überprüfen. Von diesen Substanzen haben Magermilch und der Emulgator keine Wirkung bei Blattlausübertragungen. Verwendet wurden das Tabakmosaik-, das Gurkenmosaik- und das Salatmosaik-Virus in rohen Preßsäften von etwa 3 Wochen vorher infizierten Samsun- bzw. Salatpflanzen. Als Lokalläsionenwirt diente für alle drei Viren *Chenopodium quinoa* Willd., als systemisch reagierende Testpflanzen für das Tabakmosaik- und das Gurkenmosaik-Virus Samsun-Tabak, für das Salatmosaik-Virus *Lactuca sativa* L. Die Gurkenmosaik- und die Salatmosaik-haltigen Preßsäfte wurden unverdünnt, die Tabakmosaik-haltigen Preßsäfte verdünnt im Verhältnis 1 : 1 mit den zu prüfenden Substanzen gemischt. Die Kontrollen wurden im gleichen Verhältnis mit 0,01 N Na₂SO₃-Lösung versetzt.

In der Tabelle 1 habe ich der Übersichtlichkeit halber nur die prozentuale Minderung der Zahl der Lokalläsionen, also der Einzelherdinfektionen, angegeben. Magermilch und Vollmilch verhinderten die Infektionen fast vollständig. Mit dem Emulgator allein ergab sich nur eine mittlere Hemmwirkung. Sie konnte durch den Zusatz von Maisöl kaum gesteigert werden. Eine statistische Auswertung des zur Verfügung stehenden Zahlenmaterials bestätigte diesen Sachverhalt im wesentlichen.

Tabelle 1

<u>Hemmung lokaler Infektionen</u>					
<i>(Blatthälften-Test)</i>					
<i>Testpflanze: Chenopodium quinoa Willd.</i>					
<i>Virus</i>	<i>Anzahl Halbblätter</i>	<i>% Hemmung</i>			
		<i>Magermilch</i>	<i>Vollmilch</i>	<i>Emulgator</i>	<i>Emulgator + Maisöl</i>
<i>Tabakmosaik-V.</i>	92	100,0	100,0	57,9	66,4
<i>Gurkenmosaik-V.</i>	63	99,6	100,0	54,1	66,3
<i>Salatmosaik-V.</i>	78	100,0	98,6	55,1	44,1

Bei den systemisch reagierenden Wirtspflanzen ließ sich eine Wirkung des Emulgators und der Maisöl-Emulsion auf die Infektion überhaupt nicht nachweisen. Beide Milcharten verhinderten die Infektionen wieder fast vollständig (Tab. 2). Den fast auf die Hälfte herabgesetzten Infektionen des Salatmosaik-Virus durch den Emulgator und die Maisöl-Emulsion möchte ich keine Bedeutung zuschreiben, weil der Infektionserfolg bei den einzelnen Versuchen recht schwankend war und auch bei den Kontrollen keinen besonders hohen Wert erreichte.

Die Hemmstoffe in der Milch gehören wahrscheinlich, wie die Mehrzahl der bisher geprüften hemmwirksamen Substanzen, zu den Stoffen, die den Vorgang der Virusinfektion über eine Beeinflussung der Wirtspflanze hemmen. Es gibt bisher keine Anhaltspunkte dafür, daß sie Viren in vitro inaktivieren oder die Viruskonzentration in bereits infizierten Pflanzen herabsetzen könnten. Das emulgierte Maisöl bewirkte anscheinend jedoch weder eine Virusinaktivierung noch übte es eine Infektionen verhindernde Wirkung auf die Testpflanzen aus; denn die Hemmwerte, die der Emulgator erreichte, wurden durch das Zufügen des Maisöls nicht wesentlich erhöht, und der Emulgator, in gleicher Konzentration auf Testpflanzen gesprüht, zeigte keine die Blattlausübertragung verhindernde Wirkung.

Tabelle 2

<u>Hemmung der Infektion bei systemisch infizierbaren Wirtspflanzen</u>						
Virus	Anzahl Testpflanzen	Zahl der infizierten Pflanzen				
		Kontrolle	Magermilch	Vollmilch	Emulgator	Emulgator + Maisöl
Tabakmosaik-V.	40	38	0	0	37	40
Gurkenmosaik-V.	50	35	2	0	31	36
Salatmosaik-V.	50	21	0	0	13	13

Testpflanze: TMV *Nicotiana tabacum* L.
GMV
SMV *Lactuca sativa* L.

Wir haben, allerdings noch nicht im direkten Vergleich mit Maisöl, ein uns zur Verfügung stehendes Mineralöl auf seine Hemmwirkung für Tabakmosaik-Infektionen in drei Versuchen geprüft. Die bisherigen Meßergebnisse lassen den Schluß zu, daß durch den Zusatz von Mineralöl zum Emulgator B eine erhöhte Hemmwirkung erzielt wird. Die noch einmal angegebenen Hemmwerte für den

Tabelle 3

<u>Hemmung lokaler Tabakmosaik-Infektionen</u>						
(Blatthälften-Test)						
Testpflanze: <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.						
Anzahl Halbbätter	% Hemmung					
	Magermilch	Vollmilch	Emulgator A	Emulgator A + Maisöl	Emulgator B	Emulgator B + Mineralöl
92	100,0	100,0	57,9	66,4		
48	100,0	100,0			59,2	88,5

Emulgator A und die Maisöl-Emulsion zeigen die unterschiedliche Steigerung der Hemmwirkung (Tab. 3). Es erscheint möglich, daß die durch Loebenstein, Alper und Deutsch (1964) beobachtete starke Hemmwirkung ihrer Mineralöl-Emulsion bei mechanischer Übertragung auf einer spezifischen Wirkung des von ihnen verwendeten Öls beruht und die offenbar einer Vielzahl von Fetten gemeinsame Eigenschaft der Einwirkungsmöglichkeit auf Blattlausübertragungen nicht erklärt.

Wenn die zur Zeit geltenden Vorstellungen vom Wirkungsmechanismus der bei mechanischer Übertragung auf den Infektionsvorgang einwirkenden Hemmstoffe richtig sind, dann lassen unsere Ergebnisse als möglich erscheinen, daß die Schutzwirkung der Fette oder Öle bei Blattlausübertragungen nicht auf eine Inaktivierung des Virus und nicht auf eine die Infektion behindernde Beeinflussung der betroffenen Pflanzenzellen zurückgeführt werden kann. Es ist wahrscheinlicher, daß sie in einer Wirkung auf den Übertragungsvorgang oder in einer Wirkung auf den Vektor zu suchen sein wird.

S u m m a r y

In case of mechanical transmission of some viruses in mixture with 3 % maize-oil emulsion an increase in the inhibitory effect of the emulsion as compared to that of the emulgator alone could not be established. The protective action of fats against the transmission of non-persistent viruses is, therefore, probably to be traced back neither to an inactivation of the virus nor to an influence on the host plant cells.

Die Untersuchungen wurden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützt; dafür sei auch an dieser Stelle gedankt.

L i t e r a t u r

- Bradley, R. H. E., Wade, C. V., and F. A. Wood, Aphid transmission of potato virus Y inhibited by oils. — *Virology*, Baltimore, 18. 1962, 327—329.
- Bradley, R. H. E., Some ways in which paraffin oil impedes aphid transmission of potato virus Y. — *Canad. J. Microbiol.* 9. 1963, 369—380.
- Hein, H., Die Wirkung eines Milchfilms auf die Übertragung eines nicht-persistenten Virus durch Blattläuse. (Vorl. Mitt.). — *Ztschr. Pfl.krankh.*, 71. 1964, 267—270.
- , Die Wirkung emulgierter Fette auf die Übertragung nicht-persistenter Viren durch *Myzus persicae* Sulz. — *Phytopath. Ztschr.* 52. 1965, 29—36.
- Loebenstein, G., Alper, M., and M. Deutsch, Preventing aphid-spread cucumber mosaic virus with oils. — *Phytopathology* 54. 1964, 960—962.

D i s k u s s i o n :

Schmutterer: Handelt es sich bei den behandelten Versuchen ausschließlich um Gewächshausversuche oder liegen auch Erfahrungen im Freiland vor? Wie lange ist die Persistenz der applizierten Ölfilme auf der Pflanze in Abhängigkeit von der Witterung u. dgl.?

Hein: Die Versuche, über die ich hier berichtet habe, waren mechanische Übertragungsversuche, die im Gewächshaus durchgeführt worden sind. Ich habe auch die Wirkung von Fettfilmen im Freiland geprüft und solche Versuche liegen inzwischen auch aus Israel und Kanada vor. Es hat sich in allen Fällen eine sehr starke Minderung der natürlichen Infektionen feststellen lassen. Die Persistenz der Ölfilme hängt wahrscheinlich mehr von der Art der Pflanze und deren Wachstumsintensität ab als von der Art des Öls. Die Wirkung scheint ausreichend zu sein, wenn wöchentlich im Freiland gespritzt wird.

E. HAINE,

Forschungslaboratorium für Angewandte Entomologie
im Museum Alexander Koenig, Bonn.

Neue Fang- und Registrierverfahren zur Erforschung der Migrationserscheinungen virusübertragender Insekten

Im Stadium einer explosiv wachsenden Erdbevölkerung ist es unerlässlich, die Verbreitungsflüge virusübertragender Schadinsekten mit zuverlässigen Methoden und auf der Basis internationaler Kooperation exakt zu erforschen. Um wirksame Kontroll- und Vorbeugungsmaßnahmen gegen die Schadinsekten entwickeln zu können, muß bekannt sein, wann, in welchen Jahres- und Tagesabschnitten unsere Bestände überflogen werden, welche Arten daran teilnehmen und in welcher Stärke und ob die Wahrscheinlichkeit groß oder klein ist, ob sie sich auf unsere Nutzpflanzen niederlassen.

Eine sehr exakte Methode, die Flug- und Migrationserscheinungen der Insekten zu studieren, stellt das Arbeiten mit englischen Saugfallen dar, die 1948 von C. G. Johnson und L. R. Taylor in Rothamsted Experimental Station in England entwickelt wurden.

Diese Insektenfallen sammeln mit Hilfe von Ventilatoren ein bestimmtes Luftvolumen per Zeiteinheit in einen Metallgazekonus und trennen die Insekten darin auf kleinen Metallplättchen in Halbstundenfänge mit Hilfe eines Relaismechanismus. Mit dieser Fangmethode gelingt es, kontinuierlich quantitativ exakte Analysen der Insektenzahlen in der Luft bei Tage und bei Nacht, im windigen und ruhigen Wetter und im Regen in verschiedenen Höhen durchzuführen.

Diese Saugfallen stehen in Großbritannien und in den Vereinigten Staaten von Amerika bereits auf größerer kontinentaler Basis im Einsatz, wo man daran interessiert ist, über die Horizontalbewegungen und die Richtung der Migrationen großräumigere Vorstellungen zu gewinnen. Außer in Holland arbeitet das Forschungslaboratorium für Angewandte Entomologie in Bonn auf dem europäischen Kontinent mit englischen Saugfallen, seit 1959 im Rheinlande und seit 1966 auch in Nord- und Süddeutschland.

Erst das Arbeiten mit diesen Saugfallen hat uns auf breiterer Basis zeigen können, daß der Insektenflug innerhalb der verschiedenen Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten charakterisiert wird durch Flugperiodizitätskurven von uni-, bi- oder multimodalem Typ mit Flugspitzen zu verschiedenen Tageszeiten, für Tagflieger während des Tages, für Nachflieger während der Nacht.

Eingipflige Flugkurven ließen sich in England für Lepidopteren, Dipteren, Hymenopteren und Coleopteren nachweisen, zweigipflige Flugkurven ergaben sich für eine Reihe von Dipteren-Arten, besonders aber auch für zahlreiche Aphidenarten. Mehrgipflige Flugkurven konnten für Hymenopteren-Arten beobachtet werden.

In jahrzehntelangen, umfassenden Untersuchungen erbrachte Rothamsted Beispiele für Periodizitätskurven, die je nach Insektenart Flugspitzen zu allen Zeiten des Tages und der Nacht aufwiesen. Charakteristische Flugspitzen in der Abend- und Morgendämmerung weisen viele Dämmerungsflieger auf. Räuberische und von Blättern lebende Insekten gehören gewöhnlich, da sie ihre Nahrung mit

Hilfe des Auges finden, zu den Tagfliegern, wohingegen Insekten, die sich von faulenden organischen Substanzen und Pilzen ernähren, häufig im Dämmerlicht fliegen.

Bei Tage scheinen dagegen die meisten Schadinsekten zu fliegen und mit Tagesflug korreliert erwiesen sich auch die Flüge großer Höhen und weiter Distanzen, wie dies z. B. an zahlreichen Aphidenarten beobachtet werden konnte.

Die verschiedenen Flugperiodizitätskurven zu analysieren, heißt sie mit den Populationsvorgängen auf den Befalls- und Brutpflanzen der Insekten, ihren Häutungszeiten, den wetterkontrollierten Flugreife- und Flugstartvorgängen und den Fraßgewohnheiten in Verbindung zu bringen, wie dies in Verbindung mit Rothamsted seit Jahren geschieht (Johnson, Taylor and Haine, 1957). Darüber hinaus sind auch die meteorologischen Faktoren von größter Bedeutung. Licht- und Temperaturschwellwerte für den Flug sind für mehrere Arten (*Drosophila*, *Aphis fabae* und *Oscinella*) nachgewiesen worden.

Dem Wind als Hemmfaktor beim Flugstart der Blattläuse wurde bereits 1955 auf der Pflanzenschutztagung in Kassel Beachtung geschenkt, als wir zeigen konnten, daß mehr als 20 Blattlausarten, im Windkanal getestet, in Windgeschwindigkeiten größer als 5 m.p.h. nur nach ungewöhnlich verlängerten Wartezeiten hin-einstarten und sich Frühlings- und Herbstmigranten hierbei aktiver verhalten als Sommermigranten derselben Art (Haine, 1955 und 1956).

Die Flugperiodizitätskurve einer Spezies ist somit das Resultat des Zusammenwirkens zahlreicher physiologischer und physikalischer Faktoren, unter denen Jahreszeit, Alter und Geschlecht eine nicht unbedeutende Rolle spielen.

Nach entsprechenden Versuchen an der Technischen Hochschule in München, in denen wir beachtenswerte Aktivitätswechsel in biologischen und lokomotorischen Prozessen (Häutung, Reproduktion und Flugstart) der Blattläuse auch in künstlichen elektrischen Feldern und künstlicher Ionisation der Luft feststellen konnten (Haine 1961 und 1962, Haine, König und Schmeer 1964), schien es uns geboten, auch in unseren Freilandexperimenten mit englischen Suction Traps zusätzlich zu der Registrierung von Temperatur, Licht, Wind, Luftdruck und rel. Luftfeuchtigkeit auch die genannten elektrischen Erscheinungen in der Atmosphäre in kontinuierlicher Registrierung in die Versuchsplanung miteinzubeziehen.

Zur Messung der Ionenkonzentrationen der Luft bedienen wir uns eines am Institut für Technische Elektronik der TH München durch Dr.-Ing. H. Schmeer entwickelten Ionenkonzentrationsmeßgerätes, das mit Hilfe der Gardien'schen Aspirationsmethode atmosphärische multimolekulare Ionen positiver und negativer Polarität in der Größenordnung $k \approx 0,65 \text{ cm}^2/\text{Volt}/\text{sec}$. kontinuierlich mißt (Hock und Schmeer 1962).

Die elektrischen Feldschwankungen in der Atmosphäre im Frequenzbereich von 0,5–6 Hz und elektromagnetische Wellen im Frequenzbereich von 9 Hz („atmosphärisch“) werden mit einer von Dr.-Ing. H. König am Elektrophysikalischen Institut der TH München entwickelten Registrieranlage, die bereits während des Geophysikalischen Jahres in Süddeutschland im Einsatz stand, gemessen (König 1959).

Auf Details der theoretischen Überlegungen unserer im Kontakt mit der Technischen Hochschule in München gemeinsam durchgeführten Meß-

serien (König, Haine und Antoniadis 1961, König und Haine 1961) einzugehen, ist an dieser Stelle nicht möglich, erwähnt werden sollte jedoch, daß die in München registrierten atmosphärischen Erscheinungen niederster Frequenzen auch in Bonn und in Norddeutschland in der von König gegebenen Typen- und Frequenzverteilung registriert werden konnten und eine vorläufige Konfrontierung der Flugzahlen von Aphiden mit den „atmospheric“-Intensitäten oft eine bemerkenswerte Parallelität im Verlauf der Tageskurven beider Erscheinungen ergab.

Niemand wird jedoch erwarten, daß über eine so bedeutungsvolle Frage in kurzer Zeit Aufschluß gewonnen werden kann, ohne daß unser Material einer sorgfältigen statistischen Analyse, einer Nachprüfung im Laboratoriumsversuch und der Absicherung durch Einbeziehen andersartiger Fang- und Registrierorte unterworfen wird.

Diesem letzteren dienen neue große Flugexperimente in Nord- und Süddeutschland, wo wir dank einer führenden meteorologischen Meßstation nunmehr auch bisher nicht berücksichtigte Registrierungen elektrischer Vorgänge und Strahlungs- und Verunreinigungsfaktoren der Atmosphäre in die Versuchsreihen mit einbeziehen konnten.

Es wird uns nicht erspart bleiben, unsere Flugzahlen den Wetterfaktoren mehr noch als bisher als komplexen Erscheinungen gegenüberzustellen und neben den Einzelfaktoren auch der synoptischen Betrachtungsweise der meteorologischen Gesamtsituation als mögliches auslösendes Element Beachtung zu schenken.

Um die von Rothamsted aufgestellten Flugtypen, die auch für den Pflanzenschutz von entscheidender Bedeutung sind, auf ihre überlokale und überjahreszeitliche Gültigkeit für Deutschland zu überprüfen und ihre Abhängigkeit vom Wetter zu erforschen, ist die Kenntnis der Arten unerlässlich. Bei der Identifizierung des Insektenmaterials arbeitet das Forschungslaboratorium mit dem Britischen Museum eng zusammen. Unter den bisher identifizierten Blattlausarten, denen besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird, konnten allein für Bonn ca. 100 Gattungen und 137 Arten mit ihren Saison- und Geschlechtsformen als an den Sommer- und Herbstmigrationen beteiligt nachgewiesen werden (Haine und Eastop 1966), unter denen die Aphididae mit 90 Arten, die Callaphididae mit 20 Arten, die Chaetophoridae und Pemphigidae mit je 10 Arten, nur sporadisch dagegen die Lachnidae, Thelaxidae, Addelegidae und Phylloxeridae vertreten waren.

Unter den für Bonn bezeugten Arten (Haine 1966), unter denen sich eine große Anzahl landwirtschaftlicher, forstlicher und gärtnerischer Schädlinge sowie interessante anholozyklische und seltene Arten, wie die zirkumtropische *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) und die nordamerikanische *Dactynotus erigeronensis* Thomas befinden, kommt den in Liste 1 zusammengefaßten virusübertragenden Arten die größte Bedeutung zu. Für all diese Arten und zahlreiche in der Phytopathologie beachtete Vertreter anderer Insektenordnungen haben wir über Wochen hin kontinuierlich fortlaufend präzise Informationen über ihre Flugzeiten und Flugdichten erhalten, die uns in den Stand setzen werden, in vorsichtiger biophysikalischer Analyse unter Einbeziehen der biologisch-ökologischen Zusammenhänge die Frage zu prüfen, ob und wie weit die erhaltenen Flug-

kurven von genereller Bedeutung sind und ihr Verlauf von meteorologischen Faktoren unter Einschluß der genannten elektrischen Erscheinungen in der Atmosphäre mitbestimmt wird.

Liste I.

Virusübertragende Blattläuse, gefangen mit Hilfe englischer Saugfallen von 1959 bis 1962 in Bonn.

<i>Sipha maydis</i> (Pass., 1860)	B 92*)
<i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffr., 1762) Koch, 1854	B 172
<i>Rhopalosiphum nymphaeae</i> (L., 1761) Koch, 1854	B 174
<i>Rh. padi</i> (L., 1758) v. d. G., 1915	B 175
<i>Rh. maidis</i> (Fitch, 1856)	B 176
<i>Aphis sambuci</i> L., 1758	B 192
<i>Aphis fabae</i> Gruppe	B 193–204
<i>A. idaei</i> (v. d. G., 1912)	B 227
<i>Brachycaudus cardui</i> (L., 1758)	B 374
<i>Br. helichrysi</i> (Kltb., 1843)	B 379
<i>Hayhurstia atriplicis</i> (L., 1767) d. Gu., 1917	B 396
<i>Brevicoryne brassicae</i> (L., 1758) v. d. G., 1915	B 400
<i>Lipaphis erysimi</i> (Kltb., 1843) Mordv., 1928	B 403
<i>Cavariella aegopodii</i> (Scop., 1763)	B 457
<i>C. archangelicae</i> Gruppe	B 459
<i>C. pastinacae</i> (L., 1758)	B 460
<i>Phorodon humuli</i> (Schrk., 1801) Pass., 1860	B 474
<i>Myzus ascalonicus</i> Doncaster, 1946	B 478
<i>M. ligustri</i> (Mosl., 1841)	B 480
<i>M. persicae</i> (Sulz., 1776) Mordv., 1921	B 485
<i>M. cerasi</i> (F., 1775) Pass., 1860	B 489
<i>M. ornatus</i> Laing, 1932	B 493
<i>Cryptomyzus ribis</i> (L., 1758) Oestl., 1922	B 511
<i>Nasonovia ribisnigri</i> (Mosl., 1841) HRL., 1947	B 519
<i>Hyperomyzus lactucae</i> (L., 1758) CB., 1933	B 525
<i>Ropalosiphoninus staphyleae/tulipaellus</i>	B 535–537
<i>Rh. latysiphon</i> (Davids., 1912)	B 540
<i>Aulacorthum solani</i> (Kltb., 1843)	B 544–548
<i>Acyrtosiphon pisum</i> = <i>A. onobrychis</i> (B. d. F., 1841)	B 560
<i>Metopolophium dirhodum</i> (Walk., 1849) Mordv., 1914	B 580
<i>Macrosiphum rosae</i> (L., 1758) Pass., 1860	B 593
<i>M. solanifolii</i> (Ashm., 1882)	B 606
<i>Sitobium avenae</i> HRL., 1939	B 610
<i>Dactynotus taraxaci</i> (Kltb., 1843)	B 669
<i>Megoura viciae</i> Bekt., 1876	B 697

Z u s a m m e n f a s s u n g

Zur Erforschung der Flug- und Migrationserscheinungen virusübertragender Insekten wurden seit 1959 in Bonn und später auch in Nord- und Süddeutschland quantitativ exakte Analysen der Insektenzahlen in der Luft mit Hilfe englischer Saugfallen durchgeführt. Die gleichzeitige Kontrolle der meteorologischen Faktoren wurde durch das Registrieren elektrischer Felderscheinungen in der Atmosphäre, elektromagnetischer Wellen niederster Frequenzen, sowie der Ionen-

*) lt. B ö r n e r, C., 1952: Die Blattläuse Mitteleuropas. Mitt. Thür. Bot. Ges. H. 4, Beiheft 3, 1–259.

konzentrationswechsel der Luft mit Hilfe neuer an der TH München entwickelter Registrierverfahren erweitert und vervollständigt.

Unter den allein für Bonn in den Sommer- und Herbstmigrationen nachgewiesenen Blattlausarten (insges. 137) werden die für den Pflanzenschutz wichtigsten Virusüberträger gesondert aufgeführt.

Summary

Since 1959 English Suction Traps were operated at Bonn, in North and South Germany to study the flight periodicity curves of virus-transmitting insects in relation to meteorological factors, including the electrical conditions of the atmosphere, i. e. the air ion concentration changes, electrical fields and electromagnetic waves of very low frequencies.

Among a total of 137 aphid species caught at Bonn during the summer and autumn migrations, the virus-transmitting species have been mentioned particularly.

Unser Dank gebührt der DEUTSCHEN FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT und dem LANDESAMT FÜR FORSCHUNG des Landes Nordrhein-Westfalen für finanzielle Unterstützung dieser interessanten und wichtigen Untersuchungen, den Herren Professor Zwölfer, Professor Schumann, Professor Piloty und Professor Knoll in München, sowie der Leitung des MUSEUMS ALEXANDER KOENIG in Bonn für freundlich gewährte Gastlaboratorien, unseren deutschen und englischen Kollegen an der TH München, in ROTHAMSTED und am BRITISCHEN MUSEUM in London für wertvolle Mitarbeit.

Literatur

- Haine, E., — Nature, London 175. 1955, 474.
 Haine, E., — Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem, H. 85. 1956, 23–27.
 Haine, E., — Forsch.ber. d. Landes Nordrh.-Westf. 974. 1961, 1–80.
 Haine, E., — Zeitschr. angew. Ent. 50. 1962, 222–232.
 Haine, E., — Ztschr. angew. Ent. 58. 1966, 119–130.
 Haine, E., König, H. L. und Schmeer, H., — Int. J. Biometeor. 7. 1964, 265–275.
 Haine, E., und Eastop, B. E., — Forsch.ber. d. Landes Nordrh.-Westf. 1649. 1966, 1–32.
 Haine, E., und Eastop, B. E., — Forsch.ber. d. Landes Nordrh.-Westf. 1699. 1966, 1–42.
 Hock, A., und Schmeer, H., — Ztschr. angew. Physik 14. 1962, 398–404.
 Johnson, C. G., Taylor, L. R., and Haine, E., — Ann. appl. Biol. 45. 1957, 682–701.
 König, H., — Ztschr. angew. Physik 11. 1959, 264–274.
 König, H., und Haine, E., — Ztschr. angew. Physik 13. 1961, 478–480.
 König, H., Haine, E., und Antoniadis, Ch., — Ztschr. angew. Physik 13. 1961, 364–367.

Diskussion

Heinze: *Dactynotus erigerontis* (Nevs.) wurde bei Berlin von Schwarz nachgewiesen und *Anthracosiphon hertae* H.R.L. wurde (noch unveröffentlicht) von Heinze in Deutschland nachgewiesen.

R. BARTELS,

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für Viroserologie, Braunschweig.

Konzentration von Kartoffel-M-Virus in Kartoffeln und Tomaten

Das deutsche Kartoffelsortiment ist in den vergangenen Jahren zwangsläufig einer Umstellung unterworfen worden, deren Ursache die bekannte Y-Viruskalamität gewesen ist. Diesem Viruseinbruch konnte durch Einkreuzung von Wildkartoffeln im großen und ganzen befriedigend begegnet werden. Bedauerlicherweise hat man aber mit diesem Einkreuzen keine allgemeine Virusresistenz — ich verstehe darunter eine Resistenz gegen alle wirtschaftlich wichtigen Kartoffelviren — erreichen können, sondern hat in einigen Fällen offenbar eine Empfindlichkeitssteigerung gegenüber dem M-Virus erzielt. Wir müssen also dieses Virus möglichst sicher unter Kontrolle halten. Dazu wird es zweifellos notwendig sein, den uns bekannten Virustesten bei der Pflanzgutkontrolle, vor allem bei Neuzuchten, noch einen weiteren Test hinzuzufügen, nämlich den auf M-Virus.

Das Kartoffel-M-Virus ruft eine breite Palette von Symptomen hervor; sie reicht von der völligen Latenz über Mosaik bis zu schwerem Kräusel und Wipfelrollen, das von *Rhizoctonia*-Befall praktisch nicht zu unterscheiden ist. Man darf sich also mit der Bonitur des Augenstecklings allein nicht begnügen, sondern muß einen Test einschalten.

Hier steht uns z. Z. als einzig sicheres Verfahren nur die serologische Methode zur Verfügung, denn die bisher bekannten, auf M-Virus ansprechenden Testpflanzen geben nach Untersuchungen von Bode (mündliche Mitteilung) keine klaren, diagnostisch verwertbaren Symptome und zeigen außerdem unterschiedliche Reaktionen gegenüber verschiedenen M-Virusisolaten.

Das Gelingen eines jeden serologischen Testes hängt bekanntlich in erster Linie vom Vorhandensein einer ausreichenden Virusmenge ab, damit es zu einer gut sichtbaren Ausflockung von Antigenen und Antikörpern kommt. Aus diesem Grunde hat sich unser Institut schon vor einer Reihe von Jahren mit den Konzentrationsverhältnissen des X-, Y- und S-Virus in der Kartoffelpflanze beschäftigt. Diese Arbeiten haben gezeigt, daß man z. B. die für das S-Virus gefundenen Werte keineswegs auf andere Viren übertragen darf. Die Virusverteilung und die Konzentration in den einzelnen Blättern sind je nach Virusart und Zeitpunkt der Prüfung recht verschieden. Um die Erfahrungen nun auch auf das M-Virus auszudehnen, haben wir quantitative Untersuchungen eingeleitet

1. an Tomaten, die mit M-Virus mechanisch infiziert waren,
2. an einigen Kartoffelsorten, die mit verschiedenen M-Virusstämmen infiziert waren und
3. an Tomaten, die mit M-viruskranken Kartoffelreisern gepfropft waren.

Die Tomate ist eine für die Kultur des M-Virus recht beliebte Wirtspflanze, weil sich in ihr das Kartoffel-S-Virus, das das M-Virus häufig begleitet, nicht vermehren kann. Aus diesem Grunde benutzen wir sie auch gern zur Serumherstellung; nur muß man dabei über die Virusverteilung und -konzentration orientiert sein, damit man bei der Blatternte das Maximum der Viruskonzentration erfaßt.

Wir haben deshalb M-viruskranke Tomaten regelmäßig Woche für Woche analysiert, d. h. jedes einzelne Blatt auf M-Virus quantitativ untersucht. Dabei ergab sich bis zu einem Monat nach der Infektion eine fast gleichmäßige Virusverteilung in allen Blättern. (Der Titer betrug 1 : 32 bis 1 : 64, das ist der Verdünnungsendpunkt des Blattpreßsaftes, bei dem noch eine Ausflockung zu erkennen ist.) Danach sanken die Werte in den unteren und später auch in den mittleren Blattbereichen ab und fielen dort nach einem weiteren Monat schließlich ganz auf Null.

Das überraschende Ergebnis war nun folgendes: In der Spitzenregion, vor allem in den obersten noch nicht vollentwickelten Blättern behielt die Viruskonzentration weiterhin die zu Versuchsbeginn gemessene Höhe und zwar bis zu 14 $\frac{1}{2}$ Wochen nach der Infektion. Mit anderen Worten: die Viruskonzentration hielt im oberen Bereich der Pflanze mit dem Längenwachstum gewissermaßen Schritt. Auch die Seitentriebe zeigten diese Tendenz eindeutig. Ein derartiges Verhalten haben wir bislang noch bei keinem Virus beobachten können. Diese Versuche wurden übrigens in mehreren Serien, zu verschiedenen Jahreszeiten und mit mehreren Sorten durchgeführt. Das Phänomen trat also unabhängig von Tomatensorte, Jahreszeit und Dauer der vegetativen Entwicklung auf.

Wie sieht es nun bei der Kartoffel aus? Nahezu analog lassen sich die eben geschilderten Befunde auf den Träger eines M-Virusstammes, die englische Sorte „King Edward“, übertragen. Nur läßt sich das Virus in den unteren Blättern 3 Wochen nach dem Auslegen der vorgekeimten Knollen nicht nachweisen. Auch aus den mittleren Blattbereichen verschwindet das Virus schnell und ist von der 5. Woche an nur noch in der Wipfelregion zu finden. Später ist es sogar nur noch in den Spitzen der Seitentriebe nachzuweisen. Im Vergleich zur Tomate läuft hier die Infektion wie mit einem Zeitraffer gefilmt ab.

Ähnlich wie die King Edward verhält sich die Sorte Saco mit dem M-Virusstamm D 1102, nur enthält sie — absolut gesehen — nicht soviel Virus. Das in Abbildung 1 dargestellte Schema zeigt die Analyse von 3 und 10 Wochen alten Pflanzen: in einer jungen Pflanze finden wir verhältnismäßig hohe Viruskonzentration in jedem Blatt. In einer 10 Wochen alten Pflanze ist bis zur Mitte kein Virus mehr nachzuweisen, die folgenden Blätter haben nur eine sehr geringe Viruskonzentration, während die Spitzenregion das Maximum enthält. Dieses liegt jedoch niedriger als bei den jungen Pflanzen.

Ein ähnliches Bild liefert uns die Saco mit dem Virusstamm M I (Abb. 2). Im Grundsätzlichen erkennen wir keinen Unterschied zu der alten Pflanze auf dem vorhergehenden Bild, nur sind hier mehrere Nebentriebe mitanalysiert. Auch in diesen ließ sich die größte Virusmenge vorwiegend in der Spitzenregion nachweisen.

Von den deutschen Kartoffelsorten haben wir bislang nur die Anett geprüft. Sie zeichnet sich dadurch aus, daß sie verhältnismäßig viel Virus — etwa die dreifache Menge der eben genannten Sorten — enthält und zwar bis zu 14 Wochen lang in allen Blatttagen. Mit diesem Verhalten fügt sich die Sorte Anett in das bislang aufgezeigte Schema nicht ein. Zur Zeit wissen wir nicht, wo der Grund für die Ausnahme liegt, ob es der Sortenfaktor oder eine Frage des Virusstammes ist. In Aussicht genommene Untersuchungen sollen diese Frage klären und außerdem sollen noch weitere Erfahrungen mit anderen deutschen Kartoffelsorten gesammelt werden.

Saco, infiziert mit M-Virus Stamm D 1102
 3 Wochen alt 10 Wochen alt

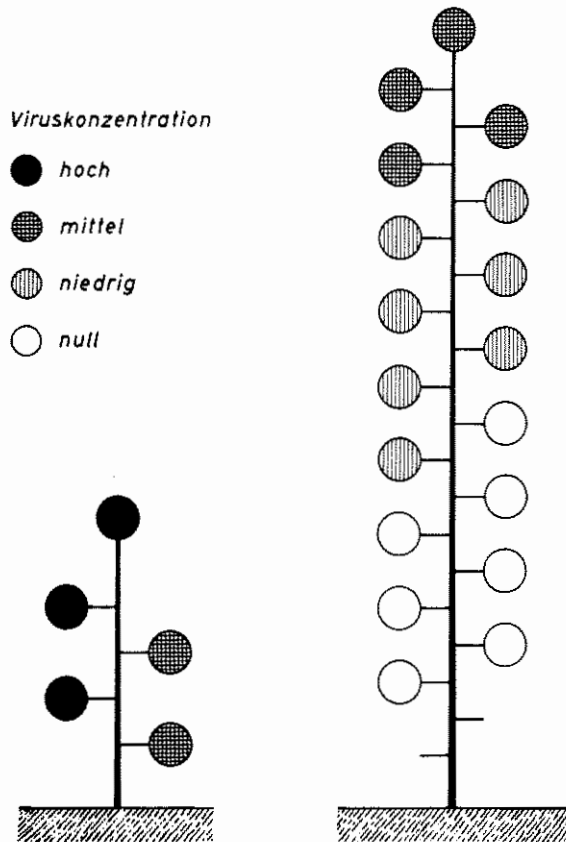


Abb. 1

Zum Schluß möchte ich noch auf die Befunde an Tomaten eingehen, die mit M-viruskranken Kartoffelreisern gepfropft wurden. Um bei der Pflanzgutkontrolle – vor allem bei wertvollen Zuchtstämmen – das Vorkommen des M-Virus gegenüber dem S-Virus abzusichern, wird das zu testende Material auf Tomaten gepfropft, in denen sich das S-Virus, wie ich vorhin schon erwähnte, nicht vermehren kann. Die Blätter der Unterlage und die nach der Pfropfung entstandenen Adventivsprosse haben wir einige Zeit später serologisch geprüft. Wir begannen mit der Analyse bereits zwei Wochen nach dem Pfropfen (Sorte „Hellfrucht Viktoria“) und konnten nur in einer von 5 Proben eine recht geringe Virusmenge nachweisen. Nach drei Wochen ergab sich dann folgendes Bild (Abb. 3): In den Blättern der Unterlage ließ sich das M-Virus bis auf eine Ausnahme überhaupt nicht nachweisen, obwohl diese Blätter nach der Pfropfung durchaus noch weiter gewachsen waren. Das Virus hatte sich in ihnen kaum oder gar nicht vermehrt im

Saco, infiziert mit M-Virus Stamm M1
13 Wochen alt

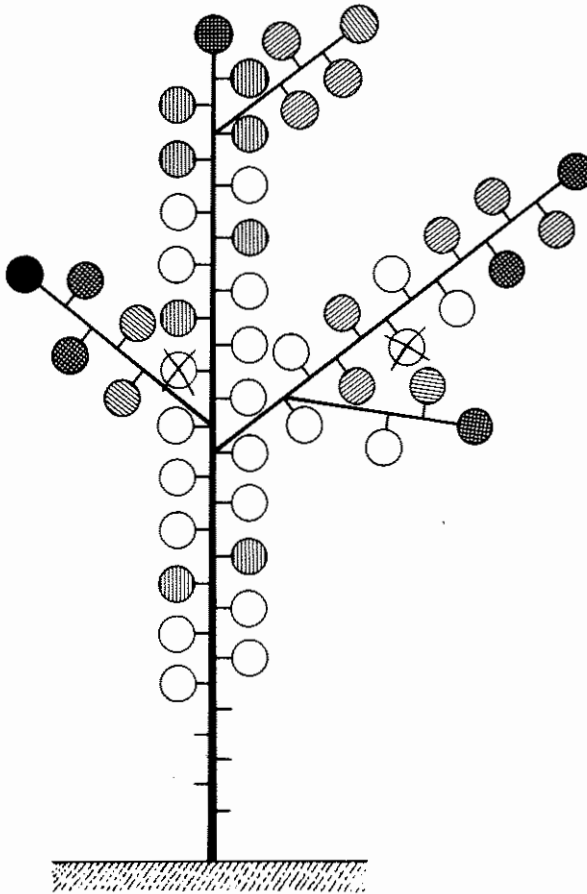


Abb. 2

Gegensatz zu den neuentstandenen Adventivsprossen. Hier war in den obersten Blättern und der unmittelbar darunter befindlichen Blatttage eine hohe Viruskonzentration vorhanden. (Die im Schema dargestellten Kreise entsprechen hier nicht Einzelblättern, sondern Mischproben aus mehreren kleinen Blättern des eingezeichneten Bereiches.)

Eine Woche später (Abb. 4) war das Bild etwas verändert. Die hohe Viruskonzentration beschränkte sich vorwiegend auf die Spitzenregion der Adventivspresse; einige der tieferen Blatttagen reagierten unspezifisch (durchgestrichene Kreise). Wir beobachteten also auch hier die gleiche Tendenz im Verhalten des M-Virus wie bei den Kartoffelsorten King Edward und Saco und bei den nichtgepfropften Tomaten.

Tomate, gepfropft mit M-viruskranker Saco
(3 Wochen n.d. Pfropfen)

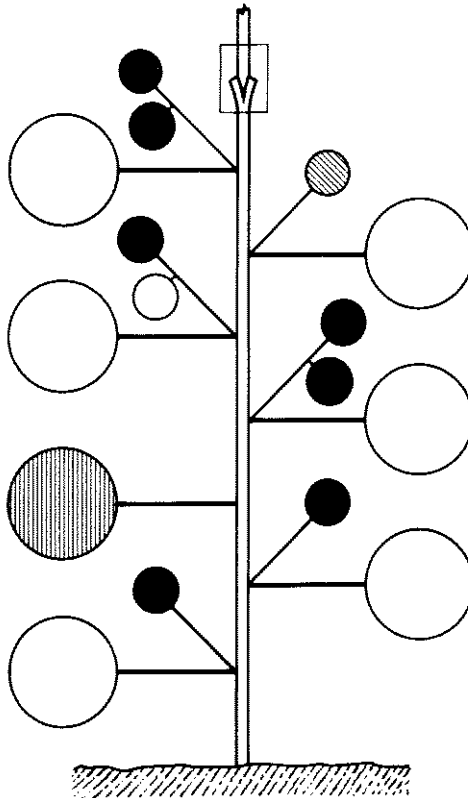


Abb. 3

Um für den serologischen Test ein Höchstmaß an Sicherheit zu erreichen, möchten wir aus den Versuchsergebnissen an gepfropften Tomaten folgende Empfehlungen für den praktischen Nachweis des M-Virus bei der Pflanzgutkontrolle ableiten:

1. Die Zeitspanne zwischen Pfropfung und Prüfung ist für den Erfolg des Testes wichtig. Die von uns erhaltenen guten Reaktionen 3 bis 4 Wochen nach der Pfropfung sollten jedoch nur als Richtschnur gelten; denn das Wachstum der Tomaten richtet sich nach den Gegebenheiten am Ort der Prüfung.
2. Von diesen Tomaten sollten niemals Hauptblätter, sondern nur Adventivsprosse entnommen werden.
3. Von diesen Adventivsprossen sollten nur die Sproßspitze und das nächstfolgende Blatt für die Probe herangezogen werden, um dadurch die höchste Viruskonzentration zu erfassen.

*Tomate, gepfropft mit M-viruskranker Saco
(4 Wochen n.d. Pfropfen)*

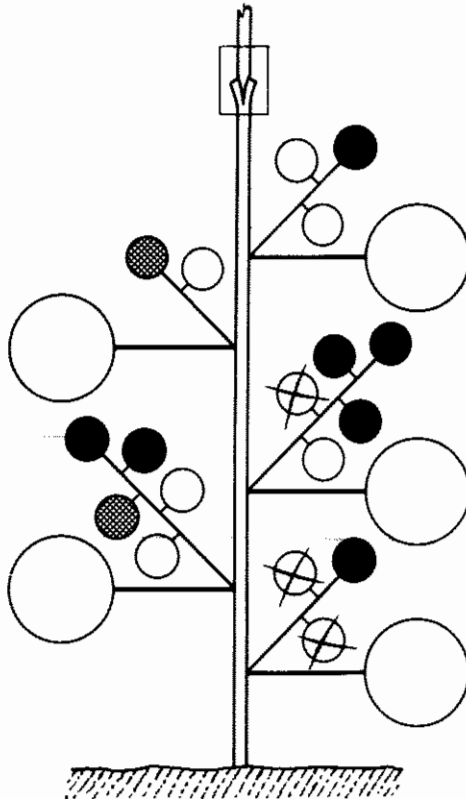


Abb. 4

S u m m a r y

1. The concentration of potato virus M in single leaves of infected tomato plants was tested weekly up to $14\frac{1}{2}$ weeks post infectionem (p. i.). The concentration was determined serologically by the precipitation end-point method. About 4 weeks p. i. almost the same high virus concentration was found in all leaves (titer 1 : 64). Later on the virus concentration decreased in the lower leaf region and still later in the middle part of the plant. This decrease continued up to zero (8 weeks p. i.). In the top region, however, in particular in the upper leaves not fully developed the concentration remained as high as at the beginning of the test. In a way, the concentration kept pace with elongation growth. This tendency became obvious in the lateral shoots too.
2. The virus concentration in potato plants ("King Edward") was similar in young and older sprouts, but after 5 weeks p. i. the virus was found in the upper region only. The virus distribution in the variety "Saco" is shown in

figure 1 and 2; the tendency is the same as in tomato plants. Only the German variety "Anett" as an exception had a high virus level in all the leaves about 14 weeks p. i.

3. For testing potato seed scions of sprouts are grafted onto tomatoes to exclude potato virus S often accompanying potato M and not being multiplied in tomatoes. 3 to 4 weeks after grafting the adventive shoots of tomatoes were tested serologically. The highest virus concentration was found in the shot top and the uppermost leaves of the adventive shoots and almost no virus in the large leaves of the stem (fig. 3 and 4). Therefore it is recommended to test the adventive shoots only, because in this way highest virus concentration is captured and more security is given for virus detection.

D i s k u s s i o n

R o s s : Der Vortragende hat eingangs erwähnt, daß das Y-Virus durch Einführung von Wildarten in die Züchtung wirksam genetisch bekämpft werden konnte, daß aber durch die Wildarten in einigen Fällen offenbar eine vermehrte Anfälligkeit gegen das M-Virus in das Sortiment hineingebracht wurde. Dies wird, soweit mir bekannt, geschlossen aus dem Befall von neueren Sorten und Zuchtklonen mit älteren Sorten ohne Wildartbasis nach mehrjähriger unkontrollierter Vermehrung. Es handelt sich nicht um eigens zu dieser Frage angestellte Infektionsversuche, die doch allein über Resistenz Auskunft geben können. Ich darf zudem noch erwähnen, daß nicht nur Resistenzgene gegen das Y-Virus aus Wildarten in Sorten übertragen werden konnten, sondern auch Resistenzgene gegen das A-Virus (*S. stoloniferum*), das X-Virus (*S. acaule*, Sorten Anett und Saphir) und das Blattrollvirus (*S. demissum*). Auch gibt es brauchbare Resistenz gegen das S-Virus nach Fr. Dr. Baerecke wohl nur unter den Primitivformen von *S. andigena*. Das gleiche gilt für die Resistenz gegen das M-Virus.

S p r a u : Wurde bei der Sorte Anette mit zunehmendem Alter überhaupt keine Abnahme der Viruskonzentration in den Blättern der unteren Partien festgestellt?

B a r t e l s : Im Gegensatz zum Verhalten des M-Virus in Tomate hat sich bei dieser Kartoffelsorte herausgestellt, daß vom untersten bis zum obersten Blatt eine gleichmäßige Viruskonzentration vorhanden ist. Wir haben die Analysen bis zu 14 Wochen nach dem Auflaufen durchgeführt und fanden — von einigen Ausnahmen abgesehen — eine fast gleichmäßig verteilte, verhältnismäßig hohe Viruskonzentration von 1 : 64.

V u l i ć : Herr Dr. Bartels hatte vergessen zu erwähnen, daß bereits bei Y- und S-Virus die abnehmende Viruskonzentration vom unteren zum Spitzenblatt der Kartoffelpflanzen (Stecklinge) durch Arbeiten in Weißenstephan ebenfalls nachgewiesen wurden. Weiterhin, daß diese Abnahme bei S-Virus auch auf Nullwert (gemessen mittels Serologie) zurückgehen kann.

Nach unseren Erfahrungen ist es nicht möglich, mit derzeitig hergestelltem M- und S-Antiserum exakt eine Mischinfektion oder Einzelinfektion von S- oder M-Virus nachzuweisen. Es reagieren beide Antiseren mit den beiden Viren.

B e r c k s : Zu der Diskussionsfrage von Vulić kann gesagt werden, daß Hoffnung besteht, in Zukunft S- und M-Virus getrennt serologisch differenzieren zu können.

H. SCHMUTTERER,

Tropeninstitut der Universität Gießen,
Abt. Phytopathologie und Angewandte Entomologie.

Rübenkräuselvirus und Rübenblattwanze

A. Einleitung

Obwohl verhältnismäßig rasch erkannt wurde, daß zwischen dem zirkulierenden (= persistenten) Rübenkräuselvirus und der Rübenblattwanze *Piesma quadratum* Fieb. enge Wechselbeziehungen bestehen (Wille 1929), wurde deren genauere Untersuchung — wenn man von einigen kleineren Arbeiten während der dreißiger Jahre absieht — lange Zeit vernachlässigt. Erst die Verbesserung der experimentellen Methoden wie z. B. durch die Injektionstechnik, die von Worst (1954) entwickelt wurde, machte ein wesentlich eingehenderes Studium der Virus-Vektorbeziehungen möglich. Während sich Lassack (1955) sowie Völk und Krczal (1957) in erster Linie um Klärung der Vektorleistungen bei der Übertragung des Kräuselvirus bemühten, versuchten Proeseler (1963, 1964 a, 1964 b, 1966 a, 1966 b, 1966 c) sowie Schmutterer und Ehrhardt (1963, 1964 a, 1964 b, 1965, 1966 a, 1966 b) vor allem mit Hilfe der Injektions- und Punktierungsmethode zur genaueren Analyse der Wechselbeziehungen zwischen Virus und Vektor beizutragen. Auch die physikalischen Eigenschaften des Virus, sein Einfluß auf den Überträger (Proeseler 1966 a, 1966 c), sein Wirtspflanzenkreis (Schmutterer und Ehrhardt 1966 a, Proeseler 1966 b) sowie das Saugverhalten der Rübenblattwanze (Ehrhardt und Schmutterer 1965) wurden eingehend untersucht.

Im folgenden soll ein kurzer Überblick über den heutigen Stand der Kenntnisse vom Rübenkräuselvirus und seinen Beziehungen zu *P. quadratum* gegeben werden. Dabei wird auch eine Reihe neuer, noch nicht veröffentlichter Ergebnisse eigener Untersuchungen Berücksichtigung finden.

B. Wirtspflanzenkreis und Inkubationszeit

In bezug auf den Wirtspflanzenkreis des Rübenkräuselvirus war seit den grundlegenden Untersuchungen von Wille (1929) bis vor kurzem nichts Wesentliches mehr bekannt geworden. Der genannte Autor hatte Futter- und Zuckerrübe, Rote Rübe, Mangold und Spinat — also durchwegs Chenopodiaceen — als virusanfällig erkannt; außerdem bezeichnete er auch eine *Rumex*-Art (*Polypodiaceae*) als anfällig. In Versuchen von Schmutterer und Ehrhardt (1966 a) wurde das Virus auf insgesamt 26 Arten und Unterarten mit Erfolg übertragen, wobei es sich vor allem um Angehörige der Chenopodiaceen-Gattungen *Beta*, *Chenopodium* und *Atriplex* handelte. Zum Wirtspflanzenkreis des Kräuselvirus gehört auch der Neuseeländer Spinat *Tetragonia tetragonioides*, der von manchen Autoren zu den *Aizoaceae* gerechnet wird (Schmutterer und Ehrhardt 1966 a, Proeseler 1966 b). Weiterhin müssen die Arten *Chenopodium quinoa*, *C. album* und *C. murale*, auf die früher keine Virusübertragung gelungen war (Völk und Krczal 1957, Proeseler 1964 a), als anfällig betrachtet werden (Schmutterer und Ehrhardt 1964 b, 1966 a).

Mit Ausnahme von *C. murale*, *C. multifictum* und *T. tetragonioides* reagieren die anfälligen Pflanzenarten nach Verstreichen der Inkubationszeit zunächst mit einer mehr oder weniger deutlichen Aufhellung der Blattadern. An manchen Blättern sind nur die stärkeren, an anderen auch die schwächeren Adern aufgehellt. *C. quinoa* und *Atriplex hastata* zeigen in dieser Hinsicht eine besonders starke Reaktion. In vielen Fällen kann dann noch eine Kräuselung und Stauchung der Pflanze von unterschiedlicher Intensität hinzukommen. Bei *C. murale*, *C. multifictum* und *T. tetragonioides* ist nur an einzelnen, vor allem jüngeren Blättern bei durchfallendem Licht eine schwache Adernaufhellung erkennbar, während Kräuselung, unregelmäßige Entwicklung der beiden Hälften der Blattspreiten, Vergilbung und Wachstumshemmung deutlich hervortreten können. Den größten Anfälligkeitsgrad zeigen *Beta*- und *Spinacia*-Arten, gefolgt von einigen Angehörigen der Gattung *Chenopodium* (Schmutterer und Ehrhardt 1966 a).

Bei konstanter Temperatur von 20° C beträgt die Inkubationszeit im Mittel 41 (20–63) Tage (Proeseler 1966 b). Durch Haltung der infizierten Rübensämlinge bei Mitteltemperaturen von 25–28° C, zusätzlicher Belichtung mit UV-Lampen und guter Nitrophoska-Düngung kann sie auf 8–10 Tage abgekürzt werden (Schmutterer und Ehrhardt 1964 b).

C. Physikalische Eigenschaften des Rübenkräuselvirus

Die Anwendung der Injektionsmethode ermöglichte in den letzten Jahren eine weitgehende Klärung der physikalischen Eigenschaften des durch Abreibung nicht übertragbaren Rübenkräuselvirus. Wenn von einem Homogenat virustragender Blattwanzen-Imagines ausgegangen wird, so liegt der Verdünnungsendpunkt zwischen 10^{-5} und 10^{-6} (Proeseler 1966 c), bei Verwendung virushaltigen Rübenblattsafte oder von Preßsaft des Rübenkörpers zwischen 10^{-1} und 10^{-2} (Schmutterer und Ehrhardt 1965, Schmutterer unpubl.) bzw. 10^{-4} und 10^{-5} (Proeseler 1966 b). Demnach ist in infizierten Rübenblattwanzen eine größere Viruskonzentration als im Blattpreßsaft vorhanden; es wäre jedoch auch möglich, daß der Pflanzensaft eine stärkere inaktivierende oder hemmende Wirkung auf das Virus ausübt als das Blattwanzenhomogenat. Bei 54–58° C wird das Kräuselvirus im Wanzenhomogenat inaktiviert, während es niedrige Temperaturen von –20° C gut überstehen kann. Letzteres ist eine wesentliche Voraussetzung für die Überwinterung im Vektor. Die Haltbarkeit *in vitro* beträgt bei Zimmertemperatur nur ca. 8 Stunden, während die Virusaktivität bei 5° C im Blattpreßsaft bis zu 4 Tagen, bei –20° C noch wesentlich länger erhalten bleibt (Proeseler 1966 c).

D. Saugverhalten von *P. quadratum*

Die Gattung *Piesma* nimmt innerhalb der Heteropteren insofern eine Sonderstellung ein, als zwei ihrer Arten mit Sicherheit zirkulierende Viren übertragen, während entsprechende Fähigkeiten bei allen anderen phytophagen Wanzenarten fehlen oder als fraglich angesehen werden (Heinze 1959). Eine wichtige Voraussetzung für die Befähigung zur Kräuselvirusübertragung sind einmal bestimmte physiologische Faktoren im Darmkanal, der Darmwand, der Hämolymphe, den Speicheldrüsen und vielleicht noch in anderen Organen des Körpers; zum andern muß es jedoch auch das Saugverhalten des Vektors ermöglichen, daß das

Virus beim Saugakt an der Stelle deponiert wird, an der es die Pflanze infizieren kann.

Untersuchungen von Ehrhardt und Schmutterer (1965) erbrachten den Nachweis, daß *P. quadratum* sowohl im Parenchym, als auch regelmäßig im Phloem von Rübenblättern Nahrung aufnimmt. Die Stechborstenspitzen erreichen frühestens 5–10 Minuten nach dem Anstechen des Blattes die Siebröhren. Soweit bis jetzt bekannt ist, gehört auch das Rübenkräuselvirus zu denjenigen Viren, die vom Vektor ins Phloem abgegeben werden müssen, wenn eine Infektion der Pflanze zustande kommen soll. Da die meisten phytophagen Heteropteren als Parenchymsauger anzusprechen sind, die das Phloem höchstens zufällig treffen und das pflanzliche Gewebe beim Saugakt außerdem stark schädigen, kommen sie als Überträger zirkulierender Viren von vornherein nicht in Frage.

E. Leistungen des Vektors bei der Virusübertragung, Zirkulationszeit und Vermehrung des Virus im Überträger

Schon frühzeitig wurden die Imagines von *P. quadratum* als Dauerüberträger des Rübenkräuselvirus erkannt. Dagegen sind die Larven unter natürlichen Bedingungen zwar zur Aufnahme, aber nicht zur Abgabe des Virus fähig (Wille 1929 u. a.). Diese mehrfach bestätigte Tatsache gibt der Rübenblattwanze den Charakter eines besonders interessanten Vektors, unterscheiden sich doch alle anderen Virusüberträger unserer Fauna hinsichtlich ihrer Übertragungsleistungen in ihren einzelnen Entwicklungsstadien nur graduell. Überwinterete Imagines, die im vorangegangenen Jahr an viruskranken Pflanzen gelebt hatten, erwiesen sich als wesentlich bessere Vektoren als Jungwanzen im Sommer (Nitsche und Foerster 1939, Völk und Krczal 1957). Letztere übertrugen das Virus in eigenen Versuchen nur in einzelnen Fällen, und zwar selbst dann, wenn sie die ganze Larvalzeit auf kranken Pflanzen verbracht hatten. In einem anderen Versuch konnte von 42 Blattwanzen, die sich wenige Tage vor der Imaginalhäutung 24 Stunden lang auf kranken Rüben aufgehalten hatten, nur ein einziges Tier nach der Häutung das Virus weitergeben.

Die Aufnahme- und Abgabezeit des Virus kann nach Lassack (1955) und Proeseler (1966 b) relativ kurz sein. Sie liegt im Minimum bei 1–2 Stunden bzw. 40 Minuten. Dies läßt sich z. T. aus dem bereits behandelten Saugverhalten der Blattwanzen erklären.

Hinsichtlich der Zirkulationszeit (= Latenzzeit, Celationszeit) des Kräuselvirus im Überträger differieren die Versuchsergebnisse der einzelnen Autoren erheblich. Lassack (1955) konnte bereits bei 2 Stunden Infektionssaugzeit an gesunden Pflanzen nach einer vorangegangenen Virusaufnahmezeit von 1–2 Stunden einzelne Übertragungen erzielen, welche nach seiner Ansicht nicht durch Viruszustände kamen, das an den Stechborsten der Wanzen haftete. Dagegen dauerte in Versuchen von Proeseler (1966 b), Kubacka (nach frdl. mündl. Mitteilung) und eigenen die Zeitspanne zwischen Virusaufnahme und -abgabe unter natürlichen Bedingungen mindestens 3–4 Wochen. Proeseler (1966 b) glaubt diese Unterschiede durch das Vorhandensein verschieden virulenter Stämme des Kräuselvirus erklären zu können; eine weitere, naheliegende Möglichkeit bestünde in der Existenz von Vektorrassen mit unterschiedlichen Fähigkeiten bei der Virusüber-

tragung. Letzteres kann aber nur durch sorgfältige Zucht- und Übertragungsversuche mit Wanzen verschiedener Herkünfte geklärt werden.

Durch Injektion von virushaltigem Pflanzenpreßsaft, Homogenaten und Hämolymphe virustragender Imagines sowie Darminhalt der an kranken Pflanzen saugenden Larven gelingt es, Imagines und sogar Larven zur Virusübertragung zu befähigen (Proeseler 1963, Schmutterer und Ehrhardt 1963, 1964 b). In allen diesen Fällen verstreicht je nach Viruskonzentration und Menge der injizierten Flüssigkeiten eine Zirkulationszeit von wenigen Tagen bis zu mehreren Wochen. Nach Verwendung eines Homogenats virustragender Blattwanzenimagines und von Darminhalt von Larven, die an kranken Pflanzen gesaugt hatten, ist diese Zeitspanne in der Regel am kürzesten (Proeseler 1963, Schmutterer und Ehrhardt 1964 b). Sie zeigt überdies eine deutliche Temperaturabhängigkeit. In eigenen, erst kürzlich durchgeführten Versuchen dauerte die Zirkulationsperiode nach Injektion eines 1 : 1 mit Wasser verdünnten Blattpreßsaftes in Larven bei 18° C 14–20, bei 24° C 8–18 und bei 30° C 6–14 Tage.

Die positiven Ergebnisse der Injektionsversuche mit Blattwanzenlarven, durch welche letztere künstlich in Virusvektoren umgewandelt wurden, lassen den Schluß zu, daß weder die Hämolymphe, noch die Speicheldrüsen, sondern sehr wahrscheinlich die Darmwand die Barriere darstellt, die bei den Larven unter natürlichen Bedingungen eine Passage des Virus verhindert. Bereits Storey (1938) konnte am klassischen Beispiel der Zikade *Cicadulina mbila* (Naudé) nachweisen, daß die Imagines einer zur Übertragung des Maisstichelvirus sonst nicht fähigen Rasse durch Punktierung der Darmwand in Vektoren umgewandelt werden können. Sinha (1960) gelang es, durch Darmwandpunktierung bei Imagines der Zikade *Delphacodes pellucida* (F.) deren Leistungen zur Übertragung der europäischen Form des Streifigen Mosaiks des Winterweizens (European striate mosaic of wheat) deutlich zu verbessern.

Auch durch Anstechen der Darmwand konnten *P. quadratum*-Larven, die an viruskranken Pflanzen gesaugt hatten, zur Übertragung des Kräuselvirus befähigt werden (Schmutterer und Ehrhardt 1964 a, 1966 a, 1966 b, Proeseler 1966 c). Besonders bei Darpunktierung von Larven des 3. Stadiums im Bereich der vorderen Hälfte des Abdomens wurden günstige Ergebnisse erzielt (Schmutterer und Ehrhardt 1966 b, Schmutterer unpubl.) Schließlich gelingt es auch, durch Anstechen des Darmes junger Imagines, die vorher einen Tag lang an kranken Mangoldpflanzen gesaugt hatten, die Zirkulationszeit des Virus im Vektor von mehreren Wochen auf wenige Tage abzukürzen (Schmutterer, unpubl.).

Vom Zeitpunkt der Punktierung des Larvendarmes bis zur Abgabe des Virus mit dem Speichel verstreicht ebenfalls eine temperaturabhängige Zirkulationszeit. In eigenen unpublizierten Versuchen dauerte sie bei 18° C 5–19, bei 24° C 3–10 und bei 30° C 1–4 Tage. Nach einer Virusaufnahme von 3 Tagen Dauer läßt sich im Darm bzw. in der Darmwand der Larven durch Punktierung oder durch Injektion von Darmhomogenaten der virustragenden Blattwanzenlarven in andere virusfreie Tiere mindestens bis zu 9 Tagen nach Entfernung von der Virusquelle Kräuselvirus nachweisen, wie ebenfalls in jüngster Zeit durchgeführte eigene Versuche ergaben.

Die Beobachtung, daß sich überwinterte Blattwanzen als wesentlich bessere Vektoren erweisen als solche vor der Überwinterung und die Fähigkeit der Tiere, nach einmaliger Virusaufnahme über lange Zeit hinweg infektiös zu bleiben, legten die Vermutung nahe, daß sich das Kräuselvirus im Vektor vermehrt. Versuche von Proeseler (1964 a, 1964 b, 1966 c) zum experimentellen Nachweis der Virusvermehrung in *P. quadratum* ermöglichen den Einwand, daß die zu Serienpassagen verwendeten injizierten Blattwanzen ihre Nahrung — wenn auch teilweise nur während relativ kurzer Perioden — an anfälligen Chenopodiaceen, nämlich *C. murale* und Rübe aufnahmen. Ein einwandfreierer Nachweis der mutmaßlichen Virusvermehrung im Vektor ist aber wohl nur bei Verwendung nicht anfälliger Nährpflanzen oder noch besser künstlicher Nährlösungen zur Haltung der injizierten Wanzen möglich.

F. Einfluß des Virus auf die Rübenblattwanze

Bisher hat sich nur ein Autor (Proeseler 1966 a) mit der Frage beschäftigt, ob das Rübenkräuselvirus seinen Überträger in irgendeiner Weise beeinflußt. Durch histologische Untersuchungen konnten Unterschiede zwischen virustragenden und virusfreien Wanzen nachgewiesen werden, die sich vor allem auf die Hauptspeicheldrüsen bezogen, in welchen verschieden geformte Einschlußkörper festgestellt wurden. Bemerkenswert ist auch die Beobachtung, daß virustragende Blattwanzenweibchen später mit der Eiablage beginnen und weniger Eier erzeugen als solche, die kein Kräuselvirus enthalten.

Zusammenfassung

Die Kenntnisse über das Rübenkräuselvirus und seinen Vektor *P. quadratum* wurden durch eine Reihe von Untersuchungen während der letzten Jahre wesentlich verbessert. Vor allem durch Anwendung der Injektions- und Punktierungsmethode konnten verschiedene Einzelfragen der Virus-Vektorbeziehungen geklärt werden. Hierzu gehört auch der Befund, daß die Darmwand der Wanzenlarven eine Passage des Virus in die Hämolymphe verhindert, weshalb durch die Larvalstadien keine Virusübertragung möglich ist. Hinsichtlich der Dauer der temperaturabhängigen Zirkulationszeit des Virus im Vektor ergaben die Versuche der einzelnen Autoren deutliche Unterschiede.

Das Studium des Saugverhaltens von *P. quadratum* führte zu der Erkenntnis, daß die Wanze regelmäßig auch das Phloem der Nährpflanze besaugt. Dies stellt eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Übertragung des vermutlich phloemgebundenen Kräuselvirus dar.

Der Wirtspflanzenkreis des Rübenkräuselvirus umfaßt eine größere Zahl von Chenopodiaceen, von denen *Beta*- und *Spinacea*-Arten die größte Anfälligkeit aufweisen.

Der Vektor wird vom Virus insofern negativ beeinflußt, als virustragende Wanzenweibchen später mit der Eiablage beginnen und weniger Eier abgeben als virusfreie.

Summary

The virus-vector-relationship between the circulative beet crinkle virus and the vector, the lacebug *Piesma quadratum* Fieb., was studied by different authors in Germany during the last years. By the use of the injection and puncturing

methods, the gut wall was identified as a barrier which cannot be penetrated by the virus in the larvae. Therefore, nymphs are non-vectors whereas the adults are effective vectors. By injection of virus-containing juices and puncturing of the gut wall of the larvae the latter may often acquire infectivity after a circulation period of some days or weeks.

The circulation period of the virus in adults after uptake of virus by feeding differs remarkably according to the findings of different authors.

Larvae and adults of *P. quadratum* feed regularly not only in the parenchymatic tissue but also in the phloem of the host plant. This feeding behaviour enables the lacebug to transmit the crinckle virus which is not transmissible by sap inoculation and most probably restricted to the vascular bundles of the host.

Numerous plant species of the family *Chenopodiaceae* were found to be host plants of the virus; *Beta* spp. and *Spinacia* spp. being the most susceptible ones.

The vector is adversely influenced by the virus as viruliferous females of *P. quadratum* begin later with oviposition and produce less eggs than non-viruliferous bugs.

Literatur

- Ehrhardt, P., und Schmutterer, H., Untersuchungen zum Anstich- und Saugverhalten der Rübenblattwanze *Piesma quadrata* Fieb. (*Heteropt.*, *Piesmidae*). — Ztschr. angew. Ent. 56. 1965, 41–55.
- Heinze, K., Phytopathogene Viren und ihre Überträger. — Berlin 1959, 290 S.
- Kaufmann, O., Beobachtungen und Versuche über die Rübenblattwanze *Piesma quadrata* Fieb. — Arb. physiol., angew. Ent., Berlin-Dahlem, 2. 1935, 204–212, 225–253.
- Lassack, H., Einige Beobachtungen über die Übertragung des Rübenkräuselvirus durch *Piesma quadrata* Fieb. — Nachr.bl. dtsch. Pfl.schutzd., Braunschweig, 8. 1955, 145–147.
- Nitsche, G., Untersuchungen zur Übertragung des Virus der Rübenblattwanze *Piesma quadratum* Fieb. — Mitt. Biol. Reichsanst. 59. 1939, 87–92.
- Nitsche, G., und Foerster, H., Rübenblattwanze. — Mitt. Biol. Reichsanst. 65. 1941, 98–99.
- Proeseler, G., Die Übertragung des Virus der Rübenkräuselkrankheit mit Hilfe der Injektionstechnik. — Naturwissenschaften 50. 1963, 553.
- , Der Nachweis der Vermehrung des Rübenkräuselkrankheits-Virus in *Piesma quadrata* (Fieb.) mit Hilfe der Injektionstechnik. — Naturwissenschaften 51. 1964, 150–151. (a)
- , Injektionsversuche mit dem Rübenkräuselvirus. — Ztschr. angew. Ent. 54. 1964, 325–333. (b)
- , Physiologische und histologische Untersuchungen an virusfreien und virustragenden *Piesma quadratum* Fieb. — Biol. Zentralbl. 85. 1966, 211–229. (a)
- , Beziehungen zwischen der Rübenblattwanze *Piesma quadratum* Fieb. und dem Rübenkräuselvirus. I. Virusübertragungsversuche und Zucht des Vektors. — Phytopath. Ztschr. 56. 1966, 191–211. (b)
- , Beziehungen zwischen der Rübenblattwanze *Piesma quadratum* Fieb. und dem Rübenkräuselvirus. II. Injektionsversuche. — Phytopath. Ztschr. 56. 1966, 213–237. (c)
- Schmutterer, H., und Ehrhardt, P.: Zur Übertragung des Rübenkräuselvirus von infektiösen in nicht infektiöse Blattwanzen (*Piesma quadrata* Fieb.) durch Injektion von Haemolymphe. — Ztschr. angew. Ent. 52. 1963, 425–428.

- , —, Übertragung des Rübenkräuselvirus durch Larven von *Piesma quadrata* Fieb. (*Heteroptera, Piesmidae*) nach Anstechen des Darmes. — Ztschr. angew. Ent. 55. 1964, 81—83. (a)
- , —, Untersuchungen über einige Beziehungen zwischen dem Rübenkräuselvirus (Beta Virus 3) und seinem Vektor *Piesma quadrata* Fieb. (*Heteropt. Piesmidae*). — Ztschr. Pfl.krankh. 71. 1964, 647—656. (b)
- , —, Zur Kenntnis des Wirtspflanzenkreise beim Rübenkräuselvirus (Beta Virus 3). — Ztschr. Pfl.krankh. 73. 1966 a, 271—283.
- , —, Weitere Versuche zur künstlichen Umwandlung von Larven der Blattwanze *Piesma quadrata* (*Heteroptera*) in Vektoren des Rübenkräuselvirus. — Ent. exp., appl., Amsterdam, 9. 1966 b, 278—286.
- Schneider, C. L., Studies on the transmission of sugarbeet savoy virus by the vector, *Piesma cinereum* (Sav.). — Plant Dis. Repr. 48. 1964, 843—845.
- Sinha, R. C., Comparison of the ability of nymph and adult *Delaphacodes pellucida* Fabricius, to transmit wheat striate mosaic virus. — Virology, Baltimore, 10. 1960, 344—352.
- Storey, H. H., Investigations on the mechanism of transmission of plant viruses by insect vectors. II. The part played by puncture in transmission. — Proc. R. Soc. London, B. 125. 1938, 455—477.
- Völk, J., und Krczal, H., Übertragungsversuche mit *Piesma quadratum* Fieb., dem Vektor der Kräuselkrankheit der Zucker- und Futterrübe. — Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Braunschweig, 9. 1957, 17—22.
- Wille, J., Die Rübenblattwanze. — Monogr. Pfl.schutz Berlin 1929.
- Worst, J., A micro-injektion system. — Quart. J. microscop. Sci., Oxford, 95. 1954, 469—472.

K. HEINZE,

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für gärtnerische Virusforschung, Berlin-Dahlem.

Die Vergilbungskrankheit der Kohl- und Wasserrübe als Krankheitsursache auf Zierpflanzen

Auf einem Feldstück in Berlin-Dahlem wurde Mitte Juli 1966 an Wasserrüben ein Befall mit der Vergilbungskrankheit von 48,5 % festgestellt. Sehr typisch waren die Vergilbungserscheinungen an den unteren Blattkränzen, charakterisiert durch auffällige Rötung, die inneren jüngeren Blätter zeigten keine Symptome, insbesondere kein Mosaik und keine Adernaufhellung. In Abb. 1 b ist rechts das Blatt einer vergilbungsranken Wasserrübe — bei dieser Sorte ohne Rötung —, links einer mosaikkranken und in der Mitte einer mischinfizierten Pflanze dargestellt.

Über ein starkes Vorkommen der Stoppelrübenvergilbung — auch dieser Name ist für die Virose in Gebrauch — berichtete Frau Burckhardt 1960 vom westfälischen Raum. Entdeckt wurde diese Virose 1950 von Vanderwalle in Belgien und als „jaunisse du navet“ beschrieben. Einer Verbreitungskarte von Roland vom Jahre 1953 ist zu entnehmen, daß die Vergilbungskrankheit in den belgischen Nordprovinzen zu diesem Zeitraum schon relativ häufig war. Verfolgt man die Meldungen über das Auftreten dieser Krankheit, so gewinnt man den Eindruck, daß hier ein ähnlich seuchenhaftes Vorrücken nach Osten und Nordosten im Gange ist wie bei der Vergilbungskrankheit der Zuckerrübe vor 15–25 Jahren.

Das schnelle Vorrücken dieser Virose spricht dafür, daß nicht nur die Wasserrüben bzw. die Kohlrüben als Wirtspflanzen zu gelten haben, wie Roland im Jahre 1952 vermutete, sondern daß vielmehr weitere Pflanzenarten von dieser Virose befallen werden können. Frau Burckhardt konnte 1960 und 1963 bereits einige landwirtschaftlich genutzte Kreuziferen als anfällig für diese Virose nachweisen. Da Zierpflanzen, insbesondere Stauden, in der Epidemiologie von Viren eine verhängnisvolle Rolle spielen können, prüften wir in Berlin-Dahlem, ob unter den als Zierpflanzen angebauten Kreuzblütlern anfällige Arten zu finden sind. In unsere Untersuchungen wurden Kreuziferenunkräuter mit einbezogen, da auch sie, soweit sie winterhart oder mehrjährig sind, dem Vergilbungsvirus eine Möglichkeit bieten können, über den Winter in die nächste Vegetationsperiode zu gelangen. Unkräuter und Zierpflanzen können überdies während der Vegetationsperiode als Zwischenwirte fungieren und die Ausbreitung der Virose beschleunigen. Das Virus ist nicht saftübertragbar.

Als Überträger dieser Virose sind die allgemein auf Kohlpflanzen verbreiteten Blattlausarten *Brevicoryne brassicae* (L.) und *Myzodes persicae* (Sulz.) bekannt. — Je mehr Blattlausarten an der Weiterverbreitung einer Virose beteiligt sind, desto schneller wird sie die Kulturpflanzenbestände infizieren. Deshalb wurde von uns auch geprüft, ob noch andere häufig auf Zierpflanzen anzutreffende Blattlausarten diese Virose übertragen können und wie der Übertragungsmodus ist.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei auch an dieser Stelle für die Bereitstellung von Mitteln für die Durchführung der Untersuchungen gedankt.

1. Das Virus der Vergilbungskrankheit der Kohl- und Wasserrübe auf Zierpflanzen und Unkräutern

Schwierig ist bei Versuchen mit Zierpflanzen die Feststellung, ob es sich bei Rötungs- und Vergilbungserscheinungen um umwelt- oder virusbedingte Ursachen handelt und ob symptomlos bleibende Pflanzen etwa latente Träger der Virose sind. Unsere Ergebnisse wurden daher durch Rückübertragungen auf Testpflanzen sichergestellt.

Lunaria biennis, das Silberblatt (Abb. 1 a), zeigte nach Infektionen an älteren Pflanzen starke Rötungen und schwächere gelbliche Aufhellungen (rechte Pflanze). Die linke Pflanze ist nicht infiziert — Ursache der schwachen gelblichen Tönung ist vermutlich die monatelange Anzucht im Topf. Auch bei Goldlack (*Cheiranthus cheiri*) trat nach Infektion eine starke Rötung, die z. T. das Adernnetz frei läßt, an den unteren Blättern auf (Abb. 1 c). *Hesperis matronalis*, die Nachviole, wurde mit zwei Viren infiziert, dem Virus der Vergilbung und dem Mosaik. Auf der Abb. 1 d sind rechts zwei Blätter einer vergilbungsranken Pflanze, links das Blatt einer gesunden Pflanze zu sehen. Die infizierten Blätter der Nachviole zeigten eine ausgeprägte Rötung. Typische Vergilbungssymptome bildete die Levkoje (*Matthiola incana*) nach Infektionen aus (Abb. 1 e). Die Aufhellungen beschränkten sich nicht auf die unteren Blätter, der Spitzenbereich blieb aber frei von Scheckungen oder Verfärbungen. Weniger ausgeprägt waren die Symptome an *Arabis caucasica*, an den Schleifenblumen *Iberis coronaria*, *Iberis imperialis* und *Iberis sempervirens*, an *Alyssum saxatile* und an *Aubrieta deltoides* var. *graeca*. Bei *Arabis* und den Schleifenblumen traten im unteren Bereich der Pflanze vermehrt gelbliche oder rötlich verfärbte Blätter auf; die Verfärbungen waren aber wenig spezifisch, gelegentlich waren sie fleckig mit stärkerer Betonung des Adernbereichs. *Alyssum* war, abgesehen von einem wachsig gelblichen Ton einzelner Blätter, ohne Symptome; auch das Blaukissen reagierte nicht auf die Infektion. Rückübertragungen auf Wasserrübe waren aber in allen Fällen positiv.

Vorläufige Ergebnisse liegen auch für Versuche vor, die Vergilbungskrankheit der Kohl- und Wasserrübe auf Unkräuter zu übertragen. Ausgangspunkt der Versuche war eine Hellerkrautpflanze (*Thlaspi arvense*) auf dem Dahlemer Gelände der Bundesanstalt, die starke Vergilbungssymptome zeigte. *Myzodes persicae* konnte aus dieser Pflanze mit stark chlorotischen Blättern, in denen sich die Hauptadern dunkler grün markierten (Abb. 1 f), das Virus aufnehmen und auf Wasserrübe übertragen (Abb. 2 k); rechts, in der Größe stark reduziert, die infizierte Hellerkrautpflanze. Sehr eindeutige Symptome wurden auf *Brassica nigra* erzeugt (Abb. 1 g), links ein Blatt aus dem unteren Bereich der Pflanze, rechts aus dem mittleren Bereich mit fleckiger gelber Aufhellung. Ebenfalls mit Vergilbungssymptomen oder Rötungen reagierten bei Anzucht im Gewächshaus oder im Freiland *Capsella bursa pastoris*, *Cochlearia officinalis*, *Diplotaxis eruroides*, *Diplotaxis tenuifolium*, *Eruca sativa*, *Eruca vesicaria*, *Isatis tinctoria*, *Sinapis alba* (Abb. 2 i), *Sisymbrium altissimum*, *Sisymbrium irio* und *Sisymbrium officinale*. Keine eindeutigen Symptome wiesen auf: *Arabis alpina*, *Barbarea iberica* (= *vulgaris*), *Berteroa incana*, *Brassica juncea*, *Erysimum silvestre*, *Lepidium sativum* und *Rapistrum rugosum*. Positiv verliefen die Rückübertragungen bisher bei *Brassica juncea*, *Cochlearia officinalis*, *Erysimum silvestre*, *Isatis tinctoria*, *Lepidium sativum* und *Sinapis alba*. Die Zahl der hier für das Vergilbungsvirus

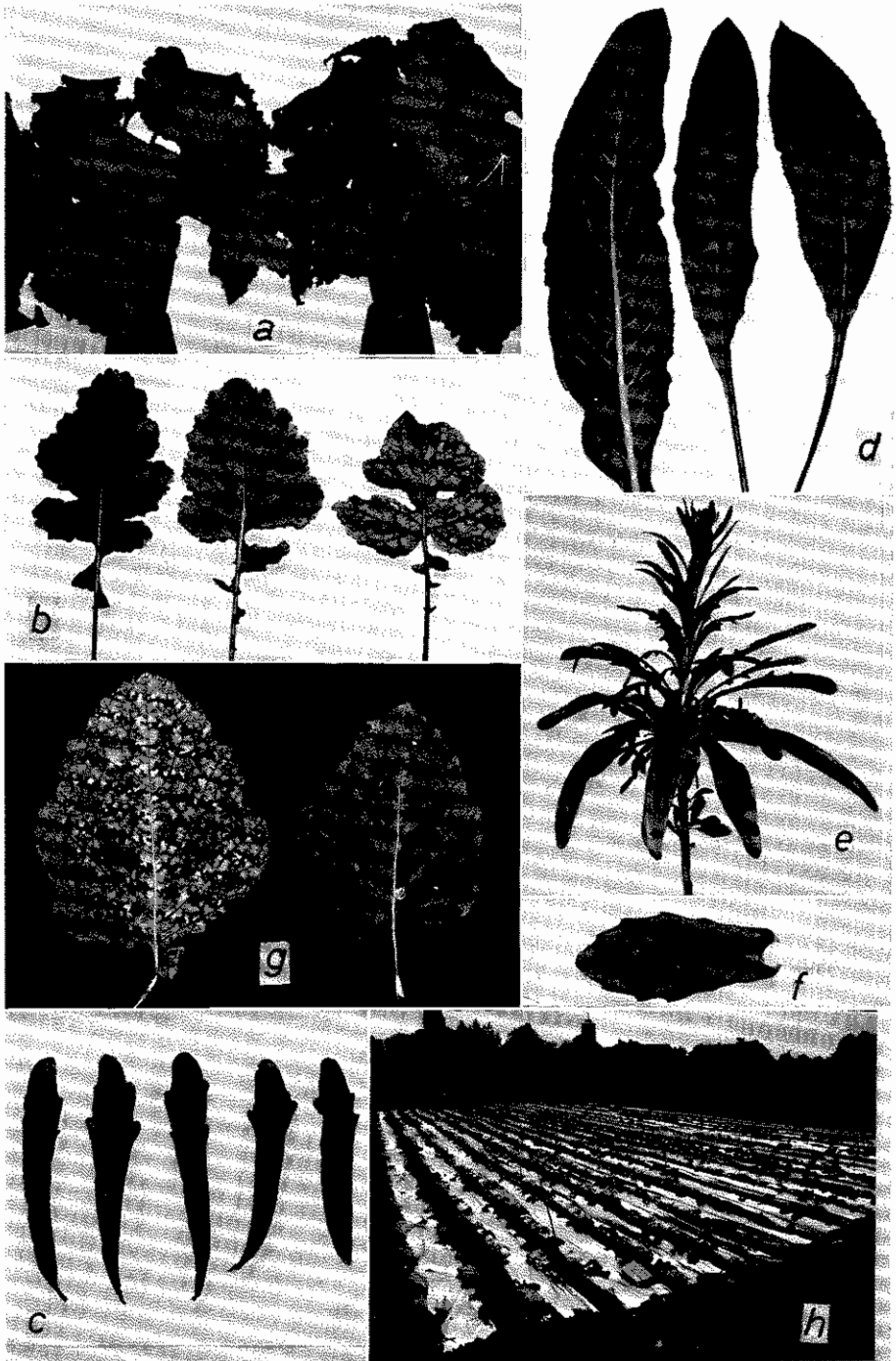


Abb. 1. Text nebenstehend.

aufgeführten Wirtspflanzen läßt sich sicher noch erweitern. Schon aus der Anzahl der bisher ermittelten Wirtspflanzen geht hervor, wie schnell die Durchseuchung genutzter Kreuziferenbestände infolge der zahlreichen Infektionsquellen in der Nachbarschaft vor sich gehen kann.

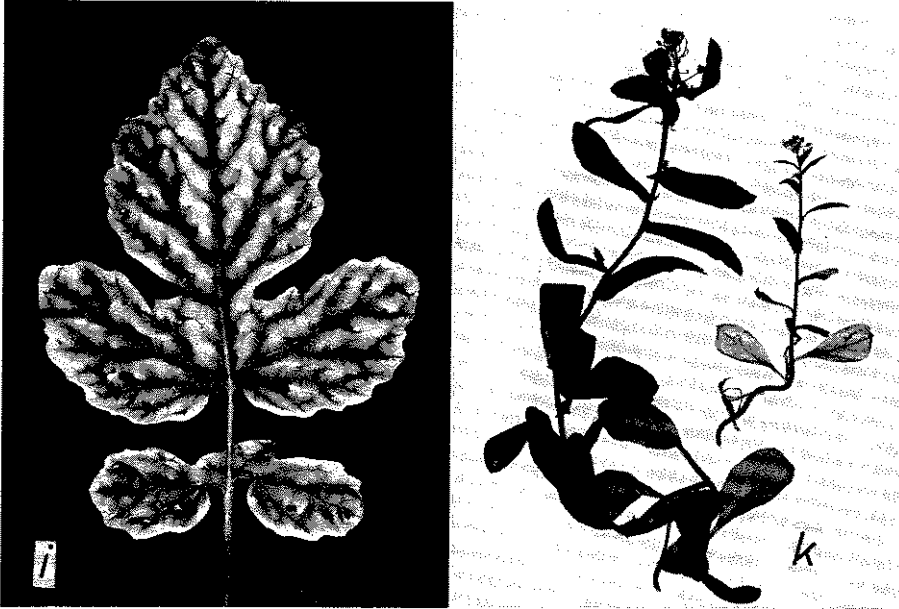


Abb. 2. i) *Sinapis alba*, Weißer Senf, Blatt aus dem unteren Bereich einer vergilbungs-
kranken Pflanze. k) *Thlaspi arvense*, Hellerkraut, links gesunde Pflanze, rechts: vergil-
bungskranke Pflanze, stark gestaucht und aufgehellt (vgl. I f). Aufnahmen Schälöw, BBA,
Berlin-Dahlem)

2. Versuche mit Überträgern

Für den Infektionsablauf auf dem Feld ist von Bedeutung, wie lange sich das Virus der Vergilbung in der Blattlaus hält. Zur Ermittlung der Haltbarkeit wurden Einzeltierversuche und Gruppenteste durchgeführt. Im Ein-

Abb. 1. a) *Lunaria biennis*, Silberblatt, rechts: mit Symptomen der Vergilbungskrankheit der Kohl- und Wasserrübe. Links: gesunde Pflanze. b) Wasserrübe, links: Mosaiksymptome, Mitte: Mischinfektion Mosaik und Vergilbung, rechts: Vergilbung. c) *Cheiranthus cheiri*, Goldlack, Blätter aus dem unteren Bereich der Pflanze; linkes Blatt von einer gesunden Pflanze, nach rechts: von infizierten Pflanzen (Vergilbung). d) *Hesperis matronalis*, Nachviole, linkes Blatt gesund, Mitte und rechts von einer vergilbungskranken Pflanze. e) *Matthiola incana*, Levkoje, vergilbungskranke Pflanze mit Aufhellungen im unteren Bereich. f) *Thlaspi arvense*, Hellerkraut, Blatt aus dem unteren Bereich einer vergilbungskranken Pflanze. g) *Brassica nigra*, Schwarzer Senf, links: Blatt aus dem unteren Bereich, rechts: Blatt aus dem mittleren Bereich einer vergilbungskranken Pflanze. h) Versuch mit Aluminiumfolie zur Abschreckung der Überträger. (Aufnahmen Schälöw, BBA, Berlin-Dahlem)

zeltierversuch (Abb. 3) wurden bei täglichem Weitersetzen das Schicksal jedes Überträgers und seine Leistungen verfolgt. Auf der Tabelle sind von 30 Tieren zweier Serien einige Vertreter herausgegriffen worden. Nr. 2 hat noch 22 Tage gelebt und bis zum Tode übertragen. Die Übertragungsfähigkeit setzte nicht sofort ein; sie war von Tagen unterbrochen, an denen keine Übertragungen zustande

EINZELTIERVERSUCH MIT MYZODES PERSICAE, oben = Mai, unten = August 1965 (Auszug)

Tag Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
2	○	○	●	○	—	—	○	●	●	○	●	—	—	●	●	○	○	●	—	○	○	●
6	○	●	●	●	—	—	●	●	○	●	●	—	—	●	●	●	●	●	—	○	○	○
18	○	●	●	●	—	—	●	●	●	○	●	—	—	●	●	●	●	○	—	●	●	●
30	○	○	○	○	—	—	○	●	●	●	●	—	—	○	○	○	○	○	—	○	○	+
3	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
9	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
19	●	○	○	○	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
21	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	+	○	○	○	○	○	○	○
22	●	○	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	+	○	○	○	○	○	○
29	●	●	○	○	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
J. Pf.	41	35	44	33	14	15	21	23	18	10	11	5	1	13	9	3	4	4	—	1	3	

J. Pf. = Zahl der bei insgesamt 4 Versuchen infizierten Pflanzen

○ = ohne Symptome ● = besetzte Pflanze infiziert + = Blattlaus eingegangen

Abb. 3

kamen. Die Lücke betrug 3–4 Tage. Ob die Erklärung zutrifft, daß in diesen Tagen kein Virus mit der Hämolymphe zu den Speicheldrüsen gelangt, weil keine infizierten Zellen zerfallen, ist noch fraglich. Die Haltbarkeit im Überträger erreichte 22 Tage, damit ist dieses Virus in seinem Verhalten von dem der Zuckerrübenvergilbung (Normalstamm) mit etwa 5 Tagen Infektiosität am oder im Überträger deutlich verschieden. Die Gruppenteste (Abb. 4) dienten zur Ermittlung der kürzesten Aufnahme- und Abgabezeiten, Saugezeit auf der Infektionsquelle 1 Stunde, weitersetzen wie angegeben. Aus der Tabelle geht hervor, daß die ersten Übertragungen schon nach 3 Stunden – 1 Stunde Aufnahme – 2 Stunden Abgabezeit – zustande kamen. Es sind aber z. T. beträchtliche Lücken in der Übertragung; besser war der Infektionserfolg mit 10 Blattläusen je Pflanze. Das Virus der Vergilbung der Kohl- und Wasserrübe zeigt in bezug auf die Übertragbarkeit durch Blattläuse wesentliche Abweichungen gegenüber dem der Beta-Rübenvergilbung. Auch mit dem Blattrollvirus der Kartoffel stimmt es in einigen Eigenschaften nicht überein. Trotz relativ schneller Übertragbarkeit ist es sehr lange im Überträger haltbar. Die angegebenen 22 Tage für die Haltbarkeit können vermutlich noch überschritten werden. Schon unmittelbar nach der kurzen Aufnahmezeit (1 Stunde) wird es relativ gut übertragen.

Bei der Angabe von neuen Vektoren für die Stoppelrübenvergilbung kann ich mich kurz fassen. Überträger der Virose sind nicht nur *Myzodes persicae* (Sulz.)

und *Brevicoryne brassicae* (L.), auch *Dysaulacorthum vincae* (Walk.) und *Rhopalomyzus ascalonicus* (Donc.) können das Virus übertragen. Weitere Überträger sind vermutlich *Rhopalosiphum padi* (L.), *Aphis fabae* Scop., *Cerosiphia gossypii* (Glov.), *Neomyzus circumflexus* (Buckt.) und *Macrosiphum euphorbiae* (Ths.). Die Versuche mit den letztgenannten Arten müssen zur Sicherung der Ergebnisse

GRUPPENVERSUCH (20 GRUPPEN)

	5 MYZODES PERSICAE										10 MYZODES PERSICAE										
	2h	2h	2h	16h	8h	16h	24h	24h	24h	48h	2h	2h	2h	16h	8h	16h	24h	24h	24h	24h	24h
1		●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	●
6	●	○	○	●	○	●	●	●	○	+	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
8	●	●	○	○	●	○	○	●	+		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
10		●	○	●	○	○	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
11	○	●	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	○	●
13	○	○	○	●	●	○	●	●	●	+	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
19	●	○	○	○	●	●	●	●	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●	○	●	○
20	●	○	●	○	●	●	○	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●
J. Pf.	5	4	4	6	11	9	10	15	12	10	18	19	14	20	20	20	18	16	14	14	16

J. Pf. = Zahl der infizierten Pflanzen (von 20) ○ = ohne Symptome

● = besetzte Pflanze infiziert + = Blattlausgruppe oder Pflanze eingegangen

Abb. 4

noch einmal wiederholt werden. Mit Ausnahme von *Rhopalosiphum padi* kommen alle Arten auf Zierpflanzen vor.

Da das Virus der Stoppelrübenvergilbung eine relativ kurze Aufnahme- und Abgabezeit hat, können geflügelte Blattläuse bei kurzen Besuchen von Pflanzen evtl. schon zum Überträger werden. Bei virusanfälligen Kulturen werden in USA mit Erfolg Aluminiumfolien, die zwischen den Pflanzreihen ausgelegt werden, zur Abschreckung der Blattläuse von den Beständen benutzt*). Angeregt durch die amerikanischen Versuche wurde auch in Dahlem zwischen Wasserrübenreihen, in die infizierte Pflanzen als Infektionsquellen verteilt worden waren, 40 cm breite Aluminiumfolie ausgelegt (Abb. 1 h)**). Die Reflektionswirkung war bei Sonnenschein so stark, daß es unmöglich war, die Pflanzreihen des Feldstückes ohne Sonnenbrille zu betrachten. Auf die Blattläuse wirkte die Fläche vermutlich wie eine reflektierende Wasserfläche. Verlauf und Ausgang des ersten Versuchs entsprachen jedoch nicht ganz den Erwartungen. Abgesehen von der Verzögerung in der Beschaffung der Folie, die wegen des einsetzenden Blattlausfluges bedenklich war, und der relativ geringen Menge, die einen Versuch mit entsprechenden

*) Versuche von Floyd F. Smith, Beltsville/Md.

***) Die Firma Hueck & Büren, Lüdenscheid, stellte freundlicherweise das Material zur Verfügung, wofür ihr auch an dieser Stelle gedankt sei.

Wiederholungen nicht zuließ, machte die Festlegung zwischen den Reihen erhebliche Schwierigkeiten. Wiederholt wurden Teile der Folie durch den Wind aufgebogen und umgekippt, wodurch die Reflektionswirkung für Teile des Stücks vorübergehend aufgehoben wurde. Aber trotz der Mängel ergab sich zwischen dem Feldstück mit Folie und dem ohne Folie eine beachtliche Differenz im Virusbefall. Auf dem Folienstück wurden am 26. 7. 1966 etwa 30 % infizierter Pflanzen ausgezählt, das Vergleichsstück ohne Folie enthielt annähernd 75 %. Bei den Versuchen von Floyd F. Smith in Beltsville mit dem Gurken- und Melonenmosaik lag die reduzierende Wirkung der Folie auf die Infektion wesentlich günstiger, und zwar bei 90 %. Infolge der zahlreichen Wirtspflanzen für das Virus ist der Infektionsdruck in Dahlem sehr stark, zusätzlich haben sich außerdem die eingestreuten Infektionsquellen auf die schnelle Verseuchung der Feldstücke ausgewirkt. Es scheint sich aber zu lohnen, die abschreckende Wirkung von Folien an anderen Kulturen mit kurzer Vegetationszeit weiter zu verfolgen.

Zusammenfassend seien noch einmal die Besonderheiten des Vergilbungsvirus der Kohl- und Wasserrübe hervorgehoben: seine leichte Übertragbarkeit, die offenbar größere Zahl von Überträgern, die epidemiologisch bedeutungsvollen kurzen Aufnahme- und Abgabezeiten, ein Verhalten, das sonst bei persistenten Viren nicht beobachtet wird und außerdem noch die lange Haltbarkeit im Überträger. Die große Zahl von Wirtspflanzen unter den Unkräutern und den gärtnerisch genutzten Pflanzen läßt das Virus nicht nur zu einer ersten Bedrohung im Feldanbau von Kruziferen werden, auch der Zierpflanzenanbau kann durch diese Virose in Mitleidenschaft gezogen werden.

S u m m a r y

Yellows of turnip (jaunisse du navet) has infected 48,5 % of plants in a field plot in Berlin-Dahlem. The virus could be transmitted to ornamentals, especially perennials and weeds like *Lunaria biennis*, *Cheiranthus cheiri*, *Hesperis matronalis*, *Matthiola incana*, *Arabis*, *Iberis*, *Aubrieta* and about 12 weed species. New vectors of this virus are the aphids *Dysaulacorthum vincae* (Walk.) and *Rhopalomyzus ascalonicus* (Donc.). In experiments with *Myzodes persicae* (Sulz.) an infection feeding time of one hour on a diseased plant and 2 hours feeding time on a test plant were sufficient for a successful transmission. The vector is infective during its whole life. The short celeration (circulative) time encouraged to experiments with aluminum foils between the plant rows of turnips in field plots, to repel flying vectors from the plants. The very strong reflecting effect of aluminum foil during sunshine seems to have a repellent effect on aphids which operate as virus vectors. The plot with aluminum foil in between the rows contained about 30 % virusinfected plants, the plot without foil had nearly 75 % yellows infected plants.

L i t e r a t u r

- Burckhardt, F., Beobachtungen über das Auftreten von Virose an Kohl- und Stoppelrüben im Jahre 1959. — Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Braunschweig, 12. 1960, 104—106.
- , Untersuchungen über eine viröse Vergilbung der Stoppelrüben. — Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem, 99. 1960, 84—96.
- , Bessere Steckrübenerntn durch Bekämpfung der Virusüberträger. — Landw. Wochenbl. für Westf., Lippe, 118. 1961, 1000—1001.

- , Untersuchungen über Virosen der Kultur — *Brassica*-Arten. — Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem, 108. 1963, 66—70.
- Heinze, K., Phytopathogene Viren und ihre Überträger. — Duncker und Humblot, Berlin, 1959, 290 S.
- Roland, G., Etude de deux viroses du navet: la mosaïque et la jaunisse. — Parasitica, Gembloux, 8. 1952, 97—111.
- , Résultats d'une enquête sur la jaunisse du navet (*Brassica virus 5*). — Parasitica, Gembloux, 9. 1953, 54—58.
- Vanderwalle, R., La jaunisse des navets. — Parasitica, Gembloux, 6. 1950, 111 bis 112.
- , et Roland, G., Contribution à l'étude de la jaunisse du navet. — Parasitica, Gembloux, 7. 1951, 14—15.

Diskussion

Bode: Offenbar kommt diese Krankheit nur auf Cruciferen vor?

Heinze: Sie ist nach bisherigen Untersuchungen spezialisiert auf Cruciferen.

Schmutterer: Die Übertragungsergebnisse lassen den Schluß zu, daß das Vergilbungsvirus der Wasserrübe sowohl nach einem einfacheren Modus (stechborstenbürtig) als auch nach dem komplizierteren (nach Wanderung im Vektor) übertragen wird. Es hält ja im Überträger viel länger vor als z. B. das Vergilbungsvirus der Zuckerrübe. Würde die Interpretation des Vortragenden mit diesen Gedankengängen übereinstimmen?

Heinze: Das Virus der Stoppelrübenvergilbung hält wesentlich länger im Überträger vor als etwa das Virus der Zuckerrübenvergilbung. Die Zusammenhänge zwischen stechborstenbürtigem und persistentem Übertragungsmodus sind in unseren Versuchen durch die große Zahl von Übertragungen, die wir je Pflanze nahmen, etwas verwischt worden. Zunächst kam es mir nur darauf an nachzuweisen, daß schon nach kurzen Zeiten — vom Beginn der Virusaufnahme gerechnet — Übertragungen zustande kommen können. Das spielt epidemiologisch eine Rolle und diese epidemiologischen Fragen standen bei meinen Untersuchungen mit im Vordergrund. Wenn innerhalb von 3 Stunden schon Übertragungen möglich sind, so dürfte diese Zeit für eine Viruspassage durch den Körper — mit der Nahrung in den Darm, durch die Darmwand in die Haemolymphe, mit der Haemolymphe in die Speicheldrüse und mit dem Speichel in eine Pflanze — kaum ausreichen. Es wird also wahrscheinlich der erste Teil der Infektionen durch stechborstenbürtige Übertragung zustandekommen; später setzt dann die normale Übertragung ein, die Viruspassage durch den Körper voraussetzt und die auch für Übertragungen nach über 20 Tagen noch keine Neuaufnahme des Virus notwendig macht. Dabei dürfte die Infektion von Körperzellen eine Rolle spielen. Lücken in der Übertragung entstehen vermutlich dadurch, daß durch Zerfall virusinfizierter Zellen schubweise Virus für Übertragungen verfügbar wird. Gelangt kein Virus in die Haemolymphe oder in den Speichel, so setzen die Übertragungen aus. Es wird also nicht ein Virusvorrat allmählich aufgebraucht.

H. KRCZAL,

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für Obstkrankheiten, Heidelberg.

Untersuchungen über die Vektorleistungen der Erdbeerblattlaus *Pentatrichopus fragefolii* (Cock.)

(Übertragungsversuche mit dem strawberry mottle)

Die ursprünglich wohl in Nordamerika heimische Erdbeerblattlaus zählt zu den wichtigsten Überträgern von Erdbeerviren. Das Insekt tritt in der Bundesrepublik vor allem in Süd- und Westdeutschland auf (Schuch, 1955; Krczal, 1959). Eigene Versuche, über die bereits 1958 anlässlich der Pflanzenschutztagung berichtet wurde, ergaben, daß die Erdbeeranlagen in diesem Gebiet besonders virusgefährdet sind. Am häufigsten ist dort das sog. Erdbeervirus 1, das auch als strawberry mottle bezeichnet wird (Prentice and Harris, 1946; Prentice 1948, 1952), verbreitet. Zur Vertiefung der Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen dem Auftreten der Erdbeerblattlaus und dem Vorkommen des strawberry mottle wurden die Vektorleistungen des Insekts in Bezug auf dieses Virus geprüft.

Material und Methode

Die Erdbeerblattlaus wurde in besonderen Gewächshauszellen auf *Potentilla anserina* L. gezogen und dann mit Hilfe feiner, etwas angefeuchteter Pinsel auf die Infektionsquellen bzw. Testpflanzen umgesetzt. Als Indikator diente *Fragaria vesca* L. var. *americana* Porter, eine ausläuferlose Varietät der Walderdbeere, die erstmals von Frazier (1951, 1955) für virologische Untersuchungen verwendet wurde und sich seitdem für diesen Zweck gut bewährt hat. Die Infektionsquellen trugen einen Stamm des Erdbeervirus 1, der im Verlauf früherer Arbeiten (Krczal, 1959) isoliert und als Isolat II bezeichnet worden war.

Ergebnisse der Übertragungsversuche

Die Verbreitung des Krankheitserregers im Bestand erfolgt vor allem durch die ungeflügelten Erdbeerblattläuse. Über größere Strecken wird das Virus hauptsächlich durch die geflügelten Tiere verschleppt. Um die Ausbreitungsmöglichkeiten des strawberry mottle auf diesen beiden Wegen besser abschätzen zu können, wurde zunächst untersucht, in welchem Maße die einzelnen Stadien der Laus befähigt sind, das Virus zu übertragen. Zu diesem Zweck wurden die Tiere für die Dauer von 24 Stunden auf die Infektionsquellen gebracht und dann, nach Entwicklungsstadien getrennt, zu je 10 auf die Testpflanzen umgesetzt. Nach einer Testsaugzeit von 24 Stunden erfolgte die Abtötung der Vektoren durch Bespritzen mit einer 0,035 %igen Parathion-Emulsion. Das Ergebnis dieses Versuches ist in Tabelle I zusammengefaßt.

Die Tabelle zeigt, daß alle Stadien der Erdbeerblattlaus, also die Larven, Jungfern, Nymphen und Geflügelten, sehr gut in der Lage sind, das strawberry

Tab. 1. Übertragung des Erdbeervirus 1 (strawberry mottle) durch verschiedene Entwicklungsstadien der Erdbeerblattlaus (*Pentatrichopus fragaefolii*)

Entwicklungsstadium	Übertragungsergebnis	infiizierte Pflanzen in %
Larven	75/80*)	93,8
Jungfern	78/80	97,5
Nymphen	77/80	96,3
Geflügelte	75/80	93,8

10 Tiere je Testpflanze, Infektionssaugzeit 24h, Testsaugzeit 24h

*) Zähler = Zahl der positiv reagierenden Testpflanzen.
Nenner = Gesamtzahl der Testpflanzen.

mottle zu übertragen. In allen Fällen wurden mehr als 90 % der Testpflanzen infiziert. Die statistische Auswertung auf Homogenität mit Hilfe des χ^2 -Tests ergab bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % keine gesicherten Unterschiede hinsichtlich der Überträgerleistungen der einzelnen Entwicklungsstadien. Für die Verbreitung des Krankheitserregers im Bestand und über größere Strecken bestehen somit günstige Voraussetzungen.

Im weiteren Verlauf der Versuche wurde die Übertragung des strawberry mottle durch Einzeltiere bzw. Gruppen verschiedener Entwicklungsstadien der Erdbeerblattlaus untersucht.

Tab. 2. Übertragung des Erdbeervirus 1 (strawberry mottle) durch Einzeltiere bzw. Gruppen verschiedener Entwicklungsstadien der Erdbeerblattlaus (*Pentatrichopus fragaefolii*)

Zahl der Tiere je Testpflanze	Larven Übertragungs- ergebnis		Jungfern Übertragungs- ergebnis		Nymphen Übertragungs- ergebnis		Geflügelte Übertragungs- ergebnis	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
1	18/50*)	36	11/50	22	14/50	28	18/50	36
2	37/50	74	27/50	54	34/50	68	27/50	54
4	42/50	84	40/50	80	42/50	84	41/50	82
6	46/50	92	47/50	94	41/50	82	42/50	84
8	50/50	100	46/50	92	45/50	90	48/50	96
10	48/50	96	49/50	98	49/50	98	46/50	92

Infektionssaugzeit 24h, Testsaugzeit 24h

*) Zähler = Zahl der positiv reagierenden Testpflanzen.
Nenner = Gesamtzahl der Testpflanzen.

Wie im vorhergehenden Fall betrug die Infektions- und Testsaugzeit jeweils 24 Stunden. Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß bereits mit einem Tier je Test-

pflanze verhältnismäßig viele Übertragungen positiv verliefen. Durch die Larven wurden 36 %, durch die Jungfern 22 %, durch die Nymphen 28 % und durch die geflügelten Erdbeerblattläuse 36 % der Pflanzen infiziert. Mit der Vergrößerung der Blattlausgruppen nahmen die gelungenen Übertragungen zahlenmäßig rasch zu. Nach der Besetzung der Testpflanzen mit je 4 Tieren erkrankten in den einzelnen Versuchsreihen bereits 84, 80, 84 und 82 % der Indikatoren. Bei der Übertragung von jeweils 10 Blattläusen wurden in allen Fällen mehr als 90 % der *Fragaria vesca* mit dem strawberry mottle infiziert. Diese Ergebnisse lassen vermuten, daß bereits bei der Zuwanderung einer kleinen Anzahl von Erdbeerblattläusen in einen gesunden Bestand die Gefahr der Viruseinschleppung sehr groß ist.

Für die Ausbreitung des Virus sind u. a. die Zeitspannen, die der Vektor für die Aufnahme bzw. für die Übertragung des Krankheitserregers benötigt, von großer Bedeutung. Je kürzer diese Zeiten sind, umso rascher kann die Verseuchung der Anlage erfolgen. Es wurde deshalb geprüft, wie lange die Erdbeerblattlaus an einer Infektionsquelle saugen muß, um sich mit dem Erdbeervirus 1 zu beladen, und welche Saugzeit dann für die Infektion einer gesunden Pflanze erforderlich ist. Zur Ermittlung der Infektionssaugzeit wurden die Tiere, in diesem Fall nicht nach Entwicklungsstadien getrennt, für die Dauer von 5, 15 und 30 Minuten sowie für 5 und 24 Stunden auf die Infektionsquellen gebracht und danach in Gruppen zu 10 auf die Indikatoren umgesetzt. Auf diesen wurden sie nach Ablauf von 24 Stunden abgetötet. Für die Feststellung der Übertragungszeit wurden dagegen die Vektoren zuerst 24 Stunden auf den Infektionsquellen gehalten und danach die Saugzeiten auf den Testpflanzen entsprechend gestaffelt.

Tab. 3. Übertragung des Erdbeervirus 1 (strawberry mottle) durch die Erdbeerblattlaus (*Pentatrichopus fragaefolii*) in Abhängigkeit von der Dauer der Infektions- bzw. Testsaugzeit

Isz.	Tsz.	Übertragungsergebnis	infizierte Pflanzen in %	Isz.	Tsz.	Übertragungsergebnis	infizierte Pflanzen in %
5'	24 ^h	0/87*)	—	24 ^h	5'	18/47	38,3
15'	24 ^h	6/87	6,9	24 ^h	15'	29/47	61,7
30'	24 ^h	7/87	8,0	24 ^h	30'	42/47	89,3
1 ^h	24 ^h	30/88	34,1	24 ^h	1 ^h	37/47	78,7
5 ^h	24 ^h	72/80	90,0	24 ^h	5 ^h	48/50	96,0
24 ^h	24 ^h	99/100	99,0	24 ^h	24 ^h	99/100	99,0

10 Tiere je Testpflanze

*) Zähler = Zahl der positiv reagierenden Testpflanzen.
Nenner = Gesamtzahl der Testpflanzen.

Die aufgeführten Ergebnisse zeigen, daß sich die Erdbeerblattlaus bereits nach einer Saugzeit von 15 Minuten mit dem Krankheitserreger beladen kann. Die Zahl der Blattläuse, die unter diesen Bedingungen das Virus aufnimmt, ist aber offenbar verhältnismäßig gering. Von 87 Blattlausgruppen, die insgesamt 870 Tiere umfaßten, übertrugen nur 6 Gruppen das Virus. Bei der Verdoppelung der Infektionssaugzeit wurde praktisch das gleiche Ergebnis erzielt. Dagegen erkrankten bereits 34 % der Testpflanzen, nachdem die Vektoren 1 Stunde an den Infektionsquellen gesaugt hatten. Nach einer Infektionssaugzeit von 5 bzw. 24 Stunden ver-

liefen sogar 90 bzw. 99 % der Übertragung positiv. Daraus geht hervor, daß die Zahl der infektionstüchtigen Blattläuse rasch zunimmt, wenn die Tiere länger als 1 Stunde Nahrung an der kranken Pflanze aufnehmen. Die Versuche zur Ermittlung der Übertragungszeit ergaben, daß diese offenbar sehr kurz ist. 5 Minuten reichten bereits aus, um 38 % der Indikatoren zu infizieren. Die genannte Zeitspanne, die aus versuchstechnischen Gründen nicht weiter verringert werden konnte, stellt offenbar nicht die unterste Grenze dar, bei der eine Übertragung des Krankheitserregers noch möglich ist. Im Verlaufe früherer Arbeiten (Krczal, 1962) konnte gezeigt werden, daß die Erdbeerblattlaus das Virus auch auf solche Pflanzen zu übertragen vermag, die 24 Stunden zuvor eine Insektizidbehandlung erhalten haben. Die Übertragung erfolgt wahrscheinlich so kurzfristig, daß sie auch bei einer raschen Abtötung der Vektoren nicht verhindert wird. Möglicherweise genügt schon der Einstich des Saugrüssels für die Infektion der Pflanze. Mit der Verlängerung der Übertragungszeit nimmt die Zahl der infizierten Pflanzen rasch zu, und zwar schneller als bei der Verlängerung der Aufnahmezeit. Nach 15 Minuten erkrankten bereits 61, nach 30 Minuten sogar 89 % der Indikatoren. Die Versuchsergebnisse lassen somit erkennen, daß die Erdbeerblattlaus den Krankheitserreger innerhalb einer kurzen Saugzeit aufnehmen und dann sehr rasch auf gesunde Pflanzen übertragen kann.

Ein weiterer Faktor, der die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Virus beeinflusst, ist die Zeitspanne, innerhalb der eine infizierte Pflanze selbst zur Infektionsquelle wird. Je rascher sich dieser Vorgang vollzieht, desto besser werden die Voraussetzungen für die Übertragung des Virus durch den Vektor. Aus diesem Grunde untersuchten wir, von welchem Zeitpunkt an sich die Erdbeerblattlaus an einer infizierten Pflanze mit dem Krankheitserreger beladen kann. In zwei Versuchsreihen wurden insgesamt 12 *Fragaria vesca* mit je 10 virustragenden Erdbeerblattläusen besetzt. Nach einer Saugzeit von 24 Stunden töteten wir diese Tiere durch eine Begasung mit Methylbromid ab. Nach der zur Beseitigung der insektiziden Rückstände notwendigen Belüftung wurden auf die nun als Infektionsquellen dienenden Pflanzen virusfreie Blattläuse gebracht und diese dann zum Nachweis der Virusaufnahme in Gruppen zu je 10 Tieren auf neue Indikatoren umgesetzt. Bei der täglichen Wiederholung dieses Vorgangs wurden von jeder Infektionsquelle der ersten Versuchsreihe 5, von jeder Infektionsquelle der zweiten Versuchsreihe 10 Übertragungen durchgeführt. Das Ergebnis dieses Versuchs ist in Tabelle 4 zusammengefaßt.

Die mit einem Kreuz gekennzeichnete Aufnahme des Virus durch das Insekt zeigt, daß sich die Erdbeerblattlaus schon am 4. Tag nach der Infektion der Pflanze an dieser mit dem Krankheitserreger beladen kann. Dieser Zeitpunkt liegt lange vor dem Ablauf der Inkubationszeit, deren Ende in der Tabelle durch schwarze Kreise bezeichnet ist. Die Krankheitssymptome traten an den Infektionsquellen nach 14 bis 21 Tagen auf. Daraus geht hervor, daß von einer angesteckten Pflanze innerhalb kurzer Zeit neue Infektionen ausgehen können, die zu einer raschen Ausbreitung des Virus führen.

Wenn wir die Ergebnisse der Versuche abschließend zusammenfassen, kann gesagt werden, daß die Erdbeerblattlaus ein äußerst aktiver Vektor des strawberry mottle ist. Alle Entwicklungsstadien des Insekts können sehr gut den Krank-

Tab. 4. Versuche über die Aufnahme des Erdbeervirus I (strawberry mottle) durch die Erdbeerblattlaus (*Pentatrichopus fragaefolii*) während der Inkubationszeit

Inku- bations- tag	Versuch I Infektionsquelle						Versuch II Infektionsquelle					
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
2							—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	+	—	—	—	+	+	—	+	—	+
5	+	+	—	+	+	+	+	—	+	+	+	+
6	—	—	+	—	+	—	+	+	+	+	+	+
7	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	—	+	+	+	+	+						
11	—	+	+	+	+	+						
12	+	+	+	+	+	+						
13	+	+	+	+	+	+						
14	+	+	+	●	+	+	●	●	●	●	●	●
15	+	+	+	+	●	+						
16	+	+	+	+	+	●						
17	+	+	+	+	+	+						
18	●	●										
19												
20												
21						●						

- = keine Aufnahme des Erdbeervirus I durch die Erdbeerblattlaus
 + = Aufnahme des Erdbeervirus I durch die Erdbeerblattlaus
 ● = 1. Auftreten der Symptome an der Infektionsquelle

heiterreger übertragen. Bei diesem Vorgang reichen bereits wenige Tiere aus, um einen verhältnismäßig hohen Prozentsatz der besogenen Testpflanzen zu infizieren. Die Erdbeerblattlaus benötigt ferner nur sehr kurze Saugzeiten zur Aufnahme bzw. zur Übertragung des Virus. Von besonderer Bedeutung ist dabei, daß sich das Insekt bereits zu Beginn der Inkubationszeit der Krankheit mit dem Erreger beladen kann. Da die bisher gesammelten Erfahrungen darauf schließen lassen, daß die Übertragung des strawberry mottle auch im Freiland auf diese Weise erfolgt, ist es bei den ausgezeichneten Übertragereigenschaften der Erdbeerblattlaus nicht weiter verwunderlich, daß im Befallsgebiet des Insekts das Virus so weit verbreitet ist. Die Bekämpfung des Schädling ist daher eine wesentliche Voraussetzung zur Gesunderhaltung unserer Erdbeeranlagen. Über die Art und Weise der Bekämpfung der Blattlaus wurde bereits an anderer Stelle berichtet (K r c z a l, 1962).

S u m m a r y

The strawberry aphid *Pentatrichopus fragaefolii* which ranks as the most active vector of the main strawberry viruses occur widespread in the west and southwest of Germany. In this area the strawberry plants are mostly infected by the strawberry mottle virus. For this reason the transmission of the virus by the aphid

was studied. The experiments demonstrated, that all development stages of the aphid are well able to transmit the causal agent. A little number of *P. fragaefolii* are sufficient to infect a relatively high percentage of plants where they feed on. The aphid needs only a 15 minutes feeding period to acquire the virus. For the transmission of the causal agent to a healthy plant 5 minutes or a shorter time are sufficient. The quick spread of the virus is favoured by the fact, that the aphid is able to acquire the causal agent from an infected plant within the incubation period (4th day) of the disease. The control of *P. fragaefolii* is thus an important measure to keep our strawberry plantations healthy.

Literatur

- Frazier, N. W., *Fragaria bractata* Heller as an indicator plant of strawberry viruses. — Plant Dis. Repr. 35. 1951, 127—128.
- , Strawberry veinbanding virus. — Phytopathology 45. 1955, 307—312.
- Krczal, H., Untersuchungen über die Verbreitung der Erdbeerblattlaus *Passerina fragaefolii* und das Auftreten von Erdbeervirosen in der Bundesrepublik. — Phytopath. Ztschr. 37. 1959, 1—20.
- , Untersuchungen über den Massenwechsel und die Bekämpfung der Erdbeerblattlaus *Pentatrichopus fragaefolii* Cock. — Anz. Schädl.kunde 35. 1962, 148—151.
- Prentice, J. W., Resolution of strawberry virus complexes. II. Virus 2 (mild yellow-edge virus). — Ann. appl. Biol. 35. 1948, 279—289.
- , Resolution of strawberry virus complexes. V. Experiments with viruses 4 and 5. — Ann. appl. Biol. 39. 1952, 487—494.
- , and Harris, R. V., Resolution of strawberry virus complexes by means of the aphid vector *Capitophorus fragariae* Theob. — Ann. appl. Biol. 33. 1946, 50—53.
- Schuch, K., Einiges über die Erdbeerblattlaus *Pentatrichopus fragaefolii* Cock. — Ztschr. Pfl.krankh. 62. 1955, 581—588.

Diskussion

Bode: Es wäre ganz interessant, etwas über die Dauer der Übertragungsfähigkeit der Blattläuse zu erfahren.

Krczal: Die Persistenz des Erdbeervirus I beträgt etwa zwei Stunden. Wenn die Tiere nach der Infektion hungern, bleibt jedoch die Infektionstüchtigkeit längere Zeit erhalten.

D. STURHAN,

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
 Institut für Hackfruchtkrankheiten und Nematodenforschung, Münster (Westf.).

Vorkommen von *Trichodorus*-Arten in Westdeutschland

Im Jahre 1951 wurden durch Untersuchungen von Christie und Perry in den Vereinigten Staaten Trichodoren erstmals als Pflanzenparasiten erkannt, die bei bestimmten Pflanzenarten deutliche Schäden hervorzurufen vermögen. In den folgenden Jahren wurde der Gattung *Trichodorus* allerdings — zumindest in Europa — kein hervorragender Platz unter den so zahlreichen phytopathogenen Nematoden eingeräumt. 1960 gelang dann Sol, van Heuven und Seinhorst der erste Nachweis, daß *Trichodorus pachydermus* als Vektor pflanzenschädlicher Viren fungieren kann. Daraufhin wurde diesen Nematoden schlagartig ein ganz besonderes Interesse zuteil, nicht nur bei den Nematologen, sondern ebenso bei den Virologen. Es sind inzwischen bei etlichen weiteren *Trichodorus*-Arten Virus-Vektor-Beziehungen aufgedeckt worden, sämtlich mit „bodengebundenen“ Viren, die normalerweise über die Wurzel in den Wirt eindringen.

Welche Bedeutung kommt nun den Trichodoren bei uns zu? Zur Klärung dieser wichtigen Frage sind — neben Ermittlungen über das Auftreten der nematodenübertragbaren Viren — Untersuchungen über die in Deutschland vorkommenden *Trichodorus*-Arten, ihre Verbreitung und Häufigkeit Voraussetzung.

Während wir über die in Westdeutschland vertretenen, ebenfalls zahlreiche Virusvektoren stellenden *Longidorus*- und *Xiphinema*-Arten bereits einigermaßen gut informiert sind, wissen wir über die *Trichodorus*-Arten kaum etwas, wenn auch diese Nematoden bei Bodenuntersuchungen ziemlich regelmäßig festgestellt werden. Dies liegt im wesentlichen mit an der schwierigen Bestimmbarkeit der zumeist sehr ähnlichen Arten, zum anderen auch an den noch überwiegend sehr jungen Kenntnissen über diese Nematodengattung, waren doch von den zur Zeit bekannten 31 *Trichodorus*-Arten bis vor zehn Jahren nur 3 beschrieben! Wegen der zumeist geringen und minutiösen Unterscheidungsmerkmale wird die einwandfreie Arttermination wohl immer dem Spezialisten überlassen bleiben müssen.

Die Gattung *Trichodorus* ist weltweit verbreitet und in sämtlichen Erdteilen nachgewiesen. Einige Arten sind aus mehreren Kontinenten bekannt. In Westdeutschland durchgeführte Untersuchungen haben ergeben, daß bei uns wenigstens acht *Trichodorus*-Arten vertreten sind. Bereits bekannt war das Vorkommen von *T. primitivus* (de Man), *T. pachydermus* Seinhorst, *T. teres* Hooper und *T. viruliferus* Hooper. Rössner (1967) nennt noch *T. similis* Seinhorst und *T. aequalis* Allen, und ich kann die Arten *T. cylindricus* Hooper und *T. nanus* Allen hinzufügen. Nicht nachgewiesen werden konnten bei unseren Ermittlungen bislang die weiteren in Europa gefundenen Arten *T. christiei* Allen, *T. anemones* Loof und *T. castellanensis* Arias et al.

Über die Häufigkeit der verschiedenen Arten im Bundesgebiet gibt die Auswertung der *Trichodorus*-Funde an 51 verschiedenen Orten einigen Aufschluß, wenn natürlich auch die geringe Anzahl der Untersuchungsorte noch keine verlässliche Auswertung zuläßt. Es wurde dabei festgestellt *T. pachydermus* an 34 Orten, *T. similis* an 17, *T. viruliferus* an 11, *T. cylindricus* an 8, *T. primitivus* an 3, *T. teres* und *T. aequalis* an je 2 Orten und *T. nanus* an nur einem Ort.

Von 63 Bodenproben mit Trichodoren ließen sich bei 23 Artengemische nachweisen, darunter 19 × von zwei und 4 × von drei Arten. In Wirklichkeit werden Artgemische noch weit häufiger vorliegen, was bei schwachen *Trichodorus*-Populationen in Bodenproben und bei in geringer Individuenzahl vertretenen Arten in Mischpopulationen natürlich schwer nachweisbar ist.

Um über die Verbreitung der Arten etwas aussagen zu können, reichen die wenigen Untersuchungsbefunde längst nicht aus. Außerdem sind weite Gebiete noch nicht auf *Trichodorus*-Arten untersucht worden, und die bisher vorliegenden Nachweise stammen überwiegend aus Niedersachsen, Westfalen und Hessen. *T. pachydermus* wurde von Schleswig-Holstein bis Bayern festgestellt. Ähnlich weit verbreitet scheinen *T. similis*, *T. viruliferus* und *T. cylindricus*. *T. primitivus* fand sich bisher nur bei Münster, in Hannover und in Neustadt/Weinstraße, *T. aequalis* an zwei Orten in Hessen-Nassau, *T. teres* bei Köln und in Hersbruck, *T. nanus* in Gütersloh.

Das Vorkommen der Trichodoren ist im wesentlichen auf leichte Sandböden beschränkt, wo sich diese Gattung mit großer Regelmäßigkeit bei Untersuchung von Bodenproben findet, doch kommen Trichodoren gelegentlich auch in Torf- und Lehm Böden vor. In lehmigen Böden fanden wir bisher *T. primitivus*, *T. viruliferus*, *T. cylindricus*, *T. pachydermus* und *T. aequalis*.

Die Vertikalverteilung im Boden ist bei *Trichodorus* unterschiedlich. Während einerseits hohe Populationsdichten und Populationsmaxima in Tiefen von 20 bis 40 cm oder sogar 40–60 cm festgestellt wurden — u. a. bei *T. teres*, *T. pachydermus* und *T. primitivus* (van Hoof 1962, Kuiper and Loof 1962, Tacónis en Kuiper 1964) —, wurde z. B. bei Ermittlungen von Hoff und Mai (1964) *T. christiei* ausschließlich in den oberen 30 cm gefunden. Bei eigenen Untersuchungen in Forstbaumschulen, bei denen zahlreiche Bodenproben zu acht Terminen während eines Jahres entnommen wurden, kam im Mittel 31 % der Gesamtindividuenmenge in der obersten Bodenzone von 0–20 cm vor, 50 % in der Zone von 20–40 cm und noch 19 % in der Schicht von 40–60 cm (Mischpopulation aus *T. teres*, *T. pachydermus* und *T. viruliferus*).

Unsere hier ausgewerteten *Trichodorus*-Funde stammen von Acker- und Gartenland, Baumschulen, Obstanlagen und Weinbergen, aber auch von Wiesen, Weiden, Wegrändern, Hecken und aus Wäldern, was anzeigt, daß diese Nematoden natürlicher Bestandteil unserer Bodenfauna sind. An Erdbeeren wurde z. B. *T. cylindricus*, *T. similis* und *T. pachydermus* gefunden, an Weinreben *T. viruliferus*, *T. pachydermus* und *T. primitivus*, an Kartoffeln *T. similis*, *T. viruliferus* und *T. pachydermus*, an Tabak *T. similis* und *T. pachydermus*, in Forstbaumschulen *T. pachydermus*, *T. teres*, *T. similis*, *T. viruliferus* und *T. aequalis*, in Waldböden *T. pachydermus*, *T. similis* und *T. viruliferus*.

Über die Wirtspflanzen der bei uns vorkommenden Trichodoren ist wenig oder nichts bekannt. Die für *T. christiei* vorliegenden Befunde lassen aber vermuten, daß auch die übrigen Arten sehr polyphag sein mögen. Wir wissen jedoch vorerst kaum etwas darüber, welche Pflanzen die Populationsentwicklung positiv oder negativ beeinflussen, was bei den einzelnen *Trichodorus*-Arten außerdem unterschiedlich sein wird.

Trichodoren können einerseits direkt durch Saugen an den Wurzeln zu Pflanzenschädigungen führen, zum anderen indirekt durch Übertragung von Viren. Als Wurzelparasit spielt u. a. *T. christiei* in den USA eine bedeutende Rolle, es wurde

aber z. B. auch *T. teres* (syn. *T. flevensis*) in den Niederlanden als wirksamer Schädling an Rüben erkannt (Kuiper and Loof 1962). *Trichodorus*-Befall kann zur Reduktion oder anomalen Ausbildung des Wurzelsystems (mit häufig starker Vermehrung der Seitenwurzeln), Verkürzung und Verdickung der Wurzeln, Nekrosebildung und zu Kümmerwuchs und Vergilbung der Pflanzen führen. Über derartige Schäden durch Trichodoren ist bei uns noch nichts bekannt geworden.

Wie die wenigen bisher vorliegenden Feststellungen zeigen, sind Trichodoren dagegen als Vektoren von Pflanzenviren in Deutschland von Bedeutung; in welchem Ausmaß, wissen wir allerdings noch nicht. Für die Gattung *Trichodorus* wurde bis jetzt nur die Übertragung der stäbchenförmigen tobacco rattle- und pea early browning-Viren mit verschiedenen Stämmen nachgewiesen. Die Gattungen *Xiphinema* und *Longidorus* übertragen dagegen nur sphärische Viren. Die bislang erfolgten Nachweise von Virusübertragungen durch *Trichodorus*-Arten sind in der nachfolgenden Übersicht zusammengestellt worden.

Nachweise von Virusübertragungen durch *Trichodorus*-Arten

<i>Trichodorus</i> -Arten	Viren (mit Herkunft der Isolate)		Literatur
	tobacco rattle	pea early browning	
<i>pachydermus</i>	Holland	Holland	Sol, van Heuven and Seinhorst 1960; Sol and Seinhorst 1961; van Hoof 1962
	Deutschland		Köstlin 1962
	England		Gibbs and Harrison 1964
<i>primitivus</i>	Deutschland	England	Sänger 1961; Harrison 1966
	England		Harrison 1961
<i>teres</i>	Holland	Holland	van Hoof 1964; van Hoof 1962
<i>viruliferus</i>	Holland	England	van Hoof 1964; Harrison 1963
<i>similis</i>	Holland		Cremer and Kooistra 1964
<i>christiei</i>	Florida		Walkinshaw, Griffin and Larson 1961
	Californien		Ayala and Allen 1966
	Oregon		Jensen and Allen 1964
<i>allius</i>	Californien		Ayala and Allen 1966
	Californien		Ayala and Allen 1966
<i>porosus</i>	Californien		Ayala and Allen 1966

Neben den acht als Vektoren erkannten Arten haben vorerst auch die übrigen Arten als potentielle Vektoren zu gelten. Einige bei *T. nanus* und *T. californicus* negativ verlaufene Übertragungsversuche mit dem Rattle-Virus deuten jedoch auf artliche Unterschiede hin (van Hoof en Seinhorst 1965, Ayala and Allen 1966). Außerdem bleibt auch noch weitgehend zu klären, ob von den einzelnen Vektorarten unterschiedslos die verschiedenen Virusstämme übertragen

werden. Es übertrug z. B. nach H a r r i s o n (1966) *T. primitivus* ein britisches Isolat des pea early browning-Virus, jedoch nicht ein holländisches Isolat.

Höchst interessant sind die von A y a l a und A l l e n (1966) durchgeführten Untersuchungen, nach denen zwei Populationen von *T. christiei* das tobacco rattle-Virus übertragen, eine dritte dagegen nicht, was — neben der Feststellung von Unterschieden im Wirtsspektrum und in morphologischen Merkmalen (B i r d 1966) — auf die Existenz verschiedener Rassen hinweist. Bei vergleichenden Untersuchungen an mehreren *Trichodorus*-Arten ergaben sich auch Unterschiede in der Effektivität als Vektor (A y a l a e n A l l e n 1966).

Die Übertragung der Viren kann durch sämtliche Stadien der Trichodoren von Larve II bis zu den Adulten erfolgen. Da ein einzelner Nematode bereits genügt, die Wurzeln mit dem Virus zu infizieren und mehrere Pflanzen durch ein einziges Individuum infiziert werden können (v a n H o o f 1964), stellen schon sehr geringe, gleichmäßig im Boden verbreitete Nematodenpopulationen ein bedenkliches Vektorpotential dar. Da Nematoden auf der Suche nach Wirtspflanzen teilweise beliebig Wurzeln anstechen, ist denkbar, daß auch Viren auf Pflanzen übertragen werden, die nicht als Wirte der Nematoden gelten. Recht bemerkenswert noch ist die Feststellung, daß an Wurzeln viruskranker Tabakpflanzen lebende Populationen von *T. allius* neunmal stärker zunahmen als solche an virusfreien Tabakpflanzen (A y a l a e n A l l e n 1966).

Der gesamte *Trichodorus*-Komplex mit den Virus-Vektor-Beziehungen birgt noch so viel Interessantes, und wir stehen hier ja erst am Anfang der Forschungen, ganz speziell auch hinsichtlich der Klärung der Lage bei uns in Deutschland. Da die einzelnen *Trichodorus*-Arten sich unterschiedlich verhalten und Artengemische häufig vorkommen, sei noch einmal die Notwendigkeit einer genauen Kenntnis der beteiligten Arten bei allen Untersuchungen und Versuchen besonders hervorgehoben.

S u m m a r y

So far eight species of the nematode genus *Trichodorus* have been observed in West Germany: *T. pachydermus*, *T. similis*, *T. viruliferus*, *T. cylindricus*, *T. primitivus*, *T. teres*, *T. aequalis*, and *T. nanus* (in the order of their frequency), most of which are apparently very widespread, but are restricted in their occurrence mainly to light sandy soils. Mixtures of several *Trichodorus* species are fairly common. As vectors of "soil-borne" viruses (tobacco rattle virus, pea early browning virus) these nematodes are of importance, whereas they seem to play a minor role as direct plant pathogens in this country.

L i t e r a t u r

- A y a l a, A., and A l l e n, M. W., Transmission of the California tobacco rattle virus by three species of the nematode genus *Trichodorus*. (Abstr.). — *Nematologica* 12. 1966, 87.
- B i r d, G. W., Influence of host and geographical origin on populations of *Trichodorus christiei*. (Abstr.) — *Nematologica* 12. 1966, 88–89.
- C h r i s t i e, J. R., and P e r r y, V. G., A root disease of plants caused by a nematode of the genus *Trichodorus*. — *Science* 113. 1951, 491–493.

- Cremer, M. C., and Kooistra, G., Investigations on notched leaf ("kartelblad") of *Gladiolus* and its relation to rattle virus. (Abstr.). — *Nematologica* 10. 1964, 69–70.
- Gibbs, A. J., and Harrison, B. D., Nematode-transmitted viruses in sugar beet in East Anglia. — *Plant Path.*, London, 13. 1964, 144–150.
- Harrison, B. D., in: Rept. Rothamsted Exp. Stat. 1960. 1961, 118.
- , Pea early browning virus. — In: Rept. Rothamsted Exp. Stat. 1962. 1963, 113.
- , Further studies on a British form of pea early-browning virus. — *Ann. appl. Biol.* 57. 1966, 121–129.
- Hoff, J. K., and Mai, W. F., Influence of soil depth and sampling date on population levels of *Trichodorus christiei*. — *Phytopathology* 54. 1964, 246.
- Van Hoof, H. A., *Trichodorus pachydermus* and *T. teres*, vectors of the early browning virus of peas. — *Netherl. J. Plant Path.* 68. 1962, 391–396.
- , Serial transmission of rattle virus by a single male of *Trichodorus pachydermus* Seinhorst. — *Nematologica* 10. 1964, 141–144.
- , *Trichodorus teres* a vector of rattle virus. — *Netherl. J. Plant Path.* 70. 1964, 187.
- , en Seinhorst, J. W., Onderzoek naar grondvirussen in het boomteeltcentrum Boskoop. — *Meded. Dir. Tuinbouw, 's-Gravenhage*, 28. 1965, 256–257.
- Jensen, H. J., and Allen, T. C., Transmission of tobacco rattle virus by a stubby-root nematode, *Trichodorus allius*. — *Plant Dis. Repr.* 48. 1964, 333–334.
- Köstlin, H., Weitere Untersuchungen über das bodengebundene Rattel-Virus an Kartoffeln. — *Diss. Univ. Gießen* 1962.
- Kuiper, K., and Loof, P. A. A., *Trichodorus flevensis* n. sp. (Nematoda: Enoplida), a plant nematode from new polder soil. — *Versl., Meded. Plantenziektenkdg. Dienst, Wageningen*, 136. 1962, 193–200.
- Loof, P. A. A., *Trichodorus anemones* n. sp. with a note on *T. teres* Hooper, 1962 (Nematoda: Enoplida). — *Versl., Meded. Plantenziektenkdg. Dienst, Wageningen*, 142. 1965, 132–136.
- Rössner, J., Phytopathogene Nematoden in hessischen Forstpflanzgärten. — *Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem*, H. 121, 1967, 82–87.
- Sänger, H., Untersuchungen über schwer übertragbare Formen des Rattle-Virus. — *Proc. 4th. Conf. Potato Virus Dis., Braunschweig* 1960. 1961, 22–28.
- Sol, H. H., van Heuven, J. C., and Seinhorst, J. W., Transmission of rattle virus and *Atropa belladonna* mosaic virus by nematodes. — *Netherl. J. Plant Path.* 66. 1960, 228–231.
- , and Seinhorst, J. W., The transmission of rattle virus by *Trichodorus pachydermus*. — *Netherl. J. Plant Path.* 67. 1961, 307–311.
- Taconis, P. J., en Kuiper, K., Overdracht van het *Nicotiana* virus 5 door aaltjes van het geslacht *Trichodorus* in zaailingen van 5 gewassen. — *Versl., Meded. Plantenziektenkdg. Dienst, Wageningen*, 141. 1964, 177–178.
- Walkinshaw, C. H., Griffin, G. D., and Larson, R. H., *Trichodorus christiei* as a vector of potato corky ringspot (tobacco rattle) virus. — *Phytopathology* 51. 1961, 806–808.

Diskussion:

Richter: Bei einem Fruchtfolgeversuch wurde festgestellt, daß die Populationsdichte von *Trichodorus viruliferus* nach Möhren niedrig liegt, nach Sommergerste hoch.

Parallel dazu ist der Krügerigkeitsbefall an Kartoffeln nach Möhren gering, nach Gerste hoch. *T. viruliferus* konnte bis 1 m Tiefe in relativ hohen Zahlen gefunden werden.

Schmutterer: Liegen Erfahrungen über die Ausbreitungsgeschwindigkeit der nematodenübertragbaren Viren im Bestand vor?

Sturhan: Nein, das ist eine Frage, die mehr die Virologen angeht. Die *Trichodorus*-Populationen sind normalerweise ziemlich gleichmäßig im Boden verbreitet.

G. HAMDORF,

Obstbauversuchsanstalt Jork

Latente Viren in Apfelsorten und -unterlagen

Bei der Prüfung unserer Apfelsorten und -unterlagen auf eine Infektion mit „Latenten Apfelviren“ („apple latents“) wurden nur Mutterbäume und Mutterstöcke berücksichtigt, die sich im Test mittels des Indikators „Lord Lambourne“ als frei von Apfelmosaik- und Gummiholzvirus erwiesen hatten.

Insgesamt wurden 18 Sorten und 159 Apfelmutterbäume verschiedener Herkunft, welche aus dem Gebiet des Alten Landes und dem Versuchsbetrieb der O.V.A. Jork in Ottensen stammten, untersucht. Der Testung unterlagen ferner 210 Mutterstöcke der Typ-Unterlagen EM VII, EM XI und A 2, der Klone MM 104 und MM 106 sowie 55 Mutterstöcke der von der O.V.A. Jork neugezüchteten und noch in der obstbaulichen Prüfung befindlichen Klone XI/45, IX/48 und Maunzen 19.

Bei den im August 1963 bzw. 1964 eingeleiteten Testungen wurde die zur Prüfung von Apfelvirosen allgemein übliche Methode der Doppelokulation benutzt.

Als Indikatoren dienten die Zierapfelsorte „Hopa“, ferner „Spy 227“ und „Virginia Crab“. Für jeden Test wurden 3 bzw. 4 Apfelsämlinge verwendet, die jeweils mit einem Auge des entsprechenden Indikators und des zu prüfenden Mutterbaumes oder der Unterlage versehen wurden.

Ergebnisse**1. Testungen von Apfelunterlagen
„Hopa“**

Nach erfolgtem Austrieb waren bei den meisten Indikatoren Wuchsdepressionen unterschiedlicher Stärke zu beobachten. Zahlreiche Pflanzen starben innerhalb weniger Wochen im 4–7-Blattstadium ab und erreichten eine Triebblänge von nur wenigen Zentimetern, während die Kontrollen normales und gleichmäßiges Wachstum zeigten. Die an 3-jährigen kranken Indikatoren ermittelten Werte für Stammdurchmesser und Baumhöhe lagen ca. 36 % bzw. 38 % niedriger als die der vergleichbaren gesunden Kontrollen.

Im 3. Versuchsjahr durchgeführte Bonitierungen des Xylems ergaben, daß Indikatoren, welche in den Vorjahren bereits mit Blattsymptomen und Wuchsdepressionen reagiert hatten (Virusherkünfte von EM VII, EM XI, A 2, MM 104 und MM 106) Nekrosen an der Verwachsungsstelle mit der Sämlingsunterlage und Narben am Xylemzylinder zeigten die einerseits große Ähnlichkeit mit den durch das Stammnarben-Virus verursachten Narben im Xylem von „Virginia Crab“ und andererseits mit den durch das chlorotic leaf spot-Virus an „R 12740-7A“ hervorgerufenen Einsenkungen des Xylems aufwiesen.

Während alle untersuchten Mutterstöcke der Typ-Unterlagen EM VII und A 2 Virusträger waren, konnte bei Typ EM XI und den Klon-Unterlagen MM 104 und MM 106 noch ein relativ geringer bzw. hoher Prozentsatz gesunder Pflanzen ermittelt werden (s. Tabelle 1). Frei von den auf „Hopa“ nachweisbaren „latenten Viren“ waren lediglich die von der O.V.A. Jork neugezüchteten Klone XI/45, IX/48 und Maunzen 19.

Tab. 1. Nachweis „Latenter Viren“ bei der Testung von Apfelunterlagen mittels des Indikators „Hopa“, 1963–1966.

Getestete Unterlage	Anzahl getesteter Mutterstöcke	Anzahl latent verseuchter Unterlagen/ Anzahl getesteter Unterlagen
EM VII	48*)	44/44
EM XI	126*)	115/120 I?
A 2	20*)	19/19
MM 104	6	1/6
MM 106	10	3/10
XI/45	30*)	0/28
IX/48	15*)	0/12
Maunzen 19	10*)	0/9

*) Nicht alle Tests auswertbar.

2. Testungen von Apfelmutterbäumen „Hopa“

Die nach Inoculation verschiedener Virusherkünfte von Apfelmutterbäumen am Indikator hervorgerufenen Symptome zeigten Übereinstimmung mit den bereits beschriebenen. Die Reaktion war jedoch heftiger, so daß fast alle Pflanzen am Ende des ersten Jahres abgestorben waren und eine Bonitierung des Xylems aus diesem Grunde entfallen mußte.

„S p y 2 2 7“

Die am Indikator „Hopa“ beobachteten Wuchsdepressionen traten an „Spy 227“ in ähnlichem Ausmaß in Erscheinung. Während stark im Wachstum gehemmte Pflanzen bereits Ende des Sommers unter Bildung von Rindennekrosen von der Spitze her abstarben, war ein Absterben weniger geschädigter Indikatoren erst im Laufe des Winters oder mit Beginn der zweiten Vegetationsperiode zu beobachten.

Als Blattsymptome traten feine hellgrün gefärbte Linien und Flecken sowie Nekrosen auf. Die Blattgröße war z. T. reduziert und die Blattspreite ähnlich wie bei „Hopa“ sichelförmig eingezogen. Einzelne Blätter in der Nähe der Triebspitzen zeigten regelmäßig Epinastie.

„Virginia Crab“

Bei einigen Testpflanzen waren bereits nach einer Inkubationszeit von 1 Jahr vereinzelte schwache Einsenkungen im Xylem oberhalb der Verwachsung des Indikators mit der Sämlingsunterlage zu erkennen. Typische in der Längsrichtung des Stammes im Xylem verlaufende Narben und damit korrespondierende Vorwölbungen des Phloems traten jedoch erst im 2. Jahr p. i. deutlich hervor. Mit der Narbenbildung im Xylem ging eine Reduktion des Wachstums einher. Der Stammdurchmesser und die Baumhöhe 3-jähriger kranker Indikatoren waren um 25 % bzw. 22 % vermindert. Kranke Bäume wiesen zudem hängenden Wuchs auf. Vielfach kam es zu einer verfrühten Gelbfärbung des Laubes sowie zum Einrollen

Tab. 2. Nachweis „Latenter Viren“ bei der Testung von Apfelmutterbäumen mittels der Indikatoren „Hopa“, „Spy 227“ und „Virginia Crab“, 1963–1966.

Getestete Sorte	Herkunft	„Hopa“		„Spy 227“		„Virginia Crab“	
		1964–65	1963–65	1964–65	1963–65	1963–65	1963–65
		Anzahl latent verseuchter Bäume/ Anzahl getesteter Bäume					
Cox Orange	I. Meile	10/10			10/10		
Cox Orange	III. Meile	10/10	10/10		10/10		10/10
Cox Orange	Ottensen	12/12			11/12 1?		
Cox Orange Mut.	III. Meile	3/3			3/3		
Cox Kortegaard	Ottensen	6/6			6/6		
Cherry Cox	Ottensen	6/6			6/6		
Finkenwerder Herbstprinz	III. Meile	3/3	3/3				3/3
Finkenwerder Herbstprinz	III. Meile	2/2			2/2		
Finkenwerder Herbstprinz	Ottensen	2/2			2/2		
Golden Delicious	II. Meile	2/2			2/2		
Golden Delicious	III. Meile	4/4			4/4		
Goldparmäne	III. Meile	1/1	1/1				1/1
Gravensteiner	III. Meile	3/3	3/3				3/3
Gravensteiner	III. Meile	6/6	6/6				5/5
Holsteiner Cox	Ottensen	7/7			7/7		
Holsteiner Cox	Ottensen	5/5			5/5		
Horneburger Pfannkuchen	II. Meile	0/8			0/8		
Horneburger Pfannkuchen	III. Meile	1/6			1/6		1/5
Horneburger Pfannkuchen	Ottensen	2/2			0/2		
Ingrid Marie	III. Meile	2/2	2/2				2/2
Ingrid Marie	III. Meile	20/20			20/20		
Ingrid Marie	Ottensen	12/12			12/12		1/1
James Grieve	II. Meile	8/8			8/8		
James Grieve	III. Meile	2/2	3/3				
James Grieve	III. Meile	3/3			3/3		
Jonathan	II. Meile	9/9			8/9 1?		
Jonared	Ottensen	3/5 1?			0/5		
Krügers Dickstiel	III. Meile	10/10			10/10		
Laxton's Superb	I. Meile	3/3			3/3		
Schöner v. Boskoop	III. Meile	5/5	5/5				5/5
Schöner v. Boskoop	III. Meile	2/2			2/2		
Weißer Klar	III. Meile	3/3	3/3				3/3
Weißer Klar	Ottensen	5/5			5/5		
Weißer Winterglocken	III. Meile	4/4	4/4		4/4		3/4
Weißer Winterglocken	III. Meile	1/1	1/1				1/1
Weißer Winterglocken	Ottensen	2/2			2/2		

der Blattspreiten. Die Früchte waren von geringerer Größe, abgeflacht und zur Kelchgrube hin stark gebuchtet.

Die in Tabelle 2 zusammengestellten Testergebnisse von 195 Apfelmutterbäumen verschiedener Herkünfte zeigen, daß mit Ausnahme von 13 Bäumen (6,7 %) der Sorte „Hornburger Pfannkuchen“ sämtliche Bäume der übrigen Sorten latente Virusträger waren.

Bei fast allen Testübertragungen traten Symptome sowohl an „Hopa“ als auch an „Spy 227“ und „Virginia Crab“ auf. In 7 Fällen (2 Bäume der Sorte „Hornburger Pfannkuchen“, Herkunft Ottensen, und 5 Bäume der Sorte „Jonared“, Herkunft Ottensen) war dagegen eine Reaktion nur an „Hopa“ festzustellen, während „Spy 227“ keine Symptome aufwies. Bei einer einzigen Übertragung („Weißer Winterglocken“, Herkunft III. Meile) war die Reaktion bei „Hopa“ und „Spy 227“ positiv, bei „Virginia Crab“ jedoch negativ.

Von besonderem Interesse sind in diesem Zusammenhang Untersuchungen von Welsh und Nyland aus dem Jahre 1965, die aufgrund der Trennung von Virusgemischen mittels Wärmebehandlung zu dem Schluß kommen, daß verschiedene Viren oder Virusstämme die Reaktionen an „Hopa“ und „Spy 227“, „Hopa“ und „Virginia Crab“ und wahrscheinlich auch an „Virginia Crab“ und „Spy 227“ verursachen. Nach den vorliegenden Ergebnissen darf daher wohl angenommen werden, daß bei unseren Virusherkünften ein Gemisch von mindestens 2 bzw. 3 Viren oder Virusstämmen vorlag.

Die in unseren Versuchen an „Virginia Crab“ beobachteten Symptome entsprechen dabei den von Guengerich und Millikan (1956), Mink und Shay (1959) sowie von Posnette und Cropley (1961) beschriebenen Symptomen, die durch das Stammnarben-Virus hervorgerufen werden.

Die an „Spy 227“ ermittelten Symptome wie Kümmerwuchs, Epinastie und Absterben der Indikatoren zeigen gute Übereinstimmung mit Symptomen, die von Gardner, Marth und Magness (1946), Weeks (1948), Posnette und Cropley (1961, 1963) für die Virose „Spy 227 epinasty and decline“ beschrieben wurden. Ob die beobachteten Blattsymptome, die sich in hellgrünen Linien und Flecken äußerten, dem Symptomkomplex von „Spy 227 epinasty and decline“ oder eventuell dem „chlorotic leaf spot“ zuzuordnen sind, ist unklar. Die Vermutung, daß auch das chlorotic leaf spot-Virus beteiligt war, liegt nahe, da Cropley (1964) den Nachweis erbrachte, daß dieses nicht nur an „R 12740-7 A“, sondern auch an „Spy 227“ Blattsymptome hervorruft.

Ob die bei der Testung von Sorten und Unterlagen am Indikator „Hopa“ aufgetretenen Wuchsdepressionen sowie die Blatt- und Xylemsymptome allein auf eine Infektion mit dem chlorotic leaf spot-Virus zurückzuführen oder auch eventuell andere Viren an der Reaktion beteiligt sind, läßt sich aufgrund dieser Untersuchungen nicht entscheiden.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Testung von 18 Apfelsorten und 195 Apfelmutterbäumen (Indikatoren: „Virginia Crab“, „Spy 227“ und „Hopa“) ergab, daß 93,3 % derselben Träger „Latenter Viren“ waren.

In fast allen Fällen handelte es sich um ein Gemisch von 2 bzw. 3 Viren oder Virusstämmen, die für die „Stammnarbung“, „Spy 227 epinasty and decline“ sowie für das „chlorotic leaf spot“ verantwortlich gemacht werden können.

Während alle untersuchten Mutterstöcke der Typ-Unterlagen EM VII und A 2 Virusträger waren (Indikator: „Hopa“), konnte bei Typ EM XI und den Klonunterlagen MM 104 und MM 106 noch ein relativ geringer bzw. hoher Prozentsatz gesunder Pflanzen ermittelt werden.

Frei von den auf „Hopa“ nachweisbaren „Latenten Viren“ waren lediglich die von der O.V.A. Jork neugezüchteten Klone IX/48, XI/45 und Maunzen 19.

S u m m a r y

Indexing results of 18 apple varieties and 195 mother trees (indicators: "Virginia Crab", "Spy 227" and "Hopa") showed 93,3 % to be carriers of latent viruses. In nearly all cases there was a mixture of 2 or 3 viruses or virus strains being responsible for "stem pitting", "Spy 227 epinasty and decline" and "chlorotic leaf spot". All rootstocks of EM VII and A 2 being indexed were infected by latent viruses (indicator: "Hopa"), but there was a relatively small or high percentage of healthy plants of EM XI, MM 104 and MM 106 mother stocks. Only the newly bred apple clones of the O.V.A. Jork IX/48, XI/45 and Maunzen 19 proved to be free from virus infection.

L i t e r a t u r

- Cropley, R., Transmission of apple chlorotic leaf spot virus from *Chenopodium* to apple. — Plant Dis. Repr. 48. 1964, 678—680.
- Gardner, F. E., Marth, P. C., and Magness, J. R., Lethal effects of certain apple scions on Spy 227 stock. — Proc. amer. Soc. hortic. Sci. 48. 1946, 195—199.
- Guengerich, H. W., and Millikan, D. F., Transmission of the stem pitting factor in apple. — Plant Dis. Repr. 40. 1956, 934—938.
- Mink, G. I., and Shay, J. R., Preliminary evaluation of some Russian apple varieties as indicators for apple viruses. — Plant Dis. Repr. Suppl. 254. 1959, 13—17.
- Mink, G. I., and Shay, J. R., A survey for stem pitting in Indiana apple varieties. — Plant Dis. Repr. Suppl. 254. 1959, 18—21.
- Posnette, A. F., and Cropley, R., Indicator plants for latent virus infection in apple. — J. hortic. Sci., London, 36. 1961, 168—173.
- Posnette, A. F., and Cropley, R., Spy 227 epinasty and decline. — In: Virus diseases of apples and pears. — Techn. Communic. Bur. Hort. East Malling Nr. 30. 1963, 75—76.
- Weeks, W. D., Further scion and stock combination with Spy 227. — Proc. Amer. Soc. hortic. Sci. 52. 1948, 137—140.
- Welsh, M. F., and Nyland, G., Elimination and separation of viruses in apple clones by exposure to dry heat. — Can. J. Plant Sci. 45. 1965, 443—454.

F. AFSCHARPOUR und L. KUNZE,

Pflanzenschutzamt des Landes Schleswig-Holstein, Bezirksstelle Rellingen und
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für Obstkrankheiten, Heidelberg.

Der Einfluß latenter Apfelviren auf das Wachstum verschiedener Zieräpfel

In der Praxis der Baumschule ist es üblich, die Zierapfelsorten auf starkwüchsige Apfelsämlinge zu veredeln, da auf den schwachwüchsigen bis mittelstarken vegetativ vermehrten Apfelunterlagen die Edelreiser oft schlecht oder überhaupt nicht wachsen. Wie Campbell (1962) zeigen konnte, sind für diese beobachtete „Unverträglichkeit“ latente Apfelviren verantwortlich. Hierzu gehören das Chlorotic leaf spot-Virus, das Spy epinasty-Virus und das Stem pitting-Virus. Diese Viren kommen in Deutschland bei Apfelsorten und -unterlagentypen sehr häufig vor, ohne erkennbare Schäden zu verursachen.

Es ist daher ein Versuch angesetzt worden, der nachweisen soll, welche Zierapfelsorten auf diese latenten Viren reagieren bzw. welche Sorten sich tolerant verhalten und daher wahrscheinlich auf vegetativ vermehrte schwachwüchsige Unterlagen veredelt werden können.

Material und Methodik

Für die Durchführung der Untersuchung wurden neben 3 Indikatorsorten 15 Zierapfelsorten ausgewählt, von denen die meisten relativ große Früchte tragen. Sie wurden während der Winterruhe ab Dezember 1965 auf Sämlingsunterlagen 'Grahams' gepfropft und etwa 2 Wochen später durch Anplatten von 2 Rindenschildchen (Chip budding) unterhalb der Veredlungsstelle inokuliert, dann in ein Torf-Sand-Gemisch eingetopft und im Gewächshaus angetrieben. Die Temperatur betrug während des Frühjahrs etwa 15° C und konnte an heißen Sommertagen durch Schattierung um 25° C gehalten werden.

Von jeder Zierapfelsorte wurden 40 Veredlungen in den Versuch genommen, und zwar je 10 für 3 Infektionsreihen und 10 als Kontrollen. Als Infektionsquellen dienten Apfelveredlungen aus früheren Versuchen, die folgende Viren enthielten:

Quelle 1: Spy 227	nur mit Chlorotic leaf spot-Virus
Quelle 2: Spy 227	mit Chlorotic leaf spot-Virus und einem von Kunze nachgewiesenen, noch nicht näher beschriebenen Stauche-Virus
Quelle 3: Lord Lambourne	mit Chlorotic leaf spot-Virus,
Herkunft	Spy epinasty Virus und
East Malling	Stem pitting-Virus
M 139	

Ergebnisse des Versuches

Die ersten Symptome erschienen an einigen Sorten etwa 8 Wochen nach der Infektion. Die Bonitierung begann am 23. März 1966 und wurde alle 3 Wochen

wiederholt. An den erkrankten Pflanzen konnten folgende Symptome beobachtet werden:

Helle oder rötliche Blattflecken, schwächere oder stärkere Blattdeformationen und Blattnekrosen, Kleinblättrigkeit, Wachstumshemmung, Nekrose der Triebspitze, Kümmerwuchs oder Absterben des Edelreises.

Mitunter folgte auf eine kräftige Symptombildung später bei höheren Temperaturen ein symptomfreier Durchtrieb.

Im einzelnen brachten die Versuchsreihen folgende Ergebnisse:

Indikatoren

1. Russischer Sämling R 12740 — 7A

Alle Infektionsserien zeigten typische Symptome des Chlorotic leaf spot-Virus, nämlich helle, kräftige Blattfleckung mit Blattdeformationen und starke Triebhemmung. Die Reaktion war bei der Serie 2 und 3 etwas stärker als bei der Serie 1.

2. Spy 227

In allen 3 Infektionsserien reagierten die Testpflanzen mit hellen Blattflecken und etwas verzogenen Blattspreiten, in der 2. Infektionsserie waren sie außerdem stark gestaucht. Auch bei den Pflanzen der 3. Infektionsreihe war das Wachstum gehemmt, zusätzlich trat bei ihnen aber noch starke Blattepinastie und gelegentlich ein Absterben der Triebe auf.

3. Virginia Crab

Innerhalb der Beobachtungszeit von 7 Monaten waren keine auffälligen Symptome festzustellen.

Zieräpfelsorten

Bei den Zieräpfeln lassen sich anhand der Reaktionen während der ersten Vegetationsperiode 3 Gruppen unterscheiden:

I. Formen mit starker Schädigung

1. *Malus adstringens* 'Almey' (W. R. Leslie)*

Hier wurden keine Blattsymptome festgestellt, jedoch starben in den infizierten Serien häufig die Veredlungen ab, besonders bei Infektion mit der Virusquelle 3. Die verbliebenen Veredlungen dieser Serien wuchsen nur kümmerlich.

2. *Malus adstringens* 'Hopa' (Hansen)

Die Sorte reagierte auf alle 3 Virusquellen mit rötlichen Blattflecken, Kleinblättrigkeit und Blattmißbildungen. Während sich an den Pflanzen der 1. Infektionsserie später ein symptomfreier Zuwachs entwickelte, blieben die Veredlungen der Infektionsserie 2 und 3 klein und zeigten häufig eine Nekrose der Triebspitze. Die Sorte ist von Reynolds und Milbrath (1962) als Testpflanze verwendet worden.

*) In der Benennung der Zieräpfel haben wir uns nach Krüssmann (1965) gerichtet. Bei den Sorten ist, soweit bekannt, der Name des Züchters in Klammern angegeben.

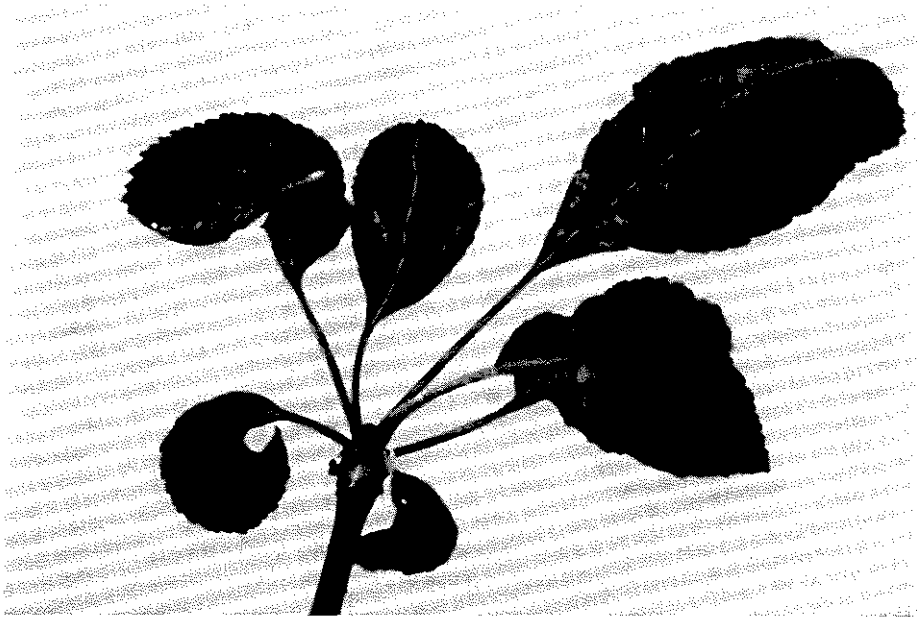


Abb. 1. Blattmißbildungen und Hemmung des Triebwachstums bei *Malus adstringens* 'Hopa' nach Infektion mit der Virusquelle 3. Infektion vor dem Austrieb, Aufnahme 15. 7. 1966, Bild BfP Rellingen.

3. *Malus* 'Cowichan' (Preston)

In der 1. und 2. Infektionsserie wurde nur eine Sprenkelung der Blätter mit kleinen hellen Flecken beobachtet, in der 3. Infektionsserie dagegen stets eine starke Blattdeformation mit Nekrosen und eine Hemmung des Triebwachstums.

4. *Malus prunifolia* *rinki*

In der 1. Infektionsserie traten als Symptome nur kleine helle Blattflecken auf, in der 2. Infektionsserie kräftige Flecken und leichte Blattdeformationen. Die 3. Virusherkunft rief außerdem noch Blattnekrosen, schwere Blattmißbildungen und Kleinblättrigkeit hervor und hemmte das Triebwachstum.

5. *Malus purpurea* 'Purple Wave' (den Boer)

Bei allen beimpften Pflanzen waren die Blätter rotgefleckt, stark deformiert und klein. Außerdem wurden häufig die Triebspitzen nekrotisch, besonders in den Infektionsserien 2 und 3. In den USA ist diese empfindliche Sorte gelegentlich als Testpflanze verwendet worden (Millikan, mdl. Mitteilung).

Alle 5 Sorten reagierten auf das Chlorotic leaf spot-Virus, doch waren die Symptome nach der Infektion mit den Virusgemischen der Quellen 2 oder 3 meist stärker als in der 1. Infektionsserie. Vielleicht haben einige Sorten ähnlich wie der Indikator Spy 227 gleichzeitig auf mehrere latente Apfelviren angesprochen. Es ist aber auch möglich, daß die 3 verwendeten Virusquellen verschieden starke Stämme des Chlorotic leaf spot-Virus enthielten oder daß die Reaktion der Sorten auf dieses Virus durch die Mischinfektionen verstärkt wurde.

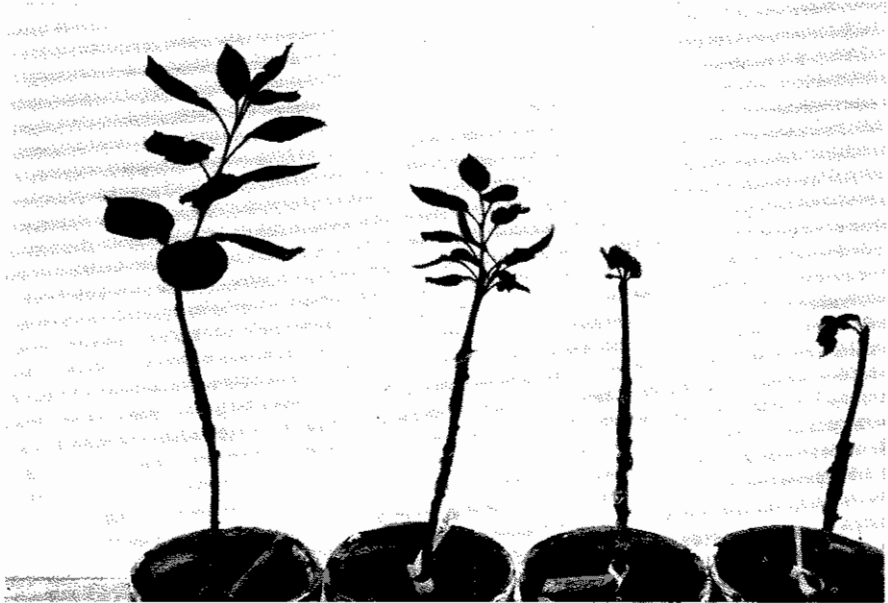


Abb. 2. Wachstumshemmung bei *Malus purpurea* 'Purple Wave'. Ganz links unbehandelte Kontrollpflanze, daneben von links nach rechts Infektionen mit den Virusquellen 1, 2 und 3. Infektion vor dem Austrieb, Aufnahme 15. 7. 1966, Bild BfP Rellingen.

II. Formen mit leichten Schäden:

- Malus micromalus* (= *kaido*)
 „ *soulardii* 'Redflesh' (Hansen)
 „ *zumi* 'Prof. Sprenger' (Doorenbos)

Die infizierten Serien dieser Formen wuchsen etwas schwächer als die Kontrollen, bei *M. soulardii* 'Redflesh' traten außerdem Blattflecken und leichte Blattdeformationen auf.

III. Formen, die sich bisher tolerant verhielten:

- Malus adstringens* 'Hyslop'
 „ *baccata fructu flavo*
 „ *pumila* 'Dartmouth'
 „ *pumila* 'John Downie'
 „ *pumila* 'Veitch's Scarlet' (Veitch)
 „ *soulardii* 'Wild Red Crab' (Linn Country Nurseries)
 „ *soulardii* 'Wynema'

Die in der dritten Gruppe genannten Sorten sind inzwischen im Freiland auf die Unterlagen M IV, VII und IX aufgesetzt worden, um die Wachstumsreaktion prüfen zu können. Parallel dazu wurde die Infektion dieser Sorten mit den genannten Virusquellen noch einmal im Freiland mit Okulanten auf Sämlingsunterlagen wiederholt. Ergebnisse dieses Versuches sind im kommenden Jahr zu erwarten. Damit soll für die Praxis ein Hinweis gegeben werden, ob die Verwen-

dung mittelstark oder schwach wachsender Unterlagen bei bestimmten Zierapfelsorten möglich ist. Selbstverständlich konnte bei diesem Versuch nur eine kleine Auswahl aus dem großen Sortiment der Zieräpfel berücksichtigt werden.

S u m m a r y

In the nurseries the ornamental crab apples are mostly propagated on vigorous growing apple seedlings because some varieties are incompatible with vegetatively propagated apple rootstocks of the M-series. This incompatibility is caused by latent viruses in the rootstocks as demonstrated by Campbell 1962. Therefore the reaction of 15 ornamental crab apples to apple latent viruses was examined to select varieties for budding on M-rootstocks. In winter 1965/66 scions of the crab apples were top-grafted to apple seedlings and infected by chip budding with three sources of latent apple viruses. These sources contained (1) chlorotic leaf spot virus only, (2) chlorotic leaf spot virus in combination with a spy stunting virus, and (3) chlorotic leaf spot virus in combination with stem pitting and spy epinasty viruses. In early spring the plants had been placed in a greenhouse to observe symptoms in the following season. 5 out of the 15 examined crab apple varieties developed severe symptoms, 3 were slightly affected, and 7 were unaffected in growth and didn't show any symptoms in 1966. To prove the compatibility with rootstocks less vigorous than apple seedlings, an outdoor experiment with 7 'tolerant' ornamental crab apples on M IV, VII, and IX is now in progress.

L i t e r a t u r

- Campbell, A. I., The effect of some apple viruses on the growth of *Malus* species and varieties. — J. hort. Sci., London, 37. 1962, 239–246.
- Krüssmann, G., Die Laubgehölze. — Parey, Berlin, 1965, 389 pp.
- Reynolds, J. E., and Milbrath, J. A., Comparison of flowering crab apple varieties for fast detection of a common latent virus in apples. — Plant Dis. Repr. 46. 1962, 243–245.

K. SCHUCH†, W. MISCHKE*) und L. KUNZE,

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für Obstkrankheiten, Heidelberg.

**Die Ausbreitung der Stecklenberger Krankheit
in einer Sauerkirschenanlage**

(Ausgewertet und zusammengestellt von L. K u n z e)

Die wichtigste und häufigste Virose der Sauerkirsche ist in Deutschland die Stecklenberger Krankheit. Sie wird durch das Nekrotische Kirschenringflecken-virus (sour cherry necrotic ringspot virus) hervorgerufen (K e g l e r , 1965), das nicht nur die Sauerkirsche, sondern auch andere Steinobstarten befällt. Dieses Virus kann nach amerikanischen Untersuchungen mit dem Pollen auf gesunde, fruchtende Bäume übertragen werden (G e o r g e and D a v i d s o n , 1963, 1964) und sich auf diese Weise in Sauerkirschenanlagen ausbreiten (D a v i d s o n and G e o r g e , 1964). Eine Übertragung des Virus durch stechend-saugende Insekten, z. B. Blattläuse, findet offenbar nicht statt, denn Versuche in dieser Richtung hatten bisher niemals Erfolg, auch nicht die umfangreichen Untersuchungen von S w e n s o n und M i l b r a t h (1964).

Da nach Erhebungen von B a u m a n n (1959) in verschiedenen deutschen Obstanlagen der Befall mit Stecklenberger Krankheit recht hoch ist und z. T. rasch zunimmt, sollte die natürliche Ausbreitung dieser Virose in einer jüngeren Anlage näher untersucht werden. Dabei war vor allem zu klären, ob auch in unseren Sauerkirschenanlagen die Virusübertragung mit dem Pollen von wesentlicher Bedeutung ist.

Die Stecklenberger Krankheit ruft bei befallenen Sauerkirschen zunächst einen Schock hervor. Die Blüten bleiben klein und kurzgestielt, oder die Blütenknospen öffnen sich nicht und vertrocknen. Auf den basalen Blättern bilden sich Ringflecke und Nekrosen, auf den folgenden häufig zahlreiche kleine, hellgrüne Sprengel. An einigen Blättern entwickeln sich blättchenförmige Enationen, und der Triebzuwachs bleibt gering.

In den nächsten Jahren setzt meist eine „Erholungsphase“ ein. Während dieser Zeit sind deutliche Blattsymptome nur an wenigen Zweigen zu finden. Das Triebwachstum ist zunächst zufriedenstellend, wird aber nach Beobachtungen von B a u m a n n und K l i n k o w s k i (1955) an älteren Bäumen stark gehemmt, so daß es zu Ertragsminderungen kommt. Besonders empfindlich ist die 'Schattenmorelle', doch reagieren auch die anderen in Deutschland angebauten Sorten in ähnlicher Weise.

Durchführung der Untersuchung

Für die Beobachtungen wurde eine Anlage im Rhein-Maingebiet mit 414 'Schattenmorellen' ausgewählt, die im Frühjahr 1958 erstellt worden war. Die Untersuchungen wurden 1962 von S c h u c h begonnen, nach seinem plötzlichen Tode von M i s c h k e 1963 fortgesetzt und seit 1964 von K u n z e weitergeführt.

*) jetzt: Pflanzenschutzamt Stuttgart.

Jedes Jahr wurde zur Zeit der Blüte die gesamte Anlage auf Blütensymptome kontrolliert. Hierbei ließen sich neuerkrankte Bäume recht sicher erfassen. Erkrankte und befallsverdächtige Bäume wurden außerdem im Sommer regelmäßig auf Blattsymptome untersucht. Um die Ergebnisse der Bonitierungen zu überprüfen, wurde die gesamte Anlage zweimal auf Befall mit Kirschenringflecken-viren getestet. Der erste Test mit der Zierkirsche *Prunus serrulata* 'Shirofugen' bzw. *Prunus avium* F 12/1 wurde 1963 durchgeführt; bei dem zweiten Test mit 'Shirofugen' in den Jahren 1965 und 1966 wurden nur Bäume geprüft, die keine Symptome der Stecklenberger Krankheit aufwiesen. Außerdem wird seit 1964 ein Block von 100 Bäumen im südwestlichen Teil der Anlage jedes Jahr mit 'Shirofugen' getestet. Von jedem Baum werden bei diesem Test 3 Augen von verschiedenen Zweigen in einen Trieb der Zierkirsche eingesetzt. Diese bildet Nekrosen an der Veredlungsstelle, wenn das eingesetzte Auge Kirschenringflecken-viren enthält. Der Test zeigt innerhalb von 4–6 Wochen nicht nur das Virus der Stecklenberger Krankheit an, sondern auch das Prune dwarf-Virus, das ebenfalls zur Kirschenringflecken-gruppe gehört.

Ergebnisse

1962 wurden in der Anlage nur 6 Bäume mit Stecklenberger Krankheit festgestellt, vier Jahre später waren 113 von 414 'Schattenmorellen' erkrankt (Abb. 1). Nachdem die Zahl der sichtbar kranken Sauerkirschen zunächst allmählich angestiegen war, zeigten 1965 plötzlich 80 weitere Bäume Symptome, so daß sich der

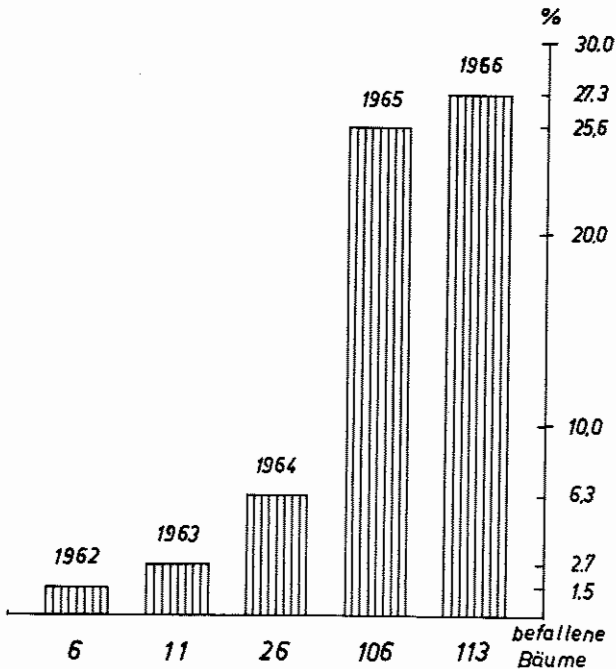
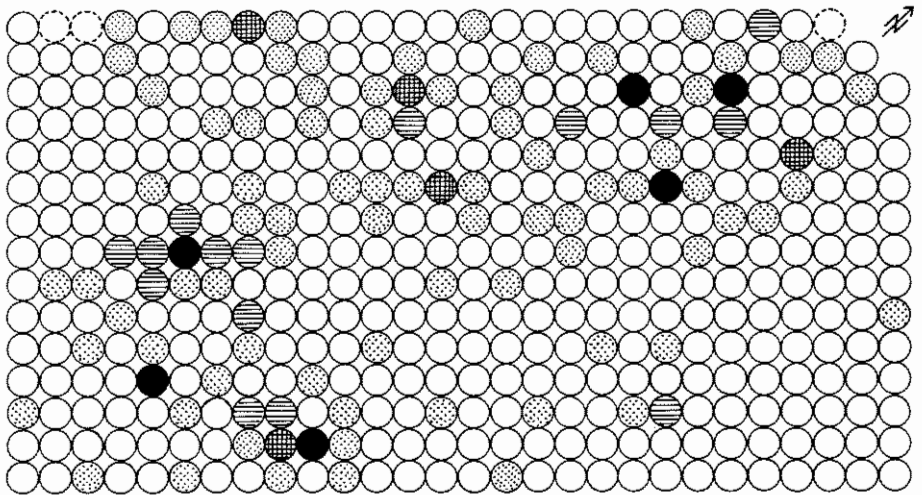


Abb. 1. Die Entwicklung des Gesamtbefalls mit Stecklenberger Krankheit in den Jahren 1962–1966 in einer Anlage mit 414 Sauerkirschen.

Gesamtbefall sprunghaft von 26 auf 106 Bäume erhöhte. Im nächsten Jahr (1966) nahm er dann überraschenderweise nur um 7 Bäume zu. In dem Bestand stieg also der sichtbare Befall mit Stecklenberger Krankheit in vier Jahren von 1,5 % auf 27,3 %; dabei betrug die Zunahme im Jahre 1965 allein 19,3 %, 1966 dagegen nur 1,7 %.

Die Befallsentwicklung könnte zu der Vermutung führen, daß hier ein ursprünglich latenter Virusbefall erst nach längerer Inkubationszeit sichtbar geworden ist, und zwar hauptsächlich im Frühjahr 1965. Diese Vermutung muß aber auf Grund der Testergebnisse verworfen werden. Im Jahre 1963 lösten nämlich im Test von den 414 Sauerkirschen nur 19 eine positive Reaktion aus. 11 von ihnen waren bereits sichtbar mit der Stecklenberger Krankheit befallen, 2 weitere entwickelten im Frühjahr 1964 Symptome; in den restlichen 6 Fällen handelte es sich wahrscheinlich um Befall mit dem Prune dwarf-Virus. Dieser Besatz mit Prune dwarf-Virus hat sich übrigens bei der Testwiederholung 1965 bzw. 1966 nicht erhöht. In dem Hunderter-Block, der seit 1963 jährlich getestet wird, nahm der sichtbare Befall mit Stecklenberger Krankheit im Frühjahr 1965 um 24 Bäume zu. Diese 24 Sauerkirschen lösten im Shirofugen-Test desselben Jahres stets eine heftige Reaktion aus, während sie in den Testen 1963 und 1964 alle noch ohne Befund waren. Der Anstieg des Befalls ist also auf eine natürliche Virusausbreitung in der untersuchten Anlage zurückzuführen.



<i>Erster sichtbarer</i>	1962	1963	1964	1965	<i>Baum gerodet</i>
<i>Befall festgestellt:</i>	●	⊗	⊕	⊙	○

Abb. 2. Die Ausbreitung der Stecklenberger Krankheit in der untersuchten Anlage von 1962–1965.

Die folgenden Beobachtungen sprechen dafür, daß hier die Virusübertragung im wesentlichen mit dem Pollen erfolgte, während der Virusausbreitung im Boden, z. B. durch Wurzelkontakt, bisher nur geringe Bedeutung zukam:

1. In den ersten beiden Beobachtungsjahren waren die Befallsstellen unabhängig voneinander über die Anlage verteilt (Abb. 2). Eine Herdbildung um einen befallenen Baum wurde in der Regel erst zwei Jahre nach seiner Erkrankung festgestellt. Daneben trat auch 1964 und 1965 Neubefall inmitten gesunder Bäume auf.
2. Auf die sonnenreiche Blüteperiode 1964 mit wenig Niederschlägen während der Tagesstunden folgte eine gute Ernte und im nächsten Frühjahr ein sichtbarer Neubefall bei 80 Bäumen (Abb. 3)*). Während der Vollblüte 1965 war es dagegen regnerisch, die Sonne schien nur wenig und die täglichen Temperaturmaxima lagen im Durchschnitt um 2° C unter den entsprechenden Werten von 1964, wobei besonders zu Beginn der Vollblüte ein Temperaturrückgang eintrat. Die Witterungsbedingungen waren also 1965 für den Bienenflug nicht günstig. Außerdem wurden viele Blüten durch eine Blütenfäule geschädigt. Dementsprechend blieb der Ertrag gering, und im Frühjahr 1966 zeigten nur 7 Bäume Neubefall mit der Stecklenberger Krankheit. Wäre die Ausbreitung der Virose hauptsächlich im Boden erfolgt, so hätte nach der Zunahme der Infektionsquellen im Jahre 1965 im nächsten Jahr der Befall erheblich stärker ansteigen müssen als es geschehen ist.

Das geschilderte Beispiel zeigt, daß in unseren Sauerkirschenanlagen mit einer Ausbreitung der Stecklenberger Krankheit über den Pollen gerechnet werden muß. Unter bestimmten Umständen kann diese Form der Virusübertragung sogar einen beträchtlichen Umfang annehmen. Wie sich ein langfristiger Befall mit Stecklenberger Krankheit auf den Ertrag der Sauerkirschen auswirkt, soll durch die Fortsetzung der Untersuchungen geklärt werden.

Vielleicht werden die weiteren Beobachtungen auch Hinweise geben, wie sich in neuen Anlagen die Befallszunahme in erträglichen Grenzen halten läßt. Wesentliche Voraussetzung hierfür ist, daß die Anlagen aus virusgetestetem Material erstellt werden. Deshalb ist der erste Schritt einer wirksamen Bekämpfung weiterhin eine intensive Testung und Vermehrung einwandfreien Pflanzgutes. Weitere vorbeugende Maßnahmen werden sich dann nach den örtlich gegebenen Möglichkeiten richten müssen.

S u m m a r y

The spread of Stecklenberg disease caused by cherry necrotic ringspot virus (NRV), was investigated from 1962 till 1966 in an orchard with 414 sour cherries in the Rhine—Main area. The orchard had been established in 1958. Since George and Davidson (1963) have demonstrated the transmission of NRV by pollen to mature trees in Canada, the importance of this transmission in Germany should be examined. In the investigated orchard the attack by Stecklenberg disease increased from 6 trees (1.5 %) in 1962 to 113 trees (27.3 %) in 1966. By replicate indexing with *Prunus serrulata* 'Shirofugen' the natural spread of NRV was ascertained. There was a connection between the number of trees

*) Dem Deutschen Wetterdienst in Offenbach danken wir für die Bereitstellung der Wetterdaten.

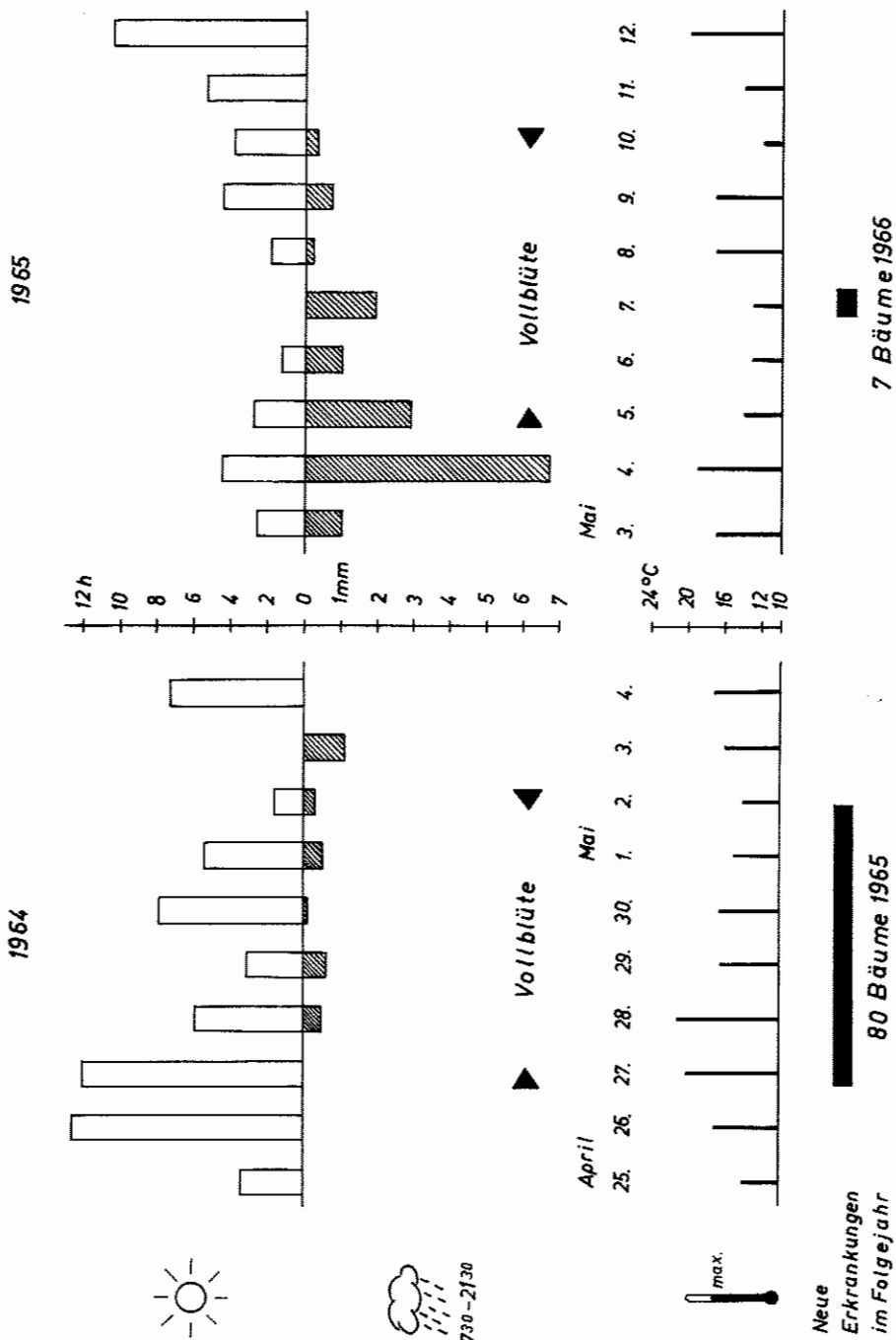


Abb. 3. Witterungsbedingungen während der Sauerkirschenblüte 1964 und 1965.

with initial symptoms of the disease and the weather conditions at flowering time the year before. Following good conditions for pollination in 1964 80 trees (19.3 %) showed new attack in spring 1965, whilst after unfavourable conditions in 1965 7 (1.7 %) new-diseased trees only were observed in 1966. This fact and the distribution of the disease in the orchard suggest the virus transmission by pollen to be much more important than a virus spread in the soil.

L i t e r a t u r

- B a u m a n n, G., Die Verbreitung der Stecklenberger Krankheit der Sauerkirsche und der Ringfleckenkrankheit der Süßkirsche in Obstanlagen und Baumschulen. — Nachr.-bl. dtsh. Pfl.schutzd., Berlin, 13. 1959, 173—177.
- , und K l i n k o w s k i, M., Ein Beitrag zur Analyse der Obstvirosen des mitteldeutschen Raumes. — Phytopath. Ztschr. 25. 1955, 55—71.
- D a v i d s o n, T. R., and G e o r g e, J. A., Spread of necrotic ring spot and sour cherry yellows viruses in Niagara Peninsula orchards. — Canad. J. Plant Sci. 44. 1964, 471—484.
- G e o r g e, J. A., and D a v i d s o n, T. R., Pollen transmission of necrotic ring spot and sour cherry yellows viruses from tree to tree. — Canad. J. Plant Sci. 43. 1963, 276—288.
- , and —, Further evidence of pollen transmission of necrotic ring spot and sour cherry yellows viruses in sour cherry. — Canad. J. Plant Sci. 44. 1964, 383—384.
- K e g l e r, H., Untersuchungen über Ringfleckenkrankheiten der Kirsche. II. Wirtspflanzen und physikalische Eigenschaften von Ringfleckenviren. — Phytopath. Ztschr. 54. 1965, 305—327.
- S w e n s o n, K. G., and M i l b r a t h, J. A., Insect and mite transmission tests with the Prunus ringspot virus. — Phytopathology 54. 1964, 399—404.

Unkrautprobleme

Vorsitz: *V o s s* (Bad Godesberg)

H. ORTH,

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für Gemüsekrankheiten und Unkrautforschung, Fischenich.

Wege und Ziele der chemischen Unkrautbekämpfung

Im Jahre 1951, also vor 15 Jahren, steht in der Zeitschrift „Gesunde Pflanzen“ folgende Notiz: „Aus mehreren Ländern des Bundesgebietes liegen Meldungen über größere Bekämpfungsaktionen der Landwirte gegen Unkräuter mit 2,4-D-Mitteln vor. In Hessen zeigten die wuchsstoffhaltigen Unkrautbekämpfungsmittel besonders gute Wirkung gegen Hederich; die Landwirte sind an den Präparaten sehr interessiert.“

1952 dokumentieren zahlreiche Aufsätze und ein Sonderheft der gleichen Zeitschrift, daß die Praxis weiter stark interessiert blieb. *D r e e s* spricht im Vorwort zu diesem Heft von „revolutionierenden Anwendungsmöglichkeiten“ der Wuchsstoffmittel. Die BBA gründete 1952 ein kleines Institut, besser gesagt eine Institutehe zwischen Gemüsekrankheiten und Unkrautforschung in Neuss-Lauenburg. *B r e m e r* und *O r t h* veröffentlichten 1953 einen Sammelbericht über „Ergebnisse der im Jahre 1952 in der Deutschen Bundesrepublik von den Pflanzenschutzämtern der Länder durchgeführten Versuche zur Unkrautbekämpfung“. Diesem Bericht lagen mehr als 10 000 Bekämpfungsbeispiele zugrunde, deren Anlage aus ERP-Mitteln finanziert worden war.

In den darauf folgenden Jahren nahm, wie Sie alle aus eigenem Erleben wissen, das von der Landwirtschaft 1951 bekundete „Interesse“ bis zum heutigen Tage so zu, daß gegenwärtig in fast allen Sparten der Landwirtschaft, des Gartenbaus, der Forstwirtschaft, kurz überall dort, wo Unkraut beseitigt werden muß, chemische Mittel zur Bekämpfung in Gebrauch sind.

Um die aktuelle Bedeutung der Herbizide zu umreißen, wurde bei allen Landesanstalten und Pflanzenschutzämtern 1966 eine Umfrage gehalten. Allen beteiligten Stellen danke ich hiermit für ihre Mitarbeit. Die gestellte Frage lautete: Wie hoch schätzen Sie den Anteil chemisch zur Unkrautbekämpfung behandelte Flächen am Gesamtanbau der jeweiligen Kulturart? Ich wollte mit diesen Auskünften erfahren, ob die chemische Unkrautbekämpfung wirklich in der Praxis so dominiert, wie man im allgemeinen annimmt, und ferner sollen die Angaben mit den englischen, die *W o o d f o r d* 1964 einleitend zur 7. Britischen Weed Control Conference gegeben hat, verglichen werden.

Für Großbritannien wurden 1964 folgende Prozentanteile der Anbauflächen mit chemischen Unkrautmitteln behandelt:

Weizen	75—80
Gerste	70—75
Hafer	60—65
Mais	75
Erbsen	85

Möhren	65
Futterkohl	25
Bohnen	25
Zuckerrüben	20–25
Kartoffeln	5

Wie sieht es nun in der Bundesrepublik aus? Der Vergleich hinkt etwas, da unsere Zahlen 2 Jahre jüngeren Datums sind als die englischen. Aber dafür haben die Engländer auch bereits 5 Jahre früher 2,4-D und MCPA auf 100 000 Acres angewandt. Der Schwerpunkt der heutigen Betrachtung soll im übrigen nicht der Vergleich, sondern unser derzeitiger Stand sein. Ferner bitte ich zu entschuldigen, daß aus naheliegenden Gründen nur Teile des umfangreichen Zahlenmaterials verwertet werden.

Der Weizen wird zu 55–85 % chemisch unkrautfrei gehalten. Die meisten Angaben liegen bei 65–75 %. Die Werte für Roggen variieren sehr stark, so gibt PA Kassel nur 5, die Bayerische Landesanstalt nur 10 % an, während die übrigen bei 25–39 % liegen. Sollten die allgemeinen niedrigen Roggenwerte einen Hinweis auf die natürliche Konkurrenzkraft dieser Getreideart gegen Verunkrautung geben? Gerste und Hafer dagegen bedürfen offenbar wieder mehr der chemischen Hilfe, da in Gerste 50–80 %, meist 65–75% der Flächen bespritzt werden. Die Angaben für Hafer schwanken zwischen 30 (Bayern) und 80–85 % (Saarbrücken, Bremen, Hamburg). Ausgesprochen landwirtschaftliche Gebiete wie Westfalen, Hannover, Schleswig-Holstein und Oldenburg geben 55, 62, 55 und 63 % an. In diesem Bereich dürfte der richtige Mittelwert liegen. Der Vergleich mit den englischen Angaben ergibt also für Weizen, Gerste und Hafer eine gute Parallele. Auch hinsichtlich Entwicklung neuer Herbizide im Getreide folgen wir der von Woodford (1964) angedeuteten, besser gesagt, der allgemeinen Richtung, nämlich neben Erprobung neuer Wirkstoffe — meist mit speziellem Wirkungsspektrum — der Kombination von 2 bzw. 3 Wirkstoffen. Letztere Entwicklung wird nicht begrüßt, scheint aber wohl nicht vermeidbar zu sein. Die Gründe für die Suche nach neuen Wirkstoffen und Formulierungen sind neben Selektion und Vermehrung resistenter Unkräuter, Nachwirkungsproblemen, Arbeitstechnik, Wirtschaftlichkeit, vor allem Fruchtfolgesünden, Nachlässigkeit bei der Bodenbearbeitung und nicht zuletzt teilweise unberechtigte Ansprüche auf Unkrautfreiheit.

Angesichts der überragenden Bedeutung chemischer Unkrautbekämpfung im Getreide erhebt sich die Frage nach der realen Ertragssteigerung auch heute noch. Sie kann hier nicht erschöpfend beantwortet werden, sondern nur anhand einiger Beispiele angedeutet werden. In der schon genannten Zusammenstellung der ERP-Versuche (1953) sind 10 250 Daten, davon 81 % aus dem Getreideanbau verarbeitet worden. Als wuchsstoffhaltige Wirkstoffe waren damals in erster Linie 2,4-D und MCPA, in bescheidenem Umfange 2,4,5-T- und 2,4-D-Ester gebräuchlich. Positiver wirtschaftlicher Erfolg wurde bei 80 % der Ernteergebnisse ermittelt, wobei DNOC und Kalkstickstoff am besten abschnitten. Die Wuchsstoffmittel zeigten hinsichtlich ihres Risikos folgende Reihe: MCPA < 2,4-D < Ester. Das Plus der Kornerträge betrug maximal 30 %; der allgemeine Nutzen wurde mit 10–20 % veranschlagt. Ist heute, 13 Jahre nach dieser Publikation, unsere Ansicht noch die gleiche? 1958 stellte Hanf die Frage, ob sich die chemische Un-

krautbekämpfung in der Landwirtschaft, auf dem Grünland und im Gartenbau rentiert hat. Für den Getreideanbau wurden zweifelsohne Mehrerträge festgestellt, doch war das Ausmaß einer Ertragssteigerung vom allgemeinen Zustand des Feldes, von der Verunkrautung, von der Anwendungszeit etc. abhängig. Die bis zum heutigen Tage anhaltende Aufwärtsentwicklung in der Anwendung von Herbiziden entspricht einer positiven Einstellung, doch sollte man trotz vorherrschenden Optimismus die kritischen Stimmen nicht mit einer Handbewegung abtun. So war ich überrascht, als 1966 in der Landwirtschaftlichen Zeitschrift, einem führenden Organ der Landwirtschaftskammer Rheinland, eine Zusammenstellung von J a c o b - H a u p t erschien, wonach der prozentuale Anteil negativer Ertragsergebnisse exakter amtlicher Versuche mit Herbiziden zu Winterweizen im Durchschnitt der Jahre 1961—1965 erstaunlich hoch lag:

- 32 % der MCPA-,
- 38 % der Kombi (2,4-D + MCPA)-,
- 49 % (!) der CMPP-, und
- 45 % der CMPP + 2,4-D-Versuche.

Ein Rückblick auf die letzten 6 oder 7 Jahre in Großbritannien, also einem ähnlichen Zeitraum wie bei J a c o b - H a u p t, ergibt nach E v a n s (1966) ebenfalls Anlaß zu Bedenken, so daß im Getreide die Frage der echten Ertragssteigerung vom National Agricultural Advisory Service eingehend überprüft wird. E v a n s geht bei seinen Überlegungen davon aus, daß zunächst die Beseitigung der Unkräuter im Getreide einen Mehrertrag bringt, der aber durch Schäden aggressiver Mittel und ihre höheren Mittelkosten wieder in Frage gestellt wird. Bei dem „Für“ und „Wider“ der chemischen Unkrautbekämpfung sind andere Überlegungen wie z. B. Rationalisierung und Maschineneinsatz einzuschalten; es erscheint unmöglich, die Diskussion im Rahmen meines Referates zu Ende zu führen. Mit leichtem Optimismus wage ich zu behaupten, daß — insgesamt gesehen — die Mehrerträge einen positiven Effekt erkennen lassen, dessen Höhe nicht genau angegeben werden kann, eine Ungewißheit, deren Beseitigung durch Verarbeitung repräsentativen Materials behoben werden könnte, wie dies kürzlich beim Mais erfolgte: Aus 3442 Atrazin-Versuchen in 18 Staaten der USA wurde ein durchschnittlicher Mehrertrag von fast 18,5 bushel pro Acre d. h. umgerechnet etwa 12 Dz/ha ermittelt.

Auch die von bewährten und traditionsgebundenen Ackerbauern oft erhobenen Vorwürfe bezüglich Schäden am Getreide müssen sorgfältig überprüft werden, wie dies in einem besonderen Fall geschehen ist. Anlaß gab die Trichlorbenzoesäure (TBA), die seit 1964 nicht mehr im Pflanzenschutzmittelverzeichnis aufgeführt wird. Ährenschaäden, Rückstände im Stroh und im Korn und Minderung der Backfähigkeit gaben den Anlaß zur Streichung im Merkblatt 1, während in Großbritannien die TBA heute noch — allerdings mit Vorbehalten hinsichtlich der Verwendung des Strohs — amtlich empfohlen wird. (Im Bundesgebiet übrigens auch im Wegweiser durch die Unkrautbekämpfung 1966 von G r ü t t e.) Der schwerste Vorwurf aber, der uns veranlaßte, eingehende mehrjährige Untersuchungen durchzuführen, war der Verdacht einer mutagenen Wirkung, also Genveränderungen, die m. E. bisher in keinem einzigen Fall einwandfrei nachgewiesen wurden. Es handelte sich um Versuche von V o l l m e r (1964), in denen 1962 an Weizenähren durch CMPP und TBA neben Deformationen verschiedenster Art

auch Grannen induziert worden sind; Nachbau dieser Grannenähren erzeugte wieder Pflanzen mit begranneten Ähren. Die Möglichkeit, daß es sich um genetisch bedingte atavistische Formen handeln könne, wurde bestritten. Daraufhin liefen seit 1963 umfangreiche Versuche mit der TBA und ihrem Abkömmling Mediben (2-Methoxy-3,6-dichlorbenzoesäure), die in diesem Jahre abgeschlossen wurden mit dem Ergebnis, daß der Verdacht des mutagenen Effektes nicht bestätigt werden konnte. Zu dieser prinzipiellen Frage liegen auch von anderer Seite Verdachtsmomente vor, die ebenfalls nachgeprüft werden müßten. Grant (1963) hat in einem Bericht des Kanadischen Landwirtschaftsministeriums angegeben, daß mit den Wirkstoffen Linuron, Atrazin und Simazin durch Eintauchen der Samen Chromosomen-Aberrationen erzeugt werden. Hlásníková (1964) berichtete über „Morphosen der Staubgefäße und die durch Einwirkung des Herbizids MCPA hervorgerufenen zytologischen Aberrationen bei der Gerste“. Übrigens lag der Anwendungszeitpunkt im 3-Blattstadium. Demgegenüber steht ohne Zweifel fest, daß sortentypische Veränderungen insbesondere durch sog. schärfere Herbizide eintreten und die Anerkennung als Saatgut erschweren. Rademacher (1963) empfiehlt daher in Vermehrungsbeständen die Beschränkung auf MCPA- und 2,4-D-Präparate bzw. ihre Kombination.

Das Rückstandsproblem im Getreide, bereits bei Erwähnung der TBA angeschnitten, rückt auch für andere Wirkstoffe durch kürzlich veröffentlichte Untersuchungsergebnisse betr. Backqualität wieder in den Vordergrund. (Maes und Stryckers 1966). Neben TBA wiesen die Alveograph-Werte von 1964, über deren Aussagekraft ich mich nicht äußern kann, auf eine verminderte Backqualität durch folgende Mittel hin: CCC, CCC + Herbizide (DNOC, MCPA) und Picloram (= Tordon = 4-Amino - 3,5,6-trichlorpicolinsäure). Aus Versuchen 1965 wurden weitere 104 Weizen- und Mehlmuster mit ähnlichem Ergebnis untersucht, darunter auch Picloram in Dosierung 25 g/ha AS (d. h. 2,5 mg je m²), so daß nach Ansicht der Autoren „sehr kleine Mengen bestimmter Herbizide, in casu Picloram, einen sehr nachteiligen Einfluß auf die Weizenqualität ausüben können“. Die Verfasser fordern, daß jedes neue Getreideherbizid auf mögliche Beeinflussung der Backqualität untersucht werden müsse.

So steht man nach Einsatz neuer Wirkstoffe Tatsachen oder Behauptungen gegenüber, die man schon längst hätte beachten oder nachprüfen müssen. Oft werden durch eine neue Fragestellung Kettenreaktionen ausgelöst. Die auf dem heutigen Programm stehenden Vorträge (des Sektors Getreide) sprechen auch solche Themen an. Hanf wird darlegen, inwieweit der Erfolg von Harnstoffderivaten zur Bekämpfung der Ungräser, vorwiegend *Apera spica venti* und *Alopecurus myosuroides* durch Bodenart und Feuchtigkeit bedingt wird. Neben Triazinen sind Harnstoffderivate diejenigen Wirkstoffe, mit deren Hilfe man die Ungräser-Kalamität im Getreide beseitigen will. Kürzlich erschien zu dieser Frage wieder eine Publikation, aus der hervorging, daß Fruchtfolgeänderungen die beiden Grasarten zurückzudrängen vermögen (Schulze 1966), doch sei der beste Erfolg nach kombiniertem Einsatz von ackerbaulichen und chemischen Verfahren zu erwarten. Wie ein Erfolg erzielt wird, soll eigentlich gleich sein und kein Anlaß zu erregter Auseinandersetzung und zur Verhärtung von Standpunkten. Meist liegt die Lösung in der Zusammenarbeit und besten Erfolg hat häufig die Kombination beider Methoden. Damit streifen wir das Thema Integrierung auch bei der Unkrautbekämpfung, dem sich Rademacher auf dem Gebiete des Ackerbaus und seit kurzem auch wir in Fischenich im Gemüsebau widmen.

Völlig neue Zielsetzung hat ein seit mehreren Jahren von England zu uns gelangtes Verfahren, das an den ackerbaulichen Grundlagen zu rütteln scheint (ob erfolgreich oder nicht, muß abgewartet werden): Die sog. Direktsaat nach Einsatz von Bipyridyl-Präparaten (z. B. Diquat, Paraquat). H o o d und Mitarbeiter stellten 1964 die Alternative „Pflügen oder Paraquat“ auf der 7. Britischen Weed Control Conference. Das Referat von S c h w e r d t l e über Auftreten von Unkräutern und über Krankheiten nach Direktsaat steht in unmittelbarem Zusammenhang mit diesem aktuellen Thema. Ebenso wie dieser berührt der Vortrag von H e i t e f u ß (Der Einfluß von Herbiziden auf *Cercospora*-Befall von Winterweizen) die sog. „side-effects“, also Nebenwirkungen, über die R i p p e r 1964 in Brighton berichtet hat. Ob Herbizide fungizid wirken, ist eine immer wieder in Freilandversuchen auftauchende Frage, die meist im Laboratorium unbefriedigend beantwortet wird. In diesem Zusammenhang seien die Arbeiten von K ö h l e r (1955) über Relationen zwischen Wuchsstoffspritzung und Pilzbefall und von E b n e r (1965) über fungizide Wirkung von Harnstoffderivaten auf einige Pilzarten genannt. Aus Zeitmangel kann die Frage hier nicht eingehend diskutiert werden, doch möchte ich eine eigene Feststellung aus einem Tulpenversuch 1966 kurz erwähnen. Dort traten an den 9 Sorten des Versuches eindeutige Unterschiede im Befall durch *Botrytis tulipae* nach Spritzungen von Monolinuron und Chlor-IPC trotz Ferbam-Behandlung auf. Chlor-IPC förderte, Monolinuron hemmte die Ausbreitung der Krankheit. Die Befallsunterschiede wurden durch Erntefeststellungen bestätigt, dabei ergaben sich Verluste von 50–70 % (!) bei den mit Chlor-IPC behandelten Tulpen. Ob in diesem Falle von eindeutig positivem oder negativem Einfluß der Herbizide auf den Ausbruch der Pilzkrankheit gesprochen werden kann, bleibt nachzuprüfen.

Zu der in der Praxis wichtigen Frage der erhöhten Toxizität von Herbiziden im Getreide nach Kalkstickstoffgaben nimmt D i e r c k s Stellung. Das Thema steht in engem Zusammenhang mit dem allgemeineren, nämlich, ob die Wirkungsweise von Herbiziden durch Zusammentreffen mit Fungiziden oder Insektiziden verändert wird. S h e e t s und H a r r i s berichten in den Residue Reviews 1965, daß gegen Propanil (3,4-Dichloropionsäureanilid) tolerante Reis-, Tomaten- und Kartoffelpflanzen nach vorherigen Spritzungen mit Carbaryl und organischen Phosphorverbindungen empfindlicher gegen das Herbizid reagierten. J a n s e n (1964) wies in Versuchen mit 2,4-D, Amitrol und DNBP in Kombination mit 2 Netzmitteln nach, daß oberflächenaktive Stoffe das Eindringen der Herbizide in das Blatt erheblich veränderten, wobei die hydrophilen bzw. lipophilen Eigenschaften des oberflächenaktiven Agens und die Lösungsfähigkeit des Wirkstoffes über Förderung oder Hemmung entschieden. Wenn auch die Möglichkeiten des Zusammentreffens von Herbiziden mit Fungiziden oder Insektiziden zunächst anscheinend selten sind, so sei bemerkt, daß in noch nicht veröffentlichten eigenen Untersuchungen mit Tomaten, Spinat und Zuckerrüben die selektiven Eigenschaften von Herbiziden im Nachauflaufverfahren erheblich verringert wurden, wenn 2 und 24 Std. vorher Phosphorsäureester auf die Pflanzen gespritzt worden waren.

Solange es Herbizide gibt, versucht man die Agressivität und Abtriftgefahr durch Granulat-Formen zu mildern. Ein neuer Weg in dieser Richtung wird von W a l t h e r in seinem heutigen Referat über wuchsstoffhaltige Granulate gewiesen; ein Verfahren, dessen wesentlicher Vorteil in der geringen Aufwandmenge von 6–10 kg/ha, liegt. Die Ausbringung kann mit einem Spezial-Gerät, dem sog.

Dustmaster, aber auch mit Geräten der deutschen Industrie erfolgen. Über die Vorteile eines anderen Herbizids in Granulatform, des 2,6-Dichlorbenzonitrils (Casoron) wird N ö l l e berichten. Vielleicht geben diese Entwicklungen einen neuen Anstoß zu der aus vielseitigen Gründen erwünschten Formulierung streufähiger Herbizide.

Zu den neuartigen Verfahren im Getreidebau gehört auch das im Referat von F l e m m i n g zitierte Kontaktherbizid Morfamquat, ein Bipyridyl-Abkömmling, der, wie alle Herbizide dieser Wirkstoffgruppe, den Vorteil hat, bei Kontakt mit dem Boden durch Ionenaustausch inaktiviert zu werden. Über photochemische Umwandlungen, besonders im UV-Spectralbereich 240–260 m μ , berichteten kürzlich F u n d e r b u r k , N e g i und L a w r e n c e (1966). Daß beim Arbeiten mit dieser Wirkstoffgruppe sich überraschende Einsatzmöglichkeiten ergeben, zeigen z. B. auch neuartige Geräte, die mit Träufleinrichtungen oder sog. Vibrajet-Düsen eingerichtet sind. Seitliche verstellbare Abschirmungen ermöglichen, daß man zwischen den Reihen chemisch hacken kann. Diese Entwicklung scheint zunächst im Widerspruch zu bisher angestrebter Zielsetzung zu stehen.

Die chemische Hacke erlaubt einen Gedankensprung zum elektronisch gesteuerten Vereinzeln im Zuckerrübenanbau, auch ein Verfahren, das nur möglich ist, wenn die chemische Unkrautbekämpfung funktioniert. Leider aber fehlt das Thema Zuckerrübe überhaupt in unserer doch wirklich reichhaltigen Vortragsfolge. Daß das Ausmaß des Einsatzes von Herbiziden, gerade in dieser Kultur, überragend ist, ergab auch die Umfrage: 70–90 % der in der Bundesrepublik angebauten 300 000 Hektar werden chemisch gegen Unkräuter behandelt; die geringste Verbreitung haben die Herbizide in Oldenburg*) und Hamburg, wo nur 24 bzw. 25 % der Flächen bespritzt werden. Gern würde ich über neue Wirkstoffe in Rüben sprechen, doch muß aus Zeitgründen diesmal darauf verzichtet werden. Auf dem Programm steht eine andere Hackfrucht, besser gesagt, ehemalige Hackfrucht, der Mais. Der Anteil chemischer Unkrautbekämpfung liegt hier ebenfalls sehr hoch; 2 Ämter gaben sogar 100 % an. Wenig Herbizide werden in Oldenburg**) (57 %) und Münster (65 %) im Mais eingesetzt. Von den Ländern mit Schwerpunkt Maisanbau wurden Werte von 75 bis 90 % angegeben. Dieser hohe Anteil beruht auf der Toleranz der Kulturpflanze gegen Triazine. Simazin und Atrazin waren so lange die vorherrschenden Herbizide, bis durch ihre dauernde Anwendung sich resistente Hirsearten aus den Gattungen *Panicum*, *Echinochloa*, *Setaria* und *Digitaria* so vermehrt hatten, daß sie heute das eigentliche Unkrautproblem im Maisanbau überall in der Welt darstellen. Außerdem hat die einseitige Anwendung von Triazinen mit geringer Wasserlöslichkeit zu Schwierigkeiten in der Fruchtfolge für Getreide geführt (K ü t h e 1961, E n g e l 1963). In diesem Zusammenhang dürfte das heutige Referat von A l k ä m p e r über die Inaktivierung der Bodenherbizide durch Pflanzen besonders interessieren. Daß man im Maisanbau durch die starke Vermehrung der Hirsearten gezwungen wird, nach neuen Wirkstoffen zu suchen, ist vielleicht mit Rücksicht auf die Nachwirkungsgefahr das kleinere Übel. Zur Diskussion stehen neuere Triazine, Harnstoffderivate und das im Gemüsebau vielseitig in Prüfung befindliche Ramrod (N-Iso-propyl- α -chloracetanilid), über dessen Einsatz im Mais bereits gute und umfangreiche Erfahrungen in USA vorliegen (S e l l e c k et al. 1965). Das Hirseproblem

*) Im Hauptanbaugebiet Osnabrück 90 %.

**) Im Hauptanbaugebiet Osnabrück 95 %.

im Mais wird heute von B a c h t h a l e r und das gleiche Problem in Buschbohnen von W ü r z e r behandelt.

Damit gehe ich zum Thema „Unkrautprobleme im Gemüsebau“ über, das ebenfalls nur in lapidarer Kürze behandelt werden kann, obwohl gerade auf diesem Gebiet die Herbizide vielseitig und erfolgreich eingesetzt werden. Unsere Umfrage betraf 14 Gemüsearten, deren Werte bei den wichtigsten folgendermaßen lagen: Möhren 80—90 %; ebenso hoch waren sie für Spinat, Erbsen und Bohnen. Alle diese Gemüsearten verlangen heutzutage den Einsatz von Herbiziden hauptsächlich wegen der maschinellen Erntemethoden. Eng verbunden mit dieser Beziehung zwischen Technik und Kulturpflanze geht die Verlagerung des Gemüsebaus aus dem Klein- in den Großbetrieb vor sich. Eine der noch bestehenden Lücken (Salat, Kohl) wird jetzt geschlossen, nämlich im Kohlanbau, wo neben Kalkstickstoff spezielle Herbizide eingesetzt werden können. 1965 wurden Desmetryn-Präparate anerkannt, heute wird B e i n h a u e r über das schon erwähnte Ramrod sprechen; eigene Ergebnisse mit diesem Herbizid wurden 1965 in Hohenheim vorgetragen. Inzwischen sind seit dem Vorjahr neben Ramrod auch Unterblattspritzungen mit Linuron und Monolinuron in unsere Versuche einbezogen worden.

Ich bitte um Nachsicht, wenn ich aus Zeitmangel die Referate von R i e d e r über die Bestimmung der Keimpotenz von Unkrautsamen mit Tetrazolium, von K a m p e über Chlorthiamid (Prefix) in Korbweiden, von H o f m a n n über Herbizide in Schutzpflanzungen, von F a b e r über neue Flammenwerfergeräte und von K e r s t i n g über ein automatisch arbeitendes Spritzgerät für herbizide Laborversuche nur ohne Diskussion erwähne. Ein Thema soll noch besonders hervorgehoben werden, das Rückstandsproblem, das man in folgende 2 Gebiete unterteilt:

- a) Rückstände im Boden und
- b) Rückstände im Ernteprodukt.

Zu den Rückständen im Boden und Nachwirkung von Herbiziden verweise ich auf die Zusammenstellung von S h e e t s und H a r r i s (1965) in Residue Reviews über Nachwirkungen von Herbiziden und mögliche Auswirkungen innerhalb der Fruchtfolge. Hinsichtlich der mikrobiellen Umsetzung lassen die Arbeiten von A u d u s (1964) und F l e t c h e r, insbesondere dessen Vortrag anlässlich des Onkruidtag 1966 in Wageningen erkennen, daß, auf die Dauer gesehen, dank der Adaptationsfähigkeit der Mikroorganismen kein nachhaltiger Schaden bei vorschriftsmäßiger Anwendung der Herbizide zu erwarten ist; dieser Optimismus setzt voraus, daß der Boden als gesund bezeichnet werden kann. Strukturell geschädigte, mikrobiell inaktive oder humusarme Böden können über relativ lange Zeitspannen durch Herbizide geschädigt werden. In eigenen Versuchen blieb in einem solchen extremen Boden 7,5 kg/ha Aminotriazol AS 3¹/₂ Jahre nachweisbar. R a d e m a c h e r wird in seinem heutigen Referat über die schwerwiegende Frage von Dauer- und Nebenwirkungen nach langjähriger Anwendung von Herbiziden berichten. Über die Rückstände herbizider Wirkstoffe im Ernteprodukt liegen bereits zahlreiche Untersuchungen vor, die M a i e r - B o d e demnächst in Buchform veröffentlichen wird. Die von B e r a n (1964) angeschnittene Frage „Sind Giftwirkungen von Herbiziden zu befürchten?“ kann für die Mehrzahl der Wirkstoffe erfreulicherweise verneint werden. Es berührt uns vielleicht seltsam und es liegt nicht in meiner Absicht, die Frage der Warmblüter-Toxizität für Herbizide zu bagatellisieren, wenn ein Vergleich zu Stoffen gezogen wird, die Menschen häufig oder ständig mit der Nahrung aufnehmen. Nach M a i e r - B o d e (1965)

sind Allylsenföl (im Senf), Cumarin (als Waldmeisteraroma), Vanillin (in Schokolade und Puddings) und Menthol (in Pfefferminzbonbons) — von der LD 50 her gesehen — giftiger als die meisten Herbizide. Ob und mit welchen Rückständen der Herbizide im Gemüse, im Obst und landwirtschaftlichen Produkten gerechnet werden muß, wird M a i e r - B o d e heute in seinem Referat berichten.

Abschließend bitte ich um Nachsicht, daß mein Vortrag, dessen Thema unter dem Aspekt des heutigen Programms eingeschränkt wurde, so lückenhaft bleiben mußte, sowohl hinsichtlich der Diskussion angeschnittener Fragen als in der Auswahl der Einsatzgebiete von Herbiziden, denn außer Zuckerrüben fehlten noch die Anwendungsgebiete Kartoffeln, Obst- und Weinbau, Forstwirtschaft, Grünland, Futterpflanzenbau, Grabenentkrautung, Blumen und Zierpflanzen, Wege und Plätze. Das Gebiet der chemischen Unkrautbekämpfung kann heutzutage nur noch in Teilgebieten erschöpfend behandelt werden; hoffen wir, daß mit Hilfe gründlicher Forschung und in Kontakt mit möglichst vielen Wissenschaftlern des In- und Auslandes das Ziel des wirklichen Fortschrittes erreicht und gesichert wird.

S u m m a r y

The present state of chemical weed control in the areas of cultivated crops was given by asking all official institutions of German Plant Protection Service. These dates were compared with those from Great Britain. In cereals there was a good parallel in regard to wheat, barley and oat. The treated area in Germany extends to more than half of the whole, in some cases until 90 %. The question for real surplus-yields by applying herbicides in cereals must to be discussed. In some other crops the amount of chemical weed control is the following: sugar beet 70—90 %, maize 75—90 %, carrots 80—90 %.

Investigation to side-effects of herbicides seems to be one of the most important actual problems. One of them, the question of mutagenic action of TBA and its derivates may be answered negatively according to own experiments. Moreover baking-quality of treated cereals should be tested after application of new herbicidal substances.

Following parts of this lecture are concerning questions raised by the papers of the other authors referred this day.

L i t e r a t u r

- A u d u s , L. J., Herbicide behaviour in the soil. — The Physiology and Biochemistry of Herbicides. Acad. Press, London and New York 1964, 163—206.
- B e r a n , F., Sind Giftwirkungen von Herbiziden zu befürchten? — Pflanzenarzt, Wien, 17. 1964, 135—137.
- B r e m e r , H., und O r t h , H., Ergebnisse der im Jahre 1952 in der Deutschen Bundesrepublik von den Pflanzenschutzämtern der Länder durchgeführten Versuche zur Unkrautbekämpfung. — Verlag Kommentator, Frankfurt/M 1953, 1—23.
- D r e s s , H., Unkrautbekämpfung. — Gesunde Pflanzen, Sdr.H., 1952, 3.
- E b n e r , L., Über die Nebenwirkung verschiedener Harnstoff-Herbizide auf einige Pilzarten. — Ztschr. Pfl.krankh. 72. 1965, 344—350.
- E n g e l , H., Lassen sich Gesaprimschäden an den nach Mais folgenden Kulturen vermeiden? — Gesunde Pflanzen 15. 1963, 141—144.
- E v a n s , S. A., Herbicide use on cereals in Britain. — PANS (C) 12. 1966, 99—102.

- Fletcher, W. W., Herbicides and the bio-activity of the soil. — Vortrag, Onkruidtag Wageningen 1966, 1–6.
- Funderburk, H. H., et al., Photochemical decomposition of Diquat and Paraquat. — Weeds 14. 1966, 240–243.
- Grant, W. F., Report Ministry of Agriculture, Quebec, Kanada. Plant protection: weeds. — Rech. Agron. 1963, 20–21 (Ref.: Weed Abstracts 13. 1964 Nr. 1587).
- Grütte, Wegweiser durch die Unkrautbekämpfung 1966. — Hauptgenossenschaft, Hannover, 7. Aufl. 1966, 1–78.
- Hanf, M., Rentiert sich die chemische Unkrautbekämpfung in der Landwirtschaft, auf dem Grünland und im Gartenbau? — Gesunde Pflanzen 10. 1958, 193–200.
- Hlásková, A., Morphosen der Staubgefäße und die durch Einwirkung des Herbizids MCPA hervorgerufenen zytologischen Aberrationen bei der Gerste. — Biologia, Bratislavia, 19. 1964, 21–30 (Ref.: Landw. Zentralbl. 10. 1965 Nr. 1733).
- Hood, A. E. M. et al., The use of Paraquat as an alternative to ploughing. — Proc. 7th Brit. Weed Control Conf. 1964, 907–912.
- Jacob-Haupt, Wegweiser zur Auswahl chemischer Mittel. — Landw. Ztschr. Nord-Rheinprov. 133. 1966, 952–954.
- Jansen, L. L., Surfactant enhancement of herbicide entry. — Weeds 12. 1964, 251 bis 255.
- Köhler, E., Zusammenhänge zwischen der Behandlung von Pflanzen mit herbiziden Wuchsstoffen und ihrem Befall durch pathogene Pilze. — Diss. Landw. Hochschule Hohenheim 1955, 945.
- Küthe, K., Neue Möglichkeiten der Unkrautbekämpfung im Mais. — Gesunde Pflanzen 13. 1961, 100–107.
- Maes, E., und Stryckers, J., Der mögliche Einfluß von Herbiziden auf die Backqualität von Weizen. — Getreide, Mehl 16. 1966, 81–83.
- Maier-Bode, H., Rückstände von Schädlingsbekämpfungsmitteln in der Nahrung. Biologische Aspekte. — Ztschr. Präventivmed. 10. 1965, 285–294.
- Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, List of approved products 1966 for farmers and Growers. — 1966, 1–143.
- Orth, H., Ergebnisse von Nachwirkungsversuchen mit einigen Herbiziden. — Ztschr. Pfl.krankh., Sdr.H. II. 1963, 136–138.
- , Chemische Unkrautbekämpfung im Gartenbau. — Bayer. Landwirtschaftsverlag, München, 2. Aufl., 1965, 156 S.
- , Erfahrungen über Herbizide im Kohlanbau. — Ztschr. Pfl.krankh., Sdr.H. III. 1965, 305–307.
- Rademacher, B., Entwicklungslinien in der Unkrautbekämpfung. — Bayer. Landw. Jahrb. 40. 1963, 77–95.
- Ripper, W. E., Side effects of pesticides on plant growth. — Proc. 7th Brit. Weed Control Conf. 1964, 1040–1057.
- Schulze, E., Auftreten und Bekämpfung von Ackerfuchsschwanz und Windhalm. — Landw. Ztschr. Rheinland 133. 1966, 1977–1978.
- Selleck, G. W. et al., - N - isopropyl - alpha - chloroacetanilide, a new preemergence herbicide. — 2. Symp. EWRC 1965, 277–285.
- Sheets, T. J., and Harris, C. T., Herbicide residues in soil and their phytotoxicities to crops in rotations. — Residue Reviews 11. 1965, 119–140.
- Woodford, E. K., Weed control in arable crops. — Proc. 7th British Weed Control Conf. 1964, 944–962.

B. RADEMACHER,

Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule
Stuttgart-Hohenheim.

Beobachtungen in Dauerversuchen mit Unkräutern und Herbiziden

Die Tatsache, daß heute in der Bundesrepublik Deutschland jeder 2. Acker oder, was dasselbe ist, jeder Acker in jedem 2. Jahr mit Herbiziden behandelt wird, zwingt uns zu Untersuchungen über mögliche Folgen einer solchen Praxis.

Wir legten zu diesem Zweck in Hohenheim im Jahre 1956 zwei Versuche auf Ackerland und einen solchen in Gefäßen an. Ferner wurden in den Jahren 1947 und 1949 4 Grünlandversuche begonnen.

Über die bisherigen Teilergebnisse dieser Versuche nach 10–20jähriger Laufzeit soll kurz berichtet werden. Meinen Mitarbeitern, den Herren A. Resz, J. Rintelen und K. Hurler danke ich für ihre Mithilfe.

I. Dauer-Herbizid-Feldversuch mit Getreide

1. Erträge

Der Versuch läuft auf dem Lößlehm Boden unseres Versuchsfeldes in Hohenheim seit Herbst 1956, trug somit im Herbst 1966 die 10. Ernte. Die vier Getreidearten wechselten zehn Jahre lang miteinander ab in folgender Reihe: W.-Weizen, Hafer, W.-Roggen, S.-Gerste, Hafer, W.-Roggen, S.-Weizen, Hafer, S.-Weizen, Hafer. Folgende Herbizide bzw. Behandlungen wurden in jeweils vierfacher Wiederholung angewendet: MCPA, 2,4-D-Na, DNOC (als Raphatox), Kalkstickstoff, abwechselnde Anwendung oder „Rotation“ von MCPA, DNOC, Kalkstickstoff (jeweils in den vorgeschriebenen Normalmengen) sowie schließlich einmalige Nachaufaufgegge allein. Die Verunkrautung war anfangs schwach, wie früher auf dem gesamten Versuchsgelände, Wurzelunkräuter fehlten fast ganz. Tabelle 1 zeigt die Erträge nach zehnjähriger Bewirtschaftung und Behandlung. Die Parzellengröße beträgt 50 qm, die Zahl der Wiederholungen 4.

Tab. 1. Erträge des Dauerherbizid-Versuchs Hohenheim 1956–1966.

Behandlung	Dauerherbizid-Versuch Hohenheim					
	1956–1966				1966	
	Korn dz/ha	relativ %	Stroh dz/ha	relativ %	Korn relativ %	Stroh relativ %
Keine Unkrautbek.	36.8	100	65.9	100	100	100
MCPA	38.9	105	61.9	93	121	100
2,4-D	37.0	100	62.1	94	110	109
DNC	38.1	103	67.3	102	115	102
Kalkstickstoff	35.4	96	62.2	94	105	106
Herbiz. Rotat.	36.6	99	62.8	95	118	101
EGGEN	34.8	94	65.4	99	99	118

Die Erträge sind nach 10jährigem ausschließlichen Getreidebau und absichtlich mäßig gehaltener Düngung im ganzen abgesunken. Sichere Mehrerträge bei der

schwachen Verunkrautung wurden nur bei MCPA- und DNOC-Behandlung erzielt, bei den anderen Gruppen z. T. vor allem anfangs sogar Mindererträge. Zu diesen ist allerdings zu bemerken, daß Anwendung von Egge und Kalkstickstoff auf so kleinen Parzellen schwierig ist. In den letzten Jahren nahm die Verunkrautung in den Parzellen ohne Behandlung, aber auch bei Herbizidrotation, Kalkstickstoff und einmaligem Eggen, rasch zu. Zugleich sanken die Erträge stärker ab. Die Zahlen des 10. Jahres 1966 zeigen, wie mit zunehmender Verunkrautung in der unbehandelten Parzelle die relativen Erträge in den Herbizid-Parzellen gegenüber dem 10-Jahres-Durchschnitt rasch ansteigen.

Ergebnis: Bei schwacher Verunkrautung sollten zu Getreide nur Herbizide ohne mögliche Schädigung verwendet werden. Obwohl die Verunkrautung in den MCPA- und 2,4-D-Parzellen gleichmäßig gering war, wurden doch im ganzen Mindererträge bei 2,4-D in den ersten Jahren nicht vermieden, während die MCPA-Parzellen deutliche Mehrerträge erbrachten. In allen Parzellen ohne Wachststoffe vermehrten sich die Wurzelunkräuter, besonders *Rumex obtusifolius* L. Die sonstigen, sehr interessanten Veränderungen im Artenbestande können wegen der Kürze der Zeit nicht erörtert werden.

Interessant ist insbesondere, wie die Ertragsunterschiede, die zunächst gering waren, mit steigender Verunkrautung sich vergrößerten und wie die wirklich brauchbaren Mittel (vor allem MCPA und DNC), aber auch die Herbizidrotation im Kornertrag hervortreten (Tab. 1). In Abb. 1 sieht man ergänzend hierzu deutlich, wie MCPA in den ersten beiden Jahren noch keine ertragssteigernde Wirkung hat, wohl aber vom 3. Jahre ab infolge zunehmender Verunkrautung. Man hat, mit Ausnahme von 1966, den Eindruck, daß sich von 1960 ab in den unbehandelten Parzellen ein Gleichgewicht zwischen Verunkrautung und Getreideertrag

Getreide-Kornerträge im Dauerherbizid-Versuch 1957-1966

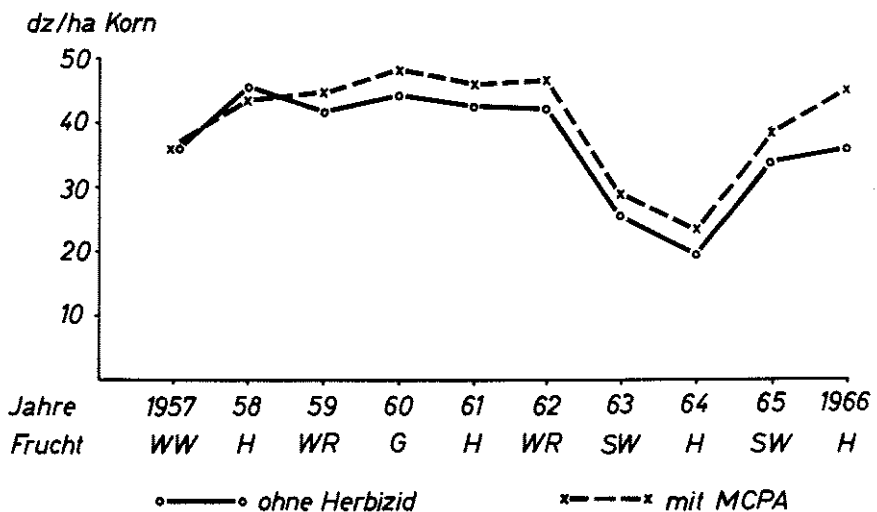


Abb. 1. Getreide-Kornerträge im Dauerherbizidversuch (MCPA-Parzellen) 1957-1966.

eingespielt hat. Es sind in Zukunft intensive Untersuchungen darüber nötig, bis zu welchem Grad Verunkrautung bzw. Samenbildung der Unkräuter noch toleriert werden können.

2. Es interessierte uns weiter die Veränderung der Mikroflora des Bodens bei wiederholter Herbizidanwendung im Dauerherbizid-Feldversuch mit Getreide

Im Herbst 1965 (nach der 9. Ernte) sowie im Mai 1966 (vor der 10. Ernte) wurden durch Bohrungen bis zu 20 cm Tiefe Bodenproben entnommen und zunächst quantitativ auf die Gesamtzahlen von Bakterien, Actinomyceten und Pilzen untersucht. Im Mai 1966 wurden die Probenahmen je vor der Behandlung sowie eine bis vier Wochen nach der Behandlung mit den verschiedenen Herbiziden durchgeführt. Die Ergebnisse bringt Abb. 2.

Im Ganzen vermittelten diese Untersuchungen den Eindruck, daß in einer Bohrtiefe bis 5 bzw. bis 20 cm vor der ersten Behandlung im Mai die Zahl der Bakterien, Actinomyceten und Pilze in allen 9 Jahre hindurch mit Herbiziden behandelten Teilstücken etwas geringer war als in den gänzlich unbehandelten (Abb. 2). Das gilt hinsichtlich der Pilze auch für das unbehandelte, aber geggte Teilstück. Am geringsten war diese Drückung der Mikroorganismen in den MCPA-Parzellen, welche die geringste Verunkrautung aufwies und mit der Gesamtheit der Korn- und Stroherträge an der Spitze aller Versuchsglieder liegt. Bemerkenswert war, daß auch Kalkstickstoffbehandlung eine ganz leichte Drückung der Bodenorganismenzahlen aufwies.

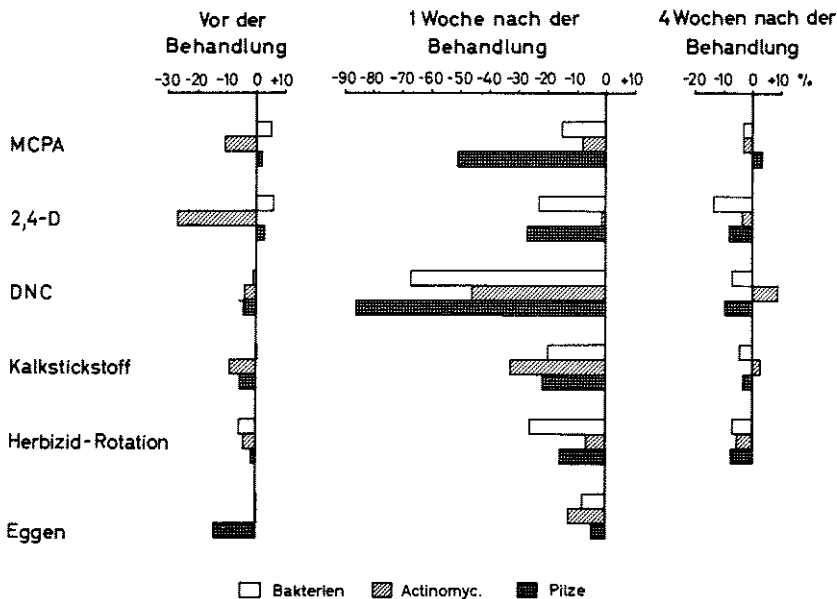


Abb. 2. Prozentuale Abweichung der Mikroorganismenzahlen in den mit Herbiziden behandelten Parzellen (= senkrechte σ -Linie) nach 10 Jahre hindurch wiederholter Normal-Anwendung.

Es wäre aber wahrscheinlich ein Trugschluß, diese leichte Verringerung der Bodenorganismenzahlen bei Anwendung von Herbiziden, Kalkstickstoff und Eggen einer direkten Wirkung dieser Behandlungen zuzuschreiben. Man darf nämlich nicht vergessen, daß die starke Verunkrautung der unbehandelten Parzellen mit vielerlei Pflanzenarten und hohen Ernteresten den Bodenorganismen wahrscheinlich reichere und vielfältigere Nahrung bot, als sie in den geringer oder gar nicht verunkrauteten, behandelten Parzellen vorfanden. Es kommt hinzu, daß bei stärkerer Verunkrautung und damit Beschattung infolge Bodenbedeckung das Mikroklima für die Bodenorganismen günstiger wird.

Die Behandlung im Mai 1966 vor der 10. Ernte wirkte sich zunächst auf alle drei Mikroorganismengruppen bei allen Behandlungen, auch beim Eggen, merkbar negativ aus, weitaus am stärksten bei DNOC. Schon nach einer Woche aber waren die Schädigungen deutlich zurückgegangen und hatten sich schon nach der 3. bis 4. Woche auf dem Stand vor der Anwendung normalisiert, also mit leichter allgemeiner Verringerung der Organismenzahlen um etwa 5 % in den behandelten Parzellen gegenüber der stark verunkrauteten Kontrolle.

Qualitative Untersuchungen der Bodenorganismen konnten ebenso wie solche der Bodentiere noch nicht durchgeführt werden, sind aber inzwischen eingeleitet.

II. Einfluß der Verunkrautung auf die Fruchtfolgekrankheiten

Bei stärkerer Verunkrautung sind unsere Kulturpflanzenbestände gar keine Monokulturen, sondern Pflanzengesellschaften mit einer Kulturpflanze und etwa 20–40 verschiedenen Unkrautarten. Entfernt man aber das Unkraut, so werden sie automatisch zu wirklichen Monokulturen. Es taucht daher die Frage auf, ob eine mit den heutigen Mitteln mögliche perfekte Unkrautbekämpfung nicht neue Gefahren durch die geschaffenen Monokulturen heraufbeschwört.

Einen Beitrag zur Klärung dieser Fragen erwarteten wir von dem eben beschriebenen Dauer-Herbizidversuch zu Getreide, sowie von je einem jetzt ebenfalls 10 Jahre laufenden Monokultur-Verunkrautungs-Feldversuch und einem parallel dazu laufenden Gefäßversuch (Tab. 2).

Tab. 2. Fördern durch Herbizidanwendung entstandene Monokulturen die Fruchtfolgekrankheiten?

Versuch	Früchte	Haupterreger	Anteil gesunder bzw. Zahl überlebender Pflanzen	
			mit Unkraut	ohne Unkraut
I. Feldversuch seit 1956	W-Weizen	<i>Cercospora herpotrichoides</i> ²⁾	8 %	38 %
	Erbsen	<i>Ascochyta pisi</i>	234 ¹⁾	288 ¹⁾
	Lein	<i>Fusarium oxysporum</i>	keine visuellen Unterschiede	
II. Gefäßversuch seit 1956	Erbsen	<i>Mycosphaerella pinodes</i>	63,2	49,3
	Lein	<i>Fusarium oxysporum</i>	69,4	57,9

¹⁾ Individuen je Zählfläche.

²⁾ Befall mit *Ophiobolus graminis* war zu gering, als daß Schlüsse aus seinem Vorkommen hätten gezogen werden können.

In beiden Versuchen wurde in einem Teil der Versuchsglieder das Unkraut belassen, im anderen Teil wurde es mit Hand entfernt. Tab. 2 zeigt die Ergebnisse im 10. Versuchsjahr 1966.

In dem Feldversuch (I) wurde das Vorkommen von Fußkrankheitserregern bei W-Weizen, Erbsen und Lein studiert, im Gefäßversuch (II) nur dasjenige bei Erbsen und Lein. Die Auszählung des W-Weizens auf Befall mit *Cercospora herpotrichoides*, an der freundlicherweise auch H. Bockmann beteiligt war, ergab in den verunkrauteten Parzellen einen deutlich geringeren Anteil gesunder Weizenpflanzen und entsprechend stärkeres Lager als in den vom Unkraut befreiten Parzellen. Von einer Verstärkung der Halmbruchkrankheit in den unkrautfreien Parzellen konnte also keine Rede sein. Der verstärkte *Cercospora*-Befall mit entsprechendem Lager in den verunkrauteten Teilstücken dürfte auf Änderung des Kleinklimas unter der starken Verunkrautung (April–Mai *Ranunculus arvensis*, Juli–August *Vicia*-Arten) zurückgehen.

Bei den Erbsen war die Zahl der überlebenden, weniger stark befallenen Pflanzen in den Unkraut-freien Parzellen ebenfalls, wenn auch wenig, größer. Beim Lein konnten visuelle Unterschiede nicht festgestellt werden.

Überraschenderweise verhielten sich im Gefäßversuch die Erbsen- und Leinpflanzen gerade umgekehrt: Bei beiden war die Zahl der überlebenden Pflanzen in den verunkrauteten Gefäßen deutlich höher als in den hier völlig unkrautfreien. Allerdings waren die Erbsen und vor allem der Lein in den verunkrauteten Gefäßen durch die Konkurrenz der Unkräuter so im Wuchs gedrückt, daß sie nur wenig Infektionsmaterial für das jeweils nächste Jahr liefern konnten. Auch die Tatsache, daß bei Erbsen nicht die gleichen Haupterreger in den beiden Versuchen vorlagen und daß im dichten Feldbestand im Vergleich zu den freistehenden Mischerlichgefäßen ganz anderes Kleinklima herrschte, müssen wohl berücksichtigt werden (Rademacher 1966).

Die Frage, ob eine restlose Entfernung der Unkräuter im Bestand und damit die Schaffung reiner Monokulturen das Auftreten von „Fußkrankheiten“ begünstigt, konnte nicht eindeutig geklärt werden. Die Versuche werden fortgesetzt. Auf jeden Fall stützen die bisherigen Versuche die Befürchtung nicht, daß eine völlige Ausmerzungen der Unkräuter in jedem Fall zu erhöhtem Auftreten von Fruchtfolgekrankheiten führen müßte. Zahlreiche Beobachtungen auf gut bewirtschafteten Löss-, Schwarzerde- und jungen Marschböden bestätigen dies auch.

III. Auswirkungen jahrelanger Herbizidanwendung auf Grünland

Wir wissen heute, daß eine chemische Unkrautbekämpfung in Grünland nur in ganz bestimmten Fällen in Frage kommt (Hanf 1953, Rademacher 1953 und viele jüngere Arbeiten). Trotzdem ist es vielleicht interessant, die Ergebnisse eines 1947 begonnenen, also 20jährigen Herbizidversuchs mit 2,4-D-Natriumsalz (jeweils 2000 l/ha einer 0,1 bzw. 0,5 %igen Lösung) in einer Talwiese bei Hohenheim mit 13maliger Behandlung zur Kenntnis zu bringen:

1. Veränderungen der Artenzusammensetzung im Laufe von 1947–1963 nach 13maliger Anwendung von 2,4-DNa

Nach mehrfachen Voruntersuchungen ergab die entscheidende pflanzensoziologische Endaufnahme unter Mitwirkung von H. Freytag folgendes:

- a) Von den ursprünglich und jetzt noch in den Kontrollflächen mit weniger als 0,5 % Bedeckung vorkommenden Arten überlebte in den behandelten Parzellen keine.
- b) Außerdem wurden folgende Arten total ausgemerzt:
Colchicum autumnale L., *Taraxacum officinale* Web., *Geranium pratense* L.,
Lysimachia nummularia L., *Filipendula ulmaria* L., *Cerastium caespitosum* L.,
Cirsium oleraceum Mill., *Leontodon hispidum* L., *Ajuga reptans* L., *Knautia
arvensis* L., *Chrysanthemum leucanthemum* L., *Vicia sepium* L., *Lathyrus pra-
tensis* L.
- c) Folgende Arten überlebten die langjährige 2,4-D-Behandlung:
- unter Reduzierung: *Galium mollugo* L.
es blieben im Bestand etwa gleich: *Anthriscus silvestris* L.,
Veronica chamaedrys L.
es erhöhten ihren Flächenanteil: *Ranunculus acer* L.,
Aegopodium podagraria L.
- d) Der absolute und relative Artenbestand bei den Gräsern hat sich nicht entscheidend geändert.

Überlebend waren vor allem folgende Gräser: *Dactylis glomerata* L., *Poa trivialis* L., *Festuca rubra* L., *Agropyron repens* L. Aber auch die Gräser haben gelitten. Der Bestand aller Wiesenpflanzen ist im Ganzen geringer und schütterter als auf den unbehandelten Parzellen, so daß auch der Boden nicht mehr vollständig bedeckt und der Ertrag stark verringert ist.

Unter Berücksichtigung der nur vereinzelt vorkommenden Arten und unter Aufrundung und Berichtigung der Zahlen ergab die Aufnahme 1963 nach 13maliger 2,4-D-Behandlung folgendes Verhältnis:

	unbehandelt	mit 2,4-D-Behandl.
Gräser	40 %	80 %
<i>Colchicum autumnale</i> L.	10 %	—
Dikotyle	50 %	20 %

2. Frage der Bildung von 2,4-D-resistenten Rassen der behandelten Pflanzenarten

Nach 19jähriger Laufzeit des Versuchs glaubten wir im vergangenen Jahr die Suche nach resistenten Rassen bei den überlebenden dikotylen Arten aufgreifen zu dürfen. Aus Fruchtständen überlebender Exemplare von *Anthriscus silvestris* und *Ranunculus acer* wurden Samen gesammelt und im Vegetationshaus angezogen. Dabei interessierte uns insbesondere *Anthriscus silvestris*, der in den ersten Jahren stark zurückgedrängt war, sich aber in den letzten Jahren auffällig erholt hatte. Die eigentlichen Resistenzversuche werden erst beginnen. Dagegen stießen wir auf die interessante Tatsache, daß die aus den 13mal behandelten Parzellen gewonnenen Kerbelpflanzen fast sämtlich von *Erysiphe umbelliferarum* de Bary befallen waren, die aus den Kontrollparzellen dagegen nur vereinzelt. Es wird zu untersuchen sein, ob hier eine Resistenz gegen 2,4-D und eine Koppelung dieser Resistenz mit Mehltau-Anfälligkeit vorliegt.

3. Frage der Persistenz von 2,4-D-Natrium im Wiesenboden

Nach Ermittlungen von K. Hurle an unserem Institut mit Hilfe des Kressetestes fanden sich ein Jahr nach 13jähriger Anwendung mit fünffach überhöhten 2,4-D-Gaben (10 kg/ha je Jahr) keine meßbaren Rückstände mehr im Wiesenboden bis zu 15 cm Tiefe.

Im Mikroorganismenbestand ergaben sich nach Untersuchungen von A. Resz an unserem Institut folgende Veränderungen in dem 13mal innerhalb von 20 Jahren seit 1947 mit 2,4-D-Na-Salz behandelten Wiesenboden (Tab. 3):

Tab. 3. Mikroorganismenbesatz in Wiesenboden ohne und mit 13maliger
2,4-D-Behandlung
(Keime je g Trockenboden in Millionen)

Versuchs- glied Nr.	Behand- lung	Bact.	rel.	Actinom.	rel.	Pilze	rel.
4	Kontr.	32,578		4,353		0,162	
18	Kontr.	28,556	100	3,985	100	0,135	100
5	0,1 ‰ 2,4-D ¹⁾	27,922		4,642		0,140	
19	0,5 ‰ 2,4-D ¹⁾	23,333	83,7	4,293	107,2	0,139	86,6

Ergebnis: Die Zahlen der Bakterien in den behandelten Versuchsgliedern sind deutlich um etwa 12 ‰ vermindert; die Zahlen der Actinomycceten sind leicht erhöht; die Zahlen für Pilze lassen keine klare Linie erkennen.

Wenn man bedenkt, daß der Pflanzenbestand auf den 13 Jahre lang mit 2,4-D behandelten Parzellen sehr schütter war, lassen sich keine Dauerschädigungen der drei Mikroorganismengruppen erkennen.

Bei der Interpretation dieser Zahlen muß nämlich bedacht werden, daß in den 13mal z. Teil mit hohen Überdosen behandelten Versuchsgliedern die Gesamtvegetation seit Jahren schwer geschädigt und damit auch der Anfall an Nahrung für die Mikroorganismen stark vermindert war. Eine unmittelbare Schädigung der Mikroorganismen ist unter Berücksichtigung der sonstigen Erfahrungen kaum anzunehmen.

Langjährige Versuche sind gerade für das Studium der Dauer- und Nebenwirkungen von Herbiziden wichtig. Ungeachtet der bekannten Schwierigkeiten solcher Versuche möchte ich doch zum Schluß folgende Empfehlungen geben:

1. Wir sollten viel mehr Dauerversuche mit Herbiziden anlegen, die gar nicht jedes Jahr ausgewertet zu werden brauchen.
2. In einem Teil unserer Fruchtfolgeversuche sollten die Unkräuter nicht entfernt, sondern stehen gelassen werden, damit wir die negativen und vielleicht

¹⁾ 2000 l/ha

- auch positiven Auswirkungen der begleitenden Wildarten (Unkräuter) besser kennen lernen können.
3. Auf den wichtigsten Böden sollte auf staatseigenen oder langfristig gepachteten Flächen die bodenständige Unkrautflora durch Verzicht auf Herbizidanwendung zu späteren Studien erhalten werden. Dazu ist es jetzt schon höchste Zeit!

Z u s a m m e n f a s s u n g

Es werden mehrere langjährige Freiland- und Gefäßversuche mit Kulturpflanzen, Unkräutern und Herbiziden in verschiedenen Richtungen ausgewertet. In einem 10jährigen Feldversuch mit ausschließlicher Getreidefolge werden 5 Herbizide bzw. Herbizidkombinationen in ihrer Wirkung auf das Getreide, die Unkräuter und die Mikroflora des Bodens untersucht. Nur MCPA und DNOC verursachen gar keine Getreideschäden. Erst mit steigender Verunkrautung erbrachten alle Herbizide auch Ertragserhöhungen. Eine augenblickliche Dezimierung der Bodenorganismen-Zahlen wird schnell überwunden, zurück bleibt eine allgemeine leichte Drückung um etwa 5 % in den behandelten Parzellen, vermutlich weil dort die Einbringung der Unkräuter-Reste in den Boden fehlt.

Untersuchungen darüber, ob „Fußkrankheiten“ in Mischkultur mit Unkräutern oder in unkrautfreier „Monokultur“ von Weizen, Erbsen und Lein verstärkt oder geringer auftreten, ergaben kein einheitliches Bild. In einem 10jährigen Feldversuch traten *Cercospora herpotrichoides* in W-Weizen und *Ascochyta pisi* fäßen schwächer auf als in den jeweiligen „Monokulturen“ ohne Unkräuter. Eine allgemeine größere Gefährdung der Kulturen durch Fußkrankheitserreger bei Ausmerzungen des Unkrauts konnte somit nicht festgestellt werden.

Im Grünland führte eine 13malige Behandlung innerhalb 17 Jahren mit stark überhöhten Gaben bis zu 10 kg/ha 2,4-D-Na jährlich zu einer völligen Ausmerzungen der Dikotylen bis auf *Galium mollugo*, *Anthriscus silvestris*, *Veronica chamaedrys*, *Ranunculus acer*, *Aegopodium podagraria*. Auch die Gräser litten, doch stieg deren Massenanteil von ursprünglich 40 auf 80 % in den 2,4-D-Parzellen. Wuchsstoffrückstände im Boden konnten 3 Jahre nach der letzten Behandlung nicht mehr nachgewiesen werden, doch hatte sich die natürliche Pflanzengesellschaft noch nicht wieder regeneriert.

S u m m a r y

A number of long-term field and pot experiments involving crop plants, weeds and herbicides with various objectives were evaluated. The effects of five herbicides and herbicide combinations on cereals, weeds and soil microflora were studied in a ten-year field trial. Only MCPA and DNOC did not cause any damage to the cereals. All the herbicides also increased the crop yields only when the plots were increasingly infested with weeds. A momentary drastic reduction in the number of soil organisms was rapidly overcome and only a general slight depression of about 5 % persisted in the treated plots possibly due to the absence of weeds.

Experiments, designed to investigate whether the incidence of foot rot diseases in wheat, peas and linseed increases or decreases in mixed culture with weed or in monoculture could not be uniformly clarified. Incidence of *Cercospora herpotrichoides* in winter wheat and that of *Ascochyta pisi* in peas increased in the

weed-infested plots in a ten-year field trial. On the other hand, the weedy pots had lower incidence of *Mycosphaerella pinodes* in peas and of *Fusarium oxysporum* in linseed in comparison with monoculture without weeds in pot experiments. A greater danger of the crop plants in general from the causal organisms of foot rot diseases as a result of weed elimination could not, therefore, be established.

Application of high doses of 2,4-D-Na up to an annual dose of 10 kg/ha as frequent as 13 times in 17 years led to complete eradication of dicots with the exception of *Galium mollugo*, *Anthriscus sylvestris*, *Veronica chamaedris*, *Ranunculus acer* and *Aegopodium podagraria*. The grasses also suffered, although their proportion in the 2,4-D-treated plots rose from an original of 40 % to 80 %. Residues of growth regulators in soil could no longer be detected 3 years after the last treatment. The natural plant community, however, failed to regenerate itself.

L i t e r a t u r

- H a n f, M., Der Einfluß der Unkrautbekämpfung mit Wuchsstoff auf den Pflanzenbestand des Grünlandes. — Ztschr. Pfl.bau, -schutz 4. 1953, 1—26.
- , Bestandsänderung im Grünland durch wuchsstoffhaltige Unkrautbekämpfungsmittel. — Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem, H. 75. 1953, 109—114.
- R a d e m a c h e r, B., Über die Auswirkungen einer Behandlung mit 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D) auf dem Grünland unter besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung gegen die Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale* L.). — Ztschr. Acker-, Pfl.bau 96. 1953, 415—456.
- , Das Verhalten der wichtigsten Grünlandpflanzen gegen herbizide Wuchsstoffe. — Ztschr. Acker-, Pfl.bau 97. 1953, 1—34.
- , Wirkt Unkrautbesatz hemmend auf das Auftreten von Fruchtfolgekrankheiten? Vorläufige Mitteilung. — Ztschr. Pfl.krankh. 73. 1966, 40—46.
- , Unkrautbekämpfung in getreidereichen Betrieben als Problem der Bodenfruchtbarkeit. — Landw. Forschung Sdr. H. 20. 1966, 21—38.

D i s k u s s i o n

W a g n e r: *Anthriscus sylvestris* ist mit 2,4-D — nach eigenen jahrelangen Versuchen — nicht bekämpfbar. Ein widerstandsfähiger Biotyp dürfte daher nicht vorliegen.

Selektionsmittel wie z. B. 2,4-D sind im Grünland bei Mischverunkrautungen bedenklich. Da nur die empfindlichen Kräuter abgetötet werden, nehmen die unempfindlichen den freigemachten Platz ein. Es erfolgt eine Verschiebung der Krautflora.

R a d e m a c h e r: Die Versuche sind 1947 eingeleitet worden, damals kannte man praktisch nur das 2,4-D, und sie sollten ja auch nicht dazu da sein, um nun mögliche Bekämpfungsverfahren im Grünland auszuarbeiten. Das ist überhaupt die Schwierigkeit bei langfristig geplanten Versuchen, daß man dann an die Mittel gebunden ist, die vielleicht in 10 oder 20 Jahren gar nicht mehr interessant sind.

O r t h: Nachwirkungsversuche mit langjähriger Dauer, ein Vorschlag von Prof. R a d e m a c h e r, müßten auf verschiedenen Bodenarten angelegt werden. Ein eigener Versuch steht seit 1959 auf dem Versuchsfeld Fischenich. Dort ist bisher keine entscheidende Schädigung trotz Vernachlässigung (Düngung, Bearbeitung des Bodens) eingetreten. Allerdings bei Bodenwertzahl 94, 5,5 % Humus, Lößlehm.

R a d e m a c h e r: Die Schwierigkeit ist bei solchen langjährigen Versuchen die Auswertung in jedem Jahr und daran scheitern die meisten, weil es einfach zuviel wird. Aber bei bestimmten Fragestellungen kann man es tatsächlich so machen, daß man nur jedes 5. oder jedes 10. Jahr die Auswertung vornimmt.

M. HANF und J. JUNG,

Landw. Versuchsstation Limburgerhof der BASF.

Einfluß verschiedener Bodeneigenschaften und der Feuchtigkeit auf die Wirkung von Harnstoffderivaten zur Ungrasbekämpfung in Wintergetreide

Eines der wichtigsten Probleme der Herbizidanwendung im Getreidebau ist die Bekämpfung der Ungräser, vor allem Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*), Flughafener (*Avena fatua*) und Windhalm (*Apera spica venti*). Die Thiocarbamate Diallat und Triallat haben hier schon eine breite Anwendung in der Praxis gefunden.

Im Wintergetreide wünscht man aber Mittel, die es ermöglichen, im Frühjahr im aufgelaufenen Bestand Unkräuter und Ungräser gleichzeitig zu beseitigen. Schon seit langem bedient man sich hier mit wechselndem Erfolg des Kalkstickstoffes. Triazine und Harnstoffderivate sind in der Erprobung und auch schon teilweise im praktischen Einsatz.

Versuchspräparate und bisherige Erfolge

Im Laufe der letzten Jahre wurden auf der Landwirtschaftlichen Versuchstation und bei den Landwirtschaftlichen Beratungsstellen der BASF eine Reihe von Harnstoffderivaten erprobt. In den Praxisversuchen kamen zur Anwendung:

BAS 0610 H = N-Cyclooctyl-N'-dimethyl-harnstoff = Cycluron (OMU)
(H 61)

BAS 0940 H = N-Phenyl-N'-methyl-N'-methoxy-harnstoff (H 94)

BAS 0951 H = N-(p-Chlorphenyl)-N'-methyl-N'-isobutinyln-harnstoff =
Buturon (H 95-1)

Die Mischungen

BAS 1370 H = „Methoxy-harnstoff“ (H 94) + Buturon (H 95)

BAS 1500 H = „Methoxy-harnstoff“ (H 94) + Cycluron (H 61)

BAS 1490 H = Buturon (H 95) + Cycluron (H 61)

Alle Mittel wurden als Spritzpulver mit 50 % Wirkstoff formuliert. Die Wirkstoffe H 61 und H 94 wurden allein in größerem Umfange nicht eingesetzt, weil die Breitenwirkung und die Selektivität für Getreide nicht ausreichten. Bereits in den ersten Jahren schieden die Versuchsprodukte H 137 und H 150 aus, da der darin enthaltene „Methoxy-harnstoff“ eine zu große Aggressivität auf das Getreide zeigte.

Die Auswertung der zu verschiedenen Zeiten im Herbst, während des Winters und im zeitigen Frühjahr angelegten Versuche ließ als günstigsten Zeitpunkt das zeitige Frühjahr nach Wiederergrünen des Getreides erkennen.

Die weiteren Versuche führten dann zu der Erkenntnis, daß der Winterroggen gegenüber 0951 H und 1490 H besonders empfindlich ist und daher aus weiteren Versuchen und der Praxisempfehlung auszunehmen ist. Über die Ergebnisse zu

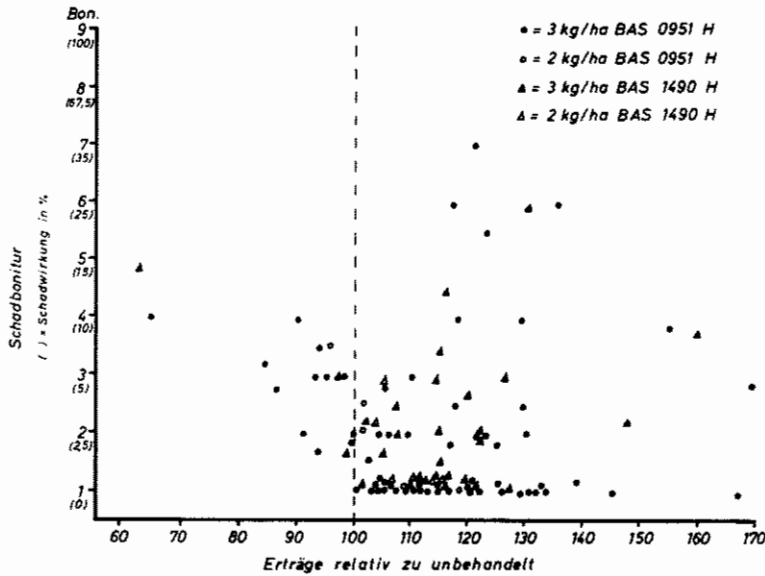


Abb. 1. Beziehung zwischen Bonitierung des Winterweizens und Ertrag (unbehandelt = 100)

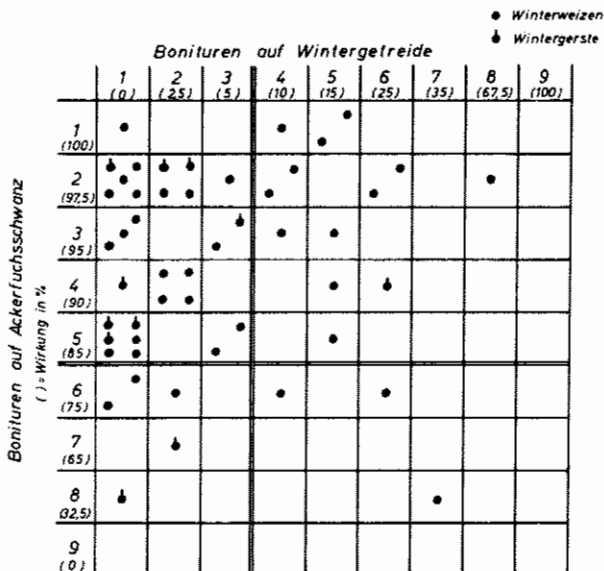


Abb. 2. Beziehung zwischen der Einwirkung von BAS 0951 H auf Wintergetreide und Wirkung auf Ackerfuchsschwanz.

Winterweizen und Wintergerste wurde von *Beinhauer* u. a. auf der Unkrauttagung in Hohenheim (1965) berichtet. Dabei ergab sich, daß eine gewisse Abhängigkeit von Boden und Feuchtigkeit sowohl in der Ungraswirkung als auch in der Getreideverträglichkeit bestand. Bei einer nochmaligen Zusammenstellung aller 167 Versuche mit BAS 0951 H konnte dies bestätigt werden. Hierauf soll aber in diesem Zusammenhang nicht näher eingegangen werden.

Die bei der Zusammenfassung einer großen Zahl von Versuchen anfallenden Durchschnittswerte können nur einen gewissen Anhalt für die Beziehungen zwischen Boden und Wirkung geben. Es zeigt sich aber immer wieder, daß die Streuung überaus groß ist und daß eine ganze Reihe von Faktoren für das Ergebnis der Behandlung verantwortlich sein muß. Eine befriedigende Anwendung ist aber nur dann möglich, wenn die ungünstigen Faktoren bekannt sind und wenn möglich ausgeschaltet werden können.

Bei den Auswertungen der Versuche ergaben sich außerdem die interessanten Tatsachen, daß zwischen „Schadbonitierung“ des Getreides und „Ertrag“ sowie zwischen Wirkung auf Ackerfuchsschwanz und Wirkung auf Getreide keinerlei Beziehungen zu bestehen scheinen (vgl. Abb. 1 und 2).

Auswertung der Versuche 1966

Wirkung der Harnstoffderivate auf Getreide

Die Versuche des Jahres 1966 hatten zum Ziel, mehr Klarheit über die wirkungsbestimmenden Faktoren zu verschaffen. Neben der üblichen Auswertung durch Auszählung und Bonitierung wurden von zahlreichen Versuchsflächen Bodenproben entnommen (73 aus Winterweizen und 21 aus Wintergerste) und auf folgende Eigenschaften untersucht:

- Abschlämbbare Teile (Textur)
- Sorptionskapazität (T-Wert)
- Humusgehalt
- Wasserkapazität
- pH-Wert

Die Untersuchung dieser Faktoren wurde gewählt, da aus der Literatur bekannt ist, daß sie bei bestimmten Bodenherbiziden die Wirkung mehr oder weniger stark beeinflussen. Allerdings sprechen die einzelnen Herbizidwirkstoffe sehr verschieden an.

Die erste Sichtung der Ergebnisse ließ zwischen den verschiedenen Bodeneigenschaften und den bonitierten Getreideschäden keinerlei allgemeine Beziehungen erkennen. Die in Abb. 3 sichtbare starke Streuung im Falle der „abschlämbbaren Teilchen“ war auch bei den anderen untersuchten Faktoren in ähnlicher Weise festzustellen. Aus den vorliegenden Zahlen war lediglich zu entnehmen, daß die Verträglichkeit für das Buturon-Präparat (BAS 0951 H) günstiger war als für die Mischung mit Cycluron (BAS 0149 H). Möglicherweise hängt dies mit der größeren Wasserlöslichkeit des Cycluron zusammen, was allerdings noch näher untersucht werden muß.

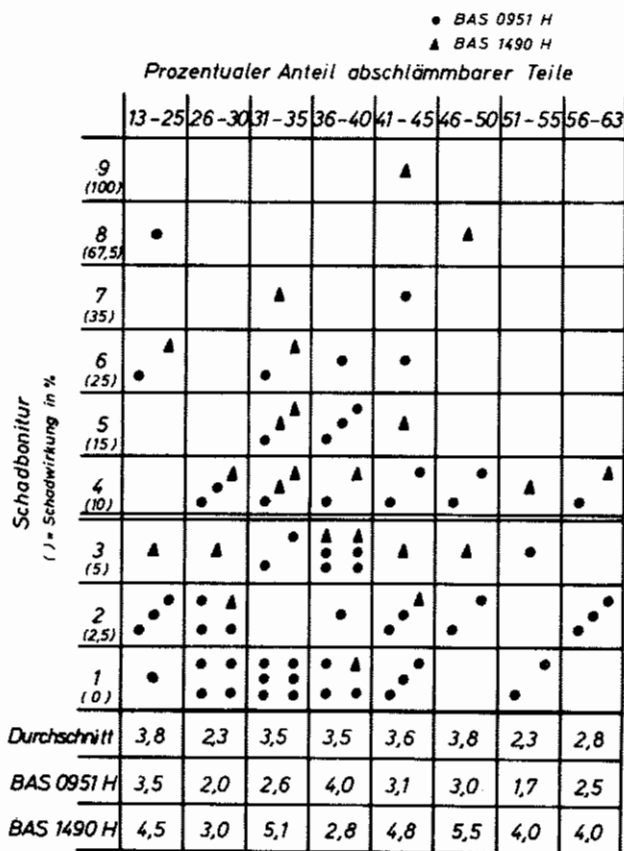


Abb. 3. Beziehung zwischen „Abschlämmbaren Teilen“ und Wirkung von Harnstoffderivaten auf Winterweizen. In den unteren Reihen die sich aus den eingetragenen Werten errechnenden Durchschnittsbonituren.

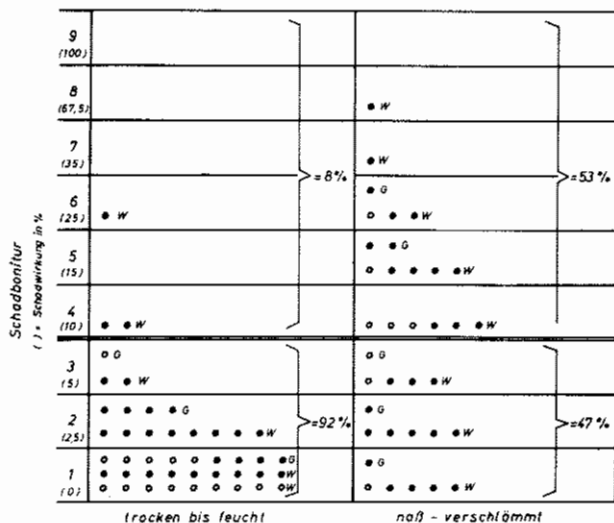


Abb. 4. Bodenfeuchtigkeit und Wirkung von BAS 0951 H auf Winterweizen (W) und Wintergerste (G)
○ = 2 kg/ha
● = 3 kg/ha

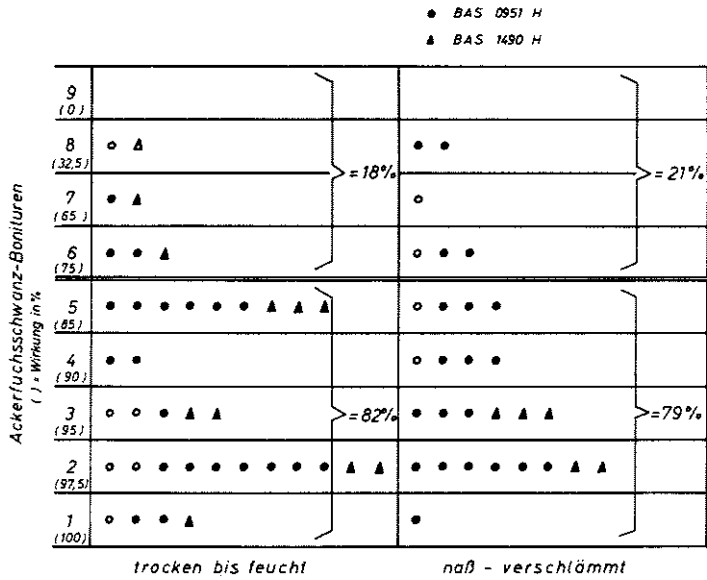


Abb. 5. Bodenfeuchtigkeit und Wirkung der Harnstoffderivate auf Ackerfuchsschwanz.

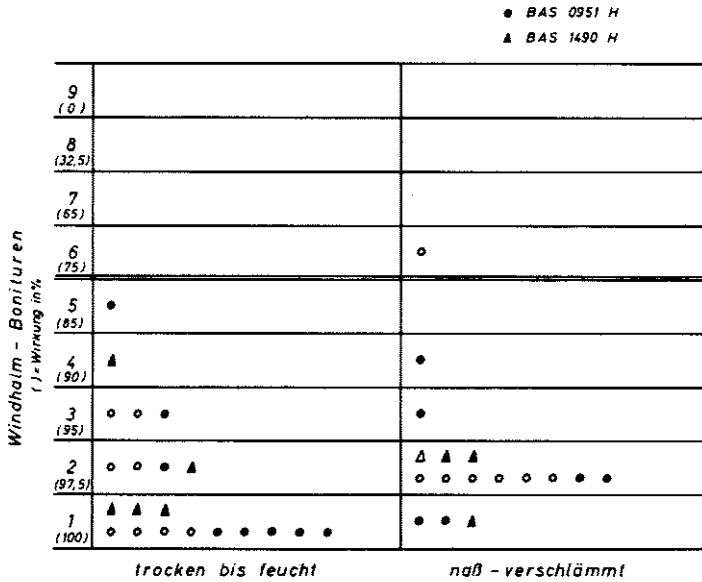


Abb. 6. Bodenfeuchtigkeit und Wirkung der Harnstoffderivate auf Windhalm.

Beim weiteren Studium der Versuchsberichte ergab sich dann aber ein Hinweis auf gewisse Zusammenhänge. Die Anwendung auf sehr nassen und vor allem verschlämmten Böden führte wesentlich häufiger zu Schäden als die Anwendung auf trockeneren oder normal feuchten Flächen (vgl. Abb. 4). Während in den „nassen

und verschlammten“ Böden 53 % der Versuche stärkere Schäden aufwiesen, waren es auf den normal feuchten bzw. „trockenen“ Flächen nur 8 %. Die Auswertung dieser letzteren Versuche zeigte dann, daß stärkere Nachtfröste unmittelbar nach der Behandlung „das Getreide empfindlicher gemacht hatten“ und somit die Schäden auch unter den günstigeren Wasserverhältnissen erklärbar sind. Die Abhängigkeit der Reaktion der Wintergerste und des Winterweizens bei unterschiedlicher Bodenfeuchtigkeit dürfte hier sicherlich nicht auf einer Beeinflussung der Herbizide durch Bodenfaktoren beruhen, sondern dürfte eher auf eine Erhöhung der Empfindlichkeit der Kulturpflanzen durch die ungünstigen Nässeverhältnisse zurückzuführen sein. Sortenunterschiede konnten übrigens nicht festgestellt werden.

Wirkung auf Ungräser

Wie bereits erwähnt, scheinen keine klaren Beziehungen zwischen Ungraswirkung und Wirkung auf Getreide unter den verschiedenen Bedingungen zu bestehen. Man hätte annehmen sollen, daß — analog zum Getreide — auf den nassen Böden eine allgemein bessere Wirkung auf Ackerfuchsschwanz und Windhalm zu verzeichnen wäre als auf den weniger nassen. Dies ist aber offensichtlich nicht der Fall, wie aus den Abb. 5 und 6 hervorgeht. Bemerkenswert ist hierbei, daß der Windhalm im allgemeinen ausgezeichnet mit den hier erprobten Harnstoffderivaten bekämpfbar ist. Die wenigen schlecht bonitierten Versuche lagen alle auf Böden mit höherem Humusgehalt (über 3 %).

Diese Feststellung weist schon darauf hin, daß bei der Wirkung auf die Ungräser eine wesentlich deutlichere Beziehung zu den Bodeneigenschaften besteht als dies beim Getreide der Fall ist. Die näheren Untersuchungen bei Ackerfuchsschwanz ergaben dann folgende Bodenabhängigkeiten:

- je höher der Anteil an abschlämbbaren Teilchen,
- je größer der Humusanteil und
- je höher die Sorptionskapazität,

um so mäßiger ist der Bekämpfungserfolg (siehe Tabellen 1 und 2).

Tab. 1. Durchschnittliche Werte der Sorptionskapazität und des Humusgehaltes in den verschiedenen Bonitierungsgruppen der Ackerfuchsschwanz-Wirkung

	Bonitierungsgruppen		
	1+2	3—5	6—9
Sorptionskapazität	11,7	13,0	15,4
Humus in %	2,1	2,5	2,9

Tab. 2. Durchschnittliche Bonitierung der Ackerfuchsschwanz-Wirkung bei verschiedenem Prozentsatz an abschlämbbaren Teilchen

Abschlämbbare Teilchen	Durchschnittliche Bonitierung
unter 30 %	3,1
30—39 %	3,4
40—49 %	4,8
über 49 %	5,3

Die in den Tabellen angegebenen Durchschnittswerte zeigen eine deutliche Tendenz. Die geringen Differenzen deuten allerdings an, daß die Streuungen in jeder Gruppe noch groß sind und die Durchschnittswerte sich dadurch annähern. Selbstverständlich werden die überaus unterschiedlichen Kombinationen zwischen den einzelnen Bodeneigenschaften verstärkend oder abschwächend wirken. Diese Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Bodenfaktoren und den Witterungsfaktoren sind schwer zu erfassen. Die Analyse der Versuche hat aber doch ergeben, daß die Wirkung der Harnstoffderivate auf die Ungräser — insbesondere Ackerfuchsschwanz — direkt von bestimmten Bodenfaktoren beeinflußt wird, wohl vor allem durch die mehr oder weniger starke Absorption und damit teilweise Inaktivierung des Wirkstoffes.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Auswertung von 94 Versuchen mit den Harnstoffderivaten BAS 0951 H = Buturon und BAS 1490 H = Mischung aus 0951 und Cycluron (= OMU) hinsichtlich des Einflusses verschiedener Bodeneigenschaften führte zu folgendem Ergebnis:

1. Keiner der untersuchten Bodenfaktoren

Abschlämbbare Teilchen
Humusgehalt
Sorptionskapazität
Wasserkapazität
pH-Wert

hat allein oder in Kombination einen direkten Einfluß auf die Getreideverträglichkeit (hier Winterweizen und -gerste) der genannten Harnstoffderivate.

2. Die Empfindlichkeit des Getreides, insbesondere des Winterweizens, wird aber deutlich erhöht, wenn die Böden verschlämmt oder lange Zeit zu naß sind und durch Frost kurz vor oder nach der Behandlung.
3. Die etwas größere Empfindlichkeit gegenüber BAS 1490 H könnte mit der höheren Wasserlöslichkeit des Cycluron zusammenhängen.
4. Die Wirkung der Herbizide auf die Ungräser (hier Ackerfuchsschwanz und Windhalm) ist im Gegensatz zum Wintergetreide von der Feuchtigkeit allein nicht abhängig. Hier besteht ein direkter Einfluß der Bodenfaktoren

Abschlämbbare Teile,
Humusgehalt und
Sorptionskapazität

auf den Grad der Wirkung. Je höher die Werte für die genannten Faktoren liegen, um so geringer ist die Wirkung auf die Ungräser. Dies dürfte offenbar mit der dadurch bedingten verstärkten Absorption des Wirkstoffes zusammenhängen.

5. Die Ausschaltung der zu Verschlämmung bzw. Staunässe neigenden Böden sowie der extrem schweren und stark humosen Böden dürfte die Sicherheit der Anwendung von Harnstoffderivaten zur Ungrasbekämpfung in Wintergetreide (Weizen und Gerste) wesentlich erhöhen.

S u m m a r y

94 experiments with the urea derivatives:

BAS 0951 H = Buturon

BAS 1490 H = combination of Buturon + Cycluron (= OMU)

were analysed in respect to the influence of various soil properties.

The results are as follows:

1. The soil properties investigated were:

Silt and clay particles $< 0,02$

Humus content

Sorption capacity

Water capacity

pH-value (KCl)

None of these alone or in combination with the others exerted an influence on the susceptibility of cereals (winterwheat and winterbarley), when the above mentioned urea derivatives were applied.

2. However the susceptibility of cereals, in particular winterwheat, increases significantly if soils are:

a) crusted

b) excessively wet for some time

c) exposed to frost shortly before or after treatment

3. The somewhat increased susceptibility found with BAS 1490 H may possibly be related to the higher water solubility of Cycluron.

4. In contrary to wintercereals, the susceptibility of grassy weeds (*Apera spica venti* and *Alopecurus myosuroides*) does not depend solely on soil moisture. Here the degree of chemical activity is influenced directly by the following soilfactors:

Silt and clay particles $< 0,02$ mm

Humus content

Sorption capacity

The higher values of these properties the lower is the effect on grassy weeds. Apparently this could be related to an increased absorption of the chemicals by those soilfactors.

5. Soils inclined towards crusting, or become undrained by excessive moisture, as well as extremely heavy soils and the ones with high humus content, should be excluded from the application of Urea derivatives. This would increase remarkably the safety of applying the compounds just mentioned for weed control in wintercereals (wheat and barley).

L i t e r a t u r

- Beinhauer, H., Erfahrungen mit Buturon und anderen Harnstoffderivaten in Wintergetreide. — Ztschr. Pfl.krankh., Sdr.-H. 3. 1965, 77–87.
- Bachthaler, G., Mehrjährige Feldversuchsergebnisse mit Herbiziden auf Harnstoffbasis zur Bekämpfung von Windhalm (*Apera spica venti*) und Gemeine Risppe (*Poa trivialis*) in Wintergetreide. — Ztschr. Pfl.krankh., Sdr.-H. 3. 1965, 89–93.
- Meyer, J., Versuchsergebnisse zur Bekämpfung von Ackerfuchsschwanz mit Harnstoffderivaten verglichen mit bisher bekannten Herbiziden. — Ztschr. Pfl.krankh., Sdr.-H. 3. 1965, 95–96.

Weiler, N., Versuchsergebnisse zur Bekämpfung von Ackerfuchsschwanz in Getreide. — Ztschr. Pfl.krankh., Sdr.-H. 3. 1965, 99–101.

D i s k u s s i o n

Weiler: Bei der Beurteilung der Bodenfaktoren sollten die sogenannten Frostrisse besonders auf schweren Böden hinsichtlich ihres negativen Einflusses nicht außer acht gelassen werden. Unmittelbare Niederschläge nach der Spritzung führten auf rissigen Böden zu Schäden an Getreide.

Meyer: Harnstoffderivate haben in Schleswig-Holstein an der Westküste im Herbst gut gewirkt. Kann man derartige Präparate allgemein erfolgversprechend im Herbst im Voraufverfahren einsetzen?

Hanf: Gute Ergebnisse sind zu erzielen, aber die Zahl der schlechten Ergebnisse, für das gesamte Bundesgebiet gesehen, ist bei der Herbstanwendung in den letzten Jahren wesentlich größer gewesen. Ich glaube einfach aus dem Grund, weil im Winter naturgemäß Frosteinwirkung da ist, und die einzelnen Getreidearten, je nach Boden, Witterung und Schneefall usw., sehr verschieden auf diesen Frost reagieren, auf alle Fälle geschwächt werden, so daß das Risiko bei Herbstanwendungen nach unseren Erfahrungen größer zu sein scheint als bei der Frühjahrsanwendung.

Küthe: Die Wirkung der Harnstoffderivate ist auch abhängig vom Alter des Ackerfuchsschwanzes. Nach eigenen Erfahrungen ist bei höherer Feuchtigkeit auch die Wirkung auf den Ackerfuchsschwanz besser als auf trockenem Boden.

Stöhr: Harnstoffderivate brachten häufig stärkere Lagerung. Lagergetreide führt zu größeren Ernteschwierigkeiten und Qualitäts- und Ertragsverlusten. Versuche in Kombination mit CCC brachte gute Erfolge. Ist eine Kombination in allen Fällen möglich? Können dadurch Schäden eintreten?

Hanf: Eine Kombination dürfte möglich sein, da zwischen Anwendung dieser Harnstoffderivate und der Cycocelanwendung eine verhältnismäßig große Spanne liegt. Die Frage der Lagerung ist eine sehr komplexe Angelegenheit. Eine verstärkte Lagerung haben wir im großen und ganzen nicht beobachten können. Es kann natürlich in manchen Fällen damit zusammenhängen, daß durch Ausschaltung der Unkräuter nun die Möglichkeit einer Lagerung verstärkt wird, das Stützen der Unkräuter fällt weg. Ein direkter Einfluß ist meines Wissens nicht festzustellen.

Wagner: Der Einfluß des Bodens auf die Wirksamkeit von Boden-Herbiziden müßte Anlaß sein, eine Teilanerkennung für bestimmte Böden in Erwägung zu ziehen. Viele auf bestimmten Böden gut wirksame Präparate fallen durch die Prüfung, weil sie nicht generell auf allen Böden einsetzbar sind.

Richter: Auch uns sind diese Differenzen bekannt, aber wir haben eben noch keinen Weg gefunden, wie man aus dieser Schwierigkeit herauskommt. Eine allzu starke Differenzierung der Präparate ist eben einfach nicht möglich, wie soll man einem Präparat bescheinigen, wo es angewandt werden kann und wo nicht?

J. ALKÄMPER,

Tropen-Institut der Universität Gießen, Abt. Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung.

Der Einfluß der Pflanzen auf die Inaktivierung von Bodenherbiziden am Beispiel von Simazin und Atrazin

Über die Inaktivierung von Simazin, Atrazin und ähnlichen Substanzen ist in den letzten Jahren sehr viel gearbeitet und berichtet worden. Aber nur in wenigen Arbeiten wurde die Möglichkeit der Aufnahme und Umwandlung der Triazine durch die Pflanze und des daraus resultierenden Inaktivierungseffektes erörtert (vergl. Lit. b. Hartley, 1964), obwohl schon aus früheren Arbeiten von Roth (1957), Davis und Funderburk (1959), Montgomery und Freed (1961) die Tatsache der Aufnahme und des Abbaus von Herbiziden in höheren Pflanzen bekannt ist. So wurde nur von Gast (1960 und 1962) berichtet, daß es unter Reben, die jahrelang mit sehr hohen Simazinsmengen behandelt wurden, nicht zu der erwarteten Simazinanreicherung kam. Dieser starke Herbizidabbau konnte nur durch die Reben erfolgt sein, die auch entsprechende Symptome zeigten. Gleichzeitig wird darauf hingewiesen, daß die Nachwirkung von Simazin nach dichten Pflanzenbeständen geringer sei. Ähnliche Angaben machte auch Petzold (1962), wonach trotz jährlicher Simazin- bzw. Atrazinanwendung zu Grünfuttermais bei sofort nachgebaumtem Futterroggen nie Schäden auftraten. Der von Birk und Roadhouse (1964) beobachtete langsamere Abbau von Atrazin unter Mais in Vergleich zu dem auf Brachland wird von den Verfassern auf die stärkere Bodenaustrocknung der Maisparzellen im kanadischen Trockengebiet zurückgeführt.

Tab. 1: Einfluß des Spritzzeitpunktes auf die Nachwirkung von Simazin.

Simazinbehandlung zu Kolbenhirse		Ertrag Nachfrucht in dz//ha (1960)	
kg/ha AS	Zeitpunkt	Sommerweizen	Sommerroggen
Kontrolle	unbehandelt	21,4	24,8
1	29. 6. 59 zum Aufgang	18,7	19,8
1,5		18,8	19,2
1	5. 8. 59 auf 40 cm hohe Pflanzen	19,7	21,1
1,5		18,7	21,1
		± m 2,80	± m 2,31
Simazinbehandlung zu Rispenhirse		Ertrag Nachfrucht in dz/ha (1960)	
kg/ha AS	Zeitpunkt	Sommerweizen	Sommerroggen
Kontrolle	unbehandelt	19,2	21,2
1	29. 6. 59 zum Aufgang	18,8	19,3
1,5		17,9	19,5
1	5. 8. 59 auf 40 cm hohe Pflanzen	18,9	19,8
1,5		17,6	19,9
		± m 1,99	± m 2,22

Dagegen konnte in eigenen Versuchen festgestellt werden, daß der Herbizidabbau nicht immer der von Burschel (1960) aufgestellten Zeitfunktion entsprach, sondern die späte Nachaufspritzung auf verunkrautetes Land geringere Nachwirkung zeigte als die Voraufspritzung auf blanken Boden, wie aus Tabelle 1 hervorgeht.

Auch konnte bei der Spritzung von Bonitierungswegen in Feldversuchen festgestellt werden, daß die Nachwirkung beim frühen Spritzen — noch ehe Unkraut und Ausfallsaatgut aufgelaufen waren — wesentlich größer war, als wenn auf 15 cm hohes Getreide gespritzt wurde (vergl. Alkämper 1966). Diese Beobachtungen lassen den Schluß zu, daß in den Fällen, wo der Boden sozusagen durch eine dichte Pflanzendecke geschützt ist, die Herbizide von den Pflanzen weitgehend und schnell aufgenommen und inaktiviert werden.

Im Gefäßversuch wurde der Einfluß solch einer Unkrautdecke auf den Herbizidabbau nachgeprüft. Dabei wurden in Mitscherlich-Gefäßen Senfpflanzen gezogen und bei einer Pflanzenhöhe von ca. 15 cm mit Simazin bzw. Atrazin (umgerechnet 1,5 kg/ha AS) gespritzt. Gleichzeitig wurden Gefäße mit blankem Boden und keimenden Senfpflanzen in gleicher Weise behandelt. Nach Absterben der Pflanzensubstanz wurden diese in die gleichen Gefäße eingebracht. Um die Wirkung der Wurzeln bzw. der oberirdischen Masse zu eliminieren, wurde von einer Variante die oberirdische Masse auf unbehandelte Gefäße übertragen. Anschließend wurden Sonnenblumen ausgesät und beim Absterben der Hauptvarianten der Er-

Tab. 2. Erträge des Nachbaus in % nach Simazin- bzw. Atrazinbehandlung (entsprechend 1,5 kg/ha AS).

Behandlung	untergebrachte behandelte Ausgangssubstanz Senf			1. Nachbau 1965 Sonnenblumen		
	Kontr.	Sim.	Atr.	Aussaat 12. 7.	Ernte 9. 9.	
Boden				80,6	0,2	0
Keimpflanzen				×	0	0
Ganze Pflanzen	100,0	56,8	33,1	100,0	2,2	0
Wurzeln				143,0	60,2	0,2
Oberirdische Pflanzenmasse				63,4	8,6	20,4
Behandlung	2. Nachbau 1965 Senf			3. Nachbau 1966 Senf		
	Kontr.	Sim.	Atr.	Aussaat 2. 5.	Ernte 25. 6.	
Boden	99,9	42,4	50,1	63,4	0	0
Keimpflanzen	×	48,9	58,7	×	0	0
Ganze Pflanzen	100,0	98,9	98,4	100,0	81,3	37,0
Wurzeln	100,0	104,8	135,5	110,9	89,9	67,2
Oberirdische Pflanzenmasse	47,2	110,5	101,6	102,5	101,4	20,0

trag festgestellt. Nach Einbringen auch dieser Substanz wurde sowohl im Herbst 1965 als auch im Frühjahr 1966 Senf nachgebaut. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 2.

Deutlich wird die starke Nachwirkung nach Behandlung des Bodens bzw. der Keimpflanzen sichtbar. Beim 1. Nachbau ist auch erkenntlich, daß Triazine in der abgestorbenen Pflanzensubstanz in solchen Mengen vorhanden sind, daß sich ein phytotoxischer Effekt auf unbehandelten Böden erzielen läßt. Während beim 2. Nachbau die Schädigung geringer war, tritt sie nach dem Winter beim 3. Nachbau überraschend stark auf. Dies kann mit dem Abbau der organischen Substanz im Boden zusammenhängen, wodurch u. U. organisch gebundene Herbizidmengen wieder aktiviert werden. Der Biotest nach dem 3. Nachbau ergab sehr geringe Herbizidmengen beim Spritzen auf Senfpflanzen, jedoch noch beachtliche Reste bei Boden- oder Keimpflanzenbehandlung.

Tab. 3. Biotest mit Senf auf noch im Boden befindliche Herbizidreste (Probeentnahme nach 3. Nachbau am 16. 6. 1966).

Behandlung	Herbizidreste ppm/200 g Boden		Senfertrag in % zur Kontrolle	
	Simazin	Atrazin	Simazin	Atrazin
Boden	0,42	0,23	82,0	84,7
Keimpflanzen	0,37	0,18	83,1	88,5
Ganze Pflanzen	0,14	0,06	91,8	96,3
Wurzeln	0,13	0,09	91,2	94,0
Oberirdische Pflanzenmasse	0,05	0,07	96,9	95,3

Um nun die Herbizidschädigung zu brechen, wurden beim 4. Nachbau 2 Gefäße je Variante mit Mais und 2 mit einem Gemisch von Sonnenblumen und Senf bestellt. Hierbei zeigte sich, daß der Schadefekt bei den sensiblen Pflanzen geringer wurde. Andererseits zeigte aber auch der Mais Mindererträge in den Bodenbehandlungsvarianten. Der Grund hierfür dürfte aber hauptsächlich in der ungünstigen Strukturveränderung zu suchen sein, die der Boden durch die fehlende Pflanzendecke erfuhr. Der 5. Nachbau brachte bei Ölrettich nach Sonnenblumen/

Tab. 4. Erträge des Nachbaus in % nach Simazin- bzw. Atrazinbehandlung (entsprechend 1,5 kg/ha AS).

Behandlung	4. Nachbau 1966					
	M a i s Aussaat 28. 6.			Sonnenblumen/Senf Ernte 27. 8.		
	Kontr.	Sim.	Atr.	Kontr.	Sim.	Atr.
Boden	135,0	84,0	84,1	109,4	60,8	53,5
Keimpflanzen	×	86,2	86,4	×	60,8	71,8
Ganze Pflanzen	100,0	119,2	93,7	100,0	93,7	86,1
Wurzeln	81,5	126,1	112,4	×	119,1	90,9
Oberirdische Pflanzenmasse	86,8	104,4	98,6	×	114,4	123,5

Behandlung	5. Nachbau 1966 Ölrettich					
	Aussaat 29. 8.			Ernte 7. 10.		
	Kontr.	Sim.	Atr.	Kontr.	Sim.	Atr.
Boden	95,8	104,7	111,1	105,9	98,3	95,1
Keimpflanzen	×	107,2	126,2	×	94,8	108,6
Ganze Pflanzen	100,0	90,1	100,0	100,0	98,5	112,7
Wurzeln	×	94,9	99,6	×	92,0	89,0
Oberirdische Pflanzenmasse	×	95,2	113,2	×	95,4	101,7

Senf wieder niedrigere Erträge in den Bodenbehandlungsvarianten, während nach Mais praktisch Normalerträge erzielt wurden, woraus zu ersehen ist, daß der zwischengebaute Mais in der Lage ist, die Herbizidwirkung zu brechen.

Zur Überprüfung des Einflusses eines Maisbestandes auf die Triazininaktivierung wurden Mitscherlich-Gefäße mit umgerechnet 1,5 kg/ha AS bespritzt, nachdem eine steigende Zahl Maispflanzen (0 – 4 – 10 – 40 Pflanzen/Gef.) ausgesät worden war. Der Mais wurde nach 7 Wochen abgeerntet und anschließend Senf nachgebaut, der 9 Wochen später abgeerntet wurde. Dieser Ernte folgte wiederum die Aussaat von Ölrettich als Testpflanze.

Wie aus Abb. 1 zu ersehen ist, fällt mit steigender Maispflanzenzahl beim leichten Sandboden aus Groß-Gerau der Kontrollertrag sehr stark ab, während er beim Lehmboden aus Gießen langsamer abfällt. Die Erträge der Triazin-behandelten Varianten sind bei 0 Maispflanzen durch volle Triazinwirkung sehr niedrig und steigen mit zunehmender Maispflanzenzahl je nach Bodenart an, um sich letztlich der Kontrollkurve zu nähern, was bedeutet, daß zumindest bei der Variante „40 Maispflanzen“ keine Herbizidschädigung mehr vorliegt.

Um den störenden Eindruck der fallenden Erträge durch den stärkeren Nährstoffzugang bei den Varianten mit hoher Maispflanzenzahl optisch auszuschalten, wurden in Abb. 2 die Triazinwerte jeweils in % vom zugehörigen Kontrollertrag – bezogen auf gleiche Maispflanzenzahl – ausgedrückt. Der starke Einfluß der unterschiedlichen Bestandesdichte von Mais bei den beiden Bodenarten auf die Inaktivierung der untersuchten Herbizide wird damit überzeugend.

In einem weiteren Biotestversuch wurden in Töpfen mit 300 g Gießener Lehmboden steigende Triazinmengen (0 – 0,3 – 0,6 – 0,9 – 1,2 – 1,5 ppm Simazin bzw. Atrazin) ausgebracht. Diese Herbizidmengen wurden einmal auf blanken Boden gegeben, in dem vorher zur Nivellierung des Nährstoffgehaltes je Topf 6 Maispflanzen 3 Wochen gewachsen waren. Zum anderen wurden die Triazine auf Töpfe gegeben, in die unmittelbar vor der Behandlung Maiskörner gelegt worden waren. Als auch dieser Mais 3 Wochen gewachsen war, wurde nach dem Abernten Ölrettich als Testpflanze nachgebaut und beim Absterben der ersten Pflanzen geerntet. Die Abb. 3 zeigt deutlich, daß trotz der Kürze der Vegetation der Mais im Vergleich zur Bodenbehandlung die Triazine wesentlich stärker inaktiviert hatte.

Abb.1

Simazin / Atrazin Abbauversuch 1966

Senfertrag in gr ATM je Gefäß nach mit Triazin behandeltem Mais

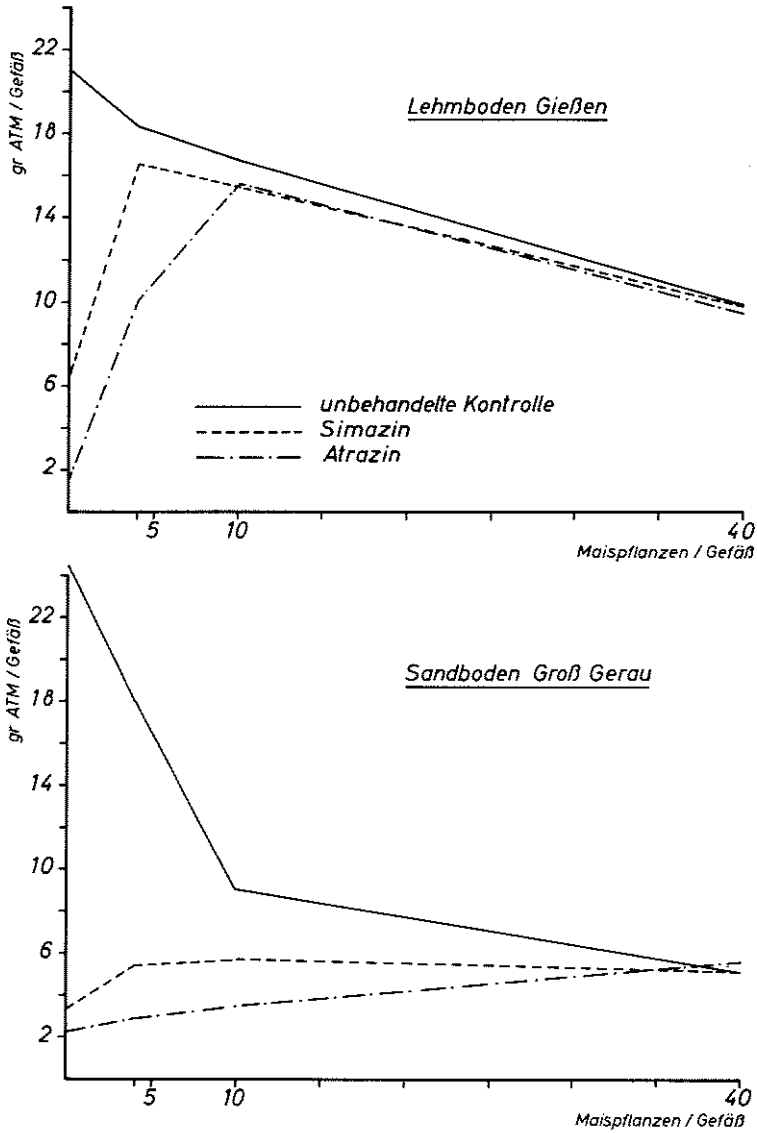


Abb. 2

Simazin / Atrazin Abbauversuch 1966

Senfertrag in % vom jeweiligen Kontrollertrag nach mit Triazin
behandeltem Mais

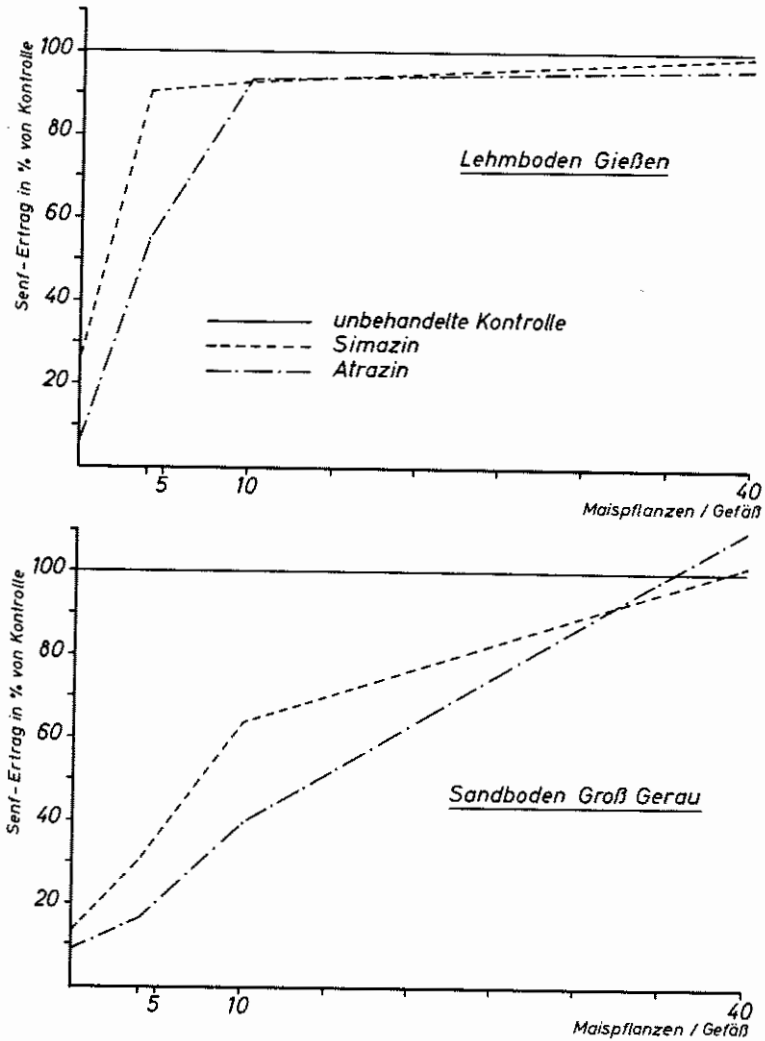


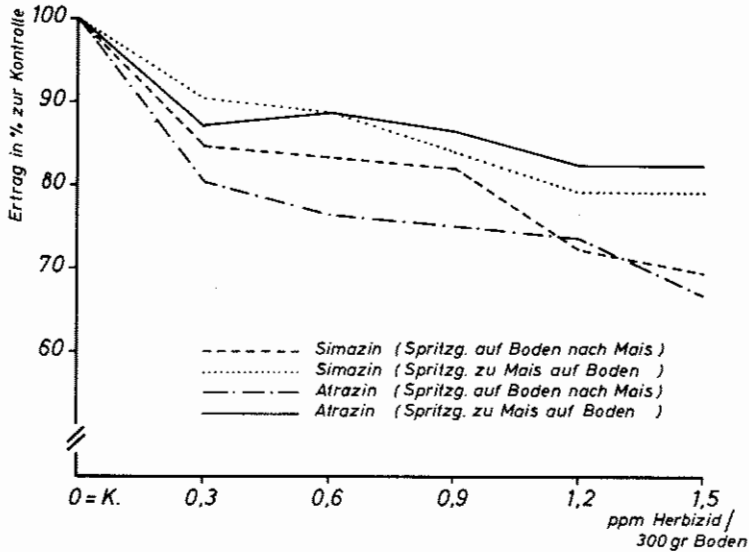
Abb. 3

Simazin / Atrazin Abbauversuch durch Mais 1966

Herbizidspritzung auf den Boden bzw. zur Maisaussaat

Testpflanze: Ölrettich

Bodenart: Gießener Lehm Boden



Gesamtdiskussion

Aus diesen Gefäßversuchen geht eindeutig hervor, daß bei einer Nachaufspritzung von Simazin und Atrazin auf verunkrautete Bestände in Vergleich zur Voraufspritzung ein großer Teil der Herbizide in sehr kurzer Zeit durch die Pflanzendecke inaktiviert werden kann. Es hat weiterhin den Anschein, als wenn Atrazin entgegen der bisherigen Annahme eine längere Nachwirkung als Simazin hat. Der bisher beobachtete schnellere Abbau kann u. U. mit der vorwiegenden Anwendung im Nachaufspritzverfahren begründet sein.

Außerdem können auch triazinresistente Pflanzen — wie am Beispiel mit steigender Maispflanzenzahl gezeigt wurde — durch Aufnahme und Umwandlung der Herbizide einen beachtlichen Teil der Herbizidmenge abbauen und so zur Gesunderhaltung des Bodens beitragen. Für die Praxis bedeutet dies, daß Nachaufspritzungen unter der Voraussetzung gleicher Herbizidwirkung der schnelleren Inaktivierung wegen bevorzugt werden sollten. Weiterhin ist die Gefahr von Triazinschäden nach dichten Maisbeständen — also Grünfüttermais — geringer als bei Beständen mit geringer Pflanzenzahl. Entsprechende Feldversuche müssen diese Annahme erhärten.

General discussion

Pot experiments show significantly that by post-emergence sprays with Simazine and Atrazine on weedish fields in comparison with pre-emergence treatments the crop cover is able to inactivate a big part of the herbicides within a short time. Furthermore it seems to be that against the existing acceptance Atrazine has a longer residual effect. The quick inactivation, which is until now observed may come from the main use of the Atrazine as a post-emergence herbicide.

Moreover Triazine resistant crops inactivate a noticeable part of the quantity of the herbicides by their uptake and metabolism, as shown in the experiment with an increasing number of cornplants. So these crops can contribute a big part to the restoration to health of the soil. That means for the field praxis that — under the conception of equal herbicidal effect — the post-emergence spray should be favoured because of the quicker inactivation. The Triazine damages may be not so dangerous after a dense maize crop — specially green fodder corn — than by crops with lower number of plants. Corresponding field trials have to confirm the conception.

Literatur

- Alkämper, J., Unkrautfreie Wege im Feldversuch. — Saatgut-Wirtschaft 18. 1966, 8—9.
- Birk, L. A., and Roadhouse, F. E. B., Penetration of and persistence in soil of the herbicide Atrazine. — *Canad. J. Plant Sci.* 44. 1964, 21—27.
- Burschel, P., Das Verhalten von Herbiziden im Boden. — Inst. f. Waldbautechnik der Forstfakultät der Universität Göttingen, Hann. Münden, 1960.
- Davis, D. E., Funderburk, H. H. jr., and Sansing, N. G., The absorption and translocation of C^{14} labeled Simazine by corn, cotton and cucumber. — *Weeds* 7. 1959, 300—309.
- Gast, A., Neue Erfahrungen mit Simazin im Rebenbau. — *Schweiz. Ztschr. Obst-, Weinbau* 69. 1960, 203—210.
- , Beiträge zur Kenntnis des Verhaltens von Triazinen im Boden. — *Med. Landbouwhogesch., Opzoek. stat. Gent* 17. 1962, 1252—1273.
- Hartley, G. S., Herbicide behaviour in the soil. In: Audus, L. J., *The Physiology and Biochemistry of Herbicides*. — Academic Press London, New York, 1964, 132—139.
- Montgomery, M., and Freed, H., The uptake, translocation and metabolism of Simazine and Atrazine by corn plants. — *Weeds*, 9. 1961, 231—237.
- Petzold, K., Ist wiederholte Anwendung von Simazin unbedenklich? — *Gesunde Pflanzen* 14. 1962, 53—57.
- Roth, W., Etude comparée de la réaction du Mais et du Blé à la Simazine, substance herbicide. — *Compt. rend. Acad. Sci., Paris*, 245. 1957, 942—944.

Diskussion

Orth: Vergleichende Versuche über Abbau von Simazin und Atrazin müssen unter bekannten konstanten Feuchtigkeiten des Bodens durchgeführt werden.

Alkämper: Es wurde die Wassermenge in beiden Varianten immer konstant gehalten, d. h. gleichgehalten. Es ist natürlich klar, daß veränderte Wasserverhältnisse den Bodenabbau noch entsprechend verändern können.

Bartels: In Trockengebieten hat die Einarbeitung von Atrazin in den Boden einen rascheren Abbau der Wirkstoffe erkennen lassen als bei Nachlaufbehandlung. Bei späterer Anwendung, also bei Nachaufbehandlung, muß die Aufwandmenge zu stark erhöht werden, wodurch in obigen Niederschlagsgebieten meist Nachbauschäden an Wintergetreide resultieren.

H. MAIER-BODE,

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn,
Pharmakologisches Institut.

Untersuchungen über Herbizidrückstände

Im vergangenen Jahre (1965) untersuchten wir in Zusammenarbeit mit dem Institut für Gemüsekrankheiten und Unkrautforschung, Fischenich, der Biol. Bundesanstalt, dem Institut für Pflanzenbau und Saatguterzeugung der Forschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig-Völkenrode, der Landesanstalt für Pflanzenschutz Stuttgart, der Obstbauversuchsanstalt Jork, der Höheren Landbauerschule Rotthalmünster (Ndby), den Pflanzenschutzämtern Bad Godesberg, Kassel und Mainz verschiedene Ernteprodukte auf Gehalt an Rückständen amtlich anerkannter Gemüse-, Acker-, Obst- und Weinbauherbizide.

Tab. I gibt einen Überblick über einen Teil der Analysenergebnisse. In der Tabelle sind die geprüften Wirkstoffe nach ihrer oralen akuten Toxizität (LD_{50} , per os, weiße Ratte) geordnet. Die Aufwandmengen sind als kg Wirkstoff/ha angegeben. Spalte 6 der Tabelle gibt an, wie weit diese Aufwandmengen den zur Zeit amtlich anerkannten Dosierungen entsprechen. Wie ersichtlich, hinterlassen die untersuchten Herbizide bei vorschriftsmäßiger Anwendung im Erntegut keine, oder doch nur sehr geringe Rückstände. Ihre Höhe erreichte oder überstieg nur in wenigen Fällen 0,1 ppm, und zwar ausnahmslos bei Herbiziden, deren akute orale Toxizität (LD_{50}) über 1 g/kg Ratte liegt, die also sehr wenig toxisch sind. Keiner dieser Wirkstoffe wird, wie subacute Fütterungsversuche zeigten, im Organismus der Warmblüter kumuliert (Agricultural Research Council, London).

Herbizidrückstände geringer Höhe wurden nur nach Anwendung von Linuron, Monolinuron und des Chlorbufam-Cycluron-Gemisches bei einigen Ernteprodukten gefunden. In diesem Zusammenhang sei eine Stellungnahme der Schweizer Analytiker Schredt und Geissbühler zu der kürzlich von Börner bekannt gegebenen Methode zur Untersuchung von Gemüse auf Gehalt an Linuron- und Monolinuron-Rückständen erwähnt. Die beschriebene Extraktion der Wirkstoffe aus dem Pflanzenmaterial mit Petroläther verlaufe nicht quantitativ. Brauchbare Verfahren sind in der Literatur beschrieben, z. B. die in der Vorschriftensammlung von Zweg angegebene, mit geringen Abänderungen auch in der vorliegenden Arbeit verwendete Methode.

Etwas eingehender haben wir uns mit dem Herbizid Deiquat (LD_{50} per os 400 mg/kg Ratte) befaßt. Es wird im Kartoffel- und Getreidebau noch wenige Tage vor der Ernte angewendet. Deshalb sind von ihm eher Rückstände in den Ernteprodukten zu erwarten als von den meistens viele Wochen früher eingesetzten Herbiziden der Tabelle 1.

Abb. I enthält die Resultate von Rückstandsuntersuchungen an 6 verschiedenen Kartoffelsorten nach Anwendung der empfohlenen und der doppelten Deiquat-Menge zur Krautabtötung zwecks Ernteerleichterung. Die Wirkstoffrückstände (als Kation angegeben) liegen zwischen n. n. ($< 0,01$) und 0,09 ppm. Sie wurden an gesäuberten, aber ungewaschenen Knollen ermittelt, so wie diese „gewerbsmäßig in den Verkehr gebracht werden“ (§ 4 a des deutschen Lebensmittel-

Tab. 1. Herbizid-Rückstände in Ernteprodukten des Garten- und Ackerbaus (1965)

Wirkstoff	LD ₅₀	Kultur (Sorte)	Anwen- dung*)	Wirkstoff-Dosierung		Ergebnisse der Rückstandsanalysen		
				kg/ha	% der anerkannten Dosierung	analysiert wurden	Tage nach Behandlung	ppm
Dinitrobutyl- phenylacetat	55	Erbsen (Juwel)	V	1,6	—	grüne Samen und Hülsen	70	nn (<0,05)
				1,6	—		80	nn (<0,05)
				1,6	100		14	nn (<0,05)
Paraquat	200	Zwiebeln (Zittauer Gelbe)	V	1,0	200	Zwiebeln	179	nn (<0,01)
Desmetryn	600	Weißkohl (Augustkohl)	N	0,375	100	Köpfe	52	nn (<0,1)
				0,375	100		36	nn (<0,1)
				0,375	100		36	nn (<0,1)
Linuron	1500	Erbsen (Kleine Rheinländerin) (Juwel)	V	0,75	100	grüne Samen und Hülsen	69	nn (<0,05)
				0,75	100		127	nn (<0,05)
				0,75	100		52	0,1
				0,75	100		36	nn (<0,05)
				0,75	100		36	nn (<0,05)
Möhren (Marktgärtner)		Möhren (Marktgärtner)	V	0,75	100	Wurzeln	77	nn (<0,05)
				1,0	200		61	nn (<0,05)

Wirkstoff	LD ₅₀	Kultur (Sorte)	Anwendung*)	Wirkstoff-Dosierung		Ergebnisse der Rückstandsanalysen			
				kg/ha	% der anerkannten Dosierung				
					analysiert wurden	ppm			
Monolinuron	1800	(Sperlings)	N	1,0	200	Wurzeln	52	0,09	
				V	0,5	100	Wurzeln	87	0,15
				N	1,0	200		52	
				V	0,75	100	Wurzeln	87	0,10
				N	1,0	200		52	
				N	0,75		Köpfe	52	nn (< 0,05)
				N	0,75		Köpfe	36	nn (< 0,05)
				N	0,75		Knollen	36	nn (< 0,05)
				V	0,75		grüne Bohnen	72	nn (< 0,02)
				V	0,75		grüne Bohnen	78	nn (< 0,02)
				V	0,5		Blätter	53	nn (< 0,05)
				V	0,75		Blätter	53	0,08
				V	0,75		Blätter	47	0,29
Chlorbufam (a)	2380	Kartoffeln	V	1,25	100	Knollen	90	nn (< 0,02)	
				1,25	100	Knollen	150	nn (< 0,02)	
				2,0	200	Knollen	134	nn (< 0,02)	
				0,44 (b)	100	grüne Samen (S) und Hülsen (H)	69	a) nn (< 0,02) (S) nn (< 0,05) (H)	
				0,64 (b)				b) nn (< 0,02) (S) 0,14 (H)	
+ Cycluron (b)	2580	Buschbohnen (Harvester)	V	0,66	150	grüne Bohnen	72	a) nn (< 0,02)	
				0,96				b)	

Tab. 1. Fortsetzung

Wirkstoff	LD ₅₀	Kultur (Sorte)	Anwendung*)	Wirkstoff-Dosierung		Ergebnisse der Rückstandsanalyse
				kg/ha	% der anerkannten Dosierung	
Prometryn + Simazin	2500	Spinat (Loreley)	V	0,66 (a)	150	Blätter 47
	5000	Kartoffeln (Grata)	V	0,96 (b)	100	
Metobromuron	3000	Kartoffeln (Grata)	V	1,0 (a)	100	Knollen 134
			V	0,375(b)	100	
Simazin	5000	Kartoffeln (Grata)	N	2,5	100	Knollen 134
Monolide	5000	Kartoffeln	N	0,5	100	Knollen 150
	> 4000	Möhren (Marktgärtner)	N	4,0	100	
Chloroxuron	> 10000	Buschbohnen (Harvester)	V	3,0		grüne Bohner 72
		Erbsen	N	3,0	100	grüne Samen und Hülsen 66

*) V = Vor der Saat angewendet

N = Nach dem Auflaufen der Kulturpflanzen angewendet

gesetzes). Vielleicht stammen gewisse Anteile des analytisch festgestellten Deiquat-Gehaltes der Knollen von anhaftenden Bodenteilen, die bekanntlich große Mengen des Herbizids zu adsorbieren vermögen.

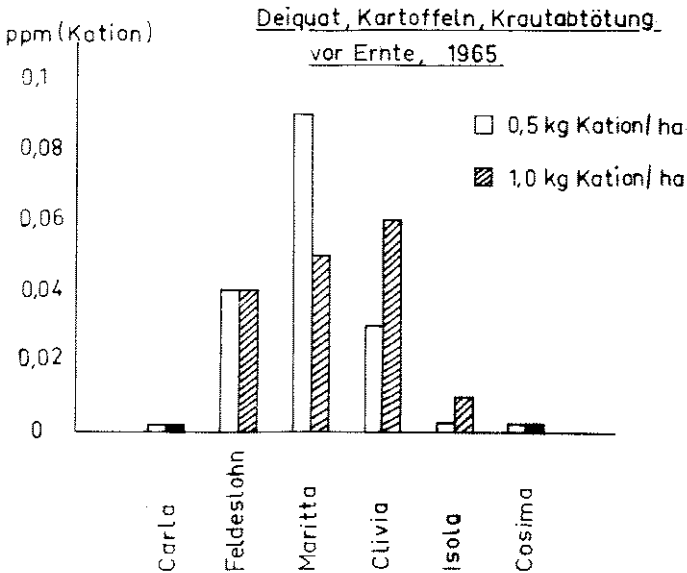


Abb. 1

In einer anderen Untersuchungsreihe wurde zwischen 0,03 und 0,16 ppm Deiquat-Kation in Pflanzkartoffeln gefunden, bei deren Erzeugung die Äcker zur Verhinderung der Virusabwanderung in die Knollen mit 0,5 bzw. 1 kg Deiquat (Kation)/ha abgespritzt worden waren. Das Untersuchungsmaterial stammt von Dr. P ä t z o l d , Braunschweig-Völkenrode.

Abb. 2 zeigt die Ergebnisse einiger Rückstandsuntersuchungen an Roggen nach Anwendung zweier verschiedener Deiquat-Dosierungen 4–17 Tage vor der Ernte. Der Wirkstoff-Gehalt wird offensichtlich vom Reifestadium während der Spritzung beeinflusst. Er ist niedrig, wenn auf das bereits ausgereifte Korn gespritzt wurde (4 Tage vor der Ernte), wahrscheinlich weil die Deiquat-Lösung in das trockene Korn nicht einzudringen vermag. Sie trocknet auf der Oberfläche auf, und der Wirkstoff wird dann im Licht verhältnismäßig schnell zersetzt. Dagegen sind die Rückstände höher, wenn die Deiquat-Lösung auf das unreife, noch stärker wasserhaltige Korn gespritzt wird. In dieses scheint es zum Teil einzudringen und sich so dem schnellen Abbau am Licht zu entziehen. Um die Rückstände im Getreidekorn niedrig zu halten, wird man also als Spritztermin für Deiquat, wenn dieses zur Ernteerleichterung angewendet werden soll, die Vollreife des Kornes empfehlen. Beachtlich sind die hohen Deiquat-Rückstände im Stroh.

Im Obstbau interessiert die Rückstandsfrage beim Amitrol, mit dem bekanntlich bei hochdosierter subacuter oder chronischer Fütterung an Versuchstieren reversible Veränderungen der Schilddrüse erzeugt werden konnten und von dem

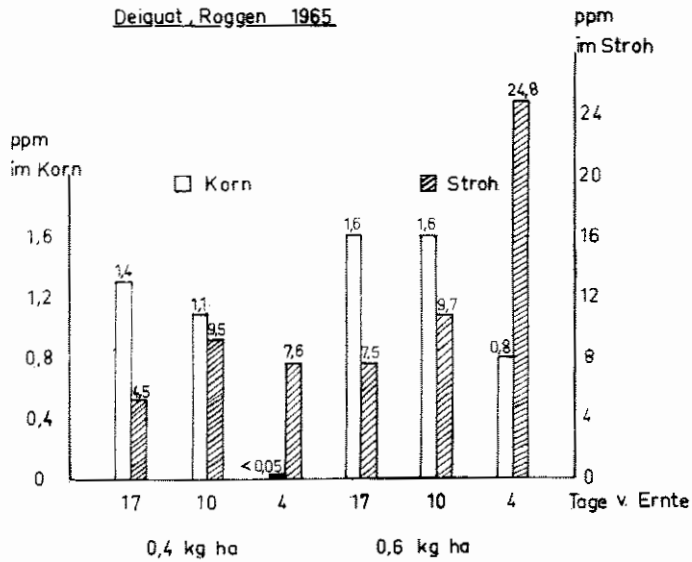


Abb. 2

Tab. 2. Amitrol-Rückstände in Äpfeln (Ernte 23.–25. 9. 65)

Mittel	Dosierung kg/ha	Apfelsorte	Boden	Boden- behandlung		ppm Amitrol
				am	Tage vor Ernte	
Aminotriazol, Spritzpulver, 50 % W.S.	30	Ingrid Marie	lehmgiger Sand	11. 5.	136	nn
	30	Goldparmäne	schwerer Marschboden	4. 6.	113	nn
	50	Cox Orange	anmooriger Sand	1. 7.	74	nn
Domatol	20	Ingrid Marie	lehmgiger Sand	11. 5.	136	nn
	20	Ingrid Marie	schwerer Marschboden	30. 3.	178	nn
	20	Goldparmäne	anmooriger Sand	30. 3.	178	nn
	20	Cox Orange	anmooriger Sand	30. 3.	177	nn
Ustinex PA	30	Finkenwerder	anmooriger Sand	23. 4.	154	nn
	20	Ingrid Marie	lehmgiger Sand	11. 5.	136	nn
	20	Finkenwerder	anmooriger Sand	23. 4.	154	nn

deshalb Rückstände in Lebensmitteln unerwünscht sind. In Äpfeln aus einer Versuchsreihe von Dr. K a r n a t z (Jork) konnten wir, wie Tab. 2 zeigt, keine Amitrol-Rückstände (nn = < 0,02 ppm) feststellen.

Dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und der Deutschen Forschungsgemeinschaft wird für die Unterstützung dieser Untersuchungen und den eingangs genannten Ämtern für die angenehme Zusammenarbeit gedankt.

Summary

Several harvest-products have been examined for ingredients of residues of officially recognized herbicides used for cultivation of vegetables, agriculture, fruit-culture, and viticulture.

Used according to directions, these herbicides do not leave any residues at all or only a very slight amount of them.

More important residues of Diquat probably originate from soil-particles which stick to potatoes. Residues of Diquat noticed on rye are obviously influenced by the stadium of ripening during the time of spraying.

Literatur

- Agricultural Research Council, London, Supplementary report of the Research Committee on toxic chemicals. London 1965.
- Börner, H., Rückstandsbestimmungen von Afalon [N-(3,4-Dichlorphenyl)-N'-methoxy-N'-methylharnstoff] und Aresin [N-(4-Chlorphenyl)-N'-methoxy-N'-methylharnstoff] im Erntegut von Möhren, Buschbohnen und Kartoffeln. — Ztschr. Pfl.krankh., 72. 1965, 449—457.
- Lowen, W. K., Bleidner, W. E., Kirkland, J. J., and Pease, H. L., Monuron, Diuron and Neburon, in G. Zweig, Analytical methods for pesticides, plant growth regulators and food additives. — Vol. IV. Herbicides. New York and London 1964.
- Schredt, H., and Geissbühler, H., Ciba Aktiengesellschaft, Basel, Persönliche Mitteilung 1966.

Diskussion:

Sprau: Anlässlich der Bemerkung, daß Rückstände bei Kartoffeln auf Erdbesatz zurückzuführen seien, erhebe ich die Frage, ob die Rückstandsuntersuchungen bei Ernteprodukten, die vor dem Verzehr gewaschen werden müssen, nicht auch an den gewaschenen Objekten durchzuführen sind. Dies könnte eines Tages, gerade wenn die Toleranzwertgrenze erreicht wird, eine ganz entscheidende Rolle für die Beurteilung der Brauchbarkeit der Ernteprodukte für den Verzehr spielen. Es müßte deutlich darauf hingewiesen werden, daß die Analysen am ungewaschenen Objekt durchgeführt wurden. Um klare Aussagen machen zu können, müßten deshalb für alle Ernteprodukte, die ungewaschen nicht verzehrt werden, „gewaschene“ und „ungewaschene“ Analysen vorliegen.

Maijer-Bode: Nach dem Lebensmittelgesetz dürfen Lebensmittel mit einem Gehalt an Pflanzenschutzmittelrückständen, der die zulässigen Höchstmengen überschreitet, nicht angeboten, zum Verkauf vorrätig gehalten, feilgehalten, verkauft oder sonst in den Verkehr gebracht werden. Werden Kartoffeln dem Verbraucher ungewaschen angeboten oder verkauft, so müssen sie bei der Marktkontrolle ungewaschen analysiert werden. Werden sie dagegen gewaschen in den Verkehr gebracht, so werden sie in diesem Zustand analysiert. Im Übrigen bin ich anscheinend mißverstanden worden. Die analysierten Kartoffeln waren nicht etwa schmutzig sondern „gesäubert“, aber nicht gewaschen, und konnten demnach noch kleine Erdrückstände enthalten.

G. RIEDER und W. KOCH,

Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule
Stuttgart-Hohenheim.

Die Bestimmung der Keimpotenz von Unkrautsamen nach der TTC-Methode

Für die Auswertung von Versuchen, die sich mit der Lebensfähigkeit oder dem Absterben von Unkrautsamen befassen, ist der Keimversuch nur bedingt brauchbar, da gerade bei Unkräutern Keimhemmungen besonders häufig und stark ausgeprägt sind. In solchen Fällen bietet sich die biochemische Keimprüfung mit Tetrazoliumchlorid (TTC) an, die von L a k o n 1942 entwickelt wurde und mit der nicht die Keimfähigkeit, sondern die Keimpotenz, also die tatsächliche Lebensfähigkeit eines Saatgutes bestimmt werden kann.

Die farblose, wäßrige TTC-Lösung wird in allen lebenden Zellen des Samens durch die dort vorhandenen Dehydrogenasen zu kräftig karminrot gefärbtem Formazan reduziert, wodurch alle lebenden Teile des Samens sichtbar gemacht werden. Aufgrund der topographischen Ausdehnung dieser Färbung und der weiß gebliebenen, ungefärbten Nekrosen können Rückschlüsse auf die Lebensfähigkeit des betreffenden Samens gezogen werden. Für alle in der praktischen Saatgutprüfung wichtigen Samenarten und Pflanzenfamilien liegt die TTC-Methode von L a k o n und von B u l a t ausgearbeitet vor; ganz bestimmte Präparations- und Bewertungsvorschriften sind jeweils genau einzuhalten.

Obwohl in der Anwendung der TTC-Methode bei Unkrautsamen und bei Kultursaatgut der gleichen Pflanzenfamilie grundsätzlich keine Unterschiede bestehen, müssen die methodischen Vorschriften, die allgemein für die jeweilige Pflanzenfamilie gelten, doch im Detail auf jede einzelne Unkrautart aus dieser Pflanzenfamilie ausgerichtet werden. Bei der Anwendung der TTC-Methode sind grundsätzlich zwei Fragenkomplexe zu berücksichtigen:

1. Wie müssen die Samen präpariert werden, damit die TTC-Lösung in alle Samenteile eindringen kann?
2. Welche Beziehungen bestehen zwischen der topographischen Ausbreitung der Färbung, d. h. also der noch lebenden Gewebeteile und der Keimpotenz des Samens?

Da die Samen- bzw. Fruchtschalen vielfach nicht ohne weiteres für TTC durchlässig sind, müssen sie so präpariert werden, daß die TTC-Lösung leicht und gleichmäßig zum Embryo vordringen kann. Dabei dürfen natürlich für die Keimpotenz wichtige Teile des Keimlings und meist auch des Endosperms nicht verletzt werden. Im einfachsten Fall, z. B. bei nicht hartschaligen Samen der Leguminosen, werden die Samen durch bloßes Quellen TTC-durchlässig, so daß nur die hartschaligen Samen angeritzt werden müssen; bei anderen Samen, z. B. bei Compositen, wird die Fruchtschale am Kotyledonenende vorsichtig angeschnitten; die dabei entstehenden kleinen Nekrosen an den Kotyledonen sind für die Beurteilung der Keimpotenz ohne Bedeutung.

Die so präparierten Samen legt man bei 30° C im Dunkeln in eine 1 %ige TTC-Lösung. Nach einer genau festgelegten Mindesteinwirkungszeit werden die Embryonen vollständig aus der Samenschale herauspräpariert, so daß die Fär-

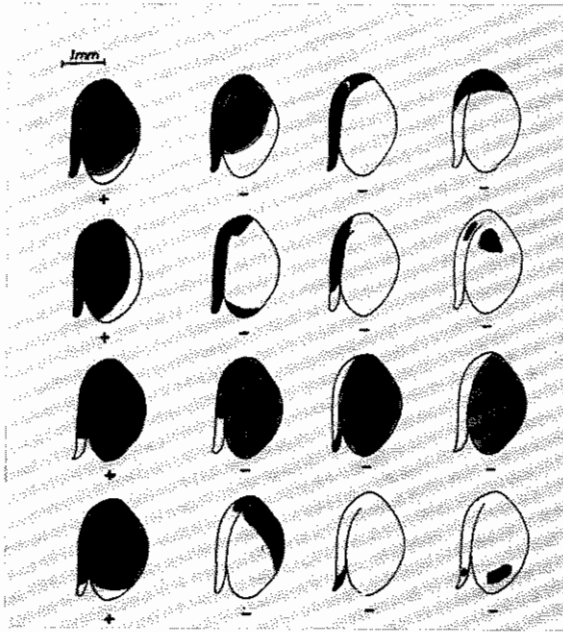


Abb. 1. Färbungsbilder bei *Thlaspi arvense* (Same ist als keimfähig zu beurteilen, wenn beim Anfärben mit TTC eine Farbverteilung entsteht, wie sie bei den mit + bezeichneten Bildern dargestellt ist; - Same ist nicht mehr keimfähig).

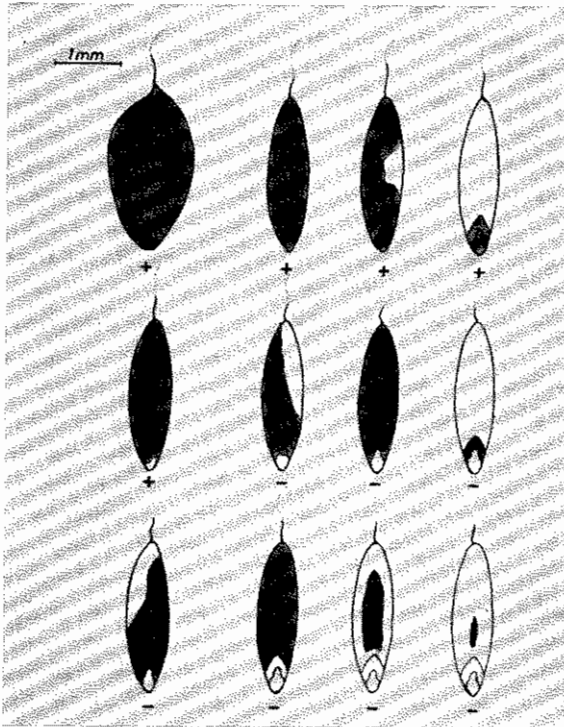


Abb. 2. Färbungsbilder bei *Alopecurus myosuroides* (Same ist als keimfähig zu beurteilen, wenn beim Anfärben mit TTC eine Farbverteilung entsteht, wie sie bei den mit + bezeichneten Bildern dargestellt ist; - Same ist nicht mehr keimfähig).

bung der Keimlinge unter dem Binokular oder mit Hilfe einer Lupe genau betrachtet werden kann. Die Beurteilung der Färbung und der Nekrosen erfolgt nach einem bestimmten artverschiedenen Bewertungsschema. Die in den als Beispiel gezeigten Abbildungen 1 und 2 mit „+“ gekennzeichneten Embryonen von *Thlaspi arvense* bzw. *Alopecurus myosuroides* sind als keimpotent, die mit „-“ gekennzeichneten als nicht mehr keimpotent zu bewerten.

Entsprechende Bewertungsbilder wurden von Rieder für insgesamt 17 Unkrautarten aus 8 Familien aufgestellt. Die Entscheidung, ob ein in bestimmter Weise gefärbter Same noch als lebend anzusprechen ist, konnte jeweils nur durch vergleichende Keimversuche erfolgen. Hierbei muß jedoch in jedem Fall der Same voll keimfähig sein. Somit mußten auch für alle 17 Arten Methoden zur vollständigen Brechung eventueller Keimhemmung erarbeitet werden. Auf Einzelheiten der Präparation und Bewertung einzugehen, ist in diesem Rahmen nicht möglich. Es sei auf die Arbeiten von Bulat (1961), Lakon (1942), Lindenbein (1961) und Rieder (1966) verwiesen.

Tabelle 1 gibt ein Anwendungsbeispiel des TTC-Tests wieder. Als lebend wurden alle Färbungsbilder, die nach der Skala von Rieder mit „+“ zu bewerten waren, zusammengefaßt, als tot die restlichen mit „-“ zu bewertenden Färbungsbilder. Da die Samen der in diesem Versuch verwendeten Arten weitgehend keimgehemmt waren, war eine Aussage über die Einwirkung der chemischen Mittel auf die Lebensfähigkeit nur mit Hilfe des TTC-Tests möglich.

Tab. 1. Einwirkung verschiedener Konzentrationen von Simazin, TCA, Allylalkohol, Di-Trapex auf die Lebensfähigkeit von Unkrautsamen.

Mittelkonzentration in g bzw. ml/l	% lebend							
	unbe- handelt	Sim- azin	TCA	1200	0,05	5	0,1	10
Unkrautart		50	333					
<i>Alopecurus myosuroides</i>	100	100	70	17	100	0	79	0
<i>Sinapis arvensis</i>	100	100	0	0	95	2	98	0
<i>Galinsoga parviflora</i>	100	100	74	0	89	0	63	0
<i>Veronica persica</i>	100	100	7	0	83	0	10	0
<i>Vicia hirsuta</i>	100	100	79	89	70	81	85	81

Dabei zeigte sich, daß höhere Konzentrationen verschiedener Mittel die Samen der meisten Unkrautarten, auch wenn sie nicht keimbereit sind, zerstören können. Nur hartschalige Arten, wie z. B. *Vicia hirsuta*, wurden nicht beeinflusst, solange die Hartschaligkeit vorhanden war. Die Stärke der Samenzerstörung war art- und mittelspezifisch.

Für die Brauchbarkeit der TTC-Methode spricht, daß bei samenwirksamen Mitteln mit zunehmender Konzentration ebenso wie mit zunehmender Einwirkungsdauer nicht nur der Prozentsatz toter Samen zunahm, sondern daß die Sa-

men zunehmende Nekrosen aufwiesen, selbst wenn sie noch als lebend zu beurteilen waren.

S u m m a r y

The use of Tetrazoliumchloride (TTC) for the determination of the viability of weed seeds is described. In the living cells the colourless TTC is reduced to Formazan which has a red colour. By comparison with germination tests of non-dormant seeds it could be determined which parts of the seed have to be living that the seed is still able to germinate. With this method it is possible to determine the percentage of viable seeds in a sample of dormant seeds.

L i t e r a t u r

- B u l a t, H., Reduktionsvorgänge in lebendem Gewebe, Formazane, Tetrazoliumsalze und ihre Bedeutung als Redoxindikatoren im ruhenden Samen. — Proc. Int. Seed Test. Ass. 26. 1961, 686—696.
- L a k o n, G., Topographischer Nachweis der Keimfähigkeit der Getreidefrüchte durch Tetrazoliumsalze (vorläufige Mitt.). — Ber. dtsh. bot. Ges. 60. 1942, 299—305.
- L i n d e n b e i n, W., Die Entwicklung und Bedeutung von biochemischen Methoden zur Keimfähigkeitsprüfung bei Untersuchung von Saatgut. — Saatgut-Wirtschaft, Sdr.-H., 13. 1961, 38—39.
- R i e d e r, G., Der Einfluß des Schwemmistes auf die Unkrautverbreitung und die Anwendung der Tetrazolium-Methode bei Unkrautsamen. — Diss. Landw. Hochschule, Hohenheim, 1966, 119 S.

F. SCHWERTLE und W. KOCH,

Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule
Stuttgart-Hohenheim.

Auftreten von Unkräutern und Krankheiten bei Getreide und Mais nach Direktsaat

Einleitung

Das Direktsaatverfahren basiert auf englischen Untersuchungen zur umbruchlosen Grünlanderneuerung (Arnott and Clement 1962, Hood et. al. 1963). Darüber hinaus wird in England in jetzt fünfjährigen Versuchen auf Ackerland die Direktsaat von Weizen nach Weizen im Vergleich zu herkömmlicher Bestellung mit gutem Erfolg durchgeführt. Erste Versuche zur Direktsaat in Deutschland wurden 1964 angelegt (Hierholzer 1965). In Hohenheim vermittelte ein Tastversuch mit Silomais 1965 die ersten Erfahrungen über diese neuartige Bestellungsverfahren (Schwertle 1966; in dieser Arbeit außerdem Literaturübersicht über diesen Fragenkomplex).

Unter Direktsaat versteht man das Einbringen des Saatgutes in den unbearbeiteten Boden. Vorhandener Pflanzenwuchs (Ausfallgetreide und Unkräuter) werden 8–10 Tage vor der Saat mit den Bipyridyliumderivaten Paraquat und Deiquat abgetötet. Die Anwendung dieser Mittel ist als wesentlicher Bestandteil des Direktsaatverfahrens anzusehen, da sie bei Vorhandensein von genügend Humus- und Tonbestandteilen im Boden sehr rasch inaktiviert werden. Nur bei Mais kann nach eigenen Erfahrungen der Pflanzenwuchs vor Direktsaat auch mit Gesaprim vernichtet werden.

Zuweilen treten bei Einbringung und Bedeckung des Saatgutes noch Schwierigkeiten auf. Zum Einbringen des Saatgutes in den Boden sind vor den Drillscharen Messer- oder Scheibenseche bzw. neuerdings auch 2 cm breit arbeitende Fräswerkzeuge angebracht. Es erfolgt also nur eine Öffnung des Bodens in Form eines Schlitzes oder einer Fräsrinne im Bereich der Drillreihe.

Obwohl das Verfahren noch längst nicht praxisreif ist und bis jetzt auch noch nicht abzusehen ist, ob es jemals größere praktische Bedeutung erlangen wird, sind die ersten Ergebnisse recht eindrucksvoll und es scheint angebracht, sich rechtzeitig mit den möglicherweise auftretenden Problemen auseinanderzusetzen.

2. Methodik

Im Herbst 1965 wurden drei Versuche mit jeweils 4 Wiederholungen zum Vergleich der Direktsaat mit „normaler Bestellung“ angelegt (Hochdorf, Krs. Vaihingen/Enz und Ihinger Hof, Krs. Leonberg auf Lehmboden sowie Forchheim, Krs. Karlsruhe, auf Sandboden). Im Frühjahr 1966 erfolgte die Anlage von zwei entsprechenden Versuchen in Mais (Hochdorf und Ihinger Hof). Die Saat konnte bei den Direktsaatparzellen nicht immer ganz gleichmäßig eingebracht werden, da sich die Drillschare den Bodenunebenheiten nicht genügend anpassen konnten, was sich später etwas auf die Gleichmäßigkeit des Bestandes auswirkte.

Während der Vegetationszeit wurden beim Weizen zunächst die Keimpflanzen und später die ährentragenden Halme gezählt. Bei der Ernte erfolgte in allen Fällen eine Ertragsfeststellung. Sinngemäß wurde auch beim Mais verfahren.

Zur Charakterisierung des Unkrautbestandes wurden auf $4 \times 0,5$ qm je Parzelle die Unkräuter nach Arten getrennt gezählt und von den wichtigsten Arten außerdem die Frischgewichte bestimmt. Zur Feststellung des Befalls mit Fußkrankheiten wurden jeder Parzelle 100 Halme Weizen entnommen und nach dem Bewertungsschema von Bockmann (1966) auf Fußkrankheiten bonitiert.

3. Ergebnisse und Diskussion

a) Einjährige Unkräuter im Winter-Weizen: Wie die in Tabelle 1 dargestellten Ergebnisse zeigen, sind die meisten annuellen Unkrautarten in den Parzellen mit Direktsaat weit weniger stark vertreten als bei herkömmlicher Bestellung. Dieses Ergebnis war durchaus zu erwarten, da die keimbereiten Samen aus der obersten Bodenschicht bereits während der vergangenen Vegetationsperiode gekeimt hatten und die frisch ausgefallenen Samen nur auf die Bodenoberfläche zu liegen kamen und kein befriedigendes Keimbett vorhanden. Lediglich *Polygonum aviculare*, *Rumex acetosella*, *Veronica persica* waren in den direkt gesäten Parzellen zahlreicher als in den herkömmlich bestellten.

Tab. 1. Zahl einjähriger Unkräuter bei 2 Bestellungsverfahren von Winterweizen (3 Versuche mit je 4 Wiederholungen; Versuch Forchheim, Krs. Karlsruhe auf Sandboden, Versuch Hochdorf, Krs. Vaihingen/Enz und Ihinger Hof, Krs. Leonberg, jeweils auf Lehmboden.

Versuchsort	Unkrautart	Zahl der Unkräuter auf 16 m ²	
		bei herkömmlicher Bestellung	bei Direktsaat
Hochdorf	<i>Alopecurus myosuroides</i>	525	24
Ihinger Hof	<i>Sinapis arvensis</i>	408	38
Forchheim	<i>Raphanus raphanistrum</i>	371	58
Ihinger Hof	<i>Veronica hederifolia</i>	26	9
Hochdorf	<i>Veronica hederifolia</i>	119	0
Ihinger Hof	<i>Lamium purpureum</i>	546	190
Forchheim	<i>Spergula arvensis</i>	369	57
Ihinger Hof	<i>Polygonum convolvulus</i>	1773	235
Forchheim	<i>Polygonum convolvulus</i>	68	15
Forchheim	<i>Polygonum aviculare</i>	557	1327
Ihinger Hof	<i>Polygonum aviculare</i>	233	577
Forchheim	<i>Rumex acetosella</i>	163	900

b) Einjährige Unkräuter im Mais: Zwischen den Verhältnissen in Winterweizen und denen in Mais bestand kein grundsätzlicher Unterschied (Tab. 2). Auch in Mais war die Gesamtzahl der annuellen Unkräuter bei Direktsaat geringer als bei normaler Bestellung. Auch hier machten wiederum *Polygonum aviculare* und *Avena fatua* eine Ausnahme und waren in den direkt gesäten Parzellen stärker vertreten als bei herkömmlicher Bestellung. Der Grund für das stärkere Auftreten dieser beiden Arten kann bisher noch nicht genannt werden.

Tab. 2. Zahl einjähriger Unkräuter bei 2 Bestellungsverfahren von Körnermais (2 Versuche mit je 4 Wiederholungen: Versuch Hochdorf, Krs. Vaih./Enz und Ihinger Hof, Krs. Leonberg, jeweils auf Lehmboden)

Versuchsort	Unkrautart	Anzahl der Pflanzen bzw. Triebe auf 18 m ²	
		bei herkömmlicher Bestellung	bei Direktsaat
Hochdorf	<i>Sinapis arvensis</i>	73	3
Ihinger Hof	<i>Sinapis arvensis</i>	395	6
Hochdorf	<i>Stellaria media</i>	34	17
Ihinger Hof	<i>Veronica persica</i>	195	99
Ihinger Hof	<i>Lamium purpureum</i>	396	42
Ihinger Hof	<i>Galium aparine</i>	87	60
Ihinger Hof	<i>Polygonum convolvulus</i>	50	27
Ihinger Hof	<i>Polygonum aviculare</i>	29	150

c) Mehrjährige Unkräuter: Bei den mehrjährigen Arten waren die Verhältnisse erwartungsgemäß gerade umgekehrt. Sie konnten sich in den direkt gesäten Parzellen wesentlich stärker vermehren als in den normal bestellten (Tab. 3).

Tab. 3. Zahl mehrjähriger Unkräuter bei 2 Bestellungsverfahren von Körnermais (2 Versuche mit je 4 Wiederholungen: Versuch Hochdorf, Krs. Vaih./Enz und Ihinger Hof, Krs. Leonberg, jeweils auf Lehmboden).

Versuchsort	Unkrautart	Anzahl der Pflanzen bzw. Triebe auf 18 m ²	
		bei herkömmlicher Bestellung	bei Direktsaat
Hochdorf	<i>Convolvulus arvensis</i>	14	89
Hochdorf	<i>Sonchus arvensis</i>	25	30
Ihinger Hof	<i>Sonchus arvensis</i>	51	86
Ihinger Hof	<i>Agropyron repens</i>	113	685

d) Krankheiten: Während beim Mais keine Krankheiten festgestellt werden konnten, war beim Winterweizen insbesondere *Cercospora herpotrichoides* aufgetreten.

Aus Literaturberichten (H o o d 1965) ist bekannt, daß in England *Ophiobolus graminis* bei Direktsaat wesentlich weniger stark auftritt als bei herkömmlicher Bestellung, während in bezug auf *Cercospora herpotrichoides* und andere Erreger von Fußkrankheiten keine signifikanten Unterschiede festzustellen waren. Bei den eigenen Untersuchungen war im Versuch Ihinger Hof der Befall mit *Cercospora* stark (Weizen nach Weizen). In diesem Versuch waren die Pflanzen bei Direktsaat wesentlich weniger stark erkrankt als bei normaler Bestellung (Abb. 1). Der Winterweizen im Versuch Hochdorf zeigte dagegen weit schwächeren Befall. Hierbei war ein Unterschied zwischen den beiden Bestellungsverfahren nicht festzustellen.

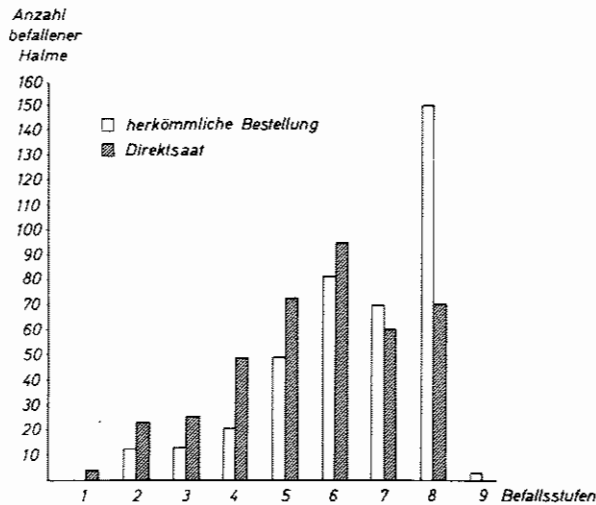
Befall von Winterweizen mit *Cercospora herpotrichoides*

Abb. I. Befall von Winterweizen mit *Cercospora herpotrichoides* nach herkömmlicher Bestellung und nach Direktsaat.

Summary

A general description of the method of direct drilling has been given. Several field trials were conducted to study the effects of direct drilling on the appearance of different weed species and plant diseases. The results of the first year of experimentation are summarized below.

There was a reduction in the population of annual weeds in the direct drilled winter wheat and maize plots, but the situation was reversed in case of perennial weeds. In one trial where winter wheat was followed by winter wheat, the incidence of *Cercospora herpotrichoides* in the conventionally cultivated plots was much more than in the direct drilled plots.

Literatur

- Arnott, R. A. and Clement, C. R., Sowing winter wheat on leys destroyed with a herbicide. — Nature, London, 195. 1962, 1277.
- Bockmann, H., 9-stufiges Bonitierungsschema über den Befall von Winterweizen mit *Cercospora herpotrichoides* (nach einer mündlichen Mitteilung, 1966).
- Hierholzer, O., Über die Möglichkeiten des „Direktsäverfahrens“ mit Hilfe von Paraquat. — Ztschr. Pfl.krankh., Sdr.-H. 3. 1965, 283–290.
- Hood, A. E. M., Der Einsatz von Paraquat als Alternative zum Pflügen. — Ztschr. Pfl.krankh., Sdr.-H. 3. 1965, 291–296.
- Hood, A. E. M., Jameson, H. R., and Cotterell, R., Destruction of pastures by paraquat as a substitute for ploughing. — Nature, London 197. 1963, 748.
- Schwerdtle, F., Macht die chemische Unkrautbekämpfung ackerbauliche Maßnahmen überflüssig? — Diplom-Hausarbeit, Inst. Pfl.schutz, Landw. Hochschule Stuttgart-Hohenheim, 1966.

R. HEITEFUSS,

Georg August Universität Göttingen,
Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz.

Der Einfluß von Herbiziden auf *Cercospora*-Befall und Lagerung von Winterweizen

Die verstärkte Anwendung von Herbiziden wirft nicht nur im Getreidebau die Frage auf, ob als erwünschte oder unerwünschte Nebenwirkung der Befall der Kulturpflanzen mit Pathogenen der verschiedensten Art positiv oder negativ beeinflußt werden kann.

In unseren vor 2 Jahren begonnenen Untersuchungen griffen wir diese Frage am Beispiel der Getreidefußkrankheiten auf und prüften den Einfluß verschiedener Herbizide auf den Befall von Winterweizen mit *Cercospora herpotrichoides* und die Auswirkung einer Herbizidbehandlung auf dessen Standfestigkeit.

Die Abbildung 1 zeigt einen Versuch des Jahres 1965, bei dem im 3- bis 4-Blattstadium von Winterweizen (Breustedts Gudini) die Frühjahrsanwendung der Herbizide zur Bekämpfung einer starken Verunkrautung mit Ackerfuchschwanz durchgeführt wurde. Die Bonitierung ergab eine unzureichende herbizide Wirkung von Afalon, sehr gute Wirkung bei Aresin, dem Mischpräparat Aresin/Aretit und Simazin. Die Beurteilung des *Cercospora*-Befalls erfolgte an repräsentativen Proben über die Bestimmung des Befallswertes nach Bockmann. Zur statistischen Auswertung wurde nach Arcus-Sinus Transformation varianzanalytisch verrechnet. Die Sicherungsgrenzen für die P-Werte von 5,0 : 1,0 oder 0,1 % sind in den Diagrammen angegeben. Eine deutliche Befallsminderung mit P unter 1 % zeigen beide Anwendungskonzentrationen von Aresin und gleichfalls Simazin. Die Lagerung wird durch Aresin und Aresin/Aretit eindeutig herabgesetzt, während Afalon und Simazin nicht ganz so günstig abschneiden. Abbildung 2 gibt einen Versuch in Heine VII Winterweizen wieder, bei dem der geringe Unkrautbesatz in allen Parzellen mechanisch entfernt wurde, um ausschließlich den unmittelbaren Einfluß der Herbizide zu erfassen. Auch hier zeigt sich die günstige Wirkung des Aresin mit etwa 30 % Befallsminderung, die anderen Harnstoffderivate und das Simazin liegen ebenfalls unter oder bei der 0,1 % Sicherungsgrenze und damit der befallsmindernden Wirkung des Kalkstickstoffs vergleichbar. Eine Verringerung der Lagerneigung wurde durch Aresin und ungeöhlten Kalkstickstoff, in geringem Maße durch die anderen Herbizide mit Ausnahme von Simazin erzielt.

Die günstigen Ergebnisse des Jahres 1965 ließen uns in verstärktem Maße in diesem Jahre die Arbeiten fortsetzen. Unsere Erwartungen wurden zwar nicht ganz erfüllt, die Ergebnisse des Vorjahres aber doch im wesentlichen bestätigt. An einem Beispiel zeigt das Abbildung 3. In einem Versuch in Winterweizen mit Unkrautbesatz von 20 % Deckungsgrad und guter herbizider Wirkung der einzelnen Mittel wurde durch 1,5 kg Aresin eine etwa 30 %ige Minderung des Befallswertes erzielt. Die Wirkung des Simazin war nur wenig geringer. In diesem Falle war jedoch die Lagerneigung bei Anwendung der beiden Triazinderivate

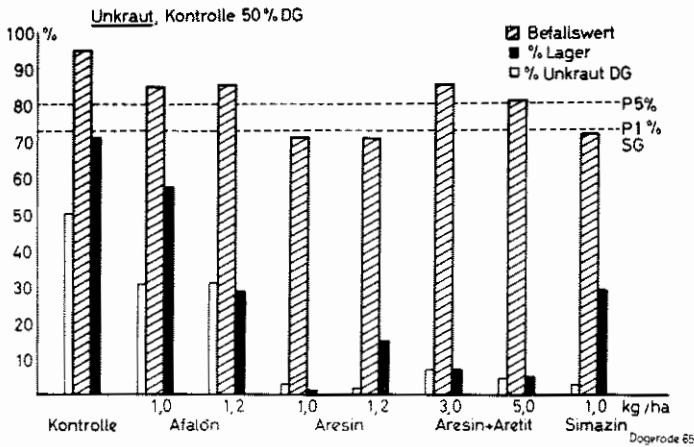


Abb. 1. Einfluß von Herbiziden auf *Cercospora*-Befallswert, Lagerung und Verunkrautung von Winterweizen (Breustedts Gudín). Feldversuch 1965.

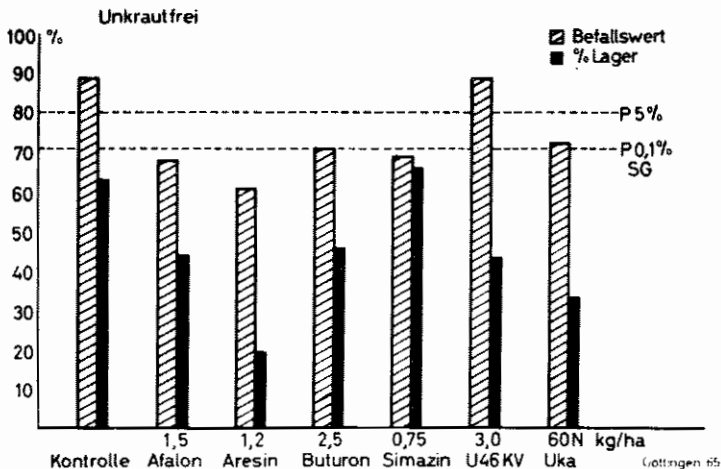


Abb. 2. Einfluß von Herbiziden auf *Cercospora*-Befallswert und Lagerung von Winterweizen (Heine VII) im unkrautfreien Bestand. Feldversuch 1965.

erhöht. In einem anderen, als Beispiel angeführten Versuch im unkrautfreien Bestand (Abb. 4), war die befallsmindernde Wirkung der hohen Aresinkonzentration nur knapp nicht gesichert, Simazin zeigte dagegen keine Wirkung. Ebenfalls ohne Wirkung blieb in diesem Versuch auch der Kalkstickstoff, der jedoch wie U 46 – KV eine Verminderung der nicht sehr hohen Lagerneigung zur Folge hatte.

In Ergänzung zu den Feldversuchen überprüften wir im Gefäßversuch bei künstlicher Infektion von Sommerweizen mit *Cercospora herpotrichoides* die Wirkung der Herbizide in den praxisüblichen Aufwandmengen. Als Infektionsmaterial wurde ein gut mit dem sporulierenden Pilz durchwachsender feiner Strohhäcksel

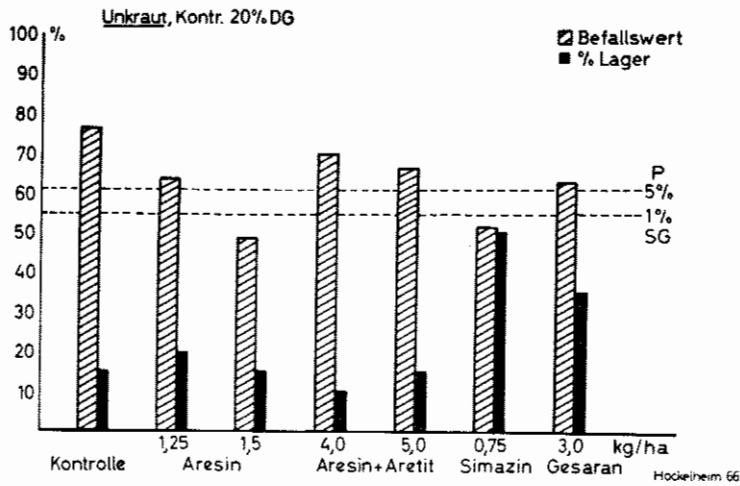


Abb. 3. Einfluß von Herbiziden auf *Cercospora*-Befallswert und Lagerung von Winterweizen (Heine VII) bei geringer Verunkrautung. Großparzellenversuch 1966.

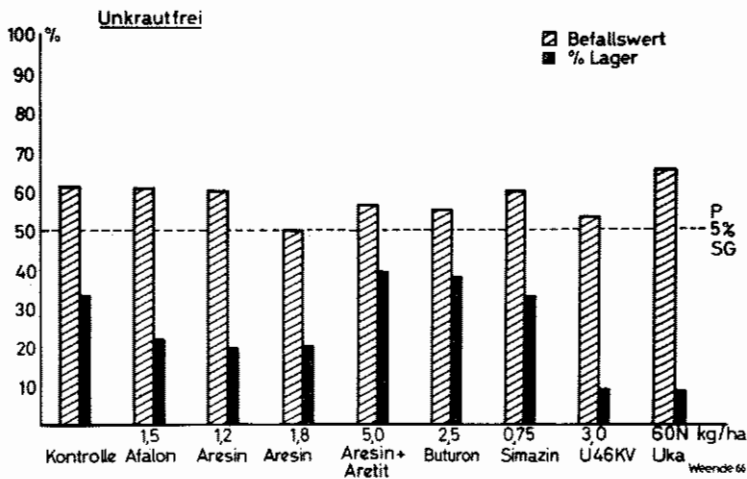


Abb. 4. Einfluß von Herbiziden auf *Cercospora*-Befallswert und Lagerung von Winterweizen (Breustedts Werla) im unkrautfreien Bestand. Feldversuch 1966.

zur Zeit der Aussaat den oberen 2 cm des Bodens beigemischt. Die Befallsminde-
 rung durch Aresin und Simazin konnte bestätigt werden, Afalon zeigte eine noch
 deutlichere Wirkung (Abb. 5). Die übrigen Behandlungen, einschließlich des
 Kalkstickstoff erbrachten keinen gesicherten Unterschied zur Kontrolle. Die Ver-
 minderung des Frischgewichtes als Folge der Infektion wurde durch Aresin,
 Aresin/Aretit und Simazin etwas herabgesetzt, durch Kalkstickstoff erhöht und
 ergab keine direkte Beziehung zu der Beeinflussung des Befallswertes.

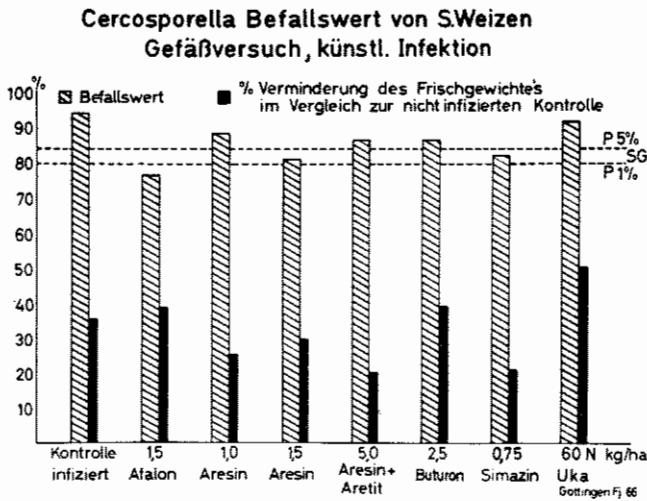


Abb. 5. Einfluß von Herbiziden auf *Cercospora*-Befallswert von Sommerweizen (NOS Nordgau) im Gefäßversuch.

Feldversuche und Gefäßversuch zeigten, daß bei der Verwendung von Harnstoffderivaten und Simazin im Getreide mit einer befallsmindernden Wirkung gegenüber *Cercospora* gerechnet werden kann. Diese Wirkung tritt auch dann ein, wenn kein Unkraut vorhanden ist, sie kann also zumindest nicht allein auf die Ausschaltung der Unkrautkonkurrenz und die Beeinflussung des Mikroklimas im Bestand zurückgeführt werden. Auch für die Bestandesdichte konnte keine eindeutige Korrelation zur Beeinflussung des *Cercospora*-Befalls von uns gefunden werden.

Der Frage nach der Ursache der Befallsminderung gingen wir in mehreren ergänzenden Versuchen nach. Wir verfolgten das Wachstum von *Cercospora* auf einem Biomalz-Pepton-Agar, dem entsprechende Konzentrationen der Herbizid-Wirkstoffe zugesetzt waren. Der Koloniedurchmesser wurde laufend gemessen und nach 30 Tagen im Vergleich zur Kontrolle beurteilt (Abb. 6). In einer Konzentration von 10 ppm zeigt nur Buturon eine schwache Wirkung, die anderen Harnstoffderivate sind erst ab 100 ppm wirksam. Simazin bleibt auch bei der höchsten Konzentration von 100 ppm wirkungslos. Derartige Mengen des Herbizidwirkstoffes werden unter praktischen Verhältnissen jedoch nur an der Bodenoberfläche erreicht, 1 kg/ha würden in einer Bodenschicht von 1 mm der Konzentration von 100 ppm entsprechen. Eine direkte fungizide Wirkung der geprüften Mittel gegen *Cercospora* ist daher kaum anzunehmen. Die Beeinflussung der Sporenkeimung ist gleichfalls nur gering. Ob die Sporulation des Pilzes beeinflusst werden kann, muß in ergänzenden Versuchen geklärt werden.

Als weitere Möglichkeit kommt eine indirekte Wirkung des Herbizids über die Veränderung der physiologischen Reaktion der Pflanze gegenüber dem Pathogen in Betracht. Auch die Umwandlung des Wirkstoffes in eine stärker fungizide Verbindung wäre denkbar. Mit einer besonderen Versuchsanordnung, die den direkten Kontakt zwischen Herbizid und Pilz ausschloß, gingen wir dieser Frage nach.

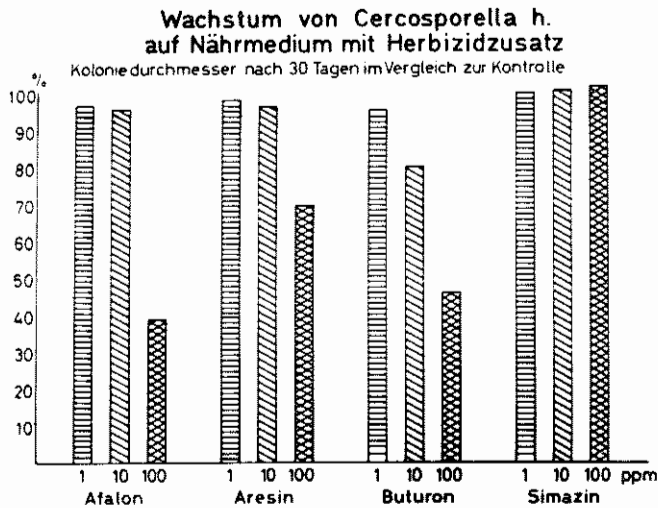


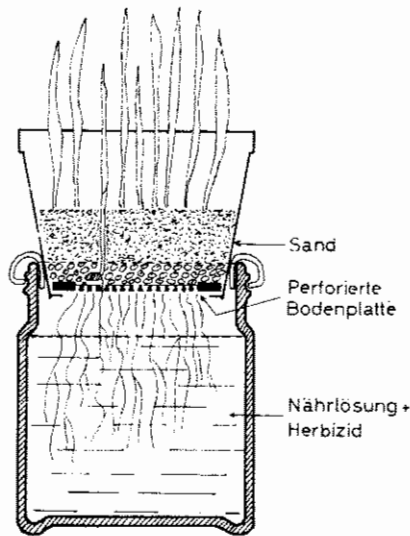
Abb. 6

Weizenkörner wurden in einem Gefäß mit einer Kies-Sand-Schicht so ausgelegt, daß sich die Wurzeln durch eine perforierte Bodenplatte hindurch entwickeln konnten und die Nährstoffzufuhr dann über die in dem zweiten Gefäß befindliche Nährlösung erfolgte. (Abb. 7). Im 3- bis 4-Blattstadium der Weizenpflanze wurde die Infektion mit *Cercospora* durch Aufsprühen einer Sporensuspension an den Halmgrund der Pflanzen vorgenommen. Gleichzeitig wurde die Nährlösung durch eine entsprechende Lösung mit Herbizidzusatz ersetzt. Die Konzentration der Herbizide war nach Vorversuchen so gewählt worden, daß innerhalb von 3 Wochen nach Versuchsbeginn keine ernsthafte Schädigung der Pflanzen eintrat. Sobald Beeinflussung deutlich sichtbar wurde, in den höheren Konzentrationen nach etwa 4 Wochen, wurden die Pflanzen auf Nährlösung ohne Herbizid umgesetzt.

Die Auswertung etwa 3 Monate nach der Aussaat zeigte: Aresin und Simazin, die sowohl im Feldversuch als auch im Gefäßversuch günstig abschnitten, vermindern sehr deutlich den Befallswert, in der 0,1 ppm Konzentration mit einer statistischen Sicherung von unter 1 % (Abb. 8).

Zu der Verminderung des Befalls von Winterweizen mit *Cercospora* können daher mehrere Komponenten beitragen. Der entscheidende Faktor dürfte die Beeinflussung des physiologischen Zustandes der Kulturpflanze sein, die hier zu Ungunsten des Parasiten erfolgt. Diese Wirkung ist in ihrem Ausmaß wohl in ähnlicher Weise wie die herbizide Wirksamkeit dem Einfluß der Umweltfaktoren ausgesetzt.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Feldversuchen der Jahre 1965 und 66 gibt Abbildung 9. Die Gruppierung des Einflusses der Herbizide auf den Befallswert erfolgte aufgrund der statistischen Auswertung mit der Sicherungsgrenze bei $P = 5\%$. Hingewiesen sei vor allem auf Aresin und Simazin. Bei Aresin wurde in 4 von 8 Versuchen eine deutliche Befallsminderung festgestellt. In 5 von diesen Versuchen war gleichzeitig die Lagerneigung des Getreides geringer. Simazin führte in 5 von 7 Versuchen zu einer Minderung des Befalls, der Einfluß



Versuchsanordnung
zur Aufnahme von Herbiziden
aus Nährlösungen.

Abb. 7

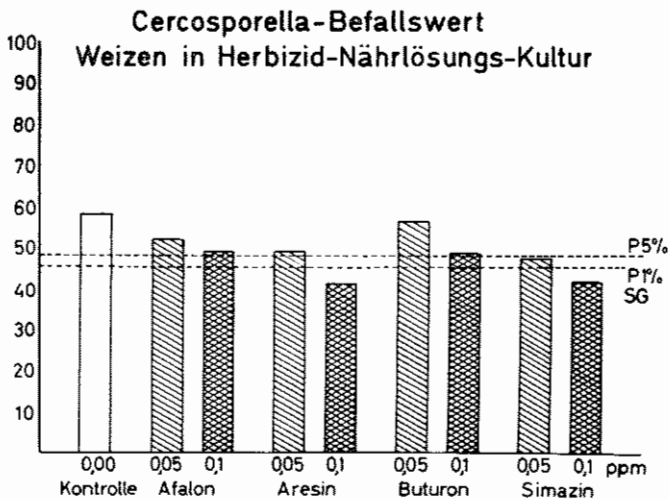


Abb. 8

auf die Lagerneigung war dagegen weniger günstig. Von Bedeutung dürfte darüber hinaus die Feststellung sein, daß in keinem der Versuche durch die Herbizidbehandlung eine Erhöhung des Befalls mit *Cercospora* hervorgerufen wurde. Eine Verstärkung der Lagerneigung kann aber unter Umständen eintreten.

Einfluß von Herbiziden auf Cercospora-Befall und Lagerung von W.Weizen

Präparate	Anzahl Versuche 1965/66	Befallswert			Lagerneigung		
		niedriger	höher	- gleich	niedriger	höher	- gleich
Afalon	6	2	-	4	2	3	1
Aresin	8	4	-	4	5	1	2
Aresin/Aretit	6	2	-	4	2	2	2
Buturon	3	1	-	2	1	1	1
Simazin	7	5	-	2	2	1	4
Aretit	3	-	-	3	1	-	2
U46KV	3	-	-	3	2	-	1
Uka	3	1	-	2	3	-	-

Abb. 9

Wir können zwar nicht so weit gehen, Aresin und Simazin als Mittel zur Bekämpfung des *Cercospora*-Befalls zu bezeichnen, jedoch mit Sicherheit von einer günstigen Nebenwirkung im Sinne einer Befallsminderung durch diese Herbizide sprechen. Eine Steigerung dieser Wirkung könnte unter Umständen durch eine Kombination mit der Anwendung von Kalkstickstoff erzielt werden, worauf einige orientierende Versuche von uns bereits hinwiesen.

Herrn Versuchstechniker H. B o d e n d ö r f e r habe ich für seine wertvolle Mitarbeit bei der Durchführung der Versuche zu danken. Den Herren der Pflanzenschutzämter in Göttingen und Kassel und der Firma Farbwerke Hoechst danke ich für die Erlaubnis zur Probennahme in ihren Versuchen und für ihre Hilfe.

S u m m a r y

The effect of different herbicides was tested against *Cercospora herpotrichoides* and lodging of winter wheat. Application of aresin (monolinuron) at normal rates in the spring led to a significant decrease in disease severity (Befallswert) in 4 out of 8 field tests, simazine reduced disease severity in 5 out of 7 tests. Both compounds were effective also when weeds were mechanically removed. Other herbicides such as afalon (linuron), buturon (N-(p-Chlorphenyl)-N'-methyl-N'-isobutyl-urea), aretite (dinitro-s-butyl-phenyl-acetat) and U 46 KV (CMPP) had either no or a slight disease reducing effect, in no case an increase in disease was found. Effect on lodging was not uniform. In greenhouse experiments with inoculum material of *Cercospora h.* added to the soil a small but significant reduction of disease occurred with aresin, afalon and simazine. In hydro-culture of wheat with low concentrations of the herbicide added to the growth medium the reduction of disease by aresin and simazine was confirmed. On agar medium growth reduction of *Cercospora h.* was obtained only by 10 and 100 ppm buturon, 100 ppm afalon and aresin, and not by simazine.

Aresin and simazine presumably do not act as fungicides against *Cercospora h.*, but indirectly by their influence on the physiology of the wheat plant.

Diskussion

W ü r z e r : Anwendung von Perlkalkstickstoff ermöglicht die Reduktion der Aufwandmenge von Herbiziden zur Ackerfuchsschwanzbekämpfung. Die Schädwirkung des Kalkstickstoffes wird erhöht, bei Lagerung verringert. Die Erträge glichen sich gegenüber Kalkammonsalpeter und voller Herbizidmenge weitgehend aus (Versuch 1966).

H a n i s c h : Im Vortrag wurde eine günstige Wirkung des Aresin und des Simazin auf die Befalls- und Lagerminderung bei mit *Cercospora herpotrichoides* befallenem Weizen erwähnt. Inwieweit wurden bei diesen Versuchen Ertragsfeststellungen durchgeführt. Meines Erachtens sollte bei der Wirkung von chemischen Mitteln auf *Cercospora* Befall und Lagerung nicht isoliert betrachtet werden, da man sonst zu falschen Schlüssen kommen kann. Bei meinen Versuchen mit *Cercospora* und Spurenelementernährung habe ich diesbezüglich mancherlei Überraschungen erlebt. Eine echte Wirkung gegen *Cercospora* als Getreideschadpilz ist nur bei Einbeziehung der Ertragskomponente möglich.

H e i t e f u ß : Ertragsfeststellungen konnten nicht in allen Versuchen durchgeführt werden. Unter Umständen, vor allem bei geringem Unkrautbesatz, ist mit einer gewissen Ertragsminderung zu rechnen. Bei hohem Unkrautbesatz wird der Ertrag durch die Herbizidbehandlung nicht gesteigert, sondern nur die Ertragsminderung wird verhindert.

R. DIERCKS,

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur,
Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München.

Herbizide im Getreidebau bei gleichzeitiger Kalkstickstoffdüngung

Der Kalkstickstoff hat auch in der modernen Landwirtschaft seine Bedeutung als Pflanzenschutzmittel nicht verloren. Wir haben in Bayern sogar den Eindruck, daß der Bedarf im Steigen ist, weil man in der Praxis offenbar bestrebt ist, neben der bekannten Wirkung als Dünge- und Unkrautmittel neuerdings auch den fungitoxischen Nebeneffekt zu nutzen, um beim Weizen, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, der Halmbruchgefahr zu begegnen. Diese letztgenannte Anwendung hat aber im Zuge der stürmischen Entwicklung „echter“ Herbizide eine Reihe von Fragen aufgeworfen, deren wichtigste sich etwa wie folgt präzisieren lassen:

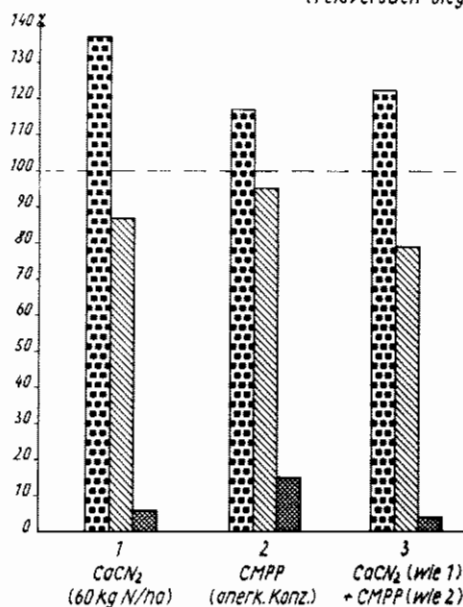
1. Unter welchen Voraussetzungen reicht die Kalkstickstoffdüngung, wenn sie beim Weizen ohnehin vorgenommen wird, auch heute noch für die Bekämpfung der Unkräuter aus?
2. In welchem Ausmaß sind, falls bei Kalkstickstoffdüngung auf zusätzliche Anwendung „echter“ Herbizide nicht verzichtet werden kann, phytotoxische Schäden zu erwarten, von denen die Praxis hin und wieder berichtet?

Wir haben diesem Fragenkomplex seit 2 Jahren Augenmerk geschenkt, zunächst allerdings nur auf vergleichende Untersuchungen mit den Wuchsstoffen Mecoprop und MPT-Ester sowie mit Triazin-Verbindungen beschränkt. Die Arbeiten sind noch keineswegs abgeschlossen. Dennoch dürften gewisse Schlußfolgerungen schon jetzt gerechtfertigt sein.

Alle Ergebnisse, die graphisch zur Darstellung kommen, entstammen einer größeren Reihe von Feldversuchen zur Halmbruchbekämpfung, die sekundär auf die eben erwähnte Fragestellung ausgedehnt worden waren. Von den zahlreichen Faktoren, die an sich für eine Auswertung in Betracht kommen, wurden aus Übersichtsgründen im vorliegenden Fall nur Kornertrag, Unkrautwirkung und Halmbruchbefall als ausschlaggebende Kriterien im Sinne der Fragestellung ausgewählt. Der Kontrolle werden bei jedem Versuch in Form von Relativwerten gegenübergestellt: 1. CaCN_2 allein, 2. das zu prüfende Herbizid allein und 3. die Anwendung beider Mittel, im letzteren Fall entweder zeitlich gestaffelt oder auch zum gleichen Termin. Der Kalkstickstoff, mit 60 kg N/ha in einer Gabe, wurde stets im Frühjahr ab etwa 4. Blatt verabreicht, die Vergleichsdüngung in Form von Kalkammon- bzw. Kalksalpeter ebenfalls im Frühjahr, aber in geteilten Gaben zu 40 + 20 kg N/ha. Bei Anwendung der Herbizide wurde nach den amtlichen Richtlinien verfahren. Auf wichtige sonstige Einzelheiten der Versuchsbedingungen sei später bei Schilderung der Einzelergebnisse näher eingegangen.

Die 1. Versuchsgruppe umfaßt die vergleichenden Untersuchungen mit Wuchsstoffen. Darunter ist zunächst ein vorjähriger Versuch interessant, bei dem, getrennt und kombiniert, CaCN_2 und Mecoprop (Salz) in S-Weizen auf einem Acker zur Anwendung kamen, der ausschließlich dikotyle Samenunkräuter aufwies (vorwiegend Vogelmiere und Klettenlabkraut). Kalkstickstoff wurde in einem Fall gemahlen, im anderen granuliert verabreicht. Die Ergebnisse

Wirkung von Kalkstickstoff (gem.) und Mecoprop (CMPP-Salz) auf Kornertrag, Halmbrechbefall und dikotyle Unkräuter bei S-Weizen
(Feldversuch Siegerszell 1965)



Erläuterungen:

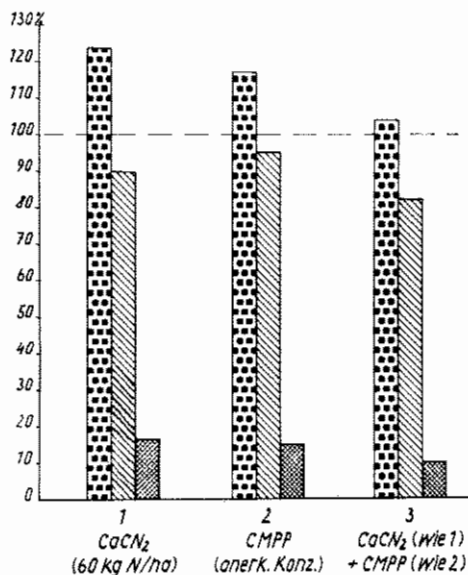
- - Kornertrag
 - ▨ - Befallsindex
 - ▩ - Unkräuter
- Relativwerte (Kontrolle = 100)

Kontrolle (Kalkammon- und Kalisalpeter allein):

Kornertrag - 22.46 dz/ha
Befallsindex - 1.29 (keine Lagerung)
Unkräuter - ca. 35% iger Deckungsgr.
(vorwiegend Vogelmiere u. Klettenlabkraut)

Abb. 1

Wirkung von Kalkstickstoff (gran.) und Mecoprop (CMPP-Salz) auf Kornertrag, Halmbrechbefall und dikotyle Unkräuter bei S-Weizen
(Feldversuch Siegerszell 1965)



Erläuterungen:

- - Kornertrag
 - ▨ - Befallsindex
 - ▩ - Unkräuter
- Relativwerte (Kontrolle = 100)

Kontrolle (Kalkammon- und Kalisalpeter allein):

Kornertrag - 22.46 dz/ha
Befallsindex - 1.29 (keine Lagerung)
Unkräuter - ca. 35% iger Deckungsgr.
(vorwiegend Vogelmiere u. Klettenlabkraut)

Abb. 2.

sind den Abbildungen 1 und 2 zu entnehmen und erbringen den Beweis, daß „CaCN₂ allein“ bei z. T. größerem herbiziden Effekt als „CMPP allein“ in beiden Fällen auch zu stärkstem Ertragszuwachs geführt hat. Zusätzliche CMPP-Spritzung (= CaCN₂ + CMPP) verringerte diesen Ertragszuwachs.

Bei einem anderen diesjährigen Versuch unter ähnlicher Fragestellung kamen Kalkstickstoff (gemahlen) und MPT-Ester in W-Weizen zur Anwendung. Auch in diesem Fall traten, wenngleich bei sehr schwachem Gesamtverunkrautungsgrad, nur dikotyle Samenunkräuter auf (vorwiegend Klettenlabkraut, Vogelmiere und Ehrenpreis). Die Ergebnisse erbringen, grundsätzlich gesehen, das gleiche Bild wie beim vorausgegangenen Versuch und kommen in Abbildung 3 zur Darstellung.

Zu den Befunden dieser ersten Versuchsgruppe läßt sich demnach zusammenfassend sagen, daß man auch heute den herbiziden Nebeneffekt einer ohnehin vorgenommenen Kalkstickstoffdüngung nicht unterschätzen sollte, weil er unter bestimmten Voraussetzungen für die Bekämpfung dikotyle Samenunkräuter schon ausreichend sein kann. Eine zusätzliche Anwendung von Wuchsstoffen kann den Ertragszuwachs sogar schmälern, offensichtlich als Folge eines gewissen phytotoxischen Effekts.

Wirkung von Kalkstickstoff (gem.) und MPT-Ester auf Kornertrag, Halmbruchbefall und dikotyle Unkräuter bei W-Weizen
(Feldversuch Siegerszell 1965/66)

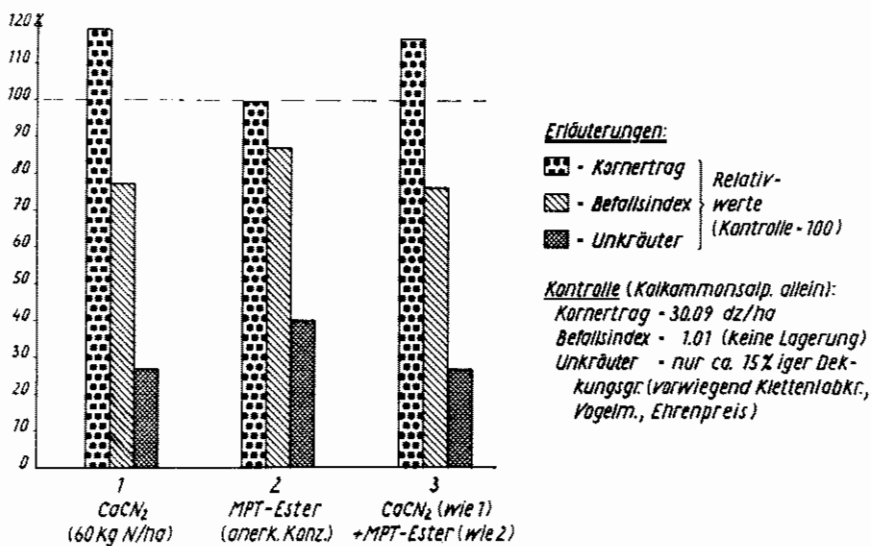
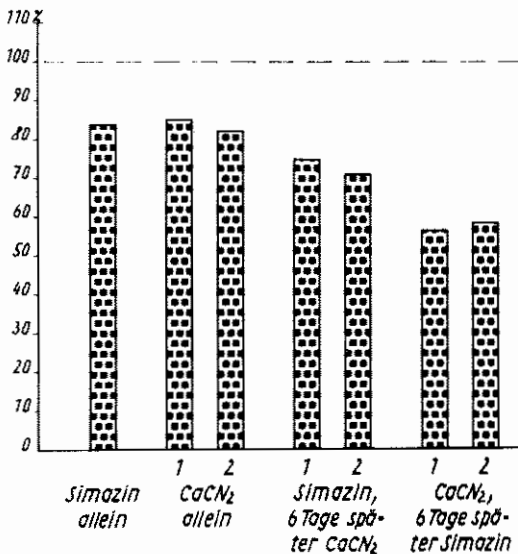


Abb. 3.

In der zweiten Versuchsgruppe befaßten wir uns unter gleicher Fragestellung mit der Anwendung von Triazinien zur Ackerfuchsschwanzbekämpfung in W-Weizen. Der erste Versuch mit CaCN₂ (gran. und gem.) und Simazin kam 1965 im Nürnberger Raum unter Anwendungs-

bedingungen zur Durchführung, die extrem ungünstig waren, weil 1. eine nur geringfügige Ackerfuchsschwanz- wie auch Allgemeinverunkrautung vorlag, 2. kontinuierlich starke Niederschlagstätigkeit herrschte und 3. der Standort ein leichter durchlässiger Sandboden war. Auch der Halmbruchbefall war wieder so gering, daß schon die Kontrolle frei von parasitärer Lagerung blieb. Die Ergebnisse dürften aber gerade unter diesem Aspekt interessant und aufschlußreich sein: Gegenüber der unbehandelten Kontrolle (also Kalkammonsalpeter allein) hat es bei allen Behandlungsformen gesicherte Ertragsdepressionen, teilweise in ganz erheblichem Ausmaß gegeben. Sie bewegen sich im Bereich von etwa 15 bis 18 % sowohl bei „Simazin allein“ wie auch bei „Kalkstickstoff allein“. Sie wachsen auf über 25 % bei Simazin mit 6 Tage später folgenden Kalkstickstoffdüngung an und sind am höchsten mit über 40%igen Mindererträgen dort, wo die Kalkstickstoffdüngung der Simazin-Spritzung 6 Tage vorausging. Die bekannten phytotoxischen Gefahren, die unter derartig ungünstigen Anwendungs- und Standortbedingungen schon Simazin und Kalkstickstoff für sich allein heraufbeschwören können, verschärfen sich also offenbar, wenn beide Mittel zusammen, wenn auch zeitlich gestaffelt, zur Anwendung kommen, worauf schon Springensguth (1963) hingewiesen hat. Weitere Einzelheiten siehe Abbildung 4.

Beeinträchtigung des Kornertes bei W-Weizen (Carsten VIII) durch Simazin und Kalkstickstoff unter ungünstigen Anwendungsbedingungen
(Feldversuch Brandhof 1965)



Erläuterungen:

- a) Säulen- relative Erträge
1 - gran., 2 - gem. Kalkst.
(Kontrolle - Kalkammonsalp. allein)
- b) Anwendungsbedingungen:
Leichter Boden, starke Niederschläge, schwache Unkraut- u. Ackerfuchsschwanzverseuchung, Kontrolle ohne Lagerung!
Simazin - 0.75 kg/ha
CaCN₂ - 60 kg N/ha

Abb. 4.

Ein Parallelversuch mit nahezu gleichen Anwendungsformen (CaCN₂ allerdings nur gepulvert) kam im gleichen Jahr unter ganz anderen Voraussetzungen im Landkreis Memmingen zur Durchführung: Zunächst lag eine,

für das dortige Gebiet typische, sehr starke Ackerfuchsschwanzverseuchung vor (fast 2000 Halme m^2 !), ferner bestand der Boden aus humosem, feinsandigen Lehm. Die Niederschlagsverhältnisse waren ähnlich wie im vorausgegangenen Versuch. Auch trat schon bei der Kontrolle wiederum keine parasitäre Lagerung auf. In Abweichung vom vorausgegangenen Versuch betrug bei den kombinierten Verfahren der zeitliche Abstand zwischen Simazin- und $CaCN_2$ -Ausbringung nicht 6, sondern 14 bzw. 16 Tage. Die Ergebnisse lassen diesmal in allen Versuchsgliedern z. T. ganz erheblichen Ertragszuwachs erkennen: Weit aus an der Spitze liegt Simazin mit 106 % Mehrertrag, gefolgt von den beiden Kombinationen mit + 80 bzw. 85 %. Den geringsten Mehrertrag von etwa 27 % erbrachte „ $CaCN_2$ allein“. Weitere Einzelheiten siehe Abbildung 5.

Wirkung von Simazin und Kalkstickstoff (gran.) auf Kornertrag, Halmbruchbefall und Ackerfuchsschwanzverseuchung bei W-Weizen
(Feldversuch LA Memmingen 1964/65)

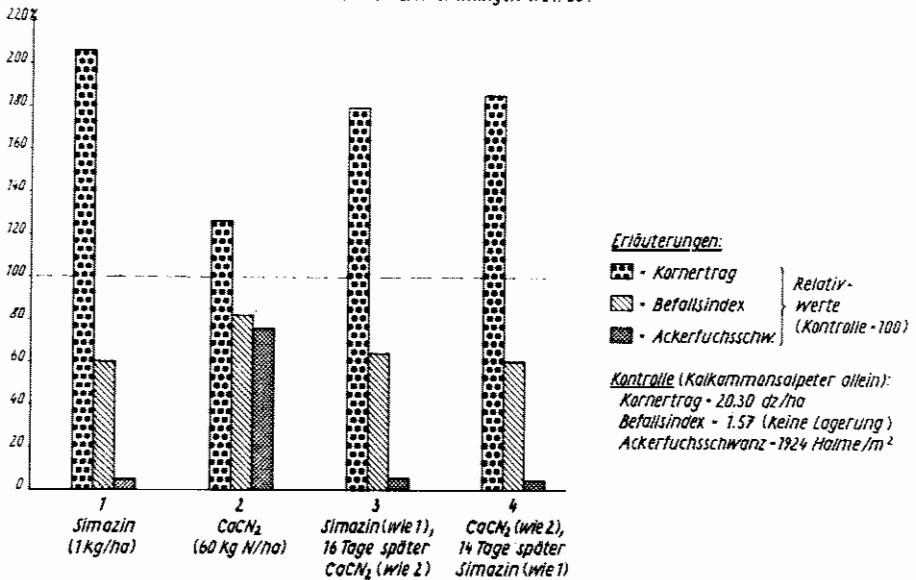


Abb. 5.

Bei einem letzten, diesjährigen Versuch, wiederum im Raum Memmingen, kamen Kalkstickstoff und eine neue Methyl-Triazinverbindung (Vers. Präp. A 1866) zur Anwendung. Die Bedingungen waren ähnlich wie im Vorjahr. Bei der Kombination beider Mittel fügten wir noch eine 3. Variante ein, nämlich die Ausbringung von $CaCN_2$ und A 1866 am gleichen Tag. Die Ackerfuchsschwanzverseuchung des Bestandes war weniger stark als im Vorjahr, mit etwa 800 Halmen/ m^2 aber immer noch erheblich. Die Befunde bestätigen im wesentlichen das vorjährige Bild, obwohl wir beim A 1866 an sich geringere phytotoxische Eigenschaften erwarteten: Angesichts der etwas schwächeren Ackerfuchsschwanzverseuchung ist der Ertragszuwachs, insgesamt gesehen, weniger stark. An der Spitze liegt aber wieder das Triazin-Präparat (+ 55 %).

Diesem folgen im signifikanten Abstand die Kombinationen, übrigens in allen 3 Varianten übereinstimmend (ca. + 40 %). Geringsten Zuwachs bei gleichzeitig geringster Ackerfuchsschwanzwirkung erbrachte wieder „CaCN₂ allein“. Sonstige Einzelheiten sind aus Abbildung 6 ersichtlich.

Wirkung von Methyl-Triazin (A 1866) und Kalkstickstoff (gran.) auf Kornertrag, Halmbruchbefall und Ackerfuchsschwanzverseuchung bei W-Weizen
(Feldversuch Pless 1965/66)

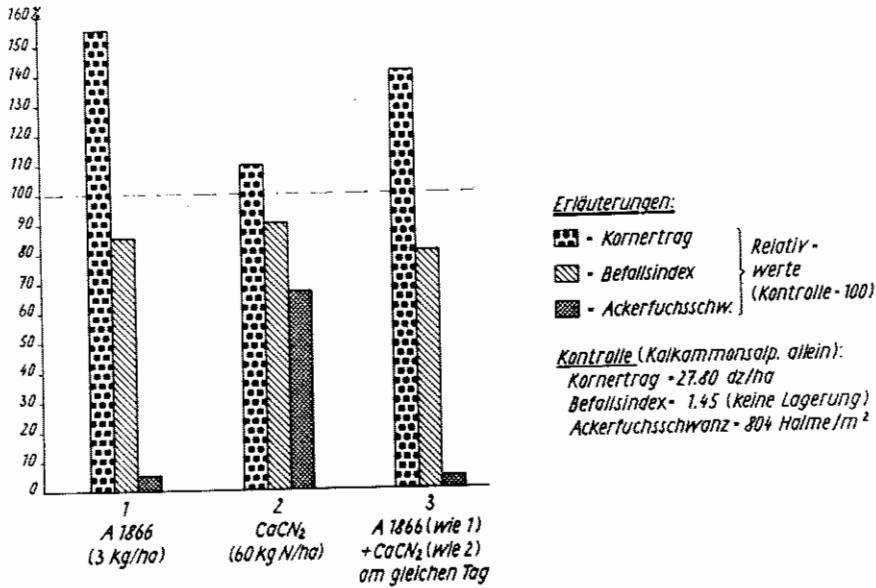


Abb. 6.

Zur Frage einer möglicherweise auch fungitoxischen Nebenwirkung von Triazinen sei abschließend noch ein Labor-Versuch erwähnt, bei dem wir den Einfluß wäßriger Verdünnungsreihen der beiden im Freiland verwendeten Triazin-Verbindungen auf das Myzelwachstum von *Cercospora herpotrichoides* in Flüssigkeitskulturen prüften. Wie die in Abbildung 7 dargestellten Ergebnisse erkennen lassen, dürfte es nicht ausgeschlossen sein, daß die im Freiland nach Triazin-Anwendung beobachtete Befallsminderung wenigstens teilweise auch fungitoxische Ursachen hat.

Die **Schlüßfolgerungen** aus den geschilderten Ergebnissen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die herbiziden Eigenschaften des Kalkstickstoffes sollten nicht in Vergessenheit geraten. Dies gilt vor allem für den Weizenbau, wo man mit der Kalkstickstoffdüngung auch der Halmbruchgefahr begegnen kann. Zur Bekämpfung dikotyler Samenunkräuter ist Kalkstickstoff nicht nur ein oft ausreichendes Herbizid, sondern kann sogar in bestimmten Fällen Wuchsstoffen überlegen sein. Die Koppelung einer Kalkstickstoffdüngung im Frühjahr mit nachfolgender Mecoprop- oder MPT-Ester-Anwendung schließt, zumindest soweit nur dikotyle Samenunkräuter zu bekämpfen sind, das Risiko leichter Ertragsdepressionen ein.

Einfluss von Triazin-Verbindungen auf das Myzelwachstum von *Cercospora herpotrichoides* in Malz/Pepton-Lösung

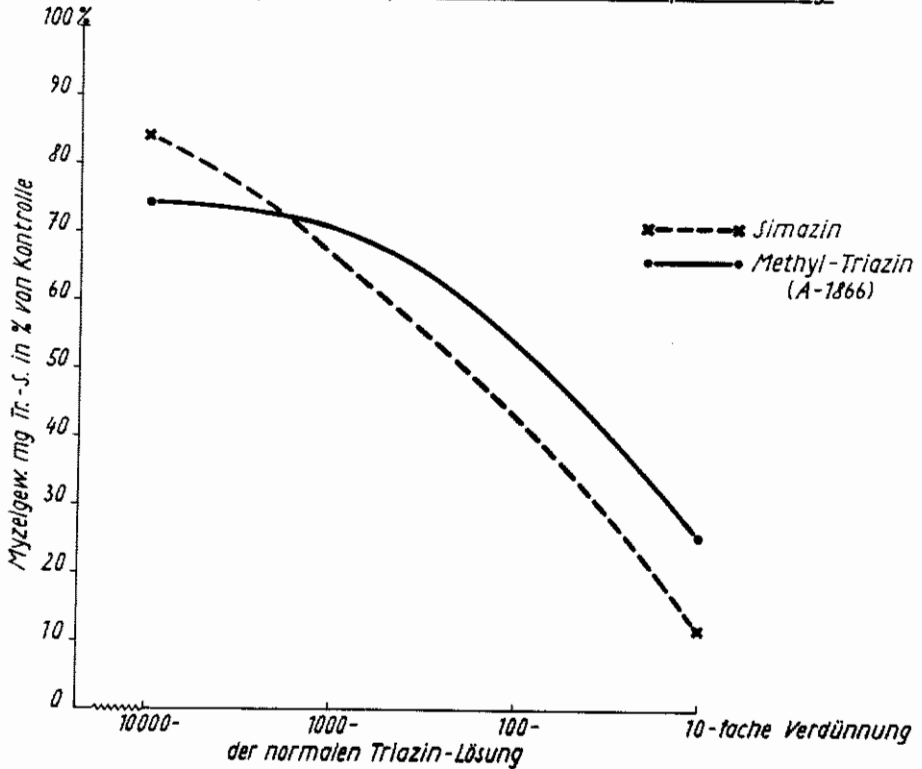


Abb. 7.

2. Anders sieht die Situation bei der Ackerfuchsschwanzbekämpfung im Winterweizen aus. Da die Kalkstickstoffwirkung in diesem Fall unzureichend ist, muß zu Spezialherbiziden gegriffen werden. Wählt man unter diesen im Frühjahr die in unseren Versuchen geprüften Triazin-Verbindungen, ohne auf die Kalkstickstoffdüngung zur Halmbruchabwehr verzichten zu wollen, so sind wiederum geringfügige Ertragsdepressionen zumindest dann nicht unwahrscheinlich, wenn schwacher Infektionsdruck vorliegt und das Getreide auch ohne Kalkstickstoffanwendung stehen bleiben würde. Diese Schlußfolgerung gilt für normal übliche Aufwandmengen der Mittel und für Anwendungstermine wie sie in den Versuchen vorgelegen hatten.

Eine Vorverlegung der Kalkstickstoffdüngung schon in den Herbst, wie sie u. a. Rademacher (1960) und Springensguth (1963) vorschlagen, würde zweifellos phytotoxische Gefahren bei im Frühjahr folgender Triazin-Anwendung ausschalten, wird aber im Hinblick auf die Halmbruchkrankheit kaum in Betracht kommen, wenn Frühjahrsinfektionen abzuwehren sind. Dagegen lassen erst in diesem Jahr mit einer Reihe auch anderer Institute eingeleitete Gemeinschaftsversuche mit Vorbehalt schon heute vermuten, daß

das Risiko leichter Ertragsdepressionen offenbar dann fortfällt, und zwar ohne herbizide Einbußen, wenn bei Frühjahrsanwendung die Simazin-Menge stark reduziert zusammen mit granuliertem CaCN_2 ausgebracht wird. Über die Versuchsergebnisse mit diesem letztgenannten Verfahren kann im einzelnen erst später berichtet werden.

S u m m a r y

Using calcium cyanamide for the control of eyespot-disease of wheat (*Cercospora herpotrichoides*) in spring there are the following conclusions regarding the question of simultaneous weed control with mecoprop (MCP-PP-salt), MPT-ester or triazine-compounds (simazine and the new methyltriazine-preparation A 1866):

1. To control dicotyle seed-propagated weeds CaCN_2 is not only a sufficient herbicide, but in definite cases it is superior to hormone weed killer. To combine in spring calcium cyanamide fertilizing with a following application of mecoprop- or MPT-ester includes the risk of slight reduction in grain yield (compared with " CaCN_2 only"), at least when only seed-propagated weeds are to be controlled.
2. There is an other situation regarding the control of slender foxtail (*Alopecurus myosuroides*). As the effect of calcium cyanamide is insufficient in this case, special herbicides must be applied. Using in spring those triazine-compounds which were checked in our trails without dispense with calcium cyanamide against eyespot, slight reductions in yield (compared with "triazine only") are not out of question at least under conditions of light infections, when there would be no lodging even without application of CaCN_2 .

L i t e r a t u r

- R a d e m a c h e r, B., Traditionelle und moderne Verfahren in der Unkrautbekämpfung. — Schweiz. landw. Monatsh. 38. 1960, 159–188.
- S p r i n g e n s g u t h, W., Die Bekämpfungsmöglichkeiten des Ackerfuchsschwanzes. — Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem, H. 108. 1963, 177–181.

D i s k u s s i o n

K e r s t i n g: Es wurde hingewiesen auf umfangreiche dreijährige Versuche mit allen Wintergetreidearten, wobei mit verringerten Gaben von Kalkstickstoff und Simazin bei zeitlich weiter auseinanderliegender Anwendung durch Kombinationen bessere Ergebnisse erzielt wurden als mit höheren Gaben beider Herbiziden allein.

D i e r e c k s: Wenn wir, wie wir es in Bayern als Regel haben, im Frühjahr die Infektionen abwehren wollen, müssen wir den Kalkstickstoff, soweit wir uns auf den Kalkstickstoff stützen wollen, im Frühjahr verabreichen. Dann ergibt sich die Frage der Kombination, wobei zweifellos auch noch Möglichkeiten bestehen, den Zeitraum etwas auseinander zu ziehen, aber da sind gewisse Grenzen, weil ja auch die Simazinanwendung nicht zu weit hinausgeschoben, aber auch nicht zu weit vorverlegt werden kann, wegen der möglichen Schädigungen durch Fröste.

M e y e r: Simazin wird im Schleswig-Holstein durch neuere Triazine abgelöst. Mit verringerten Aufwandmengen an Simazin läßt sich der im Herbst auflaufende Ackerfuchsschwanz in Wintergerste und früh gesättem Winterweizen im Frühjahr auch bei zusätzlichem Kalkstickstoff nicht ausreichend bekämpfen.

G. BACHTHALER und F. Graf HOYOS,

Höhere Landbauschule Roththalmünster/Nby. und
Regierung der Oberpfalz Regensburg.

Mehrjährige Feldversuche zur chemischen Bekämpfung der Hühnerhirse (*Echinochloa crus galli*) in Mais.

In den letzten Jahren mußte in verschiedenen Anbaulagen Süddeutschlands eine spontane Zunahme der Ackerverunkrautung mit Wildhirsearten vornehmlich in Maisbeständen festgestellt werden (Engel 1965, Hinkle 1965), eine Entwicklung, wie sie offenbar in gleicher Weise bereits seit längerer Zeit auch in der klimabegünstigten Ackerbauzone Österreichs beobachtet wird (Neururer 1965, Kreuzburg 1966). Dabei wird übereinstimmend ein Vorherrschen der Art Hühnerhirse (*Echinochloa crus galli*) vermerkt, während die Blutfingerhirse (*Digitaria sanguinalis*), die Fadenfingerhirse (*Digitaria filiformis*) und die Borstenhirse (*Setaria spec.*) eine lokal beschränkte Bedeutung haben. Die Wildhirsearten sind einjährige Schädgräser, die als wärmeholde Spätkeimer praktisch vorwiegend in Mais, Rüben und Kartoffeln günstige Auflauf- und Entwicklungsbedingungen finden.

In erster Linie sind zwei Gründe für den Umstand anzuführen, daß die Hühnerhirse örtlich auf humosen, lehmigen Sand- bis sandigen Lehmböden wie auch auf Sandböden zum Hauptunkraut in Maisbeständen, vereinzelt auch schon in Rübenbeständen geworden ist: 1. Die starke Ausdehnung der Körnermaisanbaufläche in Süddeutschland (1960 ca. 6000 ha — 1965 ca. 27 000 ha). 2. Die mehrjährige einseitige Anwendung von Gesaprim zur chemischen Unkrautbekämpfung in Mais mit der Folge einer eindeutigen Selektionswirkung zugunsten der gegen Gesaprim relativ unempfindlichen Hühnerhirse.

Nach aussichtsreichen Tastversuchen mit den Triazinkombinationen Atrazin + Prometryn und Atrazin + Ametryn wurden von 1964 bis 1966 7 Mittelvergleichsversuche auf sehr stark mit Hühnerhirse verunkrauteten Körnermaissflächen in Südostbayern durchgeführt. Als Standard war in sämtlichen Versuchsbeispielen die Triazinkombination A 1798 (Atrazin + Prometryn) mit 2,5 kg/ha in Nachauflaufapplikation eingesetzt. Vergleichend wurden die harnstoffhaltigen Herbizide Afalon (3 kg/ha) und Aresin (3 kg/ha), eine Afalon + Aresin-Kombination, mehrere neue Versuchsmittel auf Harnstoffbasis, verschiedene Harnstoff-Ramrod-Kombinationen, die Triazinkombination A 1802 (Atrazin + Ametryn), Gesaprim mit 1,5–3 kg/ha, sowie die Kombination von Gesaprim mit 1 kg/ha + Igran 500 (A 1866) mit 1 kg/ha geprüft. Während Gesaprim und die Präparate A 1798 und A 1802 sowohl im Vor- wie auch im Nachauflaufverfahren eingesetzt waren, wurden die übrigen Herbizide nur vor dem Auflaufen von Mais und Hirse ausgebracht. Auf sämtlichen Versuchsflächen war *Echinochloa crus galli* Leitunkraut mit über 50 % Anteil am Gesamtunkrautbesatz.

In einem Feldversuchsbeispiel 1965 zur Körnermaissorte Prior mit einem Hirsebesatz von über 1000 Pflanzen pro qm in den unbehandelten Parzellen wurde eine Kolbenertragsfeststellung vorgenommen.

Tab. 1. Wirkung der geprüften Herbizide auf die Hühnerhirse, dikotyle Unkrautarten und den Maisbestand in den Feldversuchen 1964–1966.

Mittel und Aufwandmenge	Bonitierung der herbiziden Wirkung Bonitierunggschema 1-9		Schädigung des Mais- bestandes Bonitierungs- schema 1-9
	Hühnerhirse	andere Unkräuter	
unbehandelt	9	9	1
Gesaprim 1,5–2,0 kg/ha Vorauflauf	5	2	1
Gesaprim 3,0 kg/ha Nachauflauf	4–5	2	1
Afalon 3 kg/ha Vorauflauf	2–3	1–2	1–2
Aresin 3 kg/ha Vorauflauf	3	2	1–2
Hoe 2849 6 kg/ha Vorauflauf	2	2	1–2
Gesaprim 1 kg/ha + A 1866 1/kg/ha Vorauflauf	4	2	1
Bayer 5395 12–15 kg/ha Vorauflauf	4	1–2	2
Bayer 5397 4–7 l/ha Vorauflauf	5	1–2	3
Bayer 5701 7,5–10 kg/ha Vorauflauf	2	3	1
H 218 4 kg/ha + Ramrod 5kg/ha Vorauflauf	2	2–3	1
H 226 2,5 kg/ha + Ramrod 5 kg/ha Vorauflauf	3	3–4	1
H 95 4 kg/ha + Ramrod 5 kg/ha Vorauflauf	2	2–3	1
A 1798 2,5 kg/ha Vorauflauf	3	2–3	2
A 1798 2,5 kg/ha Nachauflauf	2	1–2	4
A 1802 2,5 kg/ha Nachauflauf	2	1–2	3
A 1866 4 kg/ha Nachauflauf	2	1–2	6
If 166 6 kg/ha Nachauflauf	5	2	4

Tab. 2. Ertragsergebnisse im Mittelvergleichsversuch zur chemischen Hirsebekämpfung in Körnermais 1965 in Geraumühle, Lkrs. Griesbach i. R.

Mittel und Aufwandmenge	Kolbenzahl Relativwerte	Kolben- gewicht Relativwerte	Verhältnis Kolbenfrisch- gewicht zu Kolbentrocken- gewicht (14% H ₂ O)
unbehandelt			
gehackt	100	100	100:50
Afalon 3 kg/ha			
Vorauflauf	88	100	100:53
Aresin 3 kg/ha			
Vorauflauf	100	118	100:44
A 1798 2,5 kg/ha			
Vorauflauf	94	121	100:44
A 1798 2,5 kg/ha			
Nachauflauf	98	120	100:41
A 1802 2,5 kg/ha			
Nachauflauf	94	115	100:47
Bayer 5397 4 l/ha			
Vorauflauf	96	116	100:52
Bayer 5397 7 l/ha			
Vorauflauf	94	120	100:51
Bayer 5395 12 kg/ha			
Vorauflauf	93	113	100:51
Bayer 5395 15 kg/ha			
Vorauflauf	85	94	100:42
H 166 6 kg/ha			
Nachauflauf	83	90	100:51

Diskussion der Versuchsergebnisse:

Mehrjährig gute Bekämpfungserfolge gegen die Hühnerhirse und den dikotylen Samenunkrautbesatz konnten mit den im Vorauflaufverfahren applizierten Herbiziden Afalon und Aresin bei gleichzeitig guter Maisverträglichkeit erzielt werden. Günstige Aussichten eröffnen auch die in diesem Jahr erstmals gewonnenen Versuchsergebnisse mit einer Aresin + Afalon-Kombination (Hoe 2849), des weiteren mit den Harnstoff-Ramrodkombinationen sowie mit dem BAYER-Versuchsmittel 5701. Aresin erwies sich in einer Aufwandmenge von 3 kg/ha nach unseren Erfahrungen wenige Tage nach der Maissaat gespritzt unbedenklich, jedoch führten Feldbehandlungen auf den im Auflaufen befindlichen Maisbestand zu schweren Schädigungen bis zum Totalausfall der Kulturpflanzen. Verschiedene geprüfte Harnstoff-Herbizide zeigten eine gute bis sehr gute Anfangswirkung in der Hirse-tilgung, konnten dann aber bei niederschlagsreichen Witterungsverlauf infolge eines zu kurzen Residualeffektes die meist noch zahlreich nachkeimenden Hirsepflanzen nicht mehr genügend erfassen. Mehrfach wurde die Beobachtung bestätigt, daß eine feinkrümelige Saatbetherichtung bei der Vorauflauf-Hirsebekämpfung

mit Harnstoff- und Triazinderivaten ein wichtiger Einflußfaktor für eine optimale grasherbizide Wirkungsentfaltung ist.



Abb. 1. Ausschnitt aus einem Feldversuch 1965 zur chemischen Bekämpfung der Hühnerhirse (*Echinochloa crus galli*) in Mais.

Vordere Parzelle: Weitgehende Unkrautreinheit nach Nachauflaufspritzung mit 2,5 kg/ha der Triazinkombination A 1798.

Hintere Parzelle: unbehandelt.

Die Triazinkombination A 1798 konnte in Vorauflofanwendung sowohl hinsichtlich der Hirsetilgung wie auch bezüglich der Maisverträglichkeit befriedigen. Die Nachauflaufspritzungen mit den beiden geprüften Triazinkombinationen gegen die Hühnerhirse im 2–3-Blattstadium ergaben durchschnittlich eine sehr hohe Abtötungsquote von *Echinochloa crus galli* und den dikotylen Samenunkräutern, verursachten aber verschiedentlich deutlich wahrnehmbare Maisschädigungen. Die dabei eintretenden Wachstumsstörungen gefährden unter Umständen die Ertragsbildung und Kolbenreife, so daß dieses Bekämpfungsverfahren unseres Erachtens der Praxis nicht empfohlen werden kann. Demgegenüber wäre in den Fällen eines stärkeren Wildhirsebesatzes in Maiskulturen die Unterblattspritzung als Bandapplikation mit geeigneten Harnstoff- oder Triazinpräparaten wie auch mit Biprydylummitteln in einem Arbeitsgang gekoppelt mit einer Maschinenhacke zwischen den Maispflanzenreihen zu erwägen, wie dies in den letzten Jahren in Österreich bei entsprechenden Voraussetzungen mit günstigen Erfolgsaussichten erprobt wurde (Neururer 1965, Kreuzburg 1966).

Mit Gesaprim war in Dosierungen von 1,5 bis 2 kg/ha im Vorauflauf- und von 3 kg/ha im Nachauflaufeinsatz bis zum 3-Blattstadium der Hühnerhirse größtenteils kein befriedigendes Ergebnis zu erreichen. Lediglich in einem Versuchsbei-

spiel ergab eine Nachauflaufbehandlung im 2-Blattstadium von *Echinochloa crus galli* auf einem humosen, sandigen Lehmboden einen auch optisch eindrucksvollen Bekämpfungseffekt. Die unzureichende Hirsevernichtung durch Gesaprim wird auch durch Engel (1965) aus dem badischen Anbaureaum bestätigt. Im Gegensatz dazu berichten Neururer (1965) und Kreuzburg (1966) von günstigen Versuchserfahrungen mit Gesaprim in Vorauflaufapplikation gegen die Hühnerhirse unter feuchten Bodenbedingungen in Österreich.



Abb. 2. Ausschnitt aus einem Mittelvergleichsversuch zur chemischen Hirsebekämpfung 1966: Mittlere Parzelle unbehandelt mit Massenaufwuchs von *Echinochloa crus galli*. Linke und rechte Parzelle guter Maisstand nach erfolgreicher Hirsebekämpfung.

Die nur in einem Mittelvergleichsversuch bei sehr starkem Besatz mit *Echinochloa crus galli* gewonnenen Ertragszahlen von Körnermais veranschaulichen für die Kolbenzahl pro Versuchsparzelle keinen klaren Bezug zur Bestandsentwicklung. Jedoch stimmen die ermittelten Kolbengewichte der einzelnen Versuchsglieder weitgehend mit dem festgestellten Wirkungsgrad der Herbizide gegen die Hirseverunkrautung überein. Entsprechend den veränderten Standortkonkurrenzbedingungen liegen die Ertragszahlen durchwegs über dem Relativwert der ungespritzten und mechanisch vom Unkraut bereinigten Vergleichsparzelle. Die Gegenüberstellung der Kolbenfrischgewichte zu den Kolbentrockengewichten (14 % Wassergehalt) macht bei insgesamt 10 geprüften Herbiziden unterschiedliche Einflüsse auf den Reifegrad zum Erntezeitpunkt deutlich, vielfach unabhängig von der erzielten Unkrautvernichtung.

Zusammenfassung

Mehrjährige Feldversuche von 1964–1966 ergaben, daß mit den Harnstoffherbiziden Aresin und Afalon in einer Aufwandmenge von 3 kg/ha und mit der Atrazin + Prometrynkombination A 1798 mit 2,5 kg/ha bei Vorauflaufapplikation nach feinkrümlicher Saatbettherrichtung und bei genügender Bodenfeuchtigkeit zu Mais gegen die Wildhirsenart *Echinochloa crus galli* und gleichzeitig gegen

zahlreiche dikotyle Samenunkräuter gute Bekämpfungserfolge ohne Kulturpflanzenschädigung zu erzielen sind. Verschiedene weitere geprüfte Präparate auf Harnstoffbasis bieten teilweise in Kombinationen mit anderen herbiziden Wirkstoffen ebenfalls gute Erfolgsaussichten bei der chemischen Wildhirsenvernichtung im Maisbau. Gesaprim brachte in den Versuchen bei Vor- und Nachauflaufanwendung bis 3 kg/ha Aufwandmenge durchschnittlich einen unzureichenden Abtötungseffekt gegen *Echinochloa crus galli*. Andere Triazinderivate zeichneten sich in Nachaufspritzung durch gute Hirsewirkung aus, schädigten aber teilweise erheblich den Maisbestand.

S u m m a r y

In field experiments from 1964 to 1966 the urea herbicides Aresin and Afalon (3 kg/ha) and the triazincombination A 1798 (Atrazin + Prometryn) with 2,5 kg/ha were preemergently applied to the wild sorghum *Echinochloa crus galli* and at the same time to a number of weeds of dicotyledons. The experiments showed good results without damages on cultivated plants. The herbicide effect depended on a fine crumb field-structure and a sufficient soil moisture. There are also a variety of tested preparations on urea basis partly in combinations with other herbicide products promising chance of success in chemical controlling of wild sorghum in maize. With experiments of pre- and postemergent-application to *Echinochloa crus galli* up to an amount of 3 kg/ha on an average Gesaprim had an insufficient killing effect. Other triazinderivates proved good effect against sorghum on postemergent-application but partly caused big losses of the maize plants.

L i t e r a t u r

- C r e u z b e r g, Der derzeitige Stand der Hirsebekämpfung in Mais. — Landw. Mitt. Landeskammer Land-, Forstw., Steiermark, 1966 Nr. 8, S. 3.
- E n g e l, H., Krankheiten und Schädlinge in Mais. — Gesunde Pflanzen 17. 1965, 56–60.
- H i n k e, F., Hühnerhirse — ein neues Ungras. — Bayer. landw. Wochenbl. 1965, Nr. 9, S. 18.
- N e u r u r e r, H., Unkrautprobleme im Mais. — Pflanzenarzt, Wien, 1965, Nr. 3, S. 28–30.

D i s k u s s i o n :

B r o d: Vom Pflanzenschutzamt Freiburg wurden in den Jahren 1965 und 1966 umfangreiche Versuche zur Bekämpfung der Hühnerhirse und Bluthirse in Mais durchgeführt. Zum Einsatz gelangten mehrere Harnstoffderivate sowie verschiedene neuere Triazinverbindungen.

Sämtliche Harnstoffderivate verursachten bei Anwendung im Vorauflaufverfahren mehr oder minder starke Wuchsdepressionen an Mais, sofern mit Aufwandmengen gearbeitet wurde, die eine ausreichende Bekämpfung der Schadhirsens ermöglichte. Ein guter herbizider Effekt gegen die Hühnerhirse wurde mit 2 kg/ha Afalon im Nachlaufverfahren bzw. in Form der Unterblattspritzung erzielt. Wuchsdepressionen entstanden an Mais bei dieser Form der Applikation nur bei Anwendung im Sommer bei Silomais, nicht jedoch bei Spritzung im Mai.

Mit der Triazinverbindung „1798“ ließen sich in Freiburg weder im Vor- noch im Nachlaufverfahren ein befriedigender Bekämpfungserfolg gegen die Hühnerhirse und Bluthirse erzielen. Der Hirse-Verseuchungsgrad lag in unseren Versuchen zwischen 50–100 % Deckungsgrad.

A l k ä m p e r : Kulturhirsen haben eine sehr unterschiedliche Resistenz gegen Simazin und Atrazin. Besonders empfindlich sind *Setaria*-Hirsens. Auch bei unterschiedlichem Entwicklungszustand ist die Sensibilität verschieden. Es dürfte daher empfehlenswert sein, Hirsens frühzeitig zu treffen, da aus eigenen Hydrokulturversuchen bekannt ist, daß Hirsens, die eine gewisse Entwicklung erreicht haben, überleben und dann besonders kräftige Exemplare liefern.

R a d e m a c h e r : Das Donautal in Niederbayern und die Oberpfalz waren schon vor Einführung des Maisbaues ein altes Hirse-Gebiet zusammenhängend mit den Gebieten um die mittlere und untere Donau auf dem Balkan.

B. WÜRZER,

Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule
Stuttgart-Hohenheim.

Bekämpfung dikotyler Samenunkräuter und Unkrauthirse in Buschbohnen mit Bodenherbiziden

I. Einleitung

Pflanzenhygiene, Erntetechnik und hohe Ertragsleistung verlangen bei Buschbohnen unkrautfreie Bestände. Unkrautbesatz fördert durch ungünstige Beeinflussung des Kleinklimas das Auftreten von *Bortrytis cinerea* und *Sklerotinia sclerotiorum*. Er behindert den Einsatz von Erntemaschinen und erhöht bei Handpflücke von Frischbohnen den Zeitaufwand für 100 kg um 50 bis 60 Minuten.

Lohnkosten und Arbeitskräftemangel lenken auch in dieser Kultur die Aufmerksamkeit auf chemische Mittel, die eine Reinhaltung der Bestände von der Aussaat bis zur Ernte gewährleisten. Das Pflanzenschutzmittelverzeichnis 1966 der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig nennt für diesen Zweck nur Alipur. Trotz ebenfalls zuweilen auftretender Kulturschäden findet zumindest in Südwestdeutschland Aresin weiten Einsatz. Da beide Präparate hinsichtlich herbizider Wirkung oder v. a. Selektivität nicht voll befriedigten, untersuchten wir in den Jahren 1964, besonders aber 1965 und 1966 eine Vielzahl von versprechenden Bodenherbiziden auf ihre Eignung zur Unkrautbekämpfung in Buschbohnen.

II. Versuchsdurchführung

I. Standort

Die Versuche wurden in Stuttgart-Hohenheim sowie in der Oberrheinebene südlich von Karlsruhe angelegt. Die Standorte unterscheiden sich durch Meereshöhe, Bodenart, Witterung und Leitunkräuter auf den ausgewählten Flächen. Im einzelnen werden die Merkmale nachstehend kurz wiedergegeben.

Versuchsort	Meeres- höhe m	Boden- art	Nieder- schlags- summe mm	Temper- atur- mittel °C	Leitunkräuter	
der Vegetationszeit						
a) Stuttgart			1964 ¹⁾	138.7	17.1	<i>Thlaspi arvensis</i>
Hohenheim	399	Lehm pH 6.5	1965	399.5	14.4	<i>Veronica persica</i>
			1966	274.3	15.3	<i>Matricaria chamomilla</i>

¹⁾ Deutscher Wetterdienst, Agrarmeteorologische Beratungsstelle Stuttgart-Hohenheim.
Gesamtanbaufläche 1966 in Baden-Württemberg 823,2 ha (vorläufige Mitteilung des Statist. Landesamtes Stuttgart 1.9.1966), im Bundesgebiet 7844 ha (Stat. Bundesamt Wiesbaden, Fachserie B, 2 Gartenbau und Weinwirtschaft, I Gemüse, Erntevorschätzung einiger Gemüsearten, August 1966, Eilbericht).

Versuchsort	Meeres- höhe m	Boden- art		Nieder- schlags- summe mm	Tempe- ratur- mittel °C	Leitunkräuter
				der Vegetationszeit		
b) Staatl. Lehr- u. Versuchsanstalt Forchheim bei Karlsruhe	117	lehm. Sand pH. 5.8	1964 ¹⁾	115.8	18.5	<i>Galinsoga parviflora</i>
			1965	376.5	15.6	<i>Chenopodium album</i>
			1966	321.9	16.4	<i>Lamium purpureum</i> <i>L. amplexicaule</i> <i>Stellaria media</i>
c) Bad. Obst- u. Frühgemüsebau, Betrieb Muggensturm Krs. Rastatt	120	lehm. Sand	ähnlich wie in Forchheim, Entfernung 12 km			<i>Echinochloa</i> <i>crus-galli</i> <i>Chenopodium album</i> <i>Raphanus</i> <i>raphanistrum</i> <i>Galinsoga</i> <i>parviflora</i>

2. Versuchsanlage und Auswertung

Die Anlage und Auswertung der Versuche erfolgte weitgehend nach den Empfehlungen der Biologischen Bundesanstalt mit Bonitierungsskala 1–9 (Bolle 1964) unter Verwendung von Anlageformen, die bei Bedarf statistische Verrechnungsmöglichkeiten gewährleisten.

Als Spritzgeräte dienten zunächst Preßlufthandspritzen mit einer Drallhohlkegeldüse, ab 1966 ein fahrbares Parzellenspritzgerät mit 2 m langem Spritzrohr und Flachstrahldüsen. Dieses Gerät wurde mit leichten Veränderungen in Anlehnung an den vom Pflanzenschutzamt Bad Godesberg entwickelten Typ erstellt.

Die Wasseraufwandmenge betrug 600 l/ha. Die Applikationszeit der Mittel lag zwischen Aussaat und Auflauf der Kultur.

3. Herbizide

Die anschließend aufgeführten und im weiteren Bericht behandelten Produkte stellen eine Auswahl dar. Die Nennung weiterer geprüfter Mittel erübrigt sich, da sie bei gleicher biologischer Wirksamkeit den Wirkstoff entweder nur in anderer Formulierung oder verschiedene Wirkstoffe in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen enthielten. Weiter wurden Präparate und Aufwandmengen ausgeschaltet, die in Unkrautwirkung und Kulturverträglichkeit ungünstiger lagen.

Zur Erleichterung des Verständnisses werden der Besprechung der Ergebnisse die gebräuchlichen Benennungen der Herbizide und ihre Wirkstoffe hier vorangestellt.

¹⁾ Meteorol. Station der Bundesforschungsanstalt für Tabakforschung Forchheim.

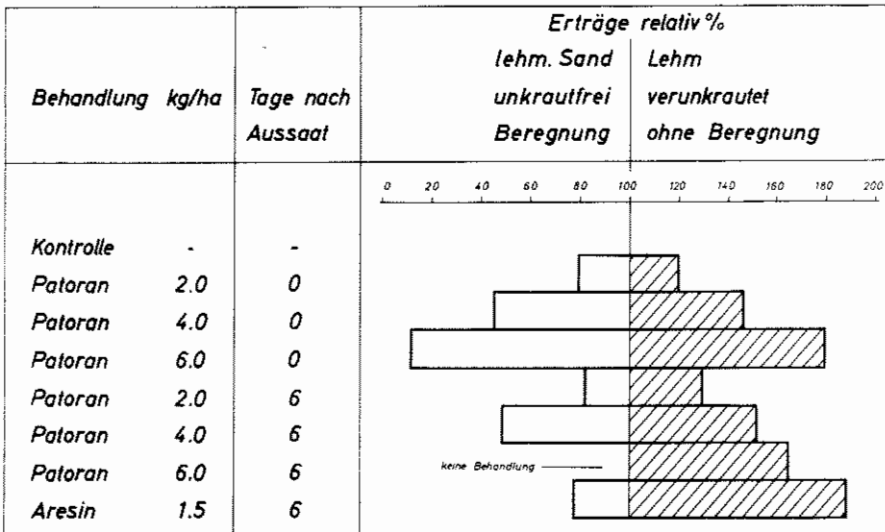
Handelsname, Versuchsnummer oder Common name	Wirkstoff
Alipur, Cycluron	N-Cylooctyl-N'-N'-dimethylharnstoff
Aresin, Monolinuron	N-(4-Chlorphenyl)-N'-methoxy-N'-methylharnstoff
C 6313	Harnstoffderivat (Ciba/Basel) ¹
D 90 A, Monalide (Potablan-Spritzpulver)	α , α -Dimethylvaleriansäure-p-chloranilid
Dacthal W 75	Dimethylester der Tetrachlorephthalinsäure
Hoe 2913 = Dinosebacetat + Linuron	2-sec.-Butyl-4,6-dinitrophenylacetat + N-(3,4-Dichlorphenyl)-N'-methoxy-N'-methylharnstoff
Patoran, Metobromuron	N-(4-Bromphenyl)-N'-methoxy-N'-methylharnstoff
Ramrod	N-Isopropyl- α -chloracetanilid
UC 22 463, Rowmate	3,4-Dichlorbenzyl-methylcarbamat

III. Ergebnis

1. Standortvergleich 1964

Ein Beispiel für die Problematik der Herbizidanwendung in Buschbohnen zeigt nachstehende Abbildung.

Buschbohnerertrag nach Patoran- und Aresinbehandlung an zwei verschiedenen Standorten 1964



Im trockenen und warmen Sommer 1964 erbrachte Patoran in Hohenheim auf verunkrautetem Lehm Boden ohne Beregnung mit der Aufwandmenge und der damit verbundenen Unkrautvernichtung steigende Erträge²⁾ gegenüber der unbe-

¹⁾ Wirkstoff zur Zeit des Vortrages noch nicht zu veröffentlichen

²⁾ Trockenbohnen

handelten Kontrolle. Die Applikation erfolgte hierbei sowohl unmittelbar wie auch 6 Tage nach der Saat. Eine gleich günstige Leistung erzielte Aresin mit 1.5 kg/ha.

Umgekehrt lagen die Ergebnisse derselben Behandlung auf unkrautfreiem, lehmigem Sand bei künstlicher Beregnung und flacher Saat in Forchheim. Unter diesen Bedingungen verursachte jede Behandlung deutliche Kulturschäden mit entsprechend starken Mindererträgen*).

2. Mittelvergleich 1965 und 1966

Wesentlich günstiger verliefen die Versuche 1965 und 1966 an beiden Standorten. Diese Jahre ähneln sich durch die niederschlagsreichen Sommermonate, weshalb sich die Ergebnisse weitgehend vergleichen lassen. Tabelle 1 enthält die Wirkung einiger Herbizide auf breitblättrige Samenunkräuter und Kultur in Wertzahlen sowie Relativwerte der erzielten Erträge.

Tabelle 1: Wirkung von Herbiziden auf dikotyle Samenunkräuter und Buschbohnen 1965 und 1966

Behandlung	kg/ha bzw. l/ha 1)	Wirkung auf 2)				Ertrag an Frischbohnen rel.%	
		Samenunkr.		Buschbohnen		Sorte: Sotexa	Sprite
		1965	1966	1. Bonit.	letz. B.	1965	1966
Alipur	4.0	3	6	1	1	94 ³⁾	96
Aresin	1.5	1.5	4	1	1	96	99
Aresin	2.0	1.5	3	1	1	-	102
Patoran	3.0	-	3	1	1	-	108
Patoran	4.0	1	2	25	1	100	100
Hoe 2913	4.0	-	3.5	1	1	-	102
D 90 A	6.0	4	6	1	1	94	100
Ramrod	8.0	-	6	1	1	-	83
Ramrod	9.0	4	-	1	1	95	-
UC 22463	8.0	-	3	1	1	-	98
UC 22463	9.5	2	-	2	1	95	-

1) Produkt 2) in Wertzahlen 3) Kontrolle rel.% 38; 78; 67

Als Unterlagen hierzu dienen 1965 je ein Versuch in Stuttgart-Hohenheim und Forchheim, 1966 zwei Versuche in Forchheim sowie die ertragsmäßige Auswertung der 3 Forchheimer Versuche. Die Unkrautwirkung war 1966 allgemein ungünstiger. Ein durchgehend sehr gutes Ergebnis lieferte Patoran 4.0 kg/ha. Die verursachten geringen Aufhellungen und Randnekrosen, vor allem an den Primärblättern verwachsen rasch. Da das Produkt in dieser Aufwandmenge in sämtlichen Versuchen vertreten war und günstige Erträge erbrachte, wurde es hier als Standard herangezogen und die Leistung dieser Versuchsglieder = 100 gesetzt. Um Patoran 4.0 kg/ha gruppieren sich Patoran 3.0 kg/ha, Aresin 1.5 und 2.0 kg/ha, Hoe 2913 4.0 kg/ha sowie UC 22463 8.0 und 9.5 kg/ha. Ungünstiger liegen Ali-

*) Frischbohnen

pur, Ramrod und D 90 A, wobei der Ertrag bei D 90 A 1966 trotz ungenügender Unkrautwirkung noch beachtlich ist.

3. Bekämpfung von Hühnerhirse (*Echinochloa crus-galli*)

Neben den breitblättrigen Samenkräutern schafft die zunehmende Verseuchung der Oberrheinebene mit Hirsearten neue Probleme. Es dominieren Hühner- und Bluthirse (*Echinochloa crus-galli* und *Panicum sanguinale*). Seltener vertreten sind die niedrige und die grüne Borstenhirse (*Setaria glauca* und *S. viridis*).

Unter Ausnützung der Erfahrungen bei der chemischen Bekämpfung dieser Ungräser in Mais in den Jahren 1965 und 1966 (Brod 1966, Würzer und Koch 1966) wurde 1966 eine Auswahl von Mitteln gegen Hühnerhirse in Buschbohnen eingesetzt.

Tabelle 2 zeigt die Leistung von Ramrod und Dacthal W-75 mit je 10.0 kg/ha sowie von UC 22463 8.0 kg/ha im Vergleich zu Aresin 1.5 kg/ha und Patoran 3.0 kg/ha. Die Mischung Patoran 2.0 kg/ha + Ramrod 5.0 kg/ha füllte die Wirkungslücken der Einzelprodukte aus, was sich in einem entsprechenden Mehrertrag ausdrückte. Kulturschäden waren kaum zu erwarten, da die Mittel mit Ausnahme von Dacthal auch in den bereits genannten Versuchen standen.

**Tabelle 2: Wirkung von Herbiziden auf *Echinochloa crus-galli*,
dikotyle Samenunkräuter und Buschbohnen 1966**

Behandlung	kg/ha	Wirkung gegen ¹⁾			Ertrag ²⁾ rel. %
		<i>Echinochloa crus-galli</i>	dikot. Samen- unkräuter	Kultur	
Aresin	1.5	5	2	1	100
Patoran	3.0	5.5	2	1	103
Ramrod	10.0	2.5	6	1	89
Patoran+Ramrod	2+5	3	2	1	109
Dacthal W - 75	10.0	5	5	1	89
UC 22463	8.0	6	2.5	1	87

1) in Wertzahlen

2) Frischbohnen Kontrolle abs. 82.9kg/a = 67

4. Sortenverhalten gegenüber herbiziden Harnstoffderivaten

Die zuweilen in Praxis und Versuch eintretenden Schadfälle gaben Veranlassung, auch bei Buschbohnen die Herbizidverträglichkeit einzelner Sorten zu überprüfen. Bereits Diehl (1964) und Lichte (1965) weisen auf ein unterschiedliches Verhalten gegenüber Aresin hin. Aufgrund dieser und eigener Beobachtun-

gen wurde eine Auswahl stark voneinander abweichend reagierender Sorten zusammengestellt und 1965 und 1966 in Hohenheim im Parzellenversuch neben Aresin 2.0 kg/ha mit Patoran 3.0 und 4.0 kg/ha sowie C 6313 4.0 kg/ha behandelt. Namen und Reaktion der Testsorten enthält Tabelle 3.

Tabelle 3: Reaktion einiger Buschbohnsorten auf herbizide Harnstoffderivate 1965 und 1966

Sorte	Behandlung: Produkt kg/ha				
	Aresin 2.0	Patoran 3.0	Patoran 4.0	C 6313 4.0	
Sotexa	1 ¹⁾	1	1	-	1965
	1	-	1	1	1966
Wade	1	1	1	-	
	1	-	1	3	
Grandimuna	2.5	3	4.5	-	
	6	-	6	2	
Bountiful	-	-	-	-	
	9	-	9	5	
White Tendergreen	-	-	-	-	
	1	-	1	1.5	
Longimuna	2	1.5	3.5	-	
	-	-	-	-	
Saxa	1	1	1	-	
	-	-	-	-	

1) Wertzahlen

Sotexa und Saxa blieben ohne Schadsymptome. White Tendergreen und Wade zeigten leichte Schädigungen durch C 6313. Solche verursachten auch Aresin und Patoran bei Longimuna. Beide Mittel schädigten erheblich die Sorte Grandimuna, während C 6313 kaum Einfluß hatte. Bountiful wurde durch Aresin und Patoran völlig vernichtet. Bei Behandlung mit C 6313 erschienen die Schäden gerade noch vertretbar. Zu erwähnen ist jedoch, daß dieses Mittel die Sorte Sprite in den Forchheimer Versuchen ebenfalls erheblich schädigte. Die Schadsymptome äußerten sich bei Aresin und Patoran durch vom Rand her fortschreitende Nekrosen bis zum Absterben der Pflanzen. C 6313 verursachte zunächst Aufhellung der Blattadern, dann eine Reihe punktförmiger, nekrotischer Flecke entlang der Adern und schließlich Absterben der Interkostalfelder.

IV. Zusammenfassung

In den Jahren 1964 bis 1966 wurden an zwei verschiedenen Standorten eine größere Anzahl von Bodenherbiziden auf ihre Eignung zur Bekämpfung von Samenunkräutern in Buschbohnen geprüft. Unter Berücksichtigung der noch geringen Anzahl von Versuchen in einem begrenzten Gebiet kann folgendes festgehalten werden:

Von den gegen breitblättrige Samenunkräuter eingesetzten Produkten befriedigten am meisten noch Patoran und Aresin. Bei Vorkommen von Unkrauthirs

können Spezialmittel wie Ramrod herangezogen werden. Es bestehen deutliche Unterschiede in der Empfindlichkeit einzelner Buschbohnsensorten gegenüber herbiziden Harnstoffderivaten.

V. Summary

A certain number of soil applied herbicides were used to control annual seedling weeds in snap-beans (french-beans) under different conditions from 1964 to 1966. Although there are only a few experimental trials in a limited region the following results may be published:

Patoran (Metobromuron) and Aresin (Monolinuron) were the most satisfactory products against broadleaf weeds. Special herbicides like Ramrod are useful to kill grasses like *Echinochloa crus-galli*. The bean varieties react in different ways on the treatment with herbicidal ureates.

Literatur

- Bolle, F., Zum Bonitierungsschema für die Prüfung herbizider Mittel. — Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Braunschweig, 16. 1964, 92–94.
- Brod, G., Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung der Hühnerhirse. — 22. Arbeitsbesprechung der Pflanzenärzte Baden-Württembergs am 18./19. 7. 1966 in Mainhardt (unveröffentlicht).
- Diehl, O., Wie können wir Schäden durch chemische Unkrautbekämpfungsmittel im Feldgemüsebau verhindern? — Gesunde Pflanzen 16. 1964, 239–245.
- Lichte, F., Zur Sortenverträglichkeit von Buschbohnen gegenüber Aresin. — Gesunde Pflanzen 17. 1965, 140–141.
- Würzler, B., und Koch, W., Unkrautbekämpfung im Maisbau — Erfahrungen und Entwicklungen. — Öffentliche Vortragsveranstaltung des Ausschusses für Pflanzenschutz der Deutsch. Landw. Ges. in Tunsel am 7. 6. 1966 (unveröffentlicht).

K. H. WALTHER,

Riedel de Haën AG, Seelze.

Unkrautbekämpfung mit wuchsstoffhaltigen Herbizid-Mikro-Granulaten

Seit 7 Jahren beschäftigt uns schon „der Pflanzenschutz ohne Wasser“. Der Weg führte über die „Allwetterstaub-Präparate“ zu den „Granulaten“. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf bodenwirksamen Herbiziden. Die Korngrößen liegen durchschnittlich zwischen 0,5–5 mm. Die Aufwandmengen betragen 30 bis 100 kg/ha und mehr. Diese Korngrößen sind aber für die sogenannte „top dressing“-Applikation ungeeignet.

Da bei der Unkrautbekämpfung im Getreidebau flächenmäßig die Wuchsstoffe — die bekanntlich über die Blätter wirken — immer noch die größte Bedeutung haben, formulierten wir kleinere Granulate, die wir zum Unterschied zu den schon erwähnten Granulatgrößen als „Mikro-Granulate“ oder auch als „Fein-Granulate“ bezeichnen. Auch diese Wuchsstoff-Fein-Granulate erfüllen die unbedingte Voraussetzung der Windunabhängigkeit. Darüber hinaus bieten sie aber gleichzeitig die Gewähr, daß sie bei der Ausbringung doch auf den Blättchen der Unkräuter liegen bleiben, wo sie wirken sollen. Seit 1962 haben wir technische Möglichkeit, hochkonzentrierte insektizide und fungizide Staubpräparate mit nur 4–5 kg/ha exakt gleichmäßig zu verteilen.

Nachdem die technischen Schwierigkeiten gelöst werden konnten, auch die Mikro-Granulate in solch geringer Dosierung gleichmäßig zu applizieren, erfolgten 1963 die ersten Versuchseinsätze mit wuchsstoffhaltigen Mikro-Granulaten mit 6 kg/ha zur Unkrautbekämpfung im Getreide. Nach den allgemein sehr positiven Erfahrungen des 1. Vorprüfungsjahres 1964 wurden Anfang 1965 Herbizid-Granulate offiziell zur amtlichen Mittelprüfung zugelassen. Heute liegt für die Mikro-Granulat-Kombination mit MCPA und 2,4D die Anerkennung der BBA vor. Zwischenzeitlich sind weitere Kombinationen mit 2,4D — MCPA — 2,4,5T — CMPP — 2,4DP in die Prüfung genommen worden.

Als zusammenfassendes Urteil dieser mehrjährigen eigenen und amtlichen Prüfungen kann nunmehr berichtet werden, daß der Einsatz wuchsstoffhaltiger Mikro-Granulate mit dem geringen Aufwand von ca. 6 kg/ha dem konventionellen Spritzverfahren gleichzusetzen ist. Die Prüfungen mußten aus technischen Gründen immer auf Großflächen von 2–4 Morgen und darüber erfolgen. Dabei kristallisierten sich folgende Vorteile gegenüber dem bisher bekannten konventionellen Spritzverfahren heraus:

A. Betriebswirtschaftliche Vorteile:

1. Der geringe Aufwand je ha ermöglicht größere Flächenleistungen je Arbeitsbreite. Der Begriff „low volume“ erfährt eine Steigerung zu „lower volume“ bzw. sogar zu „lowest volume“.
2. Erhebliche Verringerung der Rüstzeiten und Fortfall vieler Nachteile der Spritztechnik durch Ausschaltung des Wassers. Schlagartige Einsatzbereitschaft. Kurze günstige Wetterlagen zur richtigen Zeit können besser genutzt werden.

3. Verringerung des Transportgewichtes um das 40- bis 100fache. Die Bodenabhängigkeit z. B. bei Nässe wird geringer. Das Arbeitstempo kann höher sein. Doch weitaus wichtiger als die unter A genannten betriebswirtschaftlichen Vorteile sind

B. die biologischen Vorteile:

1. Durch Verringerung des Transportgewichtes wird die Bodenstruktur geschont, was für die Bodengesundheit nicht zu übersehen ist.
2. haben wir die Beobachtung gemacht, daß die Wuchsstoffe in Mikro-Granulatform teilweise besser wirken, als die flüssigen Aufbereitungen.
3. lassen erste Beobachtungen vermuten, daß die Wuchsstoffe in Mikro-Granulatform von den Getreidearten wahrscheinlich besser toleriert werden. Mit der exakten Überprüfung dieser wichtigen Beobachtung ist begonnen worden. In diesem Zusammenhang zielen unsere Versuche auch auf die Vorverlegung des Bekämpfungszeitpunktes, um bei den Getreidekulturen die Unkrautkonkurrenz noch frühzeitiger auszuschalten.
4. Verringerung wenn nicht sogar Vermeidung der Abtriftgefahr, wie sie zwangsläufig im Spritz- und Sprühverfahren immer wieder zu beobachten ist.

Zusammenfassend entsprechen diese 4 Punkte somit den Empfehlungen des Whitten-Reports, Januar 1965, der u. a. folgendes fordert:

„Entwicklung sicherer Pflanzenschutzmittel und wirksamerer die Risiken geringhaltender Applikationsmethoden.“

Die Gerätefrage ist grundsätzlich gelöst. Die notwendige feine Dosierung und gleichmäßige Applikation kann auf verschiedene Weise erreicht werden. Bei unseren Versuchen setzten wir bislang zwei verschiedene Gerätetypen ein, die mit 8–10 m breiten „Luftbarren“ ausgerüstet waren. Die Austrittsöffnungen der senkrecht nach unten führenden „Pfeifen“ werden ca. 10 cm über den Getreidepflanzen eingestellt. Der nach unten gerichtete Luftstrom sorgt dafür, daß das Herbizid-Fein-Granulat in die Getreidekultur hineingebblasen wird und die einzelnen Granulatkörnchen gar nicht erst vom Seitenwind weggetragen werden können. 1966 wurden auch einige moderne Kreisel- und Pendel-Dünger-Streuer zur Ausbringung wuchsstoffhaltiger Herbizid-Mikro-Granulate versuchsweise eingesetzt. Diese Geräte wurden jeweils mit einem 4-Meter Staubschutz ausgerüstet.

Um auf die geringe Ausbringung von ca. 6 kg/ha zu kommen, bedurfte es nur geringfügiger Abänderungen. Die praktischen Ergebnisse waren schon bei den ersten Versuchen sehr erfolgversprechend und konnten wir gleichmäßige Verteilung und nahtloses Nebeneinanderlegen der einzelnen Arbeitsbreiten erzielen.

Die Möglichkeit, eine schon in der Landwirtschaft vorhandene Maschine auch zu diesem Zweck zu nutzen, kann sicherlich nur positiv bewertet werden.

Wir sind uns im klaren, daß mit den Wuchsstoff-Kombinationen auf dem Herbizid-Sektor nur der Anfang in dieser Richtung gemacht ist. Zur Diskussion stehen auch die Boden- und Total-Herbizide. Ein vielseitiger Weg der weiteren Entwicklung liegt noch vor uns. Doch, was heute noch erste Versuche und Experimente sind, kann schon morgen alltägliche Gewohnheit und Notwendigkeit sein.

S u m m a r y

Introducing a novel method for the application of herbicides containing growth regulating substances in Micro Granule from without any water.

E c o n o m i c A d v a n t a g e s :

1. Lower application rate of only, 6–10 kg/ha in comparison to 400–600 l/ha for a common spraying method.
2. Greater area-coverage per working hour (lowest volume).

B i o l o g i c a l A d v a n t a g e s :

1. Lower weight to be transported causes less damage to soil.
2. The Growth regulating substances in Micro-Granule form are in some cases more effective than liquid preparations.
3. Primary observations suggest that herbicides containing growth regulating substances in Micro-Granule form are better tolerated by cereals. Precise tests in connection with this significant observation have been started.
4. Risk of drift is decreased or even eliminated.

Further developments with total-herbicides and herbicides, which are effective in soil are being tested.

D i s k u s s i o n

B e r a n : 1. Trotz des Vorteiles der Mikrogranulate einer Beseitigung oder Verringerung der Abtriftgefahr, wurden Abbildungen von Geräten mit einem mechanischen Abtriftschutz gezeigt. Warum ist dieser trotz Verringerung der Abtriftgefahr nötig?

2. Sind Mikrogranulate auch vom Flugzeug aus ohne Abtriftgefahr applizierbar?

W a l t h e r : Zu Frage 1: Bei der Applikation mit einem speziellen Gerät mit Stäubebalken werden dicht über der Kultur die Granulate mit dem Luftstrom senkrecht nach unten in die Kultur hineingeblasen. Mit einem Düngerstreuer wird das Material wild in die Luft geschleudert und unnötig dem Wind ausgesetzt. Um das zu vermeiden, wird speziell nur beim Düngerstreuer diese Staubglocke benötigt.

Zu Frage 2: Wir haben in diesem Jahr auch schon mit Hubschraubern diese Feingranulate ausgebracht und dabei recht positive Erfahrungen gesammelt.

H.-H. NÖLLE,

AGLUKON-Gesellschaft mbH, Düsseldorf-Gerresheim,
Biologische Abteilung.

Die Bedeutung der Granulierung von Dichlobenil für die Unkraut- bekämpfung in mehrjährigen Kulturen

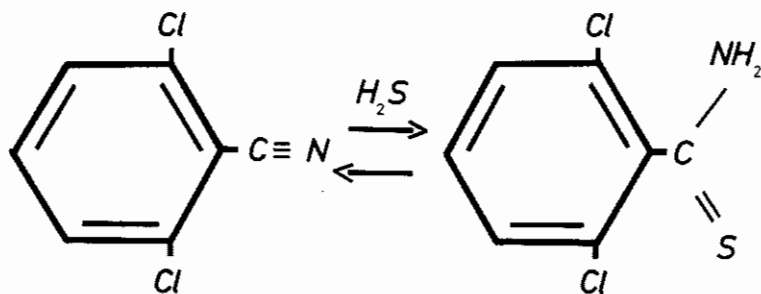
Seit 1958, dem Jahr der Entdeckung der herbiziden Aktivität von 2,6-Dichlorbenzonnitril durch Koopman und Daams (1960) und Barnsley und Rosher (1961) sind etwa 200 Veröffentlichungen über Versuche mit diesem Wirkstoff in nahezu sämtlichen auf der Welt angebauten Kulturen erschienen. Der Leser gewinnt den Eindruck, daß zwar eine wissenschaftlich interessante aber für den praktischen Einsatz in Deutschland unzulängliche Substanz gefunden wurde, zumal diese Substanz in einer Zeit entdeckt wurde, da man ein Herbizid für mehrjährige Kulturen vorrangig nach seiner Wirkungsbreite und -dauer beurteilte. Dem Verlangen nach Wirkungsbreite kam Dichlobenil als Casoron 133-Spritzpulver formuliert nach. Gewächshausversuche brachten sichere Ergebnisse, aber in der Obst- und Weinbaupraxis entsprach Casoron-Spritzpulver nicht den Forderungen an die Dauerwirkung.

Die Ursachen hierfür sind die schwache Löslichkeit von nur 18 ppm Dichlobenil in Wasser, die daher ein Eindringen in den Boden stark einschränkt und die verhältnismäßig hohe Flüchtigkeit von Dichlobenil. Hohe Bodenfeuchtigkeit, steigende Temperaturen und Luftbewegungen beschleunigen die Sublimation von Dichlobenil (Daams 1965). Auf humusarmen Böden läßt sich ein Entweichen nur verhindern, wenn das Spritzpulver einige Zentimeter tief eingearbeitet wird. Aber eine zusätzliche Einarbeitung dürfte der Praxis nicht zumutbar sein.

Abhilfe schien daher die Granulierung des Präparates zu schaffen. Bereits Barnsley (1960) und Sandford (1962) wiesen mit einem 2,5 %igen Dichlobenilgranulat nach, daß ohne Einarbeitung die Wirksamkeit gegenüber dem Spritzpulver etwas erhöht und auch verlängert wird. Bemühungen, die Flüchtigkeit des Wirkstoffes durch geeignete Granulatformen zu mindern, wurden um so intensiver fortgesetzt, als in jüngster Zeit im Obst- und Weinbau einige schwer bekämpfbare Unkräuter wie Ampfer, Disteln, Hahnenfuß, Löwenzahn, Nesseln, Schafgarbe u. a. selektiert sind und das Rückstandsproblem zu einem wesentlichen Teilproblem der Unkrautbekämpfung geworden ist.

1964 wurde ein Verfahren entwickelt, um ein 7,5 %iges Granulat unter dem Namen Casoron G herzustellen, das den herbiziden und wirtschaftlichen Forderungen entspricht. Jedes einzelne Granulat Korn ist gleichmäßig mit Dichlobenil durchsetzt, wodurch eine gleichmäßige Wirkstoffabgabe erreicht wird. Gewicht, Form und Größe sind so gewählt, daß Abtrift, Abrollen von Unkräutern und Einzelkornabstand auf dem Boden ein Minimum ergeben.

Die biologischen Auswirkungen der durch die Granulierung veränderten Eigenschaften des Dichlobenil sind in Freiland- und Gefäßversuchen untersucht, in die ein Dichlobenilderivat, 2,6-Dichlorthiobenzamid, common name: Chlorthiamid, einbezogen wurde (Tab. 1).



Strukturformel

Tab. 1.

	2,6 Dichlorbenzonnitril	2,6 Dichlorthiobenzamid
common name:	Dichlobenil	Chlorthiamid
Wasserlöslichkeit:	18 ppm	950 ppm
Dampfdruck:	$5,5 \times 10^{-4}$	1×10^{-6}
Halbwertszeit:		~ 3 Tage

Im Prinzip entsteht durch Schwefelwasserstoffbehandlung von Dichlobenil Chlorthiamid. Chlorthiamid besitzt eine wesentlich größere Wasserlöslichkeit und einen geringeren Dampfdruck. Nach etwa 3 Tagen wird im Boden die Hälfte des Chlorthiamids in Dichlobenil rückverwandelt, das in erster Linie als die herbizid wirksame Verbindung angesehen werden muß.

Welche Wirkungsrelation besteht zwischen der Spritzpulverformulierung und der des Granulates?

6 kg Wirkstoff als Chlorthiamid-Spritzpulver haben eine größere — wenn auch nicht befriedigende — Wirkung als Dichlobenil-Spritzpulver. Als Granulat unterscheiden sich beide nicht, aber sie sind wesentlich wirksamer als Dichlobenil-Spritzpulver (Tab. 2).

Tab. 2. 6 kg AS/ha als Spritzpulver und Granulat im Freiland.
Mittlerer Wirkungsgrad aus 4 Obstbauversuchen mit je 5–7 Bonituren während 2 Monaten.

Wirkstoff	Formul.	Wertzahl
Dichlobenil	Sp.	6,1
Chlorthiamid	Sp.	4,1
Dichlobenil	G	3,5
Chlorthiamid	G	3,6
Kontrolle		9

Durch die Granulierung wird im Vergleich zum Spritzpulver bedeutend weniger Wirkstoff benötigt, um den gleichen herbiziden Effekt zu erreichen (Tab. 3).

Tab. 3. Dichlobenil als Granulat und Spritzpulver;
mittl. Wertzahlen aus je 5–7 Bonituren während 2–3 Monaten.

Dichlobenil	A.S.	3	4	8	Versuche
Spritzpulver	6 kg/ha	4,8	5,2	5,1	
Granulat	3 kg/ha	4,6	—	—	
Granulat	4 kg/ha	—	3,2	—	
Granulat	6 kg/ha	3,0	2,5	2,9	

Wie groß ist die Initialwirkung?

Im Voraufverfahren fünf Tage vor bis zwei Tage nach der Saat von Welchem Weidelgras (*Lolium multiflorum*) appliziert, hat Dichlobenil-Granulat die gleiche Anfangswirkung wie das Spritzpulver. Aufgrund der chemisch-physikalischen Eigenschaften ist eine wesentlich schnellere Wirkstoffabgabe aus dem Dichlobenil-Granulat als aus dem Chlorthiamid-Granulat zu erwarten. Dies könnte sich bei der Behandlung eines feuchten Bodens bei trockener, sehr warmer Witterung als Wirkstoffverlust nachteilig auswirken. Der unproduktive Wirkstoffverlust ist aber nicht groß, wie Abb. 1 zeigt. 2 cm hohes Weidelgras in Töpfen wurde mit 30 kg Granulat je ha behandelt. Unter trockenen Bedingungen bei 26° C läßt der Wuchs bei Dichlobenil nach 6–12 Stunden und bei Chlorthiamid nach 12–18 Stunden deutlich nach. Die volle Wirkung ist bei Dichlobenil sofort, bei Chlorthiamid nach etwa 48 Stunden erreicht. Bei etwa 10° geringeren Temperaturen und höherer Boden- und Luftfeuchtigkeit setzt die Wirkung von Dichlobenil langsam ein, die von Chlorthiamid infolge der für die Umsetzung günstigeren Bedingungen relativ schneller.

Wachstumskurve von *Lolium multifi.* nach 30 kg/ha Granulat bei

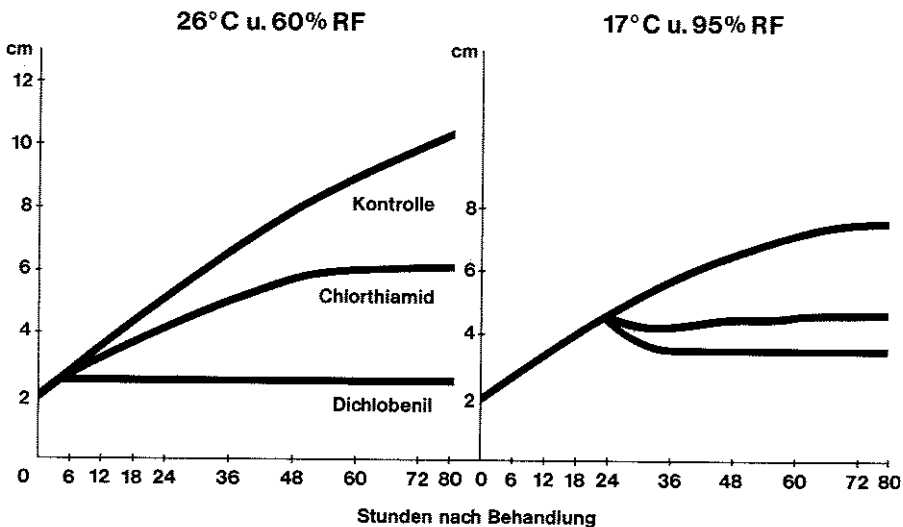


Abb. 1.

Aus diesen Modellversuchen darf geschlossen werden, — was Praxisversuche bereits bestätigt haben — daß Unterschiede der Initialwirkung zu vernachlässigen sind und, daß — infolge nur geringer unproduktiver Dichlobenilverdampfung — auch bei hohen Temperaturen es zu keinen Schäden an Obstbäumen und Weinreben kommt.

Über die Eindringungstiefe von Dichlobenil in den Boden wissen wir aus den Versuchen von Daams und Barnsley (1961), daß 1 kg Wirkstoff durch 20 mm Regen je nach Humusanteil des Bodens 2–10 cm tief eindringen kann. Es besteht nun die Frage, ob praxisübliche und höhere Aufwandmengen des Granulats durch hohe Niederschläge tiefer in den Wurzelbereich von Obstbäumen und Weinreben eingewaschen werden?

Dies läßt sich am besten mit dem Leaching-Gefäß nach Horowitz (1966) prüfen. Zwischen zwei senkrecht stehenden Glasplatten wird Erde eingefüllt, in die Mitte oder auf die gesamte Oberfläche werden die Granulate appliziert, mit Sand abgedeckt und bewässert. Nach 8–15 Tagen wird das Gefäß flachgelegt, eine Glasplatte abgenommen und Weidelgras eingesät. Nach wenigen Tagen gibt die Zone der Wurzelbildung Eindringungstiefe und -breite wieder. Von 600 kg Dichlobenil-Granulat, das sind 45 kg Wirkstoff je ha, wurde die entsprechende Menge nur an einer Stelle auf einen wassergesättigten und auf einen etwa 60 % gesättigten lehmigen, grobsandigen Boden appliziert (Abb. 2). Die Beregnung mit 10, 20 und 200 mm innerhalb von zehn Tagen übte keinen unterschiedlichen Einfluß sowohl auf die Hemmzone als auch auf die Eindringungstiefe von Dichlobenil aus. Dichlobenil drang maximal 47 mm tief ein. Chlorthiamid drang durch geringe Niederschläge nicht tiefer in den Boden, durch 200 mm wurde es aber bis zu 180 mm tief eingewaschen.

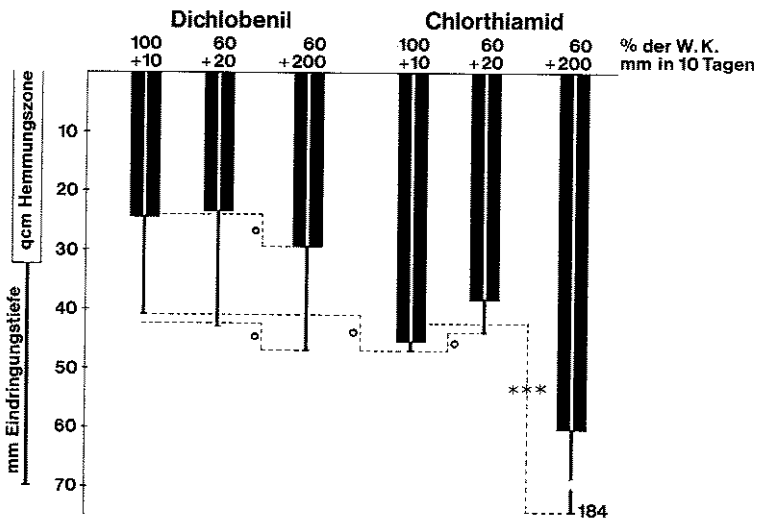


Abb. 2.

Wurde (Abb. 3) die Punktbehandlung auf etwa 3000 kg erhöht, so wirkte sich dies erst bei 220 mm Regen signifikant nachteilig aus.

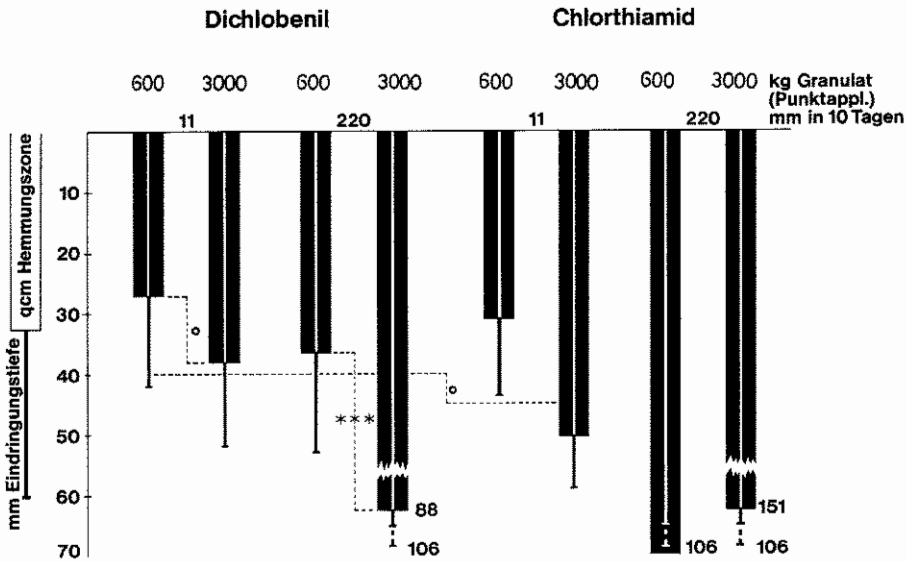


Abb. 3.

In der dritten Versuchsreihe (Abb. 4) wurden anstelle extremer Aufwandmengen, extreme Böden und Niederschläge gewählt. So wurden 3 und 450 mm Regen innerhalb von drei Tagen nach der Behandlung auf lufttrockenen reinen Sand, lehmigen Sand und schluffreichen, sandigen Lehm gegeben. Die praxisübliche Dosis von 120 kg/ha wurde gleichmäßig auf die gesamte Oberfläche verteilt. Da die 3 mm Wasser nur 10 mm tief in den Boden eindringen, muß die für beide Wirkstoffe übereinstimmende 100 mm tiefe Eindringung in der Dichlobenil-Gasphase erfolgt sein. Im lehmigen Sand wurden die Wirkstoffe schnell adsorbiert und drangen wie in den vorhergehenden Versuchen nur 50 mm tief ein. 450 mm Niederschläge schwemmten beide Wirkstoffe in Sand und lehmigen Sand über 180 mm tief ein. Der schluffreiche, sandige Lehm ließ Dichlobenil nur 130 mm und Chlorthiamid 180 mm tief eindringen.

Hieraus folgt: Sogar bei Zusammentreffen aller ungünstigen Bedingungen — ausgenommen 450 mm Regen innerhalb dreier Tage — dringt Dichlobenil auch bei 5facher Überdosierung kaum tiefer als 5 cm ein. Das bedeutet für die in der Regel 10–15 cm unterhalb der Oberfläche wurzelnden Weinreben und Obstbäume keine Schädigungsgefahr. Auch dürfte eine um wenige Zentimeter schwankende Eindringungstiefe für die Bekämpfung mehrjähriger tiefwurzelnder Unkräuter keine Rolle spielen. Zum Beispiel wird die Ackerdistel sehr gut bekämpft. Ihre Vermehrungsorgane liegen 15–30 cm unterhalb der Ackerkrume. Es können also nicht die ruhenden oder aufbrechenden Knospen abgetötet werden, sondern es wird der bereits treibende, in die Wirkstoffzone wachsende Sproß erfaßt.

Könnte die Dauerwirkung von Dichlobenil durch die Granulierung verbessert werden, so ist sie andererseits nicht so groß, daß von einer Vegetationsperiode überdauernden Persistenz die Rede sein kann. Je geringer der Humusgehalt, je

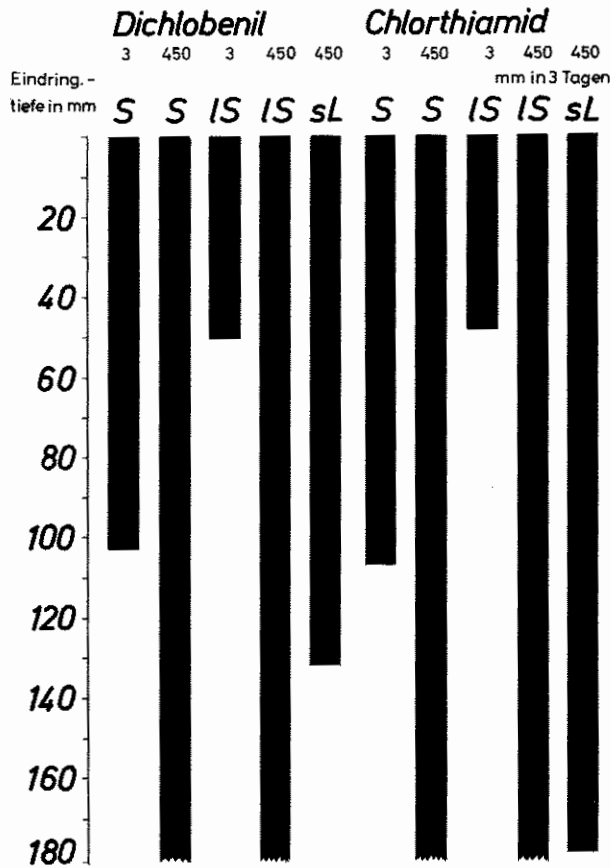


Abb. 4.

leichter der Boden, je höher Bodentemperatur und Wasserverdunstung sind, desto kürzer ist die Persistenz. Z. B. verläuft im Modellversuch (Abb. 5) die Verdampfung der Wirkstoffe aus 30 kg/ha Granulat – ausgedrückt in abnehmender Wachstumshemmung von Weidelgras – bei hohen Temperaturen (20–35° C) und hoher Bodenwasserverdunstung schnell, und zwar innerhalb von 14–22 Tagen. Bei 16–18° C und geringer Verdunstung beginnt eine merkbare Abnahme für Dichlobenil erst nach 7 Wochen.

Mit Hilfe von Bodenproben aus Freilandversuchen konnten wir bis jetzt feststellen, daß 80 kg/ha innerhalb von 8–11 Wochen nach Aprilbehandlungen biologisch nicht mehr nachweisbar sind; die Empfindlichkeitsgrenze liegt zwischen 0,2 und 0,02 ppm. Ende September ließen 120 kg/ha nach Behandlungen im April keine Rückstände erkennen, nach Behandlungen im Mai wurden sehr geringe und nach Behandlungen im Juni deutliche Rückstände über 2 ppm nachgewiesen.

Fragen über das herbizide Spektrum, die Wechselwirkung zwischen Aufwandmenge, Anwendungstermin und kombinierte Behandlungen werden in einer wei-

% Wachstumshemmung von *W. Weidelgras*

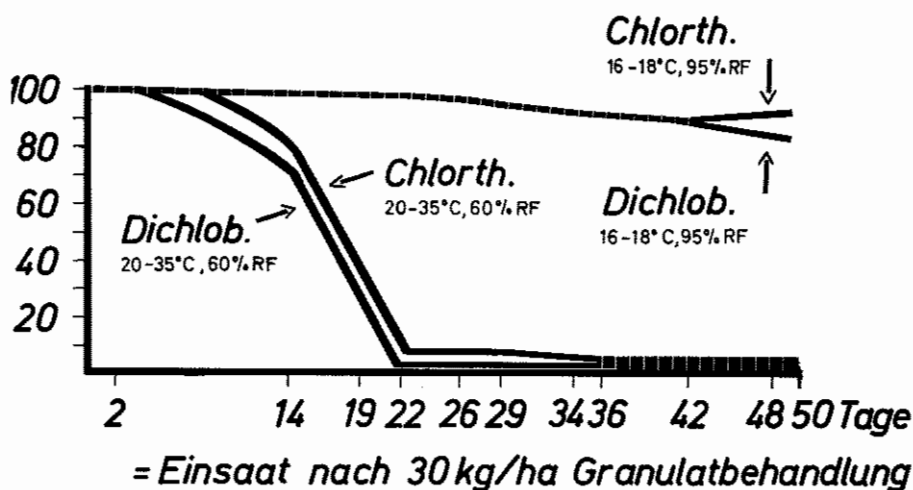


Abb. 5.

teren Veröffentlichung behandelt. Jedoch sei schon jetzt kurz erwähnt, daß die 1jährigen Samenunkräuter durch 80–120 kg/ha und die meistens unterirdischen ausläufertreibenden Unkräuter durch 120–160 kg/ha bekämpft werden. Behandlungen Ende April/Anfang Mai mit anschließendem Mulchen führen zur besten Wirkung. Noch spätere Behandlungen bis Mitte Juni erlauben eine Reduktion der Aufwandmengen, entweder durch vorausgehende Mahd oder Paraquat-Behandlungen. Aber auch bei diesen Wirkstoffen gibt es einige Unkrautarten, die entweder nicht vollständig bekämpft werden oder als Sekundärunkräuter auftreten. Zu letzteren gehören die sich oberirdisch durch Bewurzelung von Stengelsprossen vermehrenden Kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*), Gundermann (*Glechoma hederacea*), Gänsefingerkraut (*Potentilla anserina*) und Flechtstraußgras (*Agrostis stolonifera*). Sie wuchern von der Seite her in den behandelten wirkstofffrei gewordenen Baumreihenstreifen wieder hinein. Die unterirdisch stengelausläufertreibende Quecke und die wurzelausläuferbildende Ackerwinde mit hoher Vermehrungspotenz werden von den in den unbehandelten Streifen bzw. tiefer liegenden Organen so gekräftigt, daß sie immer wieder durchtreiben können. Sie werden sich also nur durch eine mehrjährige ganzflächige Behandlung erschöpfen lassen. So lange aber im Obst- und Weinbau die chemische Unkrautbekämpfung auf eine Streifenbehandlung beschränkt ist, wird eine Bekämpfung dieser Unkräuter immer problematisch bleiben, es sei denn, es würden in absehbarer Zeit physiologisch selektive Verbindungen gefunden. Doch bis dahin dürfte die Granulierung von Dichlobenil ein Fortschritt bei der Lösung der Unkrautprobleme vor allem im Wein- und Obstbau sein, zumal besonders die Granulierung leichte und genauere Applikationen ermöglicht, und die Gefahr der Abtrift nicht besteht.

Meinen Kollegen und Assistenten sei für ihre Unterstützung gedankt!

S u m m a r y

Casoron G, the 7,5 % dichlobenil-granulate, which need not be incorporated into the soil, is considerably more effective than the wetttable powder formulations even against such weeds which until now could only be controlled with difficulty.

Pot- and fieldtrials showed that dichlobenil-granulate, in comparison with chlorthiamid-granulate, becomes effective within an unessentially shorter time and does not penetrate deeper into the soil, the depth of effectiveness being about 5 cms under normal soil- and weather-conditions. The lasting effect depends on the dosages and the climatic conditions and hardly is longer than one vegetation period. Otherwise the experiences with the quantities applied, date of application, combined treatments and the problem of controlling weeds with deep roots and / or rhizomes are mentioned.

L i t e r a t u r

- B a r n s l e y , G. E., An assessment of the new herbicide 2,6-dichlorobenzonitrile. — Proc. 5th Brit. Weed Control Conf. 1960.
- , and R o s h e r , P. H., The relationship between the herbicidal effect of 2,6-Dichlorobenzonitrile and the persistence in the soil. — Weed Res. 1. 1961, 147—158.
- D a a m s , J., Das Verhalten von Dichlobenil in Boden und Pflanzen. — Ztschr. Pflkrankh. Sdr. H. 3. 1965, 139—144.
- , and B a r n s l e y , G. E., Les propriétés herbicides du 2,6-Dichlorobenzonitrile. — Comptes Rendus des Journées d' Etudes sur les herbicides. — E.R.W.C.-Columa, Paris 1961, 60—67.
- H o r o w i t z , M., Experiments with granules of dichlobenil under glasshouse conditions. — Weed Res. 6. 1966, 91—103.
- K o o p m a n , H., and D a a m s , J., 2,6-Dichlorobenzonitrile: a New Herbicide. — Nature 186. 1960, 89.
- S a n d f o r d , H., Experiments with dichlobenil (2,6-dichlorobenzonitrile) in top and soft fruit. — Proc. 6th Brit. Weed Control Conf. 1962, 619—628.

D i s k u s s i o n

B e i n h a u e r : Die interessanten Ergebnisse über den Transport von Chlorthiamid (Prefix) von Herrn Dr. Nölle, die hauptsächlich auf Laboruntersuchungen beruhen, sollen durch einige Erfahrungen unter praxisnahen Verhältnissen ergänzt werden. Es dürfte in der Natur kaum vorkommen, daß beispielsweise in 3 Tagen 450 mm Regen fallen. Diese Menge entspricht nahezu dem Jahresniederschlag der Pfalz. Eine größere Aussagekraft über die tatsächlichen Verhältnisse dürften chemische und biologische Rückstandsanalysen besitzen, die an Bodenproben aus 40 über die BRD verstreuten Feldversuchen vorgenommen wurden. Dabei zeigte sich, daß die Hauptrückstände von Chlorthiamid/Dichlobenil in den obersten 10 cm zu finden waren. Nur auf einem durchlässigen Schieferverwitterungsboden der Mosel konnten noch in 20 cm Bodentiefe Wirkstoffrückstände nachgewiesen werden.

Mengen von 50—60 kg/ha Prefix waren im allgemeinen innerhalb einer Vegetationsperiode abgebaut, während Rückstände von Aufwandmengen zwischen 100 und 120 kg teilweise noch nach einem Jahr nachgewiesen werden konnten. Aber auch diese Restmengen befanden sich in den oberen 10 cm des Bodens. In solchen Fällen kann man im Frühjahr mit wesentlich geringeren Aufwandmengen von Prefix arbeiten.

W. KAMPE,

Bezirkspflanzenschutzamt Pfalz
Neustadt a. d. Weinstraße

Chlorthiamid gegen Ackerwinde in Korbweidenkulturen

Korbweiden werden häufig vom Familienbetrieb zugleich kultiviert und verarbeitet. Bei der Verarbeitung ist bisweilen ein Teil der Ruten deformiert (Abb. 1) oder bricht an Stellen, die tief eingeschnürt sind (Abb. 2). *Convolvulus arvensis* verursacht diese S c h ä d e n. Diese Pflanze wirkt also hier unmittelbar auf Menge

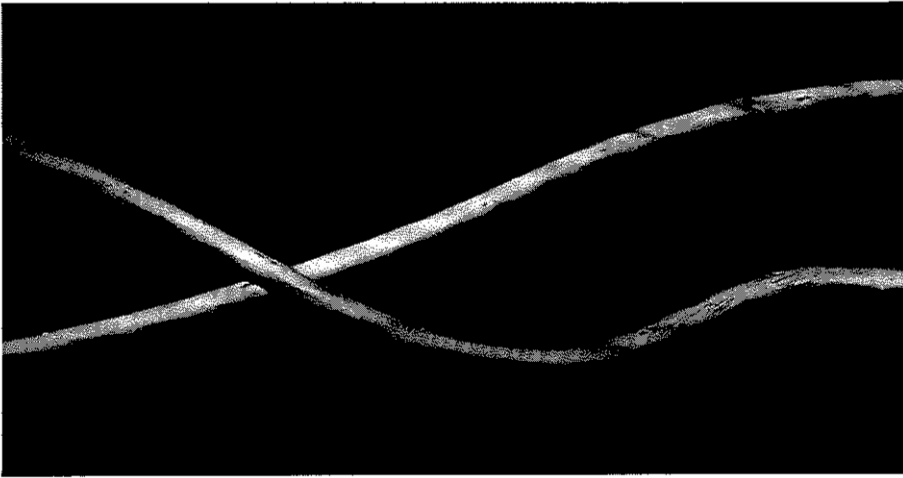


Abb. 1. Rutendeformation hervorgerufen durch Besatz mit *C. arvensis* (Bild: Bohn)

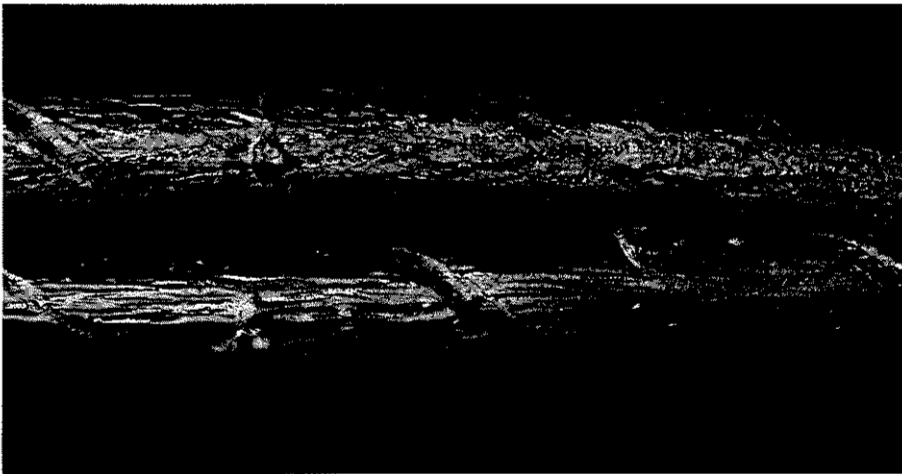


Abb. 2. Rindeneinschnürungen durch *C. arvensis* (Bild: Bohn)

und Güte des Erntegutes. Da die Betriebe zwangsläufig von der Arbeitskraft her organisiert sind, begrenzt die Windenbekämpfung von Hand zum Teil den Umfang des Anbaues mit. So steigern Herbizide Anbau und Rendite.

Die chemische Bekämpfung der Ackerwinde ist bislang ungelöst. Nicht zuletzt führte der vieljährige Einsatz von Domatol zu ihrer Selektion. Wuchsstoffe verbieten sich wegen hoher Empfindlichkeit der *Salix*-Kulturen. Gute Erfahrungen mit dem Handelsprodukt Prefix (7,5 % AS Chlorthiamid) aus dem Obstbau ließen möglicherweise brauchbare Ergebnisse erwarten.

Das war in Versuche eingearbeitet, die als Blockanlage mit jeweils vier Teilstücken je Versuchsglied liefen. Die Bodenuntersuchung der Fläche wies aus: 5,95 pH, 0,2 % CaCO₃, 2,1 % Humusgehalt und 28,5 % Feinerdeanteil unter 0,02 mm. Drei Aufwandmengen des Prefix 80, 100 und 120 kg/ha standen an zwei Applikationszeiten im Versuch, zur Zeit unkrautfreien Bodens bei Vegetationsruhe und im Stadium D der Ackerwinde. Zwei Wirkungsbonituren im Abstand von je drei Wochen erfaßten die Zahl der Winden je Teilstück (20 qm Kontrolle = 425). Die Wägung der verbliebenen Pflanzen entsprach deren Vitalität. Sie wurde in den Wirkungsgrad einbezogen (Tab. 1). Alle Maßzahlen wurden varianzanalytisch behandelt.

Chlorthiamid gegen *Convolvulus arvensis* in Korbweidenkulturen (*Salix americana*)

Versuchsglied	Aufwand kg/ha	Applikation	Wirkungsgrad %		
			24.5.1966	14.6.1966	
2	Prefix	80	} <u>Boden</u> unkrautfrei -31.3.1966- <u>Kultur</u> : Vegetationsruhe	98	99
3	Prefix	100		99	99
4	Prefix	120		99	99
5	Prefix	80	} <u>Convolvulus arvensis</u> -35.1966- Stadium D <u>Kultur</u> : Austrieb	84+++	86+++
6	Prefix	100		86+++	92+
7	Prefix	120		90++	94

Statistische Sicherung zu Versuchsglied 2

Tab. 1. Chlorthiamid gegen *C. arvensis* in Korbweidenkulturen (*Salix americana*).

Bei der ersten Bonitur zeigten sich die behandelten Pflanzen weniger wüchsig, was im Hinblick auf eine mögliche kräftigere Rutenausbildung nicht nachteilig zu sein brauchte. Während der Vegetation verwuchsen sich jedoch die Unterschiede; darüber hinaus deuten Qualitätsmessungen für Länge und Durchmesser der Ruten (10 Stichproben je Teilstück) eher auf einen günstigen Einfluß durch Chlorthiamid (Tab. 2).

Einfluß von Chlorthiamid auf die äußere Qualität von Weidenruten (*Salix americana*)

Versuchsglied	Applikation	\bar{x} Rutenlänge cm		\bar{x} Rutendurchmesser mm	
		absolut	relativ	absolut	relativ
1 Kontrolle		213,0	100	6,9	100
2 Prefix 80 kg	Vegetations- ruhe	224,0	105	7,1	103
3 Prefix 100 kg		216,3	101	7,2	104
4 Prefix 120 kg		215,0	101	7,1	103
5 Prefix 80 kg		Austriebs- beginn	215,8	101	7,3
6 Prefix 100 kg	222,8		105	7,2	104
7 Prefix 120 kg	217,0		102	7,1	103

Signifikante Grenzdifferenzen P 5% = 10,2 cm P 5% = 0,5 mm

Tab. 2. Einfluß von Chlorthiamid auf die äußere Qualität von Weidenruten (*Salix americana*).

Diese Ergebnisse gelten für vierjährige Anlagen von *Salix americana*. Die eine Bindeweidensorte „Flandrische Rote“ erwies sich im Versuch Prefix-empfindlich. Beide Sorten erlitten bei Behandlung nach der Pflanzung Totalschaden. Applikation im Herbst des Pflanzjahres führte zu wirtschaftlich untragbaren Schäden. Auch dürfte die Windenbekämpfung in den ersten zwei Jahren kaum Bedeutung haben.

Die Ergebnisse werden wie folgt zusammengefaßt:

1. Die Bekämpfung von *C. arvensis* in Korbweiden belastet das Arbeitskräftepotential der Betriebe stark. Mit der vorliegenden Untersuchung kann der Praxis ein chemisches Verfahren angeboten werden, das günstig zu handhaben und kostensparend ist.
2. In Anlagen von *Salix americana* bringt ab 4. Standjahr Prefix gegen *C. arvensis* einen statistisch gesicherten Wirkungsgrad bis 99 %.
3. Applikation auf unkrautfreien Boden vor Vegetationsbeginn wirkt gegenüber der auf den Besatz im Stadium D hochsignifikant sicherer.
4. Die höhere Aufwandmenge über 80 kg/ha beeinflusst den Wirkungsgrad nicht. Das widerspricht Erfahrungen im Obstbau, wo erst 120 kg/ha und mehr gegen die Ackerwinde erfolgreich sind. Der Unterschied wird auf die andersgeartete kleinklimatische Situation im Korbweidenanbau zurückzuführen sein. Möglicherweise führen noch geringere Mengen zu gleichem Ergebnis.
5. Anfänglich beobachtete geringe Wuchsdepressionen verminderten die Rutenqualität nicht. Messungen im Herbst lassen im Gegenteil die Tendenz leichter Zunahme von Länge und Durchmesser des Erntegutes also Quali-

tätsverbesserung erkennen. Sie liegt aber außerhalb der Grenzwahrscheinlichkeit $P 5 \%$, ist demgemäß als nicht gesichert anzusehen.

6. Applikationen unmittelbar nach Pflanzung und im Herbst des Pflanzjahres führten zu wirtschaftlich untragbaren phyto-toxischen Schäden.
7. Die Sorte „Flandrische Rote“ ist gegenüber der Amerikanerweide Chlorthiamid-empfindlicher.
8. Bezieht man den Windenbesatz an den Ruten (Kontrolle = 30%) auf Durchschnittswerte von Ertrag (200 dz/ha) und Preis (40,— DM/dz), lassen sich die unmittelbaren Mehreinnahmen durch Prefix um 1760,— DM/ha gegenüber der Kontrolle steigern.
9. Die Kosten für Prefix und gebräuchliche Handarbeit sind mit ca. 400,— DM/ha etwa gleich hoch. Die freiwerdende Arbeitskraft kann aber in der Fertigung von Korbwaren produktiver eingesetzt werden.

Die Untersuchungen gestatten einen praktikablen günstigen Ausblick für das gestellte Versuchsziel. Zugleich aber sind neue Fragen anzugehen, wie die Bekämpfung von *Ranunculus sp.*, spezifische Unkräuter aus der Sequenzflora des Chlorthiamid. Anzeichen deuten darauf hin, daß auch hier der Wirkungseffekt anders, nämlich günstiger liegt als im Obstbau.

S u m m a r y

Twigs of osier are directly damaged by *Convolvulus arvensis*. Preventive measures of plant protection will be pressingly necessary. According to the work situation farmers depend on herbicides. Results of corresponding field-trials with Chlorthiamid are reported. The amount of herbicides and dates of application have been as well researched as sensitivity of strain and application at different ages of culture.

The sufficient control of *Convolvulus arvensis* with 80 kg/ha prefix applied to 4 years old *Salix americana* before the development of vegetation allows to advise this method as fit for use.

L i t e r a t u r

- Hilf, H., Das Flechtweidenbuch — Verlag Schaper, Hannover 1949.
 Schmidt, H., Zucht und Anbau von Korbweiden. — Reichsnährstand, Verlags-GmbH., Berlin SW 11, 1937.

D i s k u s s i o n

Uhl: Die bessere Wirkung gleicher Aufwandmengen in Korbweiden im Vergleich zum Obstbau ist auf die bessere Beschattung in Korbweiden zurückzuführen. Ähnliche Erfahrungen liegen aus dem Weinbau vor. Bei engen Zeilen ergibt sich, durch das von Beschattung und Sonnenwirkung abhängige Abdampfen, eine bessere Wirkung als bei Weittraumlagen.

H. FLEMMING und R. H. SPRINGETT,

E. Merck AG und ICI, Agricultural Division

Morfamquat, ein neues selektives Bipyridylium-Herbizid mit besonderer Wirkung gegen Saatwucherblume

1. Einleitung

Morfamquat*) ist ein neues selektives, nicht färbendes Kontaktherbizid für Getreide auf Bipyridylium-Basis. Seine ausgezeichneten herbiziden Eigenschaften gegen Unkräuter bei bester Getreideverträglichkeit wurden erstmalig 1962 in England von der ICI, Agricultural Division, Jealott's Hill erkannt. Hierüber, sowie über die chemischen, physikalischen und die recht günstigen toxikologischen Daten berichteten bereits Fox (1964) und Fox und Beech (1964) anlässlich der 7. British Weed Control Conference in Brighton.

In Deutschland wird Morfamquat in einer Dichlorid-Salz-Formulierung (Wirkstoffgehalt 20 %) unter der Versuchsbezeichnung PP 745 seit 1965 in den Dosierungen 4 und 5 l/ha geprüft. In derselben Formulierung steht Morfamquat auch in Großbritannien und in anderen zahlreichen europäischen Ländern in Prüfung. Über die bis 1965 in den letztgenannten Ländern erzielten Ergebnisse referierte McCrimmon (1965) anlässlich des 2. Symposiums über Neue Herbizide (EWRC) in Paris. Dieser Bericht gibt vorwiegend nur die in Deutschland mit Morfamquat gewonnenen Erfahrungen zusammenfassend wieder.

2. Verträglichkeit

Bereits in den ersten orientierenden Versuchen in Großbritannien stellte sich heraus, daß Morfamquat eine hervorragende Getreideverträglichkeit besitzt. Besonders bemerkenswert ist die vom Getreidestadium unabhängige Getreidetoleranz, wodurch sich Morfamquat von den bisher bekannten Kontaktherbiziden unterscheidet. Morfamquat kann ohne Schädigung des Getreides vom 2-Blatt-Stadium bis zur völligen Ausbildung der Ähren angewendet werden. In England und Frankreich durchgeführte Verträglichkeitsversuche bei Hafer, Winter- und Sommerweizen, Winter- und Sommergerste ergaben noch bei Dosierungen von 15 l/ha keine Ertragsdepressionen. Ausnahme bildete lediglich die Weizensorte Opal, bei der mit 15 l PP 745/ha ein leichter Ertragsrückgang festzustellen war.

In den 1965 und 1966 in Deutschland durchgeführten Versuchen konnten diese Erfahrungen vollauf bestätigt werden. Ganz vereinzelt traten in den sehr zahlreichen Versuchen bei sehr frühem Anwendungstermin leichte Verbräunungen der Blattspitzen auf. Diese waren jedoch bedeutend geringer als bei den zum Vergleich eingesetzten Kontaktpräparaten auf Basis DNOC oder Dinitroalkylphenylacetat und wuchsen sich innerhalb von 2 bis 3 Wochen aus. Ertragserhebungen bei Wintergerste, Winterweizen, Hafer und Sommergerste ergaben in den in Deutschland eingesetzten Dosierungen von 4 und 5 l/ha weder 1965 noch 1966 Ertragsminderungen. Teilweise war sogar eine beachtliche Ertragserhöhung zu verzeichnen (s. Tabelle I).

* 1,1'-bis (3,5-dimethylmorpholinocarbonylmethyl)-4,4'-bipyridylium (Ion)

Tab. 1. Ertragsfeststellungen (Relativwerte)

Getreide	PP 745 4 l/ha	PP 745 5 l/ha	DNOC 6-8 kg/ha	Unbehandelt
Dura (W-Gerste)	—	113	91	100
Breustedts Werla (W-Weizen)	101,1	100,9	107,1	100
Jubilar (W-Weizen)	111	—	—	100
Ackermanns MGZ (S-Gerste)	—	132	—	100
Donaria (S-Gerste)	122,7	120	122,9	100
Peragold (Hafer)	—	136	—	100
Flämings-Krone (Hafer)	—	108	97	100

Morfamquat wird wie alle Bipyridyle bei Berührung mit dem Boden sofort inaktiviert und daher nicht über die Wurzel aufgenommen. Einschränkungen für die Einsaat von Untersaaten gibt es deshalb nicht. Letztere können bereits nach 24 Stunden eingesät werden. Eine Leitung von Morfamquat innerhalb der Pflanze findet nicht statt. Rückstandsuntersuchungen bei Stroh und Korn erbrachten daher erwartungsgemäß keinerlei Wirkstoffreste zum Zeitpunkt der Ernte.

3. Herbizide Wirkung

Basierend auf den im Ausland gemachten Erfahrungen lag der Schwerpunkt unserer Versuche gegen die in den letzten Jahren in Nord- und Westdeutschland immer mehr an Bedeutung gewinnende Saatwucherblume. Daneben wurde jedoch auch in breitgestreuten Versuchseinsätzen das Wirkungsspektrum von Morfamquat untersucht.

Die Saatwucherblume (*Chrysanthemum segetum*), deren Verbreitung durch starke Versäuerung der Böden immer mehr zunimmt, wird bekanntlich von den z. Zt. bekannten Nachauflauf-Herbiziden nur von DNOC- und Dinitroalkylacetatpräparaten zufriedenstellend erfaßt. Aber auch diese Präparate haben nur bei Frühstadien der Saatwucherblume (2- bis 6-Blattstadium) einen ausreichenden Erfolg. Ältere Stadien werden nur mangelhaft oder nicht mehr ausreichend erfaßt. Als Nachteil bei den genannten Präparaten muß ferner die unangenehme Gelbfärbung und die Gefahr von Ätzhäden beim Getreide bei Überdosierungen sowie in Jahren mit hohen Temperaturen mit in Kauf genommen werden.

a) Fröhspitzungen

Bei frühen Anwendungsterminen (2- bis 6-Blattstadium) wurden die Saatwucherblumen nach Morfamquatbehandlungen sehr schnell gelb und starben ab. Bei Behandlung im 8- bis 12-Blattstadium blieben die gespritzten Saatwucherblumen im Wuchs stehen, bekamen einen helleren Farbton und vertrockneten. Bei unzureichender Benetzung, z. B. bei dichtem Unkrautbestand oder teilweiser Getreide-

abdeckung, trieben manche Saatwucherblumen noch durch, zeigten aber verkümmerte oder keine Blüten. Die Versuchsdosierungen betragen 4 und 5 l/ha. Ein statistisch gesicherter Unterschied zwischen beiden Dosierungen lag nicht vor (s. Tabelle 2). Dennoch sollte zur Erhöhung der Wirkungssicherheit der Dosierung 5 l/ha der Vorzug gegeben werden.

Tab. 2. Wirkungsvergleich
(Durchschnittswerte aus den Versuchen 1965/66)

Unkräuter	PP 745		DNOC 6-8 kg/ha	Dinitro- butyl- phenyl- acetat 4 kg/ha	CMPP + 2,4,5 T 3 kg/ha	2,4 D + 2,4,5 T 3 kg/ha
	4 l/ha	5 l/ha				
Saatwucherblume (<i>Chrysanthemum segetum</i>)	3,35	3,25	3,25	3,35	8	8
Kamille-Arten (<i>Matricaria</i> spec., <i>Anthemis</i> spec.)	3,15	3,15	3,3	2,6	4,7	3,4
Acker-Hellerkraut (<i>Thlaspi arvense</i>)	1	1	—	—	1,4	1,5
Ackerhohlzahn (<i>Galeopsis</i> spec.)	2,75	2,4	3	—	2,5	2,7
Ehrenpreis-Arten (<i>Veronica</i> spec.)	3,1	2,75	2,25	—	3,2	2,4
Erdrauch (<i>Fumaria officinalis</i>)	—	2,5	—	—	2,2	—
Klettenlabkraut (<i>Galium aparine</i>)	6	3,9	2	—	3,8	2,3
Knöterich-Arten (<i>Polygonum</i> spec.)	2,75	3,6	3,5	—	4,1	4
Vogelknöterich (<i>Polygonum aviculare</i>)	3,9	3,7	3,7	—	—	—
Kornblume (<i>Centaurea cyanus</i>)	5	2,3	—	—	2,5	2
Taubnessel (<i>Lamium purpureum</i>)	2,8	2,5	—	—	3,1	2,2
Vergißmeinnicht-Arten (<i>Myosotis</i> spec.)	—	7	—	—	7	—
Vogelmiere (<i>Stellaria media</i>)	2,6	2,4	4,75	—	2,4	2,2
Wicken-Arten (<i>Vicia</i> spec.)	3,5	2,5	—	—	2	2

Bonitierung nach dem logarithmischen Schema:
Wertzahl 1 = 100 % Wirkung, Wertzahl 9 = 0 % Wirkung

Der Wasseraufwand in den Versuchen schwankte zwischen 300 und 1000 l/ha. Dabei zeigte sich deutlich, daß 300 und 400 l/ha bei dichtem Bestand (nicht selten wurden in Norddeutschland 1000 und mehr Saatwucherblumen pro qm gezählt)

nicht ausreichen. Der beste Erfolg wurde mit 600 bis 800 l Wasser/ha erzielt. Wassermengen über 800 l/ha sind jedoch nicht mehr empfehlenswert, da durch zu starke Konzentrationsverdünnung im Spritztropfen die kontaktherbizide Wirkung teilweise zu schwach wird. Für eine gleichmäßige Ausbringung haben sich in diesen Versuchen besonders Flachstrahldüsen als günstig erwiesen, da diese die beste Verteilung gewährleisten.*)

Auch bei Mischverunkrautungen zeigte Morfamquat ein weites Wirkungsspektrum. Besonders erwähnenswert ist die gute Wirkung gegen Kamillearten. Die Tabelle 2 verdeutlicht klar, daß gegen dieses Unkraut Morfamquat Mecoprop-Kombinationen überlegen, DP-Kombinationen etwa gleichwertig sind. Morfamquat ist dabei in seiner Wirkung nicht wie andere Kontaktherbizide auf Frühstadien begrenzt. Selbst noch im Rosettenstadium (DR) war der Erfolg bei Kamille zufriedenstellend. Auch in diesen Versuchen lag ein statistisch gesicherter Unterschied zwischen 4 und 5 l/ha nicht vor, ausgenommen Klettenlabkraut und Kornblume. 4 l/ha sind bei diesen Unkräutern im Gegensatz zu 5 l/ha nicht ausreichend. Erwähnenswert ist ebenfalls, daß Morfamquat sehr gut die Wicke bekämpft. Disteln werden im Kleinstadium schlecht erfaßt, in späteren Stadien (Höhe 15 cm und mehr) jedoch gut.

b) Spätspritzungen

Interessante Möglichkeiten ergaben sich in diesem Jahr mit Morfamquat zur Spätbekämpfung der Saatwucherblume. So wurden in Norddeutschland Versuche gegen kurz vor der Blüte stehende oder bereits blühende Saatwucherblumen angelegt. Das Getreide (Hafer, Winterweizen) befand sich zu diesem Zeitpunkt beim Ährenschieben, teilweise waren die Ähren schon ausgebildet. Als voll wirksam erwiesen sich 3 l PP 745/ha, bei einem Wasseraufwand zwischen 600 und 800 l/ha. 3 Wochen nach der Behandlung waren alle mit Morfamquat behandelten Saatwucherblumen (Dichtebesatz teilweise 500 und mehr Pflanzen/qm) abgestorben. Die Stengel und Blätter waren vertrocknet, die Blüten hingen braun herunter. Die gleichen Symptome zeigten Kamille sowie andere behandelte Unkräuter (Wicke, Kornblume, Knötericharten). Erste Ertragshebungen deuten darauf hin, daß durch diese Späteinsätze noch eine beachtliche Ertragssteigerung gegenüber Unbehandelt erzielt werden kann (teilweise bis zu 30 %).

c) Einsätze in Rasenneuansaat

Im Hinblick auf die hohe Selektivität gegenüber Monocotylen wurde Morfamquat in ersten orientierenden Versuchen in diesem Jahr auch gegen Unkräuter in frisch aufgelaufenen Zierrasen eingesetzt. PP 745 erwies sich hierbei in Dosierungen bis 7,5 l/ha selbst gegen auflaufende Gräser 10 Tage nach der Ansaat (Grashöhe 1–2 cm) voll verträglich. Die Wirkung gegen Samenunkräuter war mit 5 l/ha sehr gut, ausreichende Besetzung vorausgesetzt. Lediglich Vogelknöterich, *Geranium*-Arten sowie Bingelkraut (*Mercurialis annua*) erwiesen sich gegenüber Morfamquat weitgehend widerstandsfähig. Wurzelunkräuter werden entsprechend dem Wirkungsmechanismus nur oberirdisch zerstört, treiben dann aber später wieder aus. Morfamquat schließt mit diesen Einsatzmöglichkeiten in Rasenneuansaat eine echte Lücke.

*) Wesentliche Beiträge zur Bekämpfung der Saatwucherblume mit Morfamquat leistete Herr DG Fortmann, E. Merck AG.

d) Einsätze in der Grassamenvermehrung

Von der hessischen Lehr- und Versuchsanstalt für Grünlandwirtschaft und Futterbau, Eichhof (Frau Dr. Ziegenbein) wurde PP 745 in Grassamenvermehrungsbeständen sowohl im Ansaatjahr als auch im Samenjahr angewendet. Die Aufwandmengen betragen 5 l/ha. Auch in diesen Versuchen erwies sich Morfamquat gegenüber den Kulturgräsern als sehr schonend bei sehr guter herbizider Wirkung. Gegen einen Einsatz von Morfamquat bei Getreide mit Grasuntersaaten bestehen daher ebenfalls keine Bedenken.

4. Zusammenfassung

- a) Morfamquat ist ein neues Kontaktherbizid für Getreide auf Bipyridylium-Basis. Seine ausgezeichneten herbiziden Eigenschaften wurden erstmalig 1962 von der ICI, Agricultural Division, erkannt.
- b) In Deutschland wird Morfamquat unter der Versuchsbezeichnung PP 745 seit 1965 geprüft. In zahlreichen Versuchen zeigte hierbei das Präparat eine hervorragende Getreide-Verträglichkeit bei bemerkenswerter Unabhängigkeit vom Getreidestadium. Morfamquat wird bei Berührung mit dem Boden sofort inaktiviert.
- c) Neben einer beachtlichen Breitenwirkung besitzt Morfamquat eine sehr gute Wirkung gegen die Saatwucherblume und gegen Kamille. Versuche 1966 ergaben ferner, daß Morfamquat auch noch gegen kurz vor der Blüte stehende oder bereits blühende Saatwucherblumen sowie andere Unkräuter in reifendem Getreide mit bestem Erfolg eingesetzt werden kann.
- d) Morfamquat bewährte sich auch zur Unkrautbekämpfung in frisch aufgelaufenen Grasansaat (Zierrasen und Grassamenvermehrung). Bei sehr guter herbizider Wirkung war hierbei Morfamquat gegenüber Kulturgräsern sehr schonend.

Summary

Morfamquat is a new bipyridyl-based contact herbicide of ICI, Agricultural Division. In Germany it has been tested since 1965 for the control of broad-leaved weeds in cereals under the code number PP 745. In many trials this product has shown excellent safety to cereals. On contact with the soil morfamquat is immediately inactivated.

Morfamquat has a very wide spectrum of activity and it is particularly effective for the control of corn marigold and mayweeds. It can also successfully be used for the control of corn marigold immediately before or even during the flowering stage. Morfamquat has also shown promise against broadleaved weeds in newly emerged grass crops (lawns and grasses grown for seed).

Literatur

- MacCrimmon, P. R., — 2. Symposium über neue Herbizide, EWRC, Paris, 1965, 39.
 Fox, H. M., — Proc. 7th brit. Weed Control Conf., Vol. 1. 1964, 29.
 Fox, H. M., and Beech, C. R., — Proc. 7th brit. Weed Control Conf., Vol. 1. 1964, 108.

Diskussion:

Rademacher: Bleibt die Saatwucherblume bei ihrem Bestand? Nimmt sie ab, nimmt sie zu?

Flemming: Die Saatwucherblume ist ausgesprochen im Vorwärtsdringen. Ursprünglich nur in Norddeutschland, liegt jetzt auch in Rheinland eine starke Verunkrautung vor.

Küthe: Die Saatwucherblume tritt seit Jahren im Oberlahnkreis (Kreisstadt Weilburg), dem Dillkreis (Kreisstadt Dillenburg) und Biedenkopf (Westerwald und Taunusgebiet), stark auf.

Richter: Ein zunehmend starkes Auftreten der Saatwucherblume findet sich in der Eifel, vor allem auf ärmeren Böden und in solchen Wirtschaften, die Stalldünger an Weinbaubetriebe abgeben.

Schmidt: In Schleswig-Holstein breitet sich die Saatwucherblume durch den Einsatz von Lohnmähdreschern stark auf vorher befallsfreie Felder aus.

H. BEINHAUER und H. WILL,

Landw. Versuchsstation der BASF, Limburgerhof.

Unkrautbekämpfung in Kruziferen-Kulturen mit 2-Chlor-N-isopropylacetanilid

Einleitung

Erst seit kurzer Zeit bestehen auch für Kulturen, die zur Familie der Kruziferen gehören, Möglichkeiten der selektiven Unkrautbekämpfung. Neben Desmetryne, CDAA und 2,4-Dichlorphenyl-4-nitrophenyläther hat vor allem 2-Chlor-N-isopropylacetanilid eine gute Verträglichkeit gezeigt. Nach Versuchen von Orth (1965) gilt das Anilid als das z. Z. am meisten selektiv wirkende Herbizid für Blumenkohl und Kohlrabi. Auch in der Unkrautwirkung wurden das Anilid sowie Desmetryne günstiger beurteilt als CDAA.

Selleck et al. (1965) stellten die physikalischen, physiologischen und toxiologischen Daten des Mittels dar. Während nahezu alle annualen Gräser bekämpft werden, sind es bei den Unkräutern hauptsächlich Arten der Familie Chenopodiaceae und Compositae, die empfindlich reagieren. Widerstandsfähig sind insbesondere einige Arten der Polygonaceen und Kruziferen.

Aufgabe der folgenden Veröffentlichung ist es, die Ergebnisse zweijähriger Feldversuche mit 2-Chlor-N-isopropylacetanilid mitzuteilen.

Versuchsmittel, -methodik und -auswertung

Zur Anwendung kam ein als 65 %iges Spritzpulver formuliertes 2-Chlor-N-isopropylacetanilid. Dieses Produkt ist auch unter den Versuchsnummern CP 31 393, BAS 1780 H bzw. der Bezeichnung Ramrod® bekannt. Der Kürze halber wird im folgenden von Ramrod gesprochen. Die Feldversuche standen unter der Betreuung der Landw. Abteilung und der Landw. Beratungsstellen der BASF. Sie waren über das ganze Bundesgebiet verstreut.

Im allgemeinen wurde mit 4 Wiederholungen gearbeitet. Die Aufwandmengen, die in kg/ha des formulierten Produktes ausgedrückt sind, sind den folgenden Tabellen zu entnehmen. Die Bonitierung der Schad- und Unkrautwirkung erfolgte nach dem amtlichen deutschen Schema von 1—9. Darüber hinaus wurden in einigen Versuchen Zählungen der Unkräuter vorgenommen und Erträge der Ernteprodukte bestimmt.

Ergebnisse

a) Verträglichkeit

In Tabelle 1 ff. ist zunächst die Wirkung von Ramrod auf verschiedene gepflanzte Kohlarten wiedergegeben. Da keinerlei Ausdünnungen vorkamen, ist die zweite Bonitierungsziffer hinter dem Bruchstrich weggelassen worden.

Die meisten Versuche sind mit 1 bonitiert, d. h. es traten keinerlei Schadsymptome an den Kohlpflanzen auf. Lediglich in einigen Fällen kam es zu leichten Aufhellungen der Blätter, wenn die Spritzbrühe in Vertiefungen größerer Blätter stehenblieb. Diese Aufhellungen wurden im allgemeinen mit 2 bonitiert. Dadurch

Tab. 1. Verträglichkeit gepflanzter Kohlarten mit Ramrod (Bonitierung 1–9).

Kultur	Ramrod kg/ha			Anzahl Versuche
	5–6	7	8–9	
Blumenkohl	1,1	1,2	1,2	12
Kohlrabi	1	1	1	4
Weißkohl	1	1,2	1	5
Rotkohl	1	1	1,3	4
Wirsing	1,2	1,3	1,6	4
Grünkohl	1	1	1	2
Rosenkohl	1	1	1	2
Brokkoli	1	—	1	2
Markstammkohl	2	—	2	1
Kohlrüben		1,4	1,7	5

sind in der Tabelle die zwischen 1 und 2 liegenden Durchschnittswerte entstanden. Interessant ist vor allem die gute Selektivität in Blumenkohl und Kohlrabi, bei denen bisher eine chemische Unkrautbekämpfung noch nicht möglich war. Die Ergebnisse in Blumenkohl sind daher noch einmal genauer analysiert worden. Während in Tabelle 1 nur die für die verschiedenen Aufwandmengen vergleichbaren 12 Versuche herangezogen wurden, sind in Abbildung 1 sämtliche eingegangenen Ergebnisse unterteilt in Versuche ohne Schäden (Bon. 1–2), Versuche mit leichten Schäden (2,1–4), Versuche mit schweren Schäden (> 4), aufgeführt.

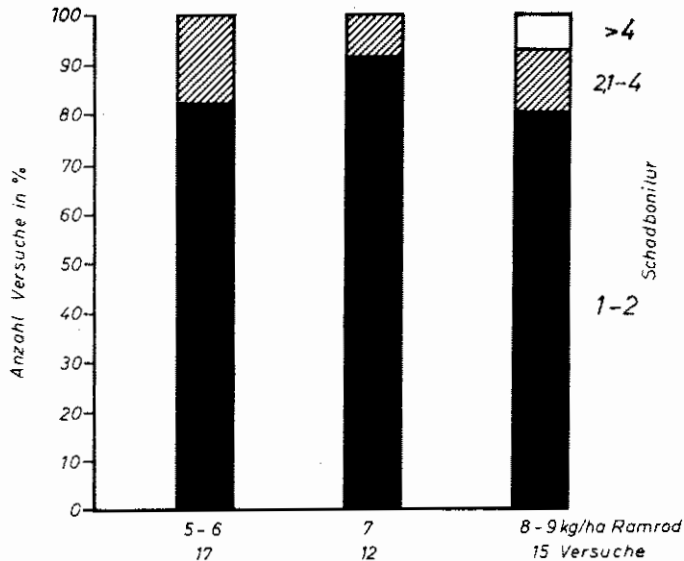


Abb. 1. Die durchschnittliche Schadbonitierung von Blumenkohl nach Behandlung mit verschiedenen Aufwandmengen von Ramrod.

Wie aus der Abbildung hervorgeht, sind in 80–90 % der Versuche praktisch keine Schäden aufgetreten. Nur die Aufwandmenge von 9 kg hat in einem Fall zu

einem mit 5 bonitierten Schaden geführt. Die Gründe dafür sind aus den Unterlagen leider nicht ersichtlich.

Von den vorliegenden Ertragsergebnissen sollen nur die von Blumenkohl und Kohlrabi genannt werden. In Abbildung 2 sind zunächst die Größensortierungen von Blumenkohl je eines Versuchs aus den Jahren 1965 und 1966 dargestellt. Der Jahrgang 1965 brachte bereits bei „unbehandelt“ eine wesentlich günstigere Sortierung als die Ernte 1966, offensichtlich bedingt durch die unterschiedliche Witterung der beiden Jahre.

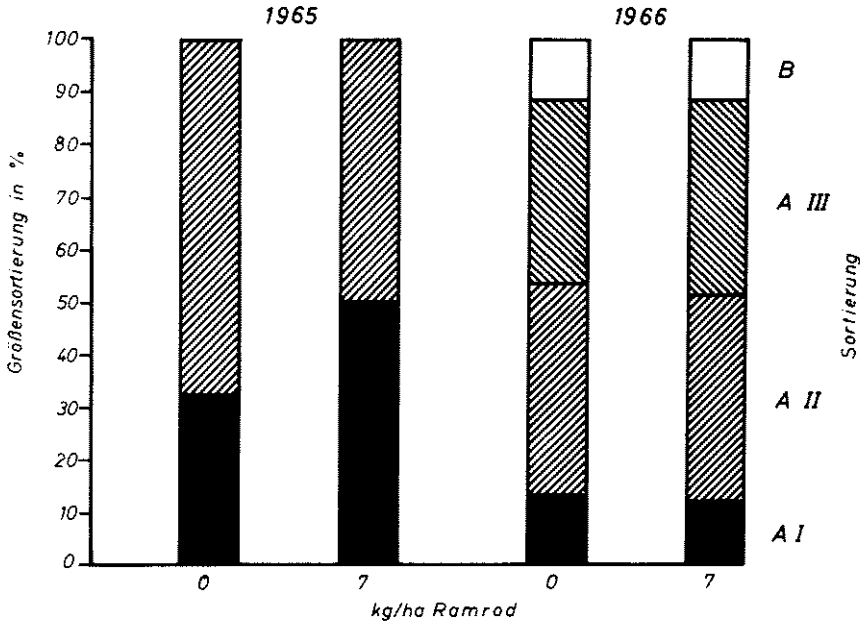


Abb. 2. Größensortierung von Blumenkohl nach Behandlung mit 7 kg/ha Ramrod in je einem Versuch 1965 und 1966 auf der Versuchsstation Limburgerhof. Sortierung A I = 300 mm, A II = 250–300 mm, A III = 200–250 mm, B = < 200 mm

Ein weiteres Ertragsergebnis liegt aus einem Versuch mit verschiedenen Anwendungszeiten vor (Abbildung 3).

Die Unterschiede zwischen den Behandlungszeiten sind praktisch unbedeutend. Ähnliche Ergebnisse wurden bei Kohlrabi erzielt (Abbildung 4). Die Differenzen behandelt : unbehandelt sind nicht gesichert.

Neben diesen Versuchen in gepflanzten Kohlarten wurden auch Untersuchungen in gesäten Kohl- und Gemüsearten angelegt. Die Selektivität von Ramrod in diesen Kulturen gibt Tabelle 2 wieder.

Die gesäten Kulturen reagieren trotz Spritzung im Voraufverfahren etwas empfindlicher auf Ramrod als gepflanzter Kohl. Die Aufwandmenge sollte hier 7 kg/ha nicht überschreiten. Hier verdient besonders der Winterraps hervorgehoben zu werden, in dem mit 5–7 kg/ha eine sehr gute Unkraut- und Ungraswirkung erzielt wurde. Die Ertragssteigerungen durch die Behandlung mit Ramrod waren dementsprechend hoch, wie Tabelle 3 zeigt.

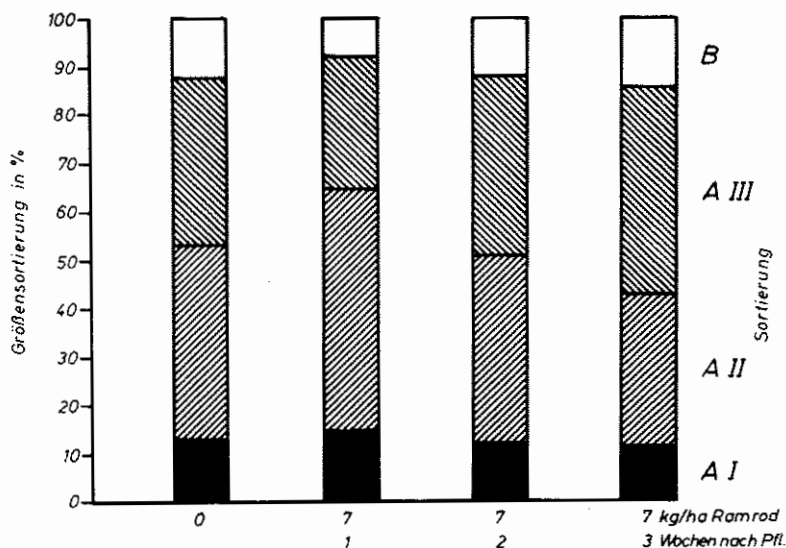


Abb. 3. Größensortierung von Blumenkohl nach Behandlung mit Ramrod 1, 2 und 3 Wochen nach der Pflanzung.

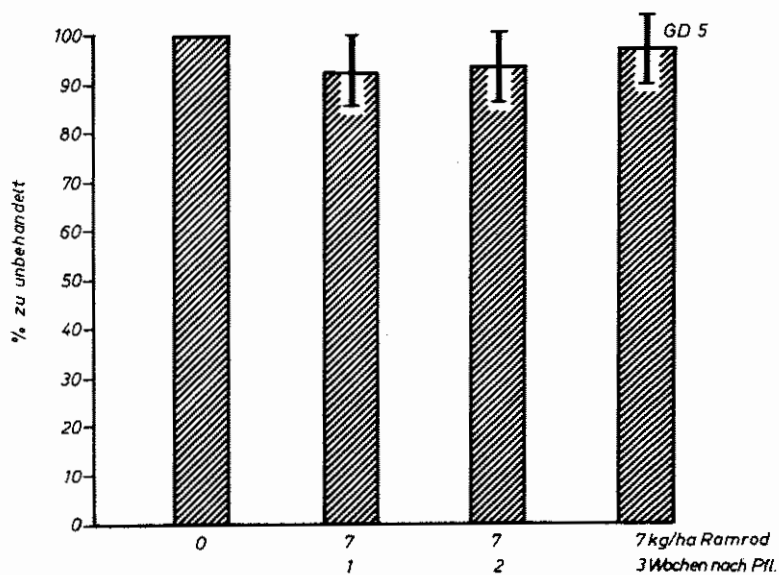


Abb. 4. Erträge von Kohlrabi nach Behandlung mit Ramrod 1, 2 und 3 Wochen nach der Pflanzung.

Tab. 2. Verträglichkeit gesäter Gemüsekulturen mit Ramrod (Bonitierung 1-9).

Kultur	kg/ha Ramrod			Anzahl Versuche
	5-6	7	8-9	
Winterraps	1/1	—	2,8/1,5	5
Kohlrüben	1,4/1,2	—	2,4/1,2	5
Markstammkohl	1/1,2	—	1/1,2	5
Rettich	1,2/1	—	2,2/1	3
Bohnen	1,3/1,1	—	1,7/1,1	10
Zwiebeln	1,4/1,7	1,5/1,8	1,5/1,9	3
Erbsen	1/1	1/1	1/1	1

Tab. 3. Einfluß von Ramrod auf den Ertrag von Winterraps.

kg/ha Ramrod	Hannover		Schleswig-Holstein	
	dz/ha	rel.	dz/ha	rel.
0	14,0	100	23,8	100
5	16,5	118	—	—
7	16,8	120	27,3	115
9	15,6	111	28,0	118

b) Unkrautwirkung

In Abbildung 5 ist unabhängig von Behandlungszeitpunkt und Entwicklungszustand der Unkräuter die durchschnittliche Wirkung von Ramrod auf die Unkräuter für 38 Versuche der Jahre 1965/66 errechnet worden.

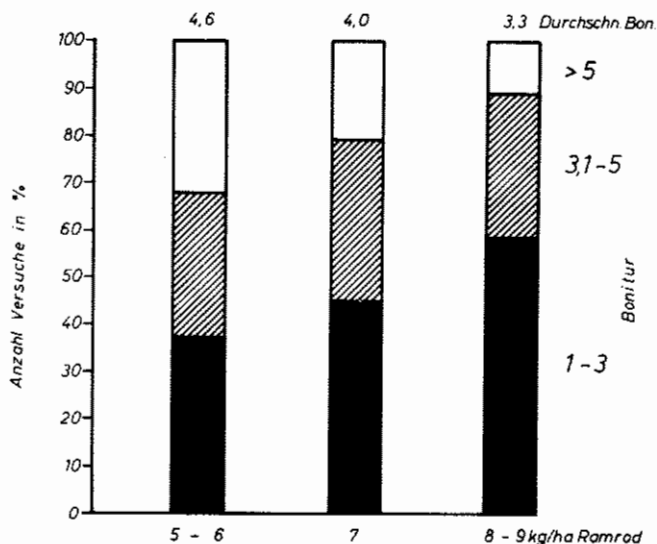


Abb. 5. Wirkung steigender Aufwandmengen von Ramrod auf Unkräuter, errechnet aus 38 Versuchen 1965/66.

Die Versuche des Jahres 1965 haben in der Unkrautwirkung wesentlich günstiger abgeschnitten als die des Jahres 1966. Der Grund dürfte in der unterschiedlichen Witterung zu suchen sein. Bei Betrachtung aller bisher vorliegenden Versuche ist eine Aufwandmenge von 7 kg/ha zur Erzielung einer guten Unkrautwirkung erforderlich. Mit dieser Menge wurde im Mittel von 44 Versuchen die Bonitierungsnote 4 erzielt. Eine Unterteilung der Versuche mit 7 kg/ha Ramrod in verschiedene Bodenarten brachte keine eindeutigen Unterschiede:

Böden	Unkrautwirkung 1—9	Anzahl- Versuche
leichte: S, IS, hS	3,4	18
mittlere: sL, L, Lößlehm	3,6	18

Der Zeitpunkt der Anwendung scheint dagegen von größerer Bedeutung für die Unkrautwirkung zu sein. In Abbildung 6 sind die Versuche nach 3 verschiedenen Anwendungsterminen aufgeschlüsselt.

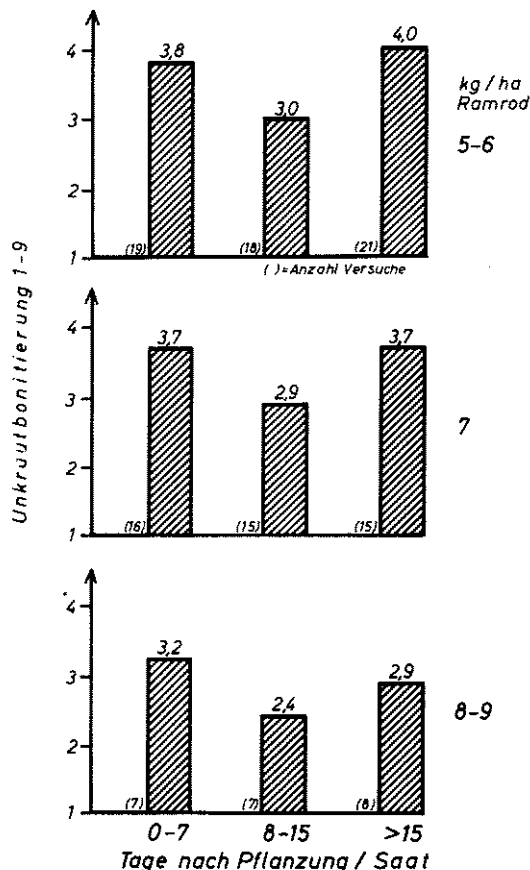


Abb. 6. Die Unkrautwirkung verschiedener Aufwandmengen Ramrod zu unterschiedlichen Behandlungsterminen.

Dabei tritt deutlich zutage, daß ca. 1—2 Wochen nach der Pflanzung ein Optimum für die Wirkung von Ramrod vorhanden ist, bedingt durch das Entwicklungsstadium der Unkräuter. Im Durchschnitt der Versuche dürften sich zu diesem Zeitpunkt die Unkräuter im Auflaufen oder im Keimblattstadium befinden. Je nach Jahreszeit wird dieses Optimum natürlich früher oder später erreicht.

Im Frühjahr 1966 wurde die günstigste Wirkung bei Pflanzung der Kohlrarten um den 20. 3. erst nach 3—4 Wochen erzielt, wie die folgenden Bonitierungsziffern für Unkrautwirkung aus 2 Versuchen der Versuchsstation Limburgerhof zeigen:

	Versuch in	
	Kohlrabi	Blumenkohl
1 Woche nach Pfl.	3,5	4,0
2 Wochen nach Pfl.	2,2	3,2
3—4 Wochen nach Pfl.	2,0	2,0

Aus einer größeren Anzahl von Versuchen liegen auch Bonitierungen und Zählungen von einzelnen Unkrautarten vor, die einen guten Überblick über das Wirkungsspektrum von Ramrod ermöglichen. In Abbildung 7 sind aus allen vorliegenden Versuchen die Bonitierungen und Zählungen für einzelne Unkrautarten herausgezogen und die Mittelwerte in % Bekämpfungserfolg umgerechnet worden.

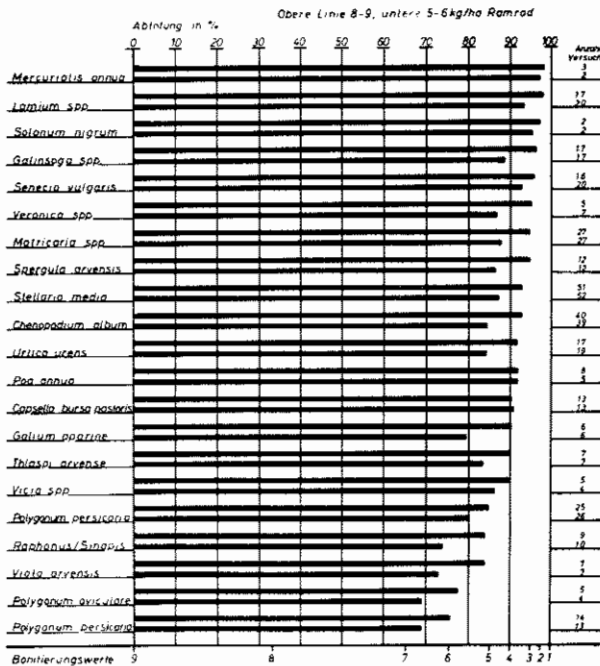


Abb. 7. Die Wirkung von Ramrod auf einzelne Unkrautarten.

Nach dieser Auswertung ergibt sich neben einer großen Gruppe gut bekämpfbarer Unkrautarten eine kleinere mäßig bekämpfbarer mit *Galium aparine*, *Urtica urens* und *Chenopodium album*. Ausgesprochen schlecht sind neben allen Wurzelunkräutern zu bekämpfen: *Polygonum*-Arten, *Raphanus raphanistrum*, *Sinapis arvensis* und *Viola tricolor*.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Zweijährige Feldversuche mit Ramrod, die von der Landw. Abteilung und den Landw. Beratungsstellen der BASF durchgeführt werden, brachten folgendes Ergebnis:

1. Ramrod zeigte eine gute Verträglichkeit zu gepflanzten Kohlarten einschließlich Kohlrabi und Blumenkohl. Die Aufwandmengen sollten bei den letztgenannten Arten 7 kg/ha nicht überschreiten. Bei den übrigen Kohlarten können auf schweren Böden Mengen von 8–9 kg/ha angewendet werden. Die Spritzung bringt den besten Erfolg, wenn sich die Unkräuter im Auflaufen bzw. im Keimblattstadium befinden.
2. Auch für gesäte Kohlarten, Bohnen und Zwiebeln ist Ramrod verhältnismäßig selektiv, wenn vor Auflauf der Kulturen gespritzt wird und 7 kg/ha Ramrod nicht überschritten werden. Herbstspritzung in Winterraps brachte besonders gute Ergebnisse.
3. Im Durchschnitt der Versuche erwiesen sich 7 kg/ha Ramrod für eine gute Unkrautwirkung als ausreichend. Als schwierig zu bekämpfende Samenunkräuter müssen betrachtet werden: *Polygonum*-Arten, Kruziferen (Ausnahme *Capsella*) und *Viola tricolor*.

S u m m a r y

From field experiments with Ramrod, conducted during the last two years by the Agricultural Department and Advisory Offices the following results were obtained.

1. Ramrod showed a good selectivity in transplanted cole-crops including kohlrabi and cauliflower. However the dosage rate for the last mentioned varieties should not exceed 7 kg/ha. To the other cole varieties grown on heavy soils, rates from 8–9 kg/ha can be applied. Weeds are most susceptible to Ramrod from emergence to cotyledon-stage.
2. Also in seeded cruciferes, beans and onions a relatively good selectivity of Ramrod was found if applied pre-emergence and the rate did not exceed 7 kg/ha. Autumn spraying in winterrape gave particular good results.
3. On the average experiments conducted 7 kg/ha Ramrod were sufficient for obtaining adequate weed control.

Only *Polygonum* spp., most weeds belonging to the cruciferes and *Viola tricolor* proved to be moderately resistant to Ramrod.

L i t e r a t u r

- Orth, H., Erfahrungen über Herbizide im Kohlanbau. — Ztschr. Pfl.krankh., Sdr.-H. 3. 1965, 305–307.
- Selleck, G. W. et al., N-isopropyl-alpha-chloroacetanilide, a new pre-emergence herbicide. — EWRC, 2. Symposium über neue Herbizide, 1965.

K. HOFMANN,

Bezirkspflanzenschutzamt Pfalz, Neustadt a. d. Weinstraße.

Herbizide in Schutzpflanzungen

Im Zuge der Flurbereinigung werden in den waldarmen Gebieten der Pfalz Schutzpflanzungen erstellt. Die Gehölze werden in der Hauptsache als ein- bis zweijährige Sämlinge gepflanzt. Die Standorte entlang der Wege sind meist stark verunkrautet. Die Gehölze entwickeln in den ersten vier Jahren nach der Pflanzung nicht genügend Konkurrenzskraft gegen das Unkraut, so daß ein zügiges Wachstum erschwert, wenn nicht sogar unmöglich ist. Deshalb sind bislang in den ersten drei bis vier Jahren je zwei bis drei arbeits- und kostenaufwendige mechanische Maßnahmen zur Niederhaltung des Unkrautes notwendig. Motorhacken können nur bedingt eingesetzt werden. Das Freischneidegerät bringt zwar eine Arbeiterleichterung, aber keine Kostensenkung, darüber hinaus werden im dichten Unkrautbesatz kleine Gehölze leicht übersehen und mit abgemäht. Ein Fortschritt wäre ein sicheres chemisches Verfahren.

Es lag nahe, Erfahrungen mit Herbiziden im Obstbau auf die gegebene Fragestellung zu übertragen und die Einsatzmöglichkeit dort gängiger Mittel in Schutzgehölzen zu klären, einschließlich ihrer Wirkung gegen die vorhandene Unkrautflora, vor allem gegen Quecke (*Agropyron repens*), Ackerwinde (*Convolvulus arvensis*) und Akerdistel (*Cirsium arvense*), der Verträglichkeit der Gehölze gegenüber den verschiedenen Aufwandmengen und der Kostenrelation gegenüber der konventionellen mechanischen Methode.

Die 2,50 m breiten Schutzstreifen sind nach einem sich alle 50 m wiederholenden Pflanzschema mit 20 verschiedenen Gehölzen bepflanzt. Der Versuch ist in vier Blöcken in der Weise angelegt, daß jede Gehölzart genügend oft von den Präparaten erfaßt wird. Die Mittel Prefix mit 100, 120 und 160 kg/ha und Hoe 2917, 2918 und 2919 mit je 30 kg/ha wurden am 1. 4. ausgebracht, das

Herbizide zu Schutzpflanzungen 1966

Versuchsglied	Wirkungsgrad %					
	Cirsium arvense			Convolvulus arvensis		
	4.5.	7.6.	10.8.	4.5.	7.6.	10.8.
2 Domatol Spez. 10kg	—	100	100	—	86	50
3 Prefix 100 kg	100	98	83	100	99	59
4 Prefix 120 kg	100	100	88	100	100+	45
5 Prefix 160 kg	100	100	100	100	100+	53
6 Hoe 2917 30 kg	75	75	75	75	51++	10
7 Hoe 2918 30 kg	35	25++	25+	65	25	29
8 Hoe 2919 30 kg	30	25++	25+	40	25	30

Statistische Sicherung zu Versuchsglied 2

Unkraut vorher durch Hacken entfernt. Als Vergleichsmittel wurde Domatol Spezial mit 10 kg/ha gewählt und am 11. 5. auf den ca. 20 cm hohen Unkrautbesatz gespritzt.

Herbizide zu Schutzpflanzungen 1966

Versuchsglied	Aufwand kg/ha	Applikation	Wirkungsgrad %		
			Agropyron	repens	
			4.5.	76.	10.8.
2 Domatol Spez.	10	Unkraut 20 cm, 11.5.	—	100	100
3 Prefix	100	} Boden nach Bearbeitung unkrautfrei 1.4.	100	81+++	42+++
4 Prefix	120		98	77+++	43+++
5 Prefix	160		98	83+++	50+++
6 Hoe 2917	30		99	100	89
7 Hoe 2918	30		97	95	75+
8 Hoe 2919	30		97	95+	51+++

Statistische Sicherung zu Versuchsglied 2

Domatol Spezial erfaßte Quecke und Distel sehr gut, bei Winde ging der Wirkungsgrad nach 13 Wochen wieder auf 50 % zurück, doch waren die Pflanzen so geschwächt, daß sie nicht mehr auf die Gehölze wuchsen. Ein Nachteil bei Domatol ist die notwendige Ausbringung in flüssiger Form. Die häufig sehr niedrigen und bis zum Boden belaubten Gehölze dürfen nicht benetzt werden. Dies läßt sich nur durch arbeitsaufwendiges Abdecken mit Kunststoffhauben verhindern.

Prefix erwies sich bei Quecke entgegen den Erfahrungen im Obstbau dem Vergleichsmittel selbst in der hohen Aufwandmenge signifikant unterlegen. Die Ursache hierfür dürfte auf den sehr starken Queckenbesatz, den Bodenzustand und die Ausbringung des Präparates erst nach Vegetationsbeginn zurückzuführen sein. Die Schutzstreifen liegen vor der Pflanzung meist einige Jahre brach und werden nicht selten als Abladeplatz für Steine u. ä. benutzt. Wurzelherbizide brauchen eine feine Bodenoberfläche, um eine gleichmäßige Verteilung zu ermöglichen.

Der Humusanteil ist mit 3,2 % normal, abschlämmbare Teile 25 %. Bei Ausbringung während der Vegetation zeigte Prefix auch in früheren Versuchen schlechtere Wirkung, selbst wenn vorher der Boden durch mechanische Maßnahmen unkrautfrei gemacht wurde. Gegen Distel und Winde war es dem Vergleichsmittel ebenbürtig.

Von den drei Versuchsmitteln verspricht nur Hoe 2917 ähnlichen Erfolg wie das Vergleichsmittel.

Phytotoxische Schäden konnten nicht nachgewiesen werden. Wohl zeigten *Sorbus aucuparia*, *Viburnum lantana* und *Cornus sanguinea* in einem Teilstück mit Prefix vorzeitige Rotverfärbung des Laubes. Ein gesicherter Einfluß des Präparates ist nicht gegeben.

Die jährlichen Gesamtkosten für die Unkrautbekämpfung liegen beim chemischen Verfahren mit nur ca. 550,— DM/ha ungleich günstiger wie bei der mecha-

nischen Beseitigung des Unkrautes mit einem jährlichen Aufwand von ca. 3 500,—DM/ha. Beim Einsatz chemischer Präparate dürften bereits nach zwei-jähriger Anwendung die gefährlichen Wurzelunkräuter Quecke, Distel und Winde keine nennenswerte Konkurrenz für die Gehölze mehr darstellen. Für die Bekämpfung eventueller Samenunkräuter könnte der Mittelaufwand dann noch gesenkt werden.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Ergebnisse bilden einen Beitrag zur Frage der chemischen Unkrautbekämpfung in Schutzpflanzungen. Domatol Spezial muß zur Bekämpfung von Disteln und Winde während der Vegetation ausgebracht werden und führt zu Schäden an den Gehölzen, wenn diese nicht abgedeckt werden.

Granulate sind flüssigen Präparaten vorzuziehen.

Die Versuche werden im kommenden Jahr weitergeführt, um die bisherigen Ergebnisse zu bestätigen. Darüber hinaus erhebt sich die Frage, ob ein Herbizideinsatz im Pflanzjahr der Gehölze möglich ist, denn gerade in der ersten Zeit nach dem Pflanzen können Unkräuter das Anwachsen der Gehölze verhindern.

Die Verträglichkeit der Präparate mit den Gehölzen muß weiter verfolgt werden, um empfindliche Arten im Pflanzenschema durch andere ersetzen zu können.

S u m m a r y

Wind-protecting hedges are heavily infested by weeds during the first years after planting in want of competitive strength. Mechanical weed control requires a high input of labour and money. In field-trials the possibilities of herbicide treatments have been tested, and results ready for practical use were found. The present weed flora — *Convolvulus arvensis*, *Cirsium arvense*, *Agropyron repens* — has been controlled with best success by Domatol spezial. When application is necessary during the period of vegetation, phytotoxic damages can only be preserved, however, by expensive covering the small wood. Therefore herbicides in granules (Prefix) are to be preferred to fluid. There were no significant phytotoxic damages registered at 20 researched kinds of wood.

G e h ö l z s p e z i e s d e s P f l a n z s c h e m a s

Populus regenerata
Quercus petraea
Acer platanoides
Ulmus campestre
Fraxinus excelsior
Salix alba
Prunus avium
Carpinus betulus
Acer campestre
Sorbus aucuparia
Salix caprea
Corylus avellana

Cornus sanguinea

Sambucus nigra

Crataegus monogyna

Lonicera xylosteum

Viburnum lantana

Rosa canina

Alnus incana

Diskussion

K ü t h e: Bei Windschutzhecken wird seit 3 Jahren in Pflanzgärten Simazin, bei späterer Anwendung Domatol 5 kg/ha, ohne Schaden an den Kulturpflanzen eingesetzt, wobei eine ausreichende Abtötung der Unkräuter eintritt.

H. FABER,

Pflanzenschutzamt des Landes Schleswig-Holstein, Bezirksstelle Rellingen.

Unkrautbekämpfung in Sonderkulturen durch Abbrennen

Die chemische Unkrautbekämpfung in der Sonderkultur Baumschulen hat in den letzten Jahren durch die Einführung von Simazin, Alipur, Neburon, Shell-Unkrauttod W, Afalon und in beschränktem Umfang von Shell Unkrauttod A, sowie der Nematizide mit herbizider Wirkung, einen enormen Aufschwung genommen. Diese Präparate haben die Handarbeit auf ein Minimum reduziert und somit die Gestehungskosten in vielen Kulturen beträchtlich herabgesetzt. Einige der oben aufgeführten Herbizide setzen aber eine gewisse Feuchtigkeit des Bodens voraus, um voll wirksam zu werden. Leider tritt in fast jedem Frühjahr zur Zeit der Saat und Verschulung eine längere Trockenperiode auf. Da die Bodenherbizide während dieser Zeit nicht zur Wirkung kommen, läuft das Unkraut ungestört auf und erreicht häufig eine Höhe, in der es nur noch unter erheblichen Kosten durch Handarbeit beseitigt werden kann. Eine Erleichterung brachte der Einsatz der Mittel Aretit und Gramoxone, die aufgelaufenes Unkraut vor dem Auflauf der Kultursaat vernichten. In Verschulquartieren muß die Ausbringung dieser Mittel mit abgeschirmter Düse erfolgen.

Schon in früheren Zeiten wurde unliebsamer Pflanzenwuchs durch Abbrennen vernichtet. Durch die erzeugte Hitze werden die Pflanzenzellen irreversibel geschädigt, und die Pflanze stirbt ab. Um aber dieses Verfahren in unseren Kulturen anwenden zu können, muß

- a) das Verfahren einwandfrei durchführbar sein und darf keine phytotoxischen Schäden verursachen,
- b) der Preis den Unkosten bei anderen Verfahren angepaßt und
- c) ein entsprechendes Gerät vorhanden sein.

Die Verwendung von Dieselöl zur Erzeugung der Flamme wurde bei den verschiedensten Verfahren herangezogen. Erlösch aber die Flamme bei Einzel- oder Batteriegeräten aus irgendeinem Grunde, was leider häufig geschah, so tropfte Dieselöl auf die Anbauflächen. Dies führte zu erheblichen phytotoxischen Schäden an den auflaufenden Kulturen. Aus diesem Grunde wurde zur Erzeugung der Flamme das Propangas eingesetzt, da es keine Rückstände hinterläßt. Außerdem hat es den Vorteil, daß es als Flüssiggas leicht transportabel ist, bei gleichmäßiger Druckregulierung gut ausgebracht und in seiner Dosierung kontrolliert werden kann.

Die Kosten für das Propan sind je Hektar denen der billigeren Herbizide angepaßt.

Für die Unkrautvernichtung mit Hilfe von Propan wurden, nachdem die Verwendung von Propangas zur Unkrautvernichtung sich abzeichnete, verschiedene Geräte entwickelt, bei denen in der Hauptsache das Propan in der Gasform bei den einzelnen Brennern ankam. Hierbei kam es häufig durch Vereisung zu Ausfällen an den Brennern und damit zu einer unzureichenden Unkrautbekämpfung. Um hier Abhilfe zu schaffen, wurden Geräte konstruiert, die das Propan in seinem flüssigen Aggregatzustand bis zu den Brennern transportieren.

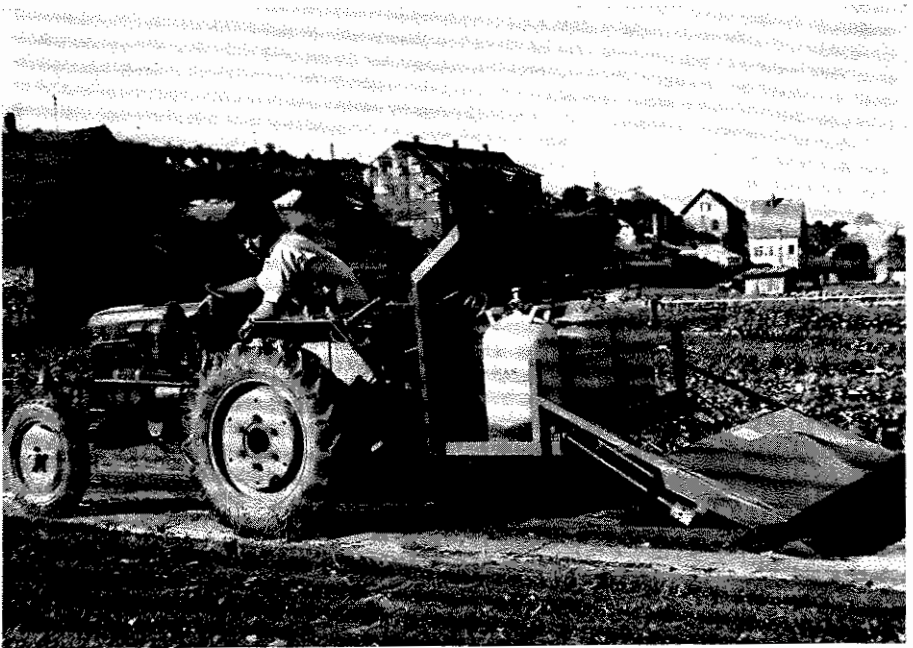


Abb. 1. Abbrenngerät mit aufrecht stehenden Flaschen. Das Propan kommt in der Gasphase zum Brenner.

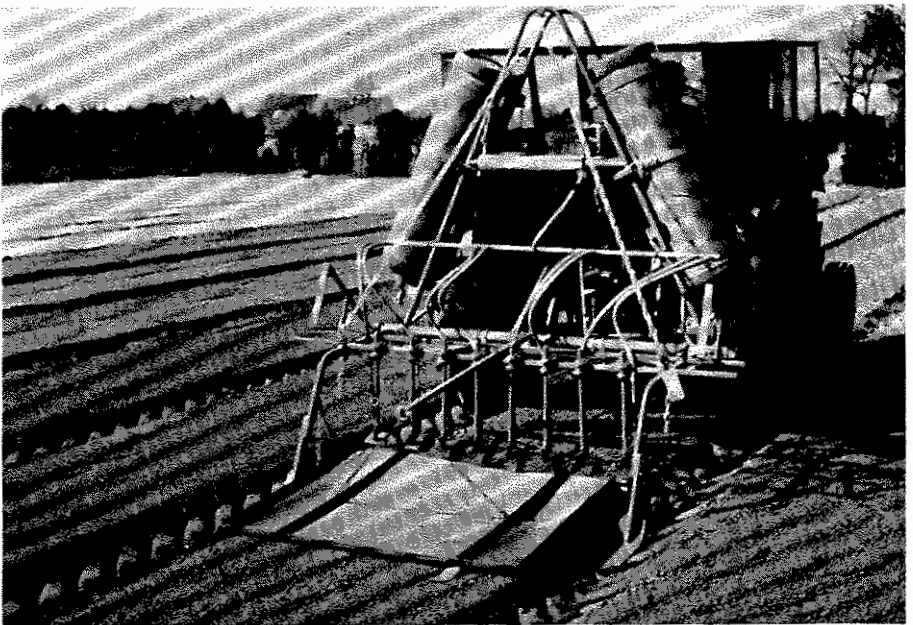


Abb. 2. BP-Abrenngerät im Einsatz auf Baumschulsaatbeeten. Das Propan kommt im flüssigen Aggregatzustand zum Brenner.

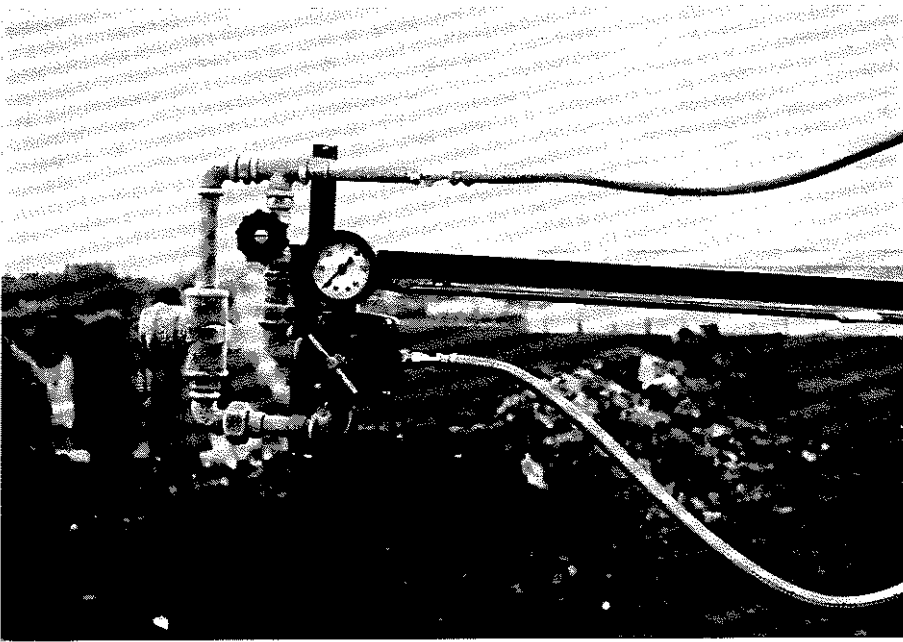


Abb. 3. Druckeinstell- und Regulierungsvorrichtung am BP-Abflamngerät.

Von den zur Zeit bekannten Geräten ist u. E. das Gerät der BP Benzin und Petroleum Aktiengesellschaft am besten durchkonstruiert. Das Gerät hat zwei in einem spitzen Winkel nach außen geneigte Halter, in denen die Propanflaschen auf dem Kopf stehen. Das Flüssiggas tritt erst an den Brennern in die Gasphase — ähnlich arbeitet ein Gerät der Shell, wobei aber noch ein Vorwärmer eingeschaltet ist — und erzeugt bei einem Druck von ca. 2 atü bei der Verbrennung eine Hitze von ca. 1500°C . Um eine gute Unkrautabtötung zu erreichen, müssen die Brenner mit einem Winkel von $30\text{--}45^{\circ}$ zum Boden eingestellt werden, um so die erzeugte Hitze voll auszunutzen. Der Abstand der Brenneröffnung vom Boden wird auf 6 bis 10 cm eingestellt. Die Geschwindigkeit der Zugmaschine muß 3—4 km/h betragen. Es muß also eine Relation bestehen zwischen dem Druck am Brenner, dem Brennertyp, dem Winkel des Brenners zum Boden, der Entfernung zum Boden und der Geschwindigkeit der Zugmaschine. Je langsamer das Fahrttempo, um so stärker die Auswirkung der Hitze auf den Boden, wobei nach den bisherigen Untersuchungen (Preuschen, R., Max-Planck-Institut für Landwirtschaft und Landtechnik, Bad Kreuznach) eine nennenswerte Temperaturerhöhung nur bis zu einer Bodentiefe von 0,6 cm erreicht wird. Diese ist aber abhängig von der Bodenfeuchtigkeit. Um die Hitze am Boden zu halten, werden Abschirmbleche verwendet.

Der Verbrauch von Propan richtet sich nach der Anzahl der Brenner am Gerät. Bei den durchgeführten Versuchen wurden Geräte von 1,50 m Breite mit 8 Brennern eingesetzt, von denen jeder bei ca. 2 atü einen durchschnittlichen Verbrauch von 4 kg/h hatte.

Unsere seit zwei Jahren mit dem Gerät durchgeführten Versuche haben gezeigt, daß durchaus die Möglichkeit besteht, während der Trockenperiode eine sehr preiswerte Unkrautbekämpfung durch Abbrennen durchzuführen. Um eine länger anhaltende Unkrautfreiheit zu erreichen, empfiehlt sich die anschließende Ausbringung von Alipur oder Neburon, um so bei einsetzendem Regenwetter durch Aktivierung dieser Bodenherbizide später keimende Unkräuter zu vernichten.

Ein Abbrennen von Unkräutern in Versschulquartieren ist zur Zeit noch nicht möglich. Wieweit Abschirmeinrichtungen entwickelt werden, bleibt abzuwarten.

S u m m a r y

The use of chemicals is one of the essential ways of controlling weeds in nurseries. The time of bringing seeds to the soil cross very often with the dry periods of spring, so that the herbicides do not show enough effect of destruction weeds. In this case, there ist an effective method of controll them through the use of liquified petroleum gas apparatus.

The application of Diesel-oil gave disadvantage results of producing enough flames. On the other hand, the use of propane flaming have given sufficient effective results of destroying weed pests.

Among the well known flame cultivation equipments, the "BP Benzin und Petroleum Aktiengesellschaft" apparatus is now a commonly accepted ones in the market and they have shown a tremendous success by controlling weeds.

In addition to the vanishing weeds be flames, a treatment of the soil with herbicides is mostly recommended.

F. KERSTING,

Pflanzenschutzamt der Landwirtschaftskammer Westfalen — Lippe, Münster.

Ein automatisch arbeitendes Spritzgerät für herbizide Laborversuche

Im Rahmen spezieller Laboratoriumsuntersuchungen über die Abhängigkeit der Wirkung bestimmter Herbizide von der Bodenart und sonstigen Faktoren wurde angestrebt, die Präparate praxisnah, je Flächeneinheit möglichst genau dosiert und in optimal gleichmäßiger Verteilung auf Kulturgefäße oder -kästen spritzen zu können. Dabei war es besonders wünschenswert, die bei der Spritzung nicht vermeidbaren Fehler nach Art, Größenordnung und Lokalisierung sicher zu ermitteln.

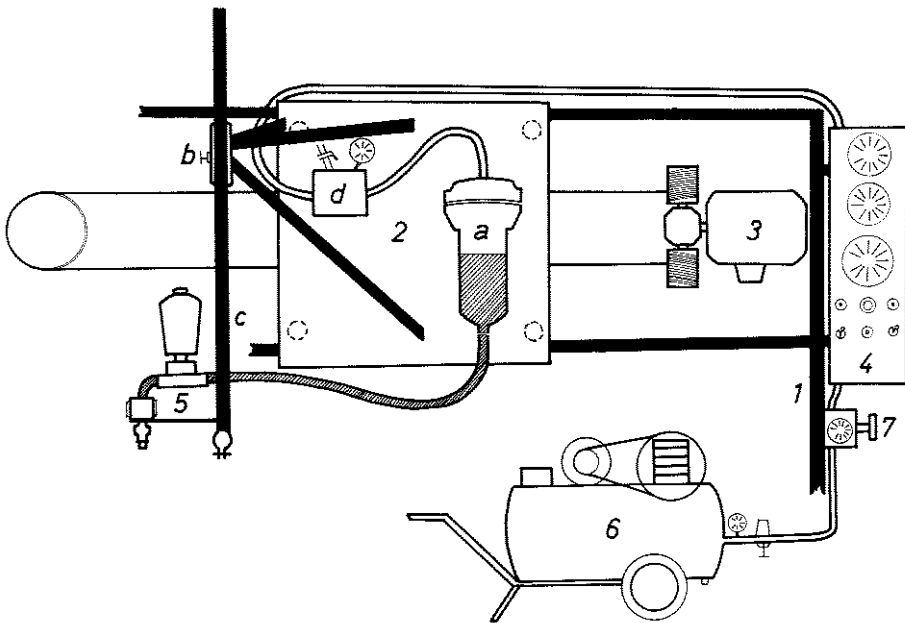


Abb. 1. Schema des automatischen „Versuchsspritzgerätes Münster“

1. Rahmen aus feuerverzinktem Profileisen
2. Durch Seilzüge bewegter Schlitten
 - a) Spritzbrühebehälter
 - b) Hülse zur Aufnahme des Düsenhalters
 - c) Düsenhalter
 - d) Druckausgleichsbehälter II
3. Gleichstromnebenschlußmotor
4. Schalttafel
5. Magnetventil
6. Kompressor mit Druckausgleichsbehälter I
7. Druckhalteventil

In Verbindung mit einer Elektrofirma*) in M ü n s t e r wurde daher ein Gerät entwickelt, das den gestellten Forderungen weitgehend gerecht wird (Abb. 1).

Mit einem 4 m langen, dem Boden aufliegenden Rahmen ist an einer Seite eine senkrecht stehende Gerüstwand von 2 m Höhe fest verbunden. An dieser Wand ist seitlich schwenkbar eine Stellage montiert, die nach dem Herunterklappen mit 4 Beinen auf dem Bodenstück ruht und zur Aufnahme einer Plastikwanne von 1,20 m Breite und 0,30 m Höhe dient. In dieser mit Abflüssen versehenen Wanne werden die zu behandelnden Gefäße auf Lattenrosten aufgestellt.

Die Gerüstwand trägt in ihrem oberen Teil zwei Führungsschienen, auf denen über Rollen ein Schlitten läuft. Dieser wird durch Seilzüge von einem am Ende des Gerüsts angeflanschten Gleichstromnebenschlußmotor (1/3 PS) mit vorgeschaltetem Spezialgetriebe bewegt. Neben dem Motor ist eine Tafel mit den Schalt- und Kontrollinstrumenten angebracht.

An dem beweglichen Schlitten ist mittels einer Konsole der Deckel des etwa 1,8 l fassenden Spritzbrühebehälters aus Leichtmetall befestigt. Mit diesem Deckel kann der Spritzbrühebehälter durch eine Schnellkupplung rasch verbunden oder von ihm gelöst werden. Ferner trägt der Schlitten an Streben in seitlichem Abstand von 55 cm eine Hülse zur Aufnahme des in der Höhe um 1,10 m verstellbaren Düsenhalters. Unmittelbar vor der Düse ist ein Magnetventil angebracht, das in Verbindung mit Kontaktschaltern, die auf der unteren Laufschiene an bestimmten Stellen montiert sind, den Brühestrom automatisch freigibt oder stoppt. Daneben ist an dem Schlitten ein Luftdruckausgleichsgefäß mit einem Manometer und einem Entlastungsventil befestigt.

Der erforderliche Spritzdruck wird von einem transportablen Kompressor erzeugt. An einem unter der Schalttafel des Gerätes montierten besonders feinfühligen und sicher funktionierenden Druckhalteventil wird der gewünschte Betriebsdruck eingestellt.

Die vom Kompressor erzeugte Druckluft wird über einen mit ihm verbundenen Druckausgleichsbehälter von 45 l Inhalt über das Druckhalteventil und einen zweiten Druckausgleichsbehälter am Schlitten mit dem gewünschten Betriebsdruck durch den Deckel in den Spritzbrühebehälter geführt. Die Brühe strömt durch eine am konisch geformten unteren Ende des Spritzbrühebehälters mit einer Schnellkupplung befestigte Schlauchleitung über das Magnetventil zur Düse. Ein meßbarer Druckabfall entsteht nicht.

Der Schlitten fährt nach einer bestimmten Anlaufstrecke mit k o n s t a n t e r Geschwindigkeit, die zwischen 0,5 und 3,0 km variiert werden kann, an dem Rahmen entlang und wird durch einen kurz vor dem Ende der unteren Führungsschiene angebrachten Kontaktschalter gestoppt.

Nach erfolgter Eichung der Fahrgeschwindigkeit des Schlittens in Verbindung mit einer genauen Messung der auf die Stellfläche gespritzten Flüssigkeitsmenge ist durch Einstellung des entsprechenden Tempos bei Verwendung bestimmter Düsen eine genaue Dosierung des Spritzbrüheausstoßes je Flächeneinheit möglich.

Abb. 2 zeigt die ermittelte Eich-tabelle für die verwendeten Flachstrahldüsen. Mit diesen Düsen wird bei einem Boden- bzw. Kulturabstand von 70 cm bzw. von 55 cm auf der gewünschten Spritzbreite von 0,7–0,8 m eine befriedigende Verteilungsgleichmäßigkeit erreicht, sofern nur das Mittelfeld der Spritzbahn genutzt wird.

*) Fa. Hülsbömer und Weischer, M ü n s t e r, Wermelingstraße 9 a.

Abb. 2 „Versuchsspritzgerät Münster“
Eichtabelle für Flachstrahldüsen bei 3 atü

l/ha	Düse Nr. 4 8002 E		Düse Nr. 5 8004 E		Düse Nr. 5 8006 E		Düse Nr. 10 11,5/90°	
	Wert	km/h	Wert	km/h	Wert	km/h	Wert	km/h
200	100	1,55	151	2,65	—	—	—	—
300	82	1,16	120	1,95	169	3,00	143	2,47
400	73	1,00	99	1,52	137	2,33	119	1,93
500	—	—	91	1,36	117	1,89	105	1,69
600	—	—	83	1,18	103	1,64	95	1,44
800	—	—	—	—	90	1,34	80	1,10

Die Verteilungsgleichmäßigkeit, gemessen auf einem Rillenblech mit 25 mm Kantenabstand, die mit einzelnen, jeweils aus einer größeren Serie ausgelesenen Mundstücken erzielt werden konnte, ist in Diagrammen als Durchschnittsergebnis von je 4 Einzelmessungen ermittelt (Abb. 3). Bei den ausgelesenen Einzeldüsen liegen mit Ausnahme eines Typs der Teejet-Düsen die Abweichungen vom Durchschnitt der Spritzbrüheverteilung im Rahmen von etwa $\pm 10\%$. Auch mit einer Kombination neuartiger Dralldüsen an einem Spritzbalken konnte eine Verteilungsgleichmäßigkeit im Rahmen einer Abweichung von $\pm 10\%$ erzielt werden.

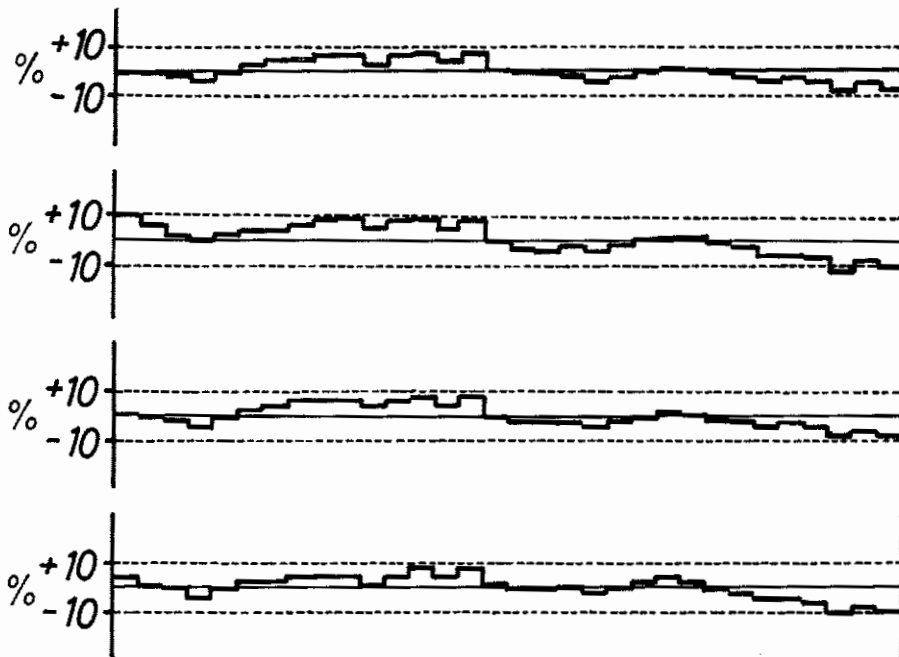


Abb. 3. Verteilungsgleichmäßigkeit einer Lechler-Düse 11,5/90° auf 0,80 m Spritzbreite bei 0,55 m Abstand zwischen Düse und Auffangfläche in % vom $\bar{\varnothing}$ (= 100 %), gemessen auf Rillenblech mit 25 mm Kantenabstand. Vier Einzelmessungen zur Darstellung der relativen Konstanz des Spritzbildes.

Ebenso wichtig aber wie eine gute Verteilungsgleichmäßigkeit ist die Sicherheit, eine bestimmte Spritzbrüheverteilung stets innerhalb einer bekannten Fehlergrenze wiederholen zu können, wie es mit den benutzten Flachstrahldüsen und erstmalig auch mit dem neuartigen Dralldüsentyp gelingt. Es kann daher nach Wunsch mit beiden Düsentypen gearbeitet werden. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, die unvermeidbaren Fehler in der Verteilung sicher zu lokalisieren, indem bei der Spritzung die Plazierung der Gefäße auf der Spritzbahn genau festgehalten wird.

Es ist durchaus zu erwarten, daß künftig eine noch günstigere Verteilungsgleichmäßigkeit und eine noch bessere Konstanz der Verteilung erreicht werden können. Ebenso wird durch bestimmte Düsenkombinationen in gewissen Grenzen eine gleichmäßigere Behandlung belaubter größerer Pflanzen mit dem Gerät zu erzielen sein. Bei entsprechender Verlängerung des Rahmens wären auch konstante, höhere Arbeitsgeschwindigkeiten zu erreichen.

Abschließend sei mir der Hinweis gestattet, daß zusätzlich ein Vorteil dieses Gerätes darin zu liegen scheint, daß auch bei Rückstandsuntersuchungen und bei der Prüfung sonstiger Mittel die gewünschte Dosierung mit einer genau bekannten Verteilung und Fehlergrenze leicht und sicher versuchsmäßig zu erreichen ist.

S u m m a r y

An electrically controlled, automatic sprayer for laboratory-tests is described. This sprayer is equipped with selected single spray nozzles (flat-spray nozzles) or combinations of spray nozzles (hollow-cone spray nozzles). These are led across the object to be treated in a constant speed. The output of spray solution can be varied by request from 200 to 800 l/ha. The constant spray distribution is exactly layed down for each spray nozzle or combination of spray nozzles. Only very few of the recorded results show a difference of more than $\pm 10\%$ from the mean-value. Unavoidable deficiencies in uniform distribution of the spray solution can be exactly localized.

D i s k u s s i o n

Nö l l e: Da bei dem vorgeführten Gerät, ein ähnliches wird von uns benutzt, die Dosierung durch die Fahrgeschwindigkeit der Düse erfolgt, ist die Viskosität — insbesondere bei Präparatvergleichen — der verschiedenen Mittel und somit Brühen zu berücksichtigen, da somit verschiedene Aufwandmengen auf die Pflanzen gelangen können.