

Nr. 5

Bodenbiologie und Pflanzenernährungslehre vor neuen Aufgaben

Rede, gehalten bei Antritt des Rektorates
am 11. Juni 1952
von dem ordentlichen Professor für Pflanzenernährungslehre

DR. KURT MAIWALD

*

Der Kampf des Menschen gegen seine Nahrungskonkurrenten

Rede, gehalten bei Antritt des Rektorates
am 2. Juni 1954
von dem ordentlichen Professor für Pflanzenpathologie

DR. BERNHARD RADEMACHER



VERLAG EUGEN ULMER, STUTTGART / Z. Z. LUDWIGSBURG
VERLAG FÜR LANDWIRTSCHAFT UND NATURWISSENSCHAFTEN

1954

Bodenbiologie und Pflanzenernährungslehre vor neuen Aufgaben

Kurt Maiwald

Der Rektor der Technischen Hochschule Stuttgart hat im vorigen Jahre (1951) eine Antrittsrede gehalten mit dem Titel „Naturwissenschaft und Leben“. Der Inhalt griff über des Redners Fachgebiet Physik hinaus auf Grundfragen im Dasein des Menschen und konnte dadurch einen größeren Hörerkreis fesseln. Der Rektor von Tübingen, Botaniker von Fach, gab uns kürzlich einen „Blick in die Lebensforschung“, der ebenfalls jedem Zuhörer etwas brachte. In ähnlicher Weise hätte man für heute an ein lebensnahes Thema denken können wie etwa „Pflanzenernährung, Düngung und Volksgesundheit“. Dieses Problem wird in Zeitschriften und Vorträgen jetzt oft und leidenschaftlich diskutiert.

Ich habe aus folgenden Gründen davon absehen müssen, das erweiterte Thema zu wählen: Das Arbeits- und Forschungsgebiet der Pflanzenernährung an einer Hohen Schule fühlt sich zwar verantwortlich für das Düngungswesen im Lande und damit für einen wesentlichen Punkt bei der landwirtschaftlichen Erzeugung. Die Ernten sind aber, neben den Futterstoffen für das Vieh, in den meisten Fällen erst Nahrungsrohstoffe für den Menschen. Aus ihnen entstehen durch gewerbliche Verfahren oder auch durch die Kochkunst der Hausfrau die eigentlichen Nahrungsmittel und Speisen. Durch diese Vorbereitung und Zubereitung treten viele neue Einflüsse auf, die mit der Düngung wenig mehr zu tun haben.

Für die beschriebene Weiterverwertung der Nahrungsrohstoffe fühlt sich die Agrikulturchemie aber nicht mehr sachverständig genug, sondern hier muß der Lebensmittelfachmann mit seiner Forschung einsetzen. Weiterhin ist es dann wieder eine neue Frage, welchen Einfluß die so gewonnenen Lebensmittel auf die Gesundheit des Menschen ausüben können; dafür ist der ernährungsphysiologisch geschulte Arzt zuständig.

Agrikulturchemiker, Lebensmittelfachmann und Arzt müssen also zusammenwirken, um das ausgedehnte Problem „Düngung des Ackers und Volksgesundheit“ zu klären. Dies empfahl ich auch kürzlich dem deutschen Zentralausschuß für Krebsbekämpfung und Krebsforschung, nachdem von dort in Hohenheim die Mitteilung eingelaufen war, „daß immer wieder in bestimmten Kreisen die Behauptung

auftritt, daß Krebs durch Nahrungsmittel, die auf künstlich gedüngtem Land gewonnen wurden, begünstigt werde. Diese Propaganda nimmt in letzter Zeit wieder zu“.

Es wäre vom Agrikulturchemiker aus unsachlich, sich von seinem Gebiet der Pflanzenernährung und Düngung bis zu diesen Fragen der Volksgesundheit vorzuwagen und darüber irgendwelche Angaben zu machen. Es ist aber ebenso gewagt, wenn Ärzte und andere Kreise bestimmte Düngemittel für bestimmte Krankheiten verantwortlich machen wollen oder auch ein allgemeines Sinken der Volksgesundheit als Folge der Düngung voraussagen. Die bisher darüber vorgebrachten Beobachtungen oder Behauptungen halten einer wissenschaftlichen Nachprüfung nicht stand. Dies bestätigte auch der Vorsitzende des Ausschusses für Krebsbekämpfung, Herr Professor Dietrich, der frühere Tübinger Pathologe, in einer längeren Aussprache über das ganze Problem.

Zwischen der Erzeugung von Nahrungsrohstoffen auf dem Acker mit Hilfe der Düngung und dem Wohlbefinden oder Kranksein der Menschen besteht also kein so enger Zusammenhang, wie man gemeinhin annimmt. Es schiebt sich das ganze Gebiet der Herstellung der Lebensmittel und der Zubereitung der Speisen dazwischen und nicht zuletzt die Art und Weise, wie die Speisen aufgenommen werden, ob sorgfältig und ruhig oder überhastet und gedankenlos. Nur für Obst und Gemüse, die oft roh verzehrt werden, rücken die beiden Eckpunkte des Problems etwas näher zusammen.

Das von mir geleitete Hohenheimer Institut hat einen Ausschnitt aus der Frage näher untersucht: Die Gütemerkmale der Kartoffelknolle unter dem Einfluß der Düngung. Eiweiß- und Stärkegehalt der Knollen sind sortengebundene Eigenschaften und daher wenig veränderlich. Der Gehalt an Vitamin C war bereits geprüft durch die sinnvolle Arbeitsgemeinschaft, welche der Rostocker Agrikulturchemiker K. Nehring mit dem physiologischen Mediziner K. Wacholder an derselben Universität bildete. Es blieb uns daher die Aufgabe, Geschmack und Bekömmlichkeit der Kartoffel als Nahrungsmittel und die Haltbarkeit der Knollen im Vorratslager zu untersuchen, beide Eigenschaften unter dem Einfluß ganz verschiedener Düngungsweisen, wie sie auf unseren Hohenheimer Dauerdüngungsversuchen auf verschiedenartigen Böden seit langem gegeben werden.

Der Befund war in mancher Hinsicht überraschend: Eine allgemein gültige Aussage über den Einfluß der Düngung auf die Kartoffel ist nicht möglich. Der Boden bestimmt vielmehr, unter vergleichbaren Versuchsbedingungen, in erster Linie ihren Speisewert. Auf demselben Boden hängt es von der Sorte ab, wie sich die Düngung auswirkt. Während die Sorte Flava auf die Düngungsstufen mit leichten Geschmacksveränderungen ansprach, tat dies die bekannte Sorte Boehms Mittelfrühe kaum.

Die reagierende Sorte Flava spiegelte im Geschmack den Gesamtnährstoffgehalt der Düngung fast genau wieder. Dabei wurden ungedüngte Proben als „ausdruckslos“ bezeichnet. Die z. T. recht hohen Nährstoffgaben, die nur in diesen Düngungsversuchen angewandt und in der Praxis nicht erreicht werden, führten zu einem kräftigen, aber durchaus noch als angenehm bezeichneten Geschmack der Knollen. Einseitige Düngungsweisen, denen man durch die Beratung des Bauern jetzt mit Erfolg vorbeugen kann, wurden von den Prüfern verschieden beurteilt*).

In diesen Untersuchungen waren unsere sorgfältig geführten Dauerdüngungsversuche die zuverlässige Grundlage für das Problem überhaupt. Einjährige Versuche auf irgendeinem Boden mit irgendeiner Sorte können nur Zufallsbilder ergeben. Die chemische Analyse der Knollen brachte in bezug auf Stoffgehalt und Trockenmasse der Knollen nichts Auffälliges. Die für diesen Zweck wohl empfindlichsten Untersuchungsmittel, nämlich die menschliche Zunge und die Gesundheit der Prüfer, die trotz des Genusses sehr vieler, oft extrem gedüngt gewesener Proben keinen Schaden litt — diese für das Problem entscheidenden Prüfmittel zeigten also, daß unsere Anbauweise zu wohlschmeckenden und bekömmlichen Kartoffeln führt. Dies geschah auch bei im Versuch ungewöhnlich hohen Mengen von Wirtschafts- und Handelsdüngern, wenn nur die übrigen Anbaubedingungen günstig und in Ordnung waren.

Das Institut für Pflanzenernährung hat nach diesen Befunden das Gebiet der Qualitätsforschung vorläufig verlassen. Die Ernteerzeugnisse aus seinen Dauerdüngungsversuchen werden vom Herbst 1952 ab an die neue Bundesanstalt zur Erforschung pflanzlicher Qualität in Geisenheim a. Rhein weitergegeben. Deren Leiter, Professor Dr. W. Schuphan, hofft, an diesem ihm sehr willkommenen Material durch verfeinerte Analysenmethoden noch weitere Beziehungen zwischen Düngung und Qualität zu finden, die dann mit unseren Berichten über die Düngungsversuche vereinigt würden. —

*) Erwähnt sei ein Nebenumstand, der gleichwohl zum Problem gehört: Wir fanden solche Geschmacksunterschiede erst nach einem sorgfältigen Einüben der Prüfer und, was noch wichtiger ist, nur in der reinen Kartoffelmasse, also ohne jegliche Zubereitung etwa mit Salz, Butter oder anderen Zutaten. Die Urteile gelten also für den Eigengeschmack einer Probe von 6-8 Knollen, die in der Schale gekocht, zu einer flockigen Masse zerdrückt und durcheinander gemischt wurden. Legt man solche Proben Personen vor, die an eine Geschmacksprüfung nicht gewöhnt sind, so pflegen sie überhaupt keine Unterschiede zu finden, z. B. die Studenten in den Übungen zur Düngungslehre, die wir einmal vor solche Proben führten.

Die Geschmacksunterschiede verschwinden völlig nach kleinen Beimengungen von Salz und Butter. Die Proben schmeckten dann alle gleich und zwar gut und würzig. Noch mehr werden solche schwachen Unterschiede durch die übliche Zubereitung der Kartoffel in der Küche überdeckt. Durch ihr Aufsaugungsvermögen nimmt sie den Geschmack der Zutaten leicht und schnell an. Die Speisen werden gewöhnlich auch so freigebig mit Kochsalz versetzt, daß kleine, etwa von einer Düngung herrührende Unterschiede im eigenen Salzgehalt dadurch bedeutungslos werden.

II.

Die Agrikulturchemie ist von vornherein nicht in der günstigen Lage gewesen (und ist es eigentlich auch heute noch nicht), daß sie die stofflichen Vorgänge in einem landwirtschaftlichen Betrieb vollständig und zusammenhängend verfolgen konnte. Für die Wirtschaftslehre des Landbaues war die Betriebsbilanz stets das Ziel, ausgeführt mit Hilfe der Buchführung und ausgedrückt durch Geld als Bezugsgröße und Wertmesser. In dieser Weise ist die Betriebslehre immer vorgegangen, wenn auch mit vielen Erörterungen über die dabei anzuwendende Methode und mit Vorschlägen zu ihrer Verfeinerung, die ja bis heute andauern.

In der Agrikulturchemie steht an der Stelle des Geldes der Stoffgehalt der vielen verschiedenartigen, am Betrieb beteiligten Stoffe, also ihre chemische Zusammensetzung, die es zuerst für den Einzelfall und dann als Durchschnitt zu ermitteln gilt. Der sorgfältige Forscher Emil Wolff hatte dies schon frühzeitig als Grundlage seines Faches erkannt und sagte darüber 1865: „Alle Fragen der land- und forstwirtschaftlichen Statik, welche auf die Erschöpfung oder Bereicherung des Bodens sich beziehen, können ihre völlige Lösung erst dann finden, wenn die chemische Zusammensetzung der Ernteprodukte, der verschiedenen Futter- und Düngermaterialien in jeder Hinsicht klar erforscht worden ist“.

Das ist der Einleitungssatz zu Wolffs „Aschenanalysen“, wie diese Sammlung von Gehaltszahlen aller erdenklichen landwirtschaftlichen Stoffe meist kurz genannt wird. Erlauben Sie mir, daß ich hier einmal den vollen Titel dieses wichtigen Buches verlese und es unter den Ehrengästen dieser Feier umlaufen lasse: „Die mittlere Zusammensetzung der Asche aller land- und forstwirtschaftlich wichtigen Stoffe. Ein Programm, ausgegeben bei Gelegenheit der Jahresprüfung an der Kgl. Württ. land- und forstwirtschaftlichen Akademie Hohenheim im August 1865, von Dr. Emil Wolff, Professor der Chemie. Stuttgart 1865 bei J. B. Metzler“.

Unsere heutigen Überlegungen können daher an gute Hohenheimer Tradition anknüpfen. Diese erste Phase des agrikulturchemischen Arbeitens bestand also darin, so etwas wie ein stoffliches Inventarium für den landwirtschaftlichen Betrieb anzulegen. Die schon rund 100 Jahre währende Arbeit daran ist immer noch nicht abgeschlossen, wenn man etwa an den Begriff der leicht verfügbaren Nährstoffe im Boden denkt. Deren richtige Bestimmung hat uns in den letzten 25 Jahren intensiv beschäftigt und ist noch nicht zu aller Zufriedenheit gelöst, wie die Einwände von der Seite des Acker- und Pflanzenbaues zeigen.

Eine weitere Aufgabe in dieser Richtung ist z. Z., die Analysemethoden auszubauen bis zum Auffinden auch derjenigen Stoffe, die nur in kleinsten Mengen im Boden, in der Pflanze, in Dünge- und Futterstoffen vorhanden sind, aber trotz dieser Spurenhaftigkeit starke und wichtige Wirkungen hervorzubringen vermögen.

Das agrikulturchemische Arbeiten ist aber, zum Teil bereits im vorigen Jahrhundert, weitgehend schon in eine zweite Phase eingetreten, in welcher man den Stoffumsatz im landwirtschaftlichen Betrieb ermitteln will, wenigstens in der Form von Teilbilanzen. Solche Teilgebiete sind:

- der Entzug von Stoffen durch die Ernte in der Fruchtfolge über lange Zeiträume;
- die Rückführung von Stoffen auf den Acker in den Ernterückständen, den Wirtschafts- und den Handelsdüngern;
- die Bilanz bei der stofflichen Umbildung des organischen Bodenanteils, also die wichtige Humusfrage, diese vor allem auch durch Untersuchung über längere Zeiträume.

Das von mir geleitete Institut hat zu diesen Problemen einen Beitrag zu geben versucht durch seine Untersuchungen über die Lagerung und Wirkung von Stalldünger. An ihnen waren und sind von 1934 bis heute viele Mitarbeiter beteiligt, darunter früher besonders Otto Siegel, jetzt in Speyer.

1938 begann die Versuchsreihe meines Mitarbeiters Hermann Kick über komplexgebundene Eigenschaften südwestdeutscher Böden — im Titel beinahe eine Vorausnahme des Südweststaates? — besonders in Beziehung zum Klima. Es handelt sich um die Frage der in unseren feuchten Breiten unvermeidlichen Entbasung der immer wieder aufgelockerten Ackerböden, aber auch des Grünlandes, geprüft durch auswärtige und hiesige Dauerversuche auf verschiedenen Bodenarten.

Sogleich nach dem Kriege setzten unsere Untersuchungen über die langfristige Wirkung von feingemahlenen Rohphosphaten auf Mineralböden ein, besonders auf regenreichem Grünland; an ihr waren und sind die Mitarbeiter Otto Schwarz, jetzt in Teheran, Robert Bucher, jetzt in Würzburg, und Paul Laske beteiligt.

In den letzten Jahren begannen wir noch das Kapitel der Verwertung städtischer Abfallstoffe zur Düngung, trotz des wenig verlockenden Materials, das stark verunreinigt sein kann. So hat die Stadt Stuttgart Ärger durch die Verschmutzung des Klärschlammes in Mühlhausen durch nicht abgefangenes Motorenöl. Wir versuchen, durch längere Kompostierung unter Zusätzen diese und andere nachteilige Eigenschaften des schmierigen Schlammes wegzubringen und ihn nutzbar zu machen. —

Der Gesichtspunkt der voll überschaubaren Stoffbilanz, nach welchem wir bei diesen Problemen immer streben, kommt am deutlichsten vielleicht bei den Lagerungsversuchen mit Stalldünger zum Ausdruck. Sie seien hier in den Grundzügen geschildert, auch weil Stalldünger eines der nicht wegzudenkenden landwirtschaftlichen Betriebsmittel ist.

Analysen des Stoffgehaltes und anderer Eigenschaften von verrottetem Stalldünger, obwohl bis heute oft mitgeteilt, geben allein kein genaues und vor allem kein vollständiges Bild von dem Problem, selbst

wenn Probenahme und Analyse richtig ausgeführt sind, was bei der Ungleichmäßigkeit des Materials schon eine Aufgabe bedeutet.

Vielmehr ist es für den landwirtschaftlichen Betrieb nötig zu wissen, welche Umsetzungen und Umformungen in dem Stoffgemisch eintreten, und zwar in allen Stufen: vom Verlassen des Stalles als sogenannter Frischmist über die Lagerung der Masse bis zum fertig verrotteten Dünger, der aufs Feld kommt und dort im Boden noch weiter abgebaut wird. Wir wollen die Stoffbilanz wissen zwischen dem Frischmist und dem verrotteten Dünger für einen Zeitraum von 3–5 Monaten, ferner die Bilanz zwischen dem verrotteten Dünger und den im Acker schließlich verbleibenden anorganischen und organischen Resten nach etwa 2 bis 3 Jahren.

So verständlich dies Verlangen ist, damit man diese wichtige Seite des Ackerbaues stofflich übersehen kann, so bieten solche Versuche doch Schwierigkeiten auf Schritt und Tritt. Die in den 30er Jahren entstandene Arbeitsgemeinschaft agrikulturchemischer Institute scheiterte beinahe an der Fülle der einander widersprechenden Befunde über die Rottungsbilanz beim Stalldünger — bis man einsah, daß man wohl immer aneinander vorbei arbeiten würde, wenn sich der von Hohenheim ausgehende Vorschlag der Aufstellung und Untersuchung bestimmter Stalldüngertypen nicht durchsetzte.

Nun — er hat sich beinahe durchgesetzt, aber mehr dadurch, daß die meisten beteiligten Institute, teils gezwungen durch die Kriegs- oder Nachkriegsereignisse, teils aber auch freiwillig, das langwierige und schmutzige Geschäft der Stalldüngerbilanzen wieder aufgegeben haben, so daß Widersprüche von allein aufhörten! Wir selbst bearbeiteten zuletzt das Problem der Vererdung (Kompostierung) von Stalldünger und sind jetzt beim vielbesprochenen Häckselmist.

Um die Versuchsergebnisse mit Stalldünger reproduzierbar zu machen und damit zu sichern, waren methodische Neuerungen nötig. Sie ergaben sich, wie das meist so ist, gewöhnlich aus anfänglichen Fehlschlägen und entstanden in der unverdrossenen Arbeit der Doktoranden, die es bei Stalldüngerproblemen wahrlich nicht bequem haben. Die neue „Profilmethode“ der genauen Untersuchung ganzer Stapel erlaubte es, den Verrottungsablauf zu prüfen. Die Temperaturmessung war dabei eine besondere Aufgabe und wurde von Rudolf Dörr, mit Unterstützung durch das Hohenheimer Physikalische Institut, auf dem Wege der elektrischen Fernmessung schließlich elegant gelöst. Zum Homogenisieren des ungleichartigen Substanzgemisches für die Analyse bewährte sich überraschend das elektrische Rührwerk Starmix, ein Mischapparat, der eigentlich für die feineren Zwecke des Haushalts erfunden wurde.

Wir mußten ferner erreichen, daß der verrottete Stalldünger auch unverändert in den Düngungsversuch und in den Boden kommt, in

genau der Beschaffenheit, welche nach dem Öffnen des Stapels durch die Analyse angezeigt wird. Da diese selbst aber einige Tage dauert und abgewartet werden muß, damit ihre Zahlen die Grundlage für die zweite Bilanz zwischen eingebrachtem Mist und Düngungserfolg bilden, muß man die Stalldüngersorten inzwischen bei Gefriertemperatur aufbewahren, damit der biochemische Abbau nicht weitergeht. —

Auf diese Weise haben wir die Stoffbilanz des Stalldüngers vom Frischmist bis zur Wirkung auf dem Ackerboden nach vielen Seiten hin untersucht und beobachtet. Und doch bleibt ein gewisses Unbefriedigtsein: Alle diese Probleme sind wieder nur Teilgebiete aus der Gesamstoffbilanz eines Betriebes. Man wünschte sich eine Vereinigung der bei uns notgedrungen getrennt laufenden Probleme, die draußen noch ineinandergreifen und aufeinander wirken, also ein Zusammenfügen der Wirtschaftsdüngung, der Bilanz von organischen Stoffen und komplexgebundenen Basen im Boden, der Phosphatfrage usw. zu einem Gesamtbild. — dies alles noch untersucht in möglichst langen Zeiträumen.

Ich weiß aus Gesprächen mit meinem nächsten Fachkollegen, dem hiesigen Vertreter der Tierernährung, daß er ähnlich denkt und bei seinen Arbeiten auch zu der Forderung gekommen ist, daß Ernährungs- und Fütterungsversuche bei den Haustieren umfassender und zeitlich ausgedehnter werden müßten, um zu richtigen und gesicherten Ergebnissen zu kommen.

Das große Ziel wäre demnach, die stoffliche Bilanz des ganzen Betriebes ermitteln zu können. Diese dritte Phase der agrikulturchemischen Arbeitsweise müßte auf einem Versuchshof vor sich gehen, der etwa folgende Bedingungen bietet:

1. Er muß vom betriebswirtschaftlichen Standpunkt aus einwandfrei sein, also keine theoretische Konstruktion darstellen, sondern einem guten Durchschnitt der örtlichen Anbauweise entsprechen, mit der richtigen Fruchtfolge, einem angemessenen Viehbesatz und einer entsprechenden Ernteleistung, alles festgelegt durch eine genaue Buchführung.
2. Er muß eine vollständige „stoffliche Buchführung“ ermöglichen, also die chemische Untersuchung aller Veränderungen im Boden, aller im Betrieb umlaufenden Dünger- und Futterstoffe und aller Ein- und Ausgänge in Form der zugekauften oder abgelieferten Stoffe.

Zu diesem Zweck dürfte der Versuchshof nicht kleiner als etwa 8 ha, aber auch nicht größer als diese Fläche sein und seine Felder nicht in Gemengelage mit anderen Betrieben haben (das an vielen Orten noch ungelöste Problem der Flurbereinigung, so wichtig es ist, dürfte damit nicht verknüpft werden, sondern würde die Stoffbilanz stören). Der Betrieb müßte ferner nahe an dem untersuchenden Institut liegen, so daß

die tägliche Überwachung und Probenahme ohne lange Wege möglich ist*).

Man dürfte an dieser Stelle aber kaum von solchen neuen Wegen und Aufgaben der Bodenbiologie und Pflanzenernährung sprechen, wenn das alles nichts weiter als Zukunftsmusik wäre. Es steht glücklicherweise aber günstiger:

Bei der unmittelbaren Nachbarschaft von Instituten und Ackerflächen in Hohenheim und der noch etwas vorhandenen Ellenbogenfreiheit gegenüber geschlossenen städtischen Wohnvierteln bietet unsere Hochschule eine gute Gelegenheit, die geschilderten Pläne auch zu verwirklichen — eine bessere als ein anderer Ort, der mir dafür angeboten wurde. Als ich diesen Gesichtspunkt im letzten Herbst der vorgesetzten Behörde vortragen durfte, fand ich Verständnis, Zustimmung und vor allem Bewilligungsfreudigkeit, für die ich hier geziemend danken möchte.

Es ist nunmehr die große Zukunftsaufgabe, die Arbeitsgemeinschaft mit dem benachbarten Institut für Wirtschaftslehre des Landbaues zu eröffnen und die geschilderte Anlage eines agrikulturchemisch überwachten bäuerlichen Versuchshofes in die Tat umzusetzen, mit aller Überlegung und Verantwortung, die bei einem neuen und langfristigen wissenschaftlichen Unternehmen dieser umfassenden Art nötig ist.

III.

Es wurde gezeigt, wie die neuen Aufgaben der Bodenbiologie und Pflanzenernährungslehre sich daraus ergeben, daß man die bisherige Arbeitsweise folgerichtig weiterentwickelt, sowohl in der Richtung der Probleme, wie in der Ausgestaltung der Methoden, und daß man dabei zu einem in allen seinen stofflichen Verschiebungen ständig überwachten Versuchsbauernhof kommt. Dieser Entschluß könnte so gedeutet werden, daß die Landbauwissenschaft nunmehr verspätet und zögernd einem etwas älteren Hinweis folgt, „daß sich eine überschaubare Ordnung der Lebenszusammenhänge ergibt, sobald man einen Landbaubetrieb nach den Ratschlägen Dr. R. Steiners als ‚geschlossenen‘ Betriebsorganismus einrichtet.“

*) Dieser erwünschte Fortschritt im agrikulturchemischen Arbeiten, die vollständige Betriebsbilanz, ist mir in seiner Notwendigkeit besonders klar geworden während meines kürzlichen Dienstjahres im Landwirtschaftsministerium eines anderen Staates. Dort besteht noch die ursprüngliche Freude an der einzelnen Analyse, vorgenommen an irgendwelchen ins Laboratorium gelangenden Proben. Damit erhält man zwar Tabellen von Gehaltszahlen, aber noch keine rechte Beziehung zu den ackerbaulichen Problemen. Das wurde mir dort deutlicher als zu Hause. So kann wissenschaftliches Arbeiten im Ausland auch einmal in indirekter Weise befruchtend auf unsere heimischen Verhältnisse wirken!

In dem im März/April 1952 in der Zeitschrift „Lebendige Erde“ erschienenen Aufsatz von Fr. Schyre heißt es weiter: „Hält man die sonst üblichen Zufuhren von außen fern (gemeint sind damit wohl die mineralischen Düngemittel, vielleicht auch Futtermittel. Maiwald) und stärkt vielmehr mit allen Mitteln den inneren Kreislauf und die kulturelle Symbiose, so hat man nicht nur eine Möglichkeit zur Erzeugung besonderer Qualitäten zustande gebracht, wie vieljährige Erfahrung zeigt, sondern man hat auch eine durchsichtige Stätte der Prüfung und Überwachung der lebensgerechten Beschaffenheit der Erzeugnisse vor sich. Der geschlossene Betriebsorganismus ist ein brauchbares ‚Organitarium‘.“ — Der Sinn dieses eigenartigen Wortes, ebenso wie des Begriffs „kulturelle Symbiose“, ist unklar.

Vorschläge dieser Art treten in den letzten Jahren immer entschiedener an die Öffentlichkeit mit dem Anspruch, zur Verbesserung oder, wie man sogar sagt, zur Rettung unserer Landwirtschaft gehört zu werden. Seit dem Goethe-Erinnerungsjahr 1949 wird vornehmlich Goethe als Richtpunkt für eine erheblich andere Wirtschaftsweise im Landbau genannt. Man verlangt eine Goethesche Haltung in diesen Fragen oder genauer: eine goethenistische Einstellung, d. h. die anthroposophische Anschauungsweise, die im Goetheanum in Dornach bei Basel gepflegt wird.

Zum Verständnis muß hier kurz eingeschaltet werden: Dr. Rudolf Steiner veröffentlichte im Jahre 1886, im Alter von 25 Jahren, die „Grundlinien einer Erkenntnistheorie der Goetheschen Weltanschauung“ und etwas später, als Mitarbeiter an der Weimarer Goethe-Ausgabe, die „Einleitung zu Goethes naturwissenschaftlichen Schriften“. Im Jahre 1913 zweigte er von der Theosophischen Gesellschaft, deren Generalsekretär für Deutschland er geworden war, die Anthroposophische Gesellschaft ab und wurde ihr geistiger Führer.

Der italienische Goetheforscher Benedetto Croce bringt in seinem 1949 deutsch erschienenen Buch „Goethe; Studien zu seinem Werk“ ein besonderes Kapitel mit der vielsagenden Überschrift „Kritik der Goethe-Deutung“ (S. 259–310). Es ist schade, daß er sich dabei nur mit der künstlerischen und philologischen Seite der bisherigen Goethe-Deutung beschäftigt und nicht auch die Deutung einbezieht, welche Dr. R. Steiner den naturwissenschaftlichen Schriften Goethes gewidmet hat. Auf der philologischen Seite führt allein schon das Gegenüberstellen der einander widersprechenden Deutungen aus der Feder verschiedener Autoren zu der Auffassung, daß man an ein Auslegen von Goethes Leben und Werken in jeder Richtung mit Vorsicht herangehen sollte!*)).

*) Der temperamentvolle Italiener scheut sich nicht, über solche späteren Zutaten zu Goethes Werk in den Ausruf auszubrechen: „Wo zum Kuckuck stecken in diesen Worten oder in irgend einer anderen Anspielung...“ — wir könnten für unseren Bereich hier sinngemäß fortfahren: ...jene Ratschläge für eine weitgehende Umgestaltung unseres Landbaues, die wir jetzt als angeblich im Sinne Goethes liegend vorgetragen bekommen?

Es sei im Augenblick noch gar nichts für oder gegen den Wert der uns gegebenen Ratschläge gesagt, sondern nur darauf hingewiesen, daß man die Autorität Goethes hier wohl am falschen Platze heranzieht. Auch wenn er botanische Studien trieb und wenn er in Weimar mit viel Liebe zur Natur die Umgebung seines Gartenhauses gestaltete, so war dies doch kein Landbau. Der Bauer ist gezwungen, Nutznießer des Bodens zu sein, zur Ernährung seiner eigenen Familie und der städtischen Bevölkerung. Der Landschaftsgärtner und noch mehr der Besitzer eines Gartens oder Parkes ist dagegen „Genießer“ der Landschaft, das Wort in durchaus wohlwollendem Sinn gebraucht. Das ist aber ein wesentlicher, nicht wegdiskutierbarer Unterschied im Vorgehen und bedingt die besonderen Methoden des heutigen Landbaues!

Es gibt noch einen anderen Umstand, der Zweifel über die nachträglich behauptete Patenschaft Goethes an dem anthroposophisch geführten Landbau aufkommen läßt. Diese Anbauweise, inzwischen bekannt geworden als biologisch-dynamische Düngungs- und Wirtschaftsweise, wurde eröffnet auf dem „Landwirtschaftlichen Vortragszyklus, abgehalten von Dr. R. Steiner bei Graf Keyserlingk in Koberwitz zu Pfingsten 1924“. So lautet das Titelblatt einer Nach- oder Niederschrift jener 8 Vorträge Dr. Steiners vom 7.-16. Juni 1924. In ihr kommt auf 37 Seiten eines ausführlichen Textes der Name Goethe nur ein einziges Mal vor, nämlich mit dem sehr allgemein gehaltenen Zitat: „In der Natur lebt alles durch Geben und Nehmen. Goethe.“

Wenn man sich aber gerade diesen Grundsatz zu eigen macht, dann ist nicht die biologisch-dynamische Düngungsweise, sondern dann sind wir auf dem richtigen Wege: Denn sobald man dem Acker durch regelmäßigen Anbau etwas nimmt, so muß man ihm dafür auch etwas geben, und das ist der Sinn unserer Düngungsweise!

Die seit 1924 entwickelten Anschauungen haben unzweifelhaft eine andere Herkunft als gerade von Goethe. Sie stammen letzten Endes aus der Alchemie und Magie des Arztes Theophrastus Paracelsus mit dem Beinamen Hohenheim, vermehrt durch indisches Gedankengut, welches der schon 1541 in Salzburg verstorbene Paracelsus noch nicht in vollem Umfang kennen konnte. Die indischen Lehren sind aber ein Grundstock der Theosophischen Gesellschaft und kamen damit auch in die 1913 von ihr abgezweigte Anthroposophische Gesellschaft.

Es ergibt sich dadurch die folgende eigenartige Sachlage: Der Ortsname Hohenheim, den unsere Hochschule seit 134 Jahren trägt, könnte in einem noch um 300 Jahre älteren Zusammenhang, nämlich über den Arzt Theophrastus Paracelsus mit dem Stammesnamen Hohenheim, sogar auch Pate stehen für wesentliche Teile der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise, besonders für die magische Seite an ihr. Dazu müßten allerdings ihre Quellen deutlicher aufgedeckt werden als bisher. Es müßte der Anspruch aufgegeben werden, daß die im Jahre 1924 von Dr. R. Steiner verkündeten Einzelheiten und Düngungs-

vorschriften ganz aus eigener Eingebung oder aus Vorstellungen Goethes vom Landbau kämen*). Zu dieser erwünschten Ergänzung oder Berichtigung konnte Dr. Steiner selbst nicht mehr Stellung nehmen; er starb ein knappes Jahr nach dem Koberwitzer Vortragszyklus. Seine Jünger haben die Vorschriften mehrfach abgewandelt und mit der Zeit äußerlich auch an die bei uns übliche Wirtschaftsweise angeglichen, ohne aber an der magischen Grundrichtung etwas zu ändern; ihre eigentliche Herkunft wird dabei in der Hauptsache weiter im Dunkeln gelassen. —

Ich lege Wert darauf festzustellen, daß in diesem Vortrag gerade nur das Notwendigste gesagt ist, um den Hörern ein Verständnis dafür zu eröffnen, welches Verhältnis zwischen der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise und unserer Art des Ackerbaues besteht. Der anthroposophischen Glaubenslehre als einem philosophischen System wird dabei mit keinem Wort zu nahe getreten! Es ist andererseits das Vorrecht und die Verpflichtung jedes Professors, seine Arbeitsergebnisse mit allen vorkommenden Befunden und Anschauungen in seiner Fachrichtung zu vergleichen, sie zu bewerten und zu beurteilen. Oder wie es Benedetto Croce bildhafter ausdrückt: „Die ernste Suche nach der Wahrheit braucht Wachsamkeit und schreibt uns vor, auch das Unliebsame zu verrichten“.

Bis zu einer abschließenden Zustimmung oder Ablehnung braucht man dabei noch nicht zu gehen, da Ergebnisse der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise im Sinne unserer wissenschaftlich belegten Versuchsergebnisse bisher nicht vorliegen. Es sind meist Beobachtungen über Einzelfälle, dargestellt als Erfolge der anderen Wirtschaftsweise, oft mit dem Mittel einer z. T. recht eindrucksvollen poetischen „Verwertung“**).

*) Was dabei die chemische Seite anbelangt, bei der die uns geläufigen naturwissenschaftlichen Begriffe eine andere Ausdeutung erfahren, so ist man im Goetheanum in Dornach anscheinend bei der Beschäftigung des jungen Goethe mit der mystisch-religiösen Richtung der Rosenkreuzer stehen geblieben, ohne seine Weiterentwicklung wahrhaben zu wollen: „Mit der Abkehr vom Mystischen und Religiösen — seit 1775 in Weimar — tritt auch die Wandlung von der kabbalistischen Alchemie zur angewandten und technischen Chemie ein; der Dichter wird technischer Verwaltungsdirektor, dem die Geschäfte der Bergwerks- und Forstverwaltung, der Wegebau- und Kriegskommission übertragen sind“. Vgl. den auf reiche Quellenangaben gestützten Aufsatz „Goethe und die Chemie“ von P. Walden in der Zeitschrift für Angewandte Chemie, Band 43, 1930.

**) Wenn Dr. Ehrenfried Pfeiffer in einem Sonderfall die nach anthroposophischen Gedankengängen hergestellten Düngerpräparate Nr. 500–508 in einem nordamerikanischen Staatsinstitut spektrographisch untersuchen ließ, so ist dies ein wertloser analytischer Aufputz seines Textes. Sein Verfahren muß vom wissenschaftlichen Standpunkt abgelehnt werden, weil die zufällige Herkunft und die unkontrollierte Vorbehandlung der von ihm zur Untersuchung eingeschickten Proben in einem krassen Mißverhältnis steht zu der darauf angewandten äußerst feinen Analysenmethode und zu den aus diesen Zahlen gezogenen Schlüssen. Diese Arbeitsweise kann nur auf Laien Eindruck machen und tut es dort leider auch.

Solche unsicheren Wege zum Auffinden der behaupteten kosmischen Einflüsse auf die Ernährung der Pflanzen kann die Agrikulturchemie nicht beschreiten. Sie kann nicht die Summe der sachlichen Kenntnisse und methodischen Erfahrungen auf unserem Gebiet vergessen oder aufgeben, die sich in Generationen angesammelt haben durch die Arbeit von Forschern wie:

Humphrey Davy († 1829 in England),
August Wilhelm Lampadius († 1842 in Freiberg in Sachsen),
Nicolaus Theodore de Saussure († 1845 in Genf),
Carl Sprengel († 1859 in Regenwalde im östlichen Pommern),
Justus von Liebig († 1873 in München),
Jean Baptiste Boussingault († 1887 in Paris),
Hermann Hellriegel († 1895 in Bernburg in Sachsen-Anhalt),
Emil v. Wolff († 1896 in Stuttgart),
Theodor Pfeiffer († 1922 in Kassel),
Margarethe v. Wrangell († 1932 in Stuttgart),
Georg Wiegner († 1936 in Zürich),
T. L. Lyon († 1938 in Ithaca im Staate New York),
D. R. Hoagland († in Berkeley bei San Francisco),
Hugo Neubauer († 1945 in Dresden),
D. N. Prjanischnikow († 1948 in Moskau).

Die Ergebnisse dieser und noch vieler anderer still arbeitender Forscher haben allmählich zu dem heutigen Gebäude der Bodenbiologie und Pflanzenernährungslehre geführt, in welchem sichere Ergebnisse und zuverlässige Methoden bereit stehen, die im Landbau täglich angewendet werden.

Wir vergessen dabei nicht das mahnende Wort von Goethe: „Was ist auch im Grund aller Verkehr mit der Natur, wenn wir auf analytischem Weg bloß mit einzelnen, materiellen Teilen uns zu schaffen machen und wir nicht das Atmen des Geistes empfinden, der jedem Teile die Richtung vorschreibt und jede Ausschweifung durch ein innewohnendes Gesetz bündigt oder sanktioniert“.

Der Agrikulturchemiker entnimmt aus diesen Worten aber nicht die Aufforderung, sich nun schwärmerisch an den Busen der Natur zu werfen und auf Versuche und ihre analytische Auswertung zu verzichten, sondern er geht den anderen Weg, der im Mittelstück des Vortrages entworfen wurde: Er sucht vorzudringen zu einer immer weitere Bereiche umfassenden, langfristigen Problemstellung, bei welcher die einzelnen Analysen nur das dienende, verlässliche Werkzeug sind, um das Problem nach allen Seiten zu durchleuchten und der Wahrheit näher zu kommen. Dieser Eifer nach Genauigkeit braucht nicht seelenlos zu

wirken und darf nicht als schlechthin materialistisch bezeichnet werden!

Auch auf dem Gebiete der Kunst hat es Persönlichkeiten gegeben, die Fanatiker der Genauigkeit waren und trotzdem als Künstler anerkannt sind, z. B. die Maler Adolf von Menzel und Wilhelm Leibl. Sie hatten beide einen als wissenschaftlich zu bezeichnenden Drang zur größten Naturtreue, zur reinen Wahrheit, die sie auch beim künstlerischen Schaffen immer verlangten. Wilhelm Leibl tat dies einmal, zur Abwehr seiner Kritiker, mit dem lakonischen Zusatz: „...die Seele versteht sich dann von selbst“. Man muß dabei an seine im Gebet versunkenen Bauersfrauen denken, um zu verstehen, was er meinte, und kann ihm nur beipflichten. —

Hoffen wir, daß unsere weitere Arbeit in Hohenheim in friedlichen Zeitläuften durchgeführt werden kann! Ohne diese Grundbedingung ist es kaum möglich, weit gespannte wissenschaftliche Pläne zu verwirklichen und bis dahin zu führen, daß die großen Zusammenhänge sichtbar werden, nach denen wir auf der Suche sind.

Der Kampf des Menschen gegen seine Nahrungskonkurrenten

Bernhard Rademacher

Es ist eine interessante Erscheinung in der Geschichte des Lebens auf der Erde, daß einzelne Tier- und Pflanzengruppen in bestimmten Zeiträumen stark in den Vordergrund treten, um dann wieder zu geringer Bedeutung zurückzusinken oder sogar ganz zu verschwinden.

Vergegenwärtigt man sich unter diesem Gesichtspunkte einmal das Werden des Menschengeschlechtes im Laufe der halben Million Jahre, die man ihm heute zubilligt, so muß man für die gesamte Vorzeit eine sehr dünne Besiedelung und ein ganz allmähliches, von Rückschlägen unterbrochenes Anwachsen der Bevölkerung annehmen. Erst in geschichtlicher Zeit vollzog sich dieses Wachstum schneller, um jetzt im Zeitalter der Naturwissenschaften ein stürmisches Tempo anzunehmen. War der Mensch der Vorzeit ein Glied der Natur, so ist er jetzt zu ihrem Gestalter geworden, ob zum Guten oder Schlechten, soll hier dahingestellt bleiben.

Wir leben also in einer Zeit der Massenvermehrung des Menschengeschlechtes, die selbst durch einen so blutigen und opferreichen Krieg wie den 2. Weltkrieg nur um etwa 1½ Jahre zurückgeworfen wurde. Es ist also nicht verwunderlich, daß die Frage der Nahrungsbeschaffung für die wachsende Bevölkerung steigende Bedeutung besitzt, nicht nur für das materielle Leben des Menschen, sondern auch für sein geistig-seelisches, gemäß dem Faktum „*gratia supponit naturam*“. Hier findet auch unsere Betätigung an der Landw. Hochschule ihren tiefsten Sinn.

Die Sicherung des menschlichen Nahrungsbedarfes geschieht vornehmlich auf zwei Wegen: Durch Steigerung der Nahrungsproduktion und durch deren Sicherung, insbesondere vor den zahllosen Nahrungskonkurrenten des Menschen.

Wenn ich heute über die zweite der beiden genannten Aufgaben spreche, so muß ich mich auf ein Teilgebiet beschränken. Ich will nicht davon sprechen, daß der Mensch selbst oft genug mit seinesgleichen harte Kämpfe um die Nahrungsquellen ausgetragen hat und noch austrägt. Ich möchte auch die weiten Gebiete der Jagd und der Tierseuchenlehre nicht berühren, die dem Kampf gegen die großen und kleinen Feinde der Nutztiere gelten. Vielmehr will ich mich auf den Kampf um die pflanzlichen Nahrungsquellen beschränken, also auf das Gebiet der Pflanzenpathologie im weitesten Sinne.

Als Konkurrenten des Menschen finden wir hier pflanzliche Organismen, vor allem Bakterien, Pilze und auch höhere Pflanzen sowie Tiere, unter denen heute die Insekten als Schädlinge eine überragende Rolle spielen. Auch die Viren müssen wir hier einreihen, obwohl es sich nach unserer heutigen Kenntnis mindestens nicht bei allen von ihnen um Organismen handelt. Da sie aber infektiös und vermehrungsfähig sind, kommt ihnen gewissermaßen Individualcharakter zu. Dagegen müssen wir das weite Gebiet der nichtparasitären Erkrankungen der Kulturpflanzen hier außer Acht lassen.

In Laienkreisen trifft man heute vielfach die Meinung an, daß das zahlreiche Auftreten von Krankheiten und Schädlingen aller Art erst eine Folge des modernen Intensivanbaues sei. Dies ist jedoch nur sehr bedingt richtig. Es ist logisch, daß die Masse der heutigen „Schädlinge“, wie wir sie vom menschlichen Standpunkte aus nennen, schon von jeher auf den gleichen Fraß- oder Wirtspflanzen gelebt haben, mindestens auf deren Vorfahren. Aber erst mit der Nutzung dieser Pflanzen wurden sie zu Nahrungskonkurrenten des Menschen. Und welche Pflanze ist heute nicht in irgendeiner Form Nutzpflanze?

Im übrigen haben wir zahlreiche geschichtliche Zeugnisse nicht nur für das Vorhandensein, sondern auch für das Katastrophenauftreten der verschiedensten Gruppen von Schädigern. Rost, Brand und Heuschrecken beispielsweise werden schon in den ältesten Überlieferungen als unabwendbare Plagen des Menschen immer wieder erwähnt. Von zahllosen anderen haben wir verständlicherweise nur deshalb keine Kenntnis, weil sie damals im einzelnen noch nicht bekannt und beschrieben waren.

Auf der anderen Seite ist nicht zu übersehen, daß sich der Kampf des Menschen gegen seine Nahrungskonkurrenten in den letzten Jahrzehnten immer mehr verschärft hat.

Es ist interessant, den Ursachen hierfür nachzugehen.

Zunächst ist einleuchtend, daß der Zwang, für die wachsenden Menschenmassen Nahrung zu schaffen, ganz von selbst dazu führte, auch den Schädlingen größere Beachtung zu schenken. Viele Verluste, die früher der Witterung oder unbekannten Ursachen zugeschrieben wurden, haben wir heute als das Werk von Krankheiten und Schädlingen erkannt. Wie in der Humanmedizin pflegt man scherzhaft zu sagen, daß mit der Zahl der Pflanzenpathologen auch die Zahl der Krankheiten und Schädlinge im dauernden Steigen begriffen sei.

In der Tat ist eine aber echte und zwar bedeutende zahlenmäßige Zunahme der Krankheiten und Schädlinge festzustellen, und zwar einmal durch das Überwandern von Wildpflanzen auf verwandte Kulturpflanzen. So war der berühmte Kartoffelkäfer noch vor knapp 100 Jahren ein nur dem Fachentomologen bekannter Parasit von *Solanum rostratum*, einem stacheligen Nachtschattengewächs in Colorado. Mit der Einführung des Kartoffelbaues in

seine Heimat stieg er auf die Kartoffel um, die fortan seine Hauptnahrungspflanze wurde und ihm eine ungeahnte Vermehrungsmöglichkeit sicherte.

Viel wichtiger als die Umgewöhnung auf Kulturpflanzen ist für die vermehrte Zahl von Schädlingen und Krankheiten aber der Austausch der Faunen- und Florenelemente zwischen Ländern und Kontinenten im Gefolge des modernen Saatguttausches und des gesteigerten Weltverkehrs überhaupt. Es ist höchst interessant festzustellen, wie hier und bei vielen anderen Gelegenheiten der Mensch, in seinem Glauben die Natur zu beherrschen, sich selbst gleichzeitig zahlreiche neue Schwierigkeiten schafft.

So sind, um nur einige Großschädlinge zu nennen, in den letzten 150 Jahren bei uns eingeschleppt worden die *Phytophthora* der Kartoffel, der falsche Mehltau des Weins und des Hopfens, der amerikanische Stachelbeermehltau, Kartoffelkäfer, San-José-Schildlaus, Gelbsuchtvirus der Rüben. Allein auf dem engen Raum Baden-Württembergs hat sich die Zahl der Pflanzenkrankheiten und Schädlinge in den letzten 20 Jahren um mehr als ein Dutzend vermehrt, darunter Großschädlinge wie Kartoffelkäfer, San-José-Schildlaus und Gelbsuchtvirus der Rüben. Die wirtschaftliche Mehrbelastung durch solche zusätzliche Konkurrenten darf gar nicht gering geachtet werden.

Beim Neuauf tauchen eines Parasiten in einem Lande beobachtet man häufig ein auch aus der Humanmedizin bekanntes Phänomen: Die neue Krankheit breitet sich zunächst mit beängstigender Intensität und Schnelligkeit aus und verursacht u. U. katastrophale Verluste. Das bekannteste Beispiel ist der Seuchenzug der Kartoffel-*Phytophthora* durch ganz Nord-, West- und Mitteleuropa in den Jahren 1845 und 1846. Am schwersten wurde damals Irland betroffen, wo die Kartoffel Hauptnahrungsmittel geworden war und wo nach zweimaligem praktischen Totalverlust der Ernte eine Hungersnot größten Ausmaßes ausbrach. Massenauswanderungen und das Revolutionsjahr 1848 wurden in Mitteleuropa nicht zuletzt durch die vorhergehenden Hungerjahre ausgelöst, wie H. Mohrdiek in einer Tübinger Dissertation gerade für Württemberg neuerdings (1949) überzeugend nachgewiesen hat.

Ehe 1924 der Falsche Mehltau des Hopfens in Süddeutschland eingeschleppt wurde, brachte die Hopfenernte neben voller Deckung des Eigenbedarfs einen jährlichen Ausfuhrüberschuß von 40 000 dz Hopfen. 1924 mußten statt dessen 53 000 dz eingeführt werden, und erst 1931 erreichte der Ausfuhrüberschuß wieder 26 000 dz. Ähnlich katastrophale Auswirkungen zeitigte auch der amerikanische Stachelbeermehltau bei seiner Einschleppung. In allen diesen Fällen glaubten selbst Fachleute an einen irreparablen Ruin der betreffenden Frucht. Doch zeigte sich in allen Fällen, daß, auch von Abwehrmaßnahmen abgesehen, die Aggressivität des neuen Erregers scheinbar abnahm, jedenfalls die Schäden nach einer „Durchseuchung“ aller Bestände zurück-

gingen. Wahrscheinlich werden bei einer solchen allgemeinen Durchseuchung die anfälligsten Individuen, Sorten und Rassen ausgemerzt, so daß nach einer Reihe von Jahren dem neuen Parasiten eine widerstandsfähigere Population gegenübersteht. In manchen Fällen werden übrigens solche Seuchenzüge auch durch längst einheimische Parasiten verursacht, wobei vielfach das Auftreten aggressiverer Rassen als Ursache festgestellt werden konnte. Die Verschleppung menschlicher Nahrungskonkurrenten über alle bewohnten Länder der Erde ist eines der großen Probleme des Pflanzenschutzes, wobei auch klar wird, daß hier eine internationale Zusammenarbeit unentbehrlich ist. Die einzelnen Länder suchen sich durch Quarantänemaßnahmen zu schützen, die in manchen Fällen, z. B. in den USA sehr streng gehandhabt werden und empfindliche Barrieren für die Ausfuhr anderer Staaten darstellen können. Trotzdem ist es außerordentlich schwer, die Einschleppung eines Schädling auf die Dauer zu verhindern. Sie wird fast unmöglich, wenn er schon irgendwo auf dem betreffenden Kontinent Fuß gefaßt hat und nun den Land- und Luftweg unmittelbar benutzen kann.

Immerhin hat der Quarantänedienst schon große Schäden verhüten können. So versuchte der Kartoffelkäfer schon 1877 zum ersten Male und dann noch wiederholt in Deutschland Fuß zu fassen. Immer gelang es, ihn wieder zu vernichten. Erst als er 1936 in breiter Front von Frankreich kommend in Westdeutschland erschien, brach die durch den Krieg immer mehr erschwerte Abwehr schließlich zusammen. Der Kartoffelkäfer ist heute keine eigentliche Gefahr mehr für uns, weil er bekämpfbar ist. Aber seine Bekämpfung verschlingt alljährlich große Summen, die man mit etwa 37 Millionen DM allein für Westdeutschland berechnen kann. Wäre der Käfer bereits 60 Jahre früher, 1877, ins Land gelassen worden, so wären der deutschen Volkswirtschaft schon bis 1936 Milliardenkosten entstanden.

Aber auch ohne diese eben festgestellte Vermehrung der Pflanzenschädiger würden diese heute in mehrfacher Beziehung eine größere Bedeutung als früher haben. Die steigenden Qualitätsansprüche des Menschen an die Nahrung bedingen, daß auch geringfügige Schäden, ja lediglich Schönheitsfehler verhindert werden müssen.

Auf der anderen Seite wurde die Pflanzenzüchtung, um dem verfeinerten Geschmack des heutigen Menschen entgegenzukommen, gezwungen, bei den verschiedensten Kulturpflanzen Hartelemente, Bitterstoffe und ähnliche den Geschmack beeinflussende Agentien zu eliminieren. Derartige Stoffe aber sind es gerade, welche der Pflanze einen natürlichen Schutz gegen ihre Feinde und Parasiten verleihen. So ist es also nicht verwunderlich, wenn gerade manche qualitativ hochwertigen Sorten viel empfindlicher geworden sind als die robusteren Ausgangsformen. Am Beispiel etwa des Blumenkohls im Gegensatz zum Weißkohl läßt sich das klar demonstrieren.

Dazu kommt, daß die manchmal einseitige Zucht auf hohe Leistungen und die Leistungsüberspannung manche unserer Zuchtsorten genau wie unsere hochleistungsfähigen Haustiere empfindlicher für zusätzliche Belastungen des Organismus, etwa eine Infektion, macht.

Zweifellos haben auch die modernen Anbaumethoden einiges dazu beigetragen, den Parasiten und Schädlingen besonders günstige Lebensbedingungen zu bieten. Ich will nicht von den Monokulturen der Tropen und Kolonialländer sprechen, wo die Zusammenhänge ganz klar sind. Auch in unserer Forstwirtschaft ist die Gefährlichkeit einseitiger Bestände seit langem erkannt. In Landwirtschaft und Gartenbau ist zwar die Notwendigkeit einer vielseitigen Fruchtfolge bekannt und anerkannt, doch wird leider die Zahl der angebauten Früchte aus geldlichen und nicht zuletzt heute aus arbeitstechnischen Gründen oft viel zu gering gehalten. Es ist immer wieder festzustellen, daß die Gefahr einer Überhandnahme von Schädigern um so größer wird, je weiter sich eine Kultur von den in der Natur allgemeinen Mischbeständen und Pflanzengesellschaften entfernt. Deshalb ist es ganz erklärlich, daß unsere Wiesen die geringsten Schäden durch Pflanzenkrankheiten und Schädlinge erfahren und damit die wenigsten zusätzlichen Aufwendungen in dieser Hinsicht erfordern. Zweifellos ist die steigende Höhe und Kontinuität unserer Ernten auch den Schädlingen zugute gekommen. Das zeigt sich besonders beim Obst. Frostschadenverhütung und Brechung der Alternanz zur Erzielung gleichmäßiger alljährlicher Ernten fördert indirekt eine Reihe von Schädlingen, die sonst in Fehljahren zugrunde gehen müssen.

Ein besonderes Wort lohnt es sich noch über die Viruskrankheiten zu sagen. Hier ist eine beängstigende Zunahme unverkennbar, auch wenn man die bessere Durchforschung dieser erst seit 70 Jahren wissenschaftlich bearbeiteten Krankheitsgruppe in Betracht zieht. Es ist weiter festzustellen, daß die Wildpflanzen in den meisten Fällen weniger stark unter Viruskrankheiten zu leiden haben als die Kulturpflanzen. Trotzdem ist darauf hinzuweisen, daß die Viruskrankheiten schon in früherer Zeit vorhanden waren, also mindestens nicht ausschließlich eine Folgeerscheinung der Anbauintensivierung sind. Freilich können wir die pflanzlichen Viren nicht soweit zurückverfolgen wie etwa die menschlichen Viruskrankheiten, wo z. B. die Pocken im alten China schon aus der Zeit um 1700 v. Chr. verbürgt sind. Die älteste sichere Kunde von einer besonders auffallenden Viruskrankheit, der Gelbstreifigkeit der Tulpen, stammt von dem Botaniker Carolus Clusius aus dem Jahre 1576, und zahlreiche holländische Maler des 16. und 17. Jahrhunderts haben die von uns heute als virös erkannten gelbstreifigen Tulpen abgebildet.

Die Frage einer Zunahme der Viruskrankheiten hängt natürlich eng mit derjenigen nach der Entstehung und Entwicklung der Viren überhaupt zusammen. Wir wissen darüber noch nichts sicheres. Einiges

spricht für das Vorhandensein potentieller Viren, worunter man die Möglichkeit versteht, daß normale Bestandteile einer Zelle in anderen Zellen Viren sein können. Man hält es für denkbar, daß solche Bestandteile insbesondere dann gefährlich werden können, wenn bei dem schon erwähnten Faunen- und Florenaustausch bisher nicht aufeinander abgestimmte Insekten und Kulturpflanzen miteinander in Berührung kommen. Die Untersuchungen von Benett mit dem latenten *Cuscuta*-Mosaik lassen außerdem vermuten, daß gerade tolerante Organismen, seien es Wirte oder auch Vektoren der Viren, zum Ausgangspunkt neuer Viruserkrankungen werden können. Die Feststellungen von Bawden und Pirie, wonach durch Blattmazeration inaktive Partikelchen des Tabaknekrosevirus infektiös wurden, lassen weiter die Möglichkeit offen, daß analoge Änderungen in nichtinfektiösen Proteinen diese zu Viren verwandeln. Schließlich scheinen auch Zusammenhänge mit der Intensivierung der Pflanzenzüchtung nicht ausgeschlossen, indem neue Genkombinationen möglicherweise zur Synthese von Partikeln führen können, die als Pflanzenviren wirken.

Auf einen äußeren Grund für die Zunahme der Virosen konnte ich kürzlich hinweisen. Wir besitzen in Baden und Württemberg die ältesten statistischen Aufzeichnungen über den Obstbaumbestand. Daraus geht hervor, daß sich die Zahl der Pfirsichbäume seit dem Jahre 1879 mehr als verzehnfacht hat. Nun ist aber der Pfirsich der Winterwirt der Pfirsichlaus *Myzodes persicae*, einer der wichtigsten Vektoren (Überträger) für sehr viele Viruserkrankheiten. Es sind allein rund 75 von gut 200 bekannten Viren. Somit ist also allein durch die Vermehrung des Pfirsichanbaues in Baden-Württemberg die Virus-Gefährdung im Zeitraum von 70 Jahren um das Zehnfache gestiegen.

Es ist heute eine wichtige Aufgabe gerade der wissenschaftlichen Pflanzenpathologie, die Kulturpflanzenkrankheiten und Schädlinge fremder Kontinente darauf zu untersuchen, welche von ihnen möglicherweise für eine Verschleppung und Einbürgerung im eigenen Lande in Frage kommen. Zur Zeit warten wir gewissermaßen vor allem auf den Weißen Bärenspinner, der sich in Jugoslawien festgesetzt hat, den Pfirsichwickler, die Mittelmeerfruchtfliege sowie den Japankäfer *Popilia japonica*, einen polyvoren Verwandten des Maikäfers, der von Japan aus die östlichen Staaten der USA besetzt hat.

Wenn wir uns nach dieser kurzen Darlegung der Situation nun dem Kampf des Menschen gegen seine Nahrungskonkurrenten zuwenden, so wäre es auch hier reizvoll, zunächst einen Blick auf die historische Entwicklung zu werfen. Von der Schaffung eigener Gottheiten wie des Rubigus gegen Rost und Mehltau im kaiserlichen Rom bis zu Insektenprozessen des Mittelalters vor geistlichen und weltlichen Gerichten, wäre hier viel kulturhistorisch Interessantes zu berichten. Mir scheint es jedoch fruchtbarer, auch hier vornehmlich auf die heutige Situation einzugehen, und Sie insbesondere mit den Ten-

denzen und Problemen bekannt zu machen, mit denen sich der Pflanzenschutz heute zu befassen hat.

Wie in der Humanmedizin, so bildet natürlich auch in der Phytopathologie die Hygiene die Grundlage jeder Bekämpfungsarbeit. Es bedarf keiner besonderen Begründung, daß eine Pflanze um so gesünder sein wird, je naturnäher sie kultiviert wird. Hier ergeben sich in der Praxis jedoch vor allem 3 Schwierigkeiten:

1. Es gibt viele Parasiten, die auch vollgesunde Pflanzen ohne weiteres befallen können.
2. Eine wirkliche naturgemäße Kultivierung der Nutzpflanzen ist allein aus anbautechnischen Gründen nicht möglich. Man kann, grob gesprochen, nicht Pflanzen ganz verschiedener Artung und Nutzungsrichtung (etwa Getreide, Rüben und Klee) durcheinander bauen.
3. Nicht wenige unserer Kulturpflanzen finden bei uns nicht ihr klimatisches Optimum und bedürfen deshalb einer ständigen zusätzlichen Pflege durch den Menschen, so etwa die Rebe.

Trotzdem sind die Maßnahmen hygienischer Art, insbesondere Kulturmaßnahmen von großer Bedeutung. An erster Stelle steht hier bekanntlich die Fruchtfolge.

Eine Maßnahme ganz besonderer Art ist die Resistenzzüchtung. Der Anbau resistenter Sorten ist sogar schlechthin das Ideal im Kampf gegen unsere Nahrungskonkurrenten, indem das Ziel, die Gesunderhaltung der betreffenden Kultur, hierbei ohne die geringsten zusätzlichen Maßnahmen und damit Kosten oder Risiken erreicht wird. Es kommt hinzu, daß die Resistenzzüchtung gegen eine ganze Reihe von Krankheiten, insbesondere die Virose, Rost und andere pilzlich-bakterielle Erreger die einzige bisher bekannte Möglichkeit zur Bekämpfung darstellt. In der Tat hat die Resistenzzüchtung große Erfolge aufzuweisen: In Europa ist die langjährige Ausschaltung des Kartoffelkrebes durch den Anbau resistenter Sorten das bekannteste Beispiel, in den Tropen die Rettung des Zuckerrohranbaues durch die 1922 erfolgte Auslese der Sorten POJ 2878 in Java und Uba in Afrika, welche gegen die Mosaik-Virose, die Sereh-Virose und in Java auch gegen die Fidschikrankheit resistent sind. In den USA wurden schon 1937 die durch Anbau resistenter Sorten erhaltenen Ertragswerte auf 65 Millionen Dollar im Jahr geschätzt.

Diese an sich so einleuchtende Methode der Resistenzzüchtung begegnet jedoch außerordentlichen Schwierigkeiten. Die größte von ihnen ist bekanntlich die Aufspaltung der pilzlichen Parasiten in morphologisch nicht unterscheidbare physiologische Rassen oder Biotypen, welche die einzelnen Zuchtsorten ganz verschieden stark befallen.

Die Resistenzzüchtung darf sich also nicht nur gegen die zufällig am Zuchtort vorkommenden physiologischen Rassen richten, sondern muß auf alle Biotypen Rücksicht nehmen, die im späteren Anbaubereich

der zu züchtenden Sorte vorkommen. Das sind zum Teil sehr viele, beim Weizenschwarzrost z. B. bereits über 300.

Die schlimmste Gefahr ist jedoch die ständige Neuentstehung solcher in ihrer Aggressivität verschiedener Biotypen. Sie erfolgt einmal auf dem Wege der Kreuzung zwischen verschiedenen Biotypen. Diese beim Geschlechtsvorgang der höheren Pilze entstandenen neuen Biotypen werden durch die asexuelle Phase der Pilze rein erhalten und weitergeführt. Wo die Geschlechtsvorgänge an einen bestimmten Zwischenwirt gebunden sind, etwa beim Schwarzrost an die Berberitze, kann man durch deren Ausrottung die sexuelle Phase und damit auch die Entstehung neuer physiologischer Rassen des Pilzes durch Kreuzung unterbinden.

Aber auch für Pilze, bei denen Sexualvorgänge selten sind oder fehlen, kennen wir physiologische Rassen. Hier sind Mutationen die Ursache ihrer Entstehung, deren Rate mit etwa 100–200 000 angenommen wird (also 1 Mutation auf 1–200 000 rein bleibende Biotypen).

Der Züchter sieht sich demnach einer Population von Biotypen im Luftplankton gegenüber, die zudem ständiger Veränderung unterworfen ist. Tritt nun ein neuer hochaggressiver Biotyp auf, der eine bislang resistente Sorte zu befallen vermag, so vermehrt er sich auf dieser um so schneller, je größer deren Anbaugebiet ist. Die bislang resistente Sorte filtert dann gewissermaßen die für sie verderbliche Rasse selbst aus der Gesamtpopulation der anderen Biotypen heraus. Dieser Vorgang ist es, welcher dem Zusammenbruch schon so mancher mit großen Hoffnungen begrüßten Neuzüchtung zugrundegelegen hat. Bekannte Beispiele waren der Totalbefall des bis dahin gelbrostresistenten schwedischen Panzerweizens in den Jahren nach dem ersten Weltkrieg sowie der plötzliche 1932 eintretende Phytophthorabefall der aus Einkreuzungen südamerikanischer Primitivkartoffeln in der Biologischen Reichsanstalt gezüchteten resistenten Kartoffelsorten.

Über jeder Resistenzzüchtung schwebt also die Gefahr des Auftretens neuer aggressiverer Rassen des Erregers. Der Schweizer Botaniker Gäumann nennt daher die Haltung des Resistenzzüchters die eines „hochgemuten Pessimismus“, der jederzeit mit einem Zusammenbruch seines Werkes rechnen muß, der froh sein darf, wenn er seinem Gegner einige Jahre oder Jahrzehnte vorausbleibt. In vielen Fällen begnügt sich daher der Züchter mit einer Teilresistenz, zumal die Kombination der Eigenschaft Resistenz mit den übrigen Zuchtzielen oft sehr schwierig und langwierig ist, oder mit der Toleranz. Tolerante Sorten sind solche, die zwar befallen werden, aber wenig oder gar nicht unter dem Befall leiden, eine besonders bei Viruskrankheiten nicht gerade seltene Erscheinung.

Aus allen diesen Gründen ist heute die Anwendung chemischer Mittel zur Bekämpfung der Krankheiten und Schädlinge nicht mehr zu entbehren. Ein rationeller Anbau etwa des Weins oder des Qualitäts-

obstes ist ohne diese Stoffe heute undenkbar. Ich will nicht auf die verschiedenen Wirkstoffe, die Mittel und Formen ihrer Anwendung eingehen, sondern nur einige Schwierigkeiten und Entwicklungstendenzen erörtern, die uns zur Zeit stark beschäftigen.

Als wichtige, erstrebenswerte Voraussetzung für eine sinnvolle Anwendung chemischer Bekämpfungsmaßnahmen gilt heute die auf genauer Ermittlung der Entwicklung des Erregers fußende Prognose seines Auftretens. Der auf diesen Prognosen aufbauende Warndienst ist heute bei verschiedenen wichtigen Schädigern wie *Peronospora* sowie Heu- und Sauerwurm im Weinbau, Schorf beim Obst und manchen anderen schon entwickelt, doch bleibt noch sehr viel Forschungsarbeit gerade hier zu tun.

Die als Fungizide verwendeten Mittel sind heute noch fast ausschließlich prophylaktischer Natur. Durch Beizung des Saatgutes, Behandlung des Bodens und der Pflanzen selbst, versucht man das Eindringen des pilzlichen Erregers in die Pflanze zu verhindern. Ist der Befall schon erfolgt, können wir heute in den meisten Fällen nicht mehr helfen. Eine solche kurative Behandlung, durch Eindringen des Wirkstoffs in die Pflanze über die Blätter oder die Wurzeln ist das große Problem. Es zeigen sich heute gewisse Ansätze einer Wirkung etwa durch Quecksilber beim Obstschorf, durch organische Fungizide bei verschiedenen Pilzen und vor allem durch Antibiotika. Die Schwierigkeit solcher innertherapeutisch oder systemisch in der Pflanze wirksamen Mittel liegt darin, daß bei der immerhin nahen Verwandtschaft der niederen Pflanzen, also pilzlichen Parasiten mit den höheren, also ihren Wirten, *Dosis toxica* und *Dosis tolerata* zu nahe beieinanderliegen, so daß meistens die Wirtspflanzen mitgeschädigt werden. Hier scheinen die Antibiotika neue Aussichten zu eröffnen. Die gegenseitige Beeinflussung niederer Organismen untereinander war ja in der Mikrobiologie längst bekannt, ehe Fleming das Penicillin entdeckte. Ihm blieb es vorbehalten, die praktische Konsequenz für die Medizin daraus zu ziehen, die wir heute auch für die Phytopathologie zu nutzen versuchen. Antibiotika von Penicillin und Aktinomyzeten werden von phanerogamen Pflanzen besser aufgenommen und vertragen als die bislang üblichen Fungizide, ohne rasch zersetzt zu werden und in der Pflanze ihre Wirksamkeit gegen Kryptogamen zu verlieren. Es wurden unter anderem Erfolge erzielt durch Beizung oder Zufuhr über die Wurzeln gegen die Fettfleckenkrankheit der Bohne, eine Bakteriose, gegen *Alternaria*-, *Fusarium*- und sogar Rostarten. Freilich ist bis zur praktischen Anwendung dieses Mittels allein schon wegen der Schwierigkeiten der technischen Herstellung noch ein weiter Weg.

Bei derartigen Arbeiten wurde von Winter und Willeke die überraschende Feststellung gemacht, daß hochmolekulare Stoffe mindestens bis zu einem Molekulargewicht von 561 von Pflanzenwurzeln aufgenommen werden können. Es ist also nicht ausgeschlossen, daß in der Pflanze

heilende Effekte von Stoffen ausgehen können, die von anderen höheren oder niederen Pflanzen stammen und über den Boden in die Pflanze gelangen.

Die Anwendung chemischer Mittel gegen tierische Nahrungskonkurrenten, insbesondere gegen die Insekten, birgt gegenwärtig ebenfalls eine ganze Reihe von Problemen. Die schwierigsten davon sind zur Zeit die Selektivwirkungen innerhalb der Biozönose und der Art sowie die Beeinflussung der Gradation. Bei den Insektiziden, unter welchen die über das Nervensystem wirkenden Kontaktmittel zur Zeit die wichtigsten sind, spielt die Wirkungsbreite eine große Rolle. Es gibt Wirkstoffe, die speziell gegen bestimmte Insekten wirken, wie das Fraßgift Nirozan, ein Karbazolpräparat, gegen den Heu- und Sauerwurm im Weinbau. Andere dagegen, zu denen die meisten Kontaktgifte gehören, wirken gleichzeitig gegen mehr oder weniger zahlreiche Arten, schädliche und nützliche.

So verlockend Mittel mit großer Wirkungsbreite zunächst erscheinen, so hat sich doch in den letzten Jahren gezeigt, daß die erhebliche Störung der Gesamtbiozönose zu höchst unerwünschten, ja gefährlichen Folgen führen kann. Oft kommt es dabei zu ganz überraschenden und vorher gar nicht vorauszuberechnenden Sekundärerscheinungen. Die jahrelange Anwendung des DDT und anderer Kontaktinsektizide zur Bekämpfung der verschiedensten tierischen Schädlinge in den Obstanlagen hatte zum Beispiel ein starkes Anwachsen der Roten Spinnen zur Folge, das zunächst rätselhaft war. Man mußte dann feststellen, daß durch die erwähnten Behandlungen die Parasiten der Roten Spinne stark dezimiert worden waren, während die Roten Spinnen selbst einen hohen Grad von Resistenz aufwiesen. Selbst das Auftreten bislang völlig bedeutungsloser Insekten als Schädlinge durch solche biozönotische Auslesevorgänge ist bekannt geworden. Eine Parallele dazu finden wir in der chemischen Unkrautbekämpfung, wo nach unseren Untersuchungen wiederholte Anwendung der Wuchsstoffmittel zu einer einseitigen Förderung resistenter Arten wie besonders *Galium aparine* führt. Das gefährliche an diesen Selektivwirkungen ist es, daß sie bei der vielfältigen gegenseitigen Steuerung der einzelnen Glieder der Biozönose vielfach zu Anfang nicht übersehen werden können. Die Gesamt- und Nebenwirkungen der Wirkstoffe sind demnach in Zukunft viel sorgfältiger als bisher zu untersuchen.

Um nur die tatsächlichen Schädlinge einer Pflanze zu treffen, gelang zum ersten Male Schrader die Entwicklung von innertherapeutischen, systemischen Mitteln, die über die Blätter oder durch die Wurzel in die Pflanze aufgenommen werden, eine begrenzte Zeit wirksam bleiben und insbesondere einen Schutz gegen saugende Insekten bieten. Die heute wichtigsten Stoffe sind aus den Phosphorsäureestern entwickelt.

1946 wurde die Fachwelt durch eine Mitteilung Wiesmanns überrascht, daß auf einem isoliert gelegenen Hofe in Nordschweden die

bisher seit Jahren dort mit Erfolg durchgeführte Bekämpfung der Stubenfliegen mit DDT plötzlich versagte. Solche Versager traten in den Folgejahren an den verschiedensten Stellen Europas und auch Nordamerikas auf, und zwar immer dort, wo jahrelange erfolgreiche Bekämpfungen vorausgegangen waren. Es ließ sich schließlich feststellen, daß in jeder Fliegenpopulation große Unterschiede in der DDT-Resistenz bestehen, und daß in den fraglichen Fällen die resistenten Typen durch die Behandlungen mit für sie subletalen Dosen herausselektiert worden waren. Wenn dieses Phänomen gerade bei der Stubenfliege zuerst entdeckt wurde, hängt dies einfach damit zusammen, daß hier die Generationenzahl mit etwa zehn im Jahre sehr hoch ist. Nach 3 bis 6 Jahren erwiesen sich die Populationen durch ständige Eliminierung der anfälligen Tiere als resistent.

Beim Apfelwickler mit 1–2 Generationen im Jahr war beispielsweise in Kalifornien die Resistenz gegen Bleiarsen erst nach 30–40jähriger Anwendung aufgetreten. Zur Zeit ist es noch möglich, diesen Populationsveränderungen durch Wechsel des Wirkstoffes zu begegnen. Das bedeutet aber, daß der Mensch gezwungen ist, ständig nach neuen Mitteln zu suchen, denn jeder Wirkstoff scheint dem gleichen Gesetz zu unterliegen. Übrigens vermutet man eine Parallelerscheinung, nämlich eine erhöhte Quecksilberresistenz als Ursache des neuerlichen Versagens mancher Beizmittel gegen den Weizensteinbrand. Doch liegen die Dinge hier noch nicht klar.

Besonders interessant ist die Frage nach dem Eingriff der chemischen Bekämpfung in den Verlauf des Massenwechsels, der Gradation. Darunter versteht man die ständige Tendenz einer Art zur Übervermehrung und deren Steuerung durch abiotische, insbesondere klimatische Faktoren und die natürlichen Feinde und Parasiten. Jede Gradation bricht innerhalb längerer oder kürzerer Zeit durch begrenzende Einflüsse zusammen. Verhindert man nun durch vorzeitige Hemmung der Gradation mit Hilfe chemischer Mittel das Anschwellen der Massenvermehrung, so kann es passieren, daß auch die begrenzenden natürlichen Faktoren ausbleiben und man zu alljährlicher Durchführung der Bekämpfung gezwungen ist. Es ist dann eine Frage der Rentabilität, ob man den Dingen ihren Lauf lassen oder die Ernten durch ständige Bekämpfungsmaßnahmen sichern will.

Die Frage nach einer chronischen Gefährdung des Menschen selbst durch die Anwendung der chemischen Mittel im Kampf gegen die Nahrungskonkurrenten, kann bislang nur dahin beantwortet werden, daß bisher keine Beweise für das Vorhandensein einer solchen allgemeinen Gefährdung vorliegen. Das körperlich, und wenn man die Geburtenhäufigkeit als Kriterium heranziehen will, auch biologisch und seelisch gesündeste Volk Europas mit der höchsten Lebenserwartung und einem guten Geburtenüberschuß sind heute die Holländer. Gerade Holland ist es aber auch, das weitaus die höchsten

Mengen an Handelsdünger und Pflanzenschutzmitteln verbraucht, und zwar nicht erst seit gestern, sondern schon seit Jahrzehnten.

Immerhin haben alle die genannten Schwierigkeiten, dazu noch die mögliche Gefährdung der Haustiere und des Menschen selbst durch die chemischen Mittel, in letzter Zeit den Ruf nach verstärkten Anstrengungen in Richtung der biologischen Bekämpfung laut werden lassen. Hierunter verstehen wir vor allem die Bekämpfung der Schadorganismen mit Hilfe ihrer natürlichen Feinde und Parasiten (Tiere aller Art sowie Seuchenerreger wie Pilze, Bakterien, Protozoen und Viren). Wie vorhin schon erwähnt, spielt dabei die Nachführung von Parasiten eingeschleppter Schädlinge die größte Rolle. Hier sind in allen Zonen der Erde, besonders im Forst große Erfolge erzielt worden, seitdem erstmals Köbele im Jahre 1888 den Marienkäfer *Novius cardinalis* aus Australien nach Kalifornien einfuhrte, wo die ebenfalls aus Australien eingeschleppte Schildlaus *Icerya purchasi* die Citruskulturen zu vernichten drohte. Auch der Vogelschutz ist ein Zweig der biologischen Schädlingsbekämpfung.

Die besten Erfolge wurden bisher mit der künstlichen Nachführung von spezifischen Parasiten erzielt. Wenn diese gelingt, werden im Idealfall alle Bekämpfungsmaßnahmen mit ihren Unkosten und sonstigen Schwierigkeiten mit einem Schlage auch für die Zukunft hinfällig. Hierzu werden an Spezialinstituten künstliche Massenzuchten größten Stils durchgeführt. Wie schwierig aber auch hier die Dinge liegen, zeigen Beispiele wie die des Löfflerschen Mäusetyphusbazillus, dessen weitere Herstellung wegen möglicher Gefährdung des Menschen verboten werden mußte sowie die Einführung der Kaninchen-Myxomatose aus Australien durch einen leichtfertigen französischen Arzt. In Australien war 1950 die Vernichtung der zur Landplage gewordenen, in der Kolonialzeit aus Europa eingeführten Kaninchen durch diese südamerikanische Nagetiervirose gelungen. Der genannte Arzt wollte nur die ihm lästigen Wildkaninchen in seinem Garten abtöten, brachte aber damit sein Heimatland um fast den gesamten Bestand an Wild- und Hauskaninchen. Die biologische Bekämpfungsmethode kann in der Hand des Unberufenen ein ebenso gefährliches Spielzeug sein wie die chemischen Mittel. Auch die Einführung von Parasiten muß also unter sorgfältiger Kontrolle und in Erwägung aller etwaigen Gefahren für die heimische Fauna geschehen.

Bei der einheimischen Nützlingsfauna kommt es vor allem darauf an, ihre Vielseitigkeit zu erhalten und sie durch sinnvolle zeitliche Begrenzung der chemischen Bekämpfungsmaßnahmen zu schonen. Mit dieser Kombination beider Methoden sind gute Ansätze erzielt worden.

Die frühere Ansicht, daß der Zusammenbruch einer Massenvermehrung von Tieren neben klimatischen Faktoren und Futtermangel nur durch das Auftreten von Feinden, Parasiten oder Seuchen herbeigeführt werden könnte, ist durch neuere Untersuchungen erschüt-

tert worden. Hierbei ergeben sich z. T. merkwürdige Parallelen zum Schicksal des Menschen bei Massenanhäufungen. Schon die Feststellungen Uvarovs über das Entstehen der Heuschreckenschwärme gehören hierher. Solange die Heuschrecken noch vereinzelt auftreten, entstehen sogenannte solitäre, d. h. einzeln lebende Tiere. Sobald jedoch optimale Brutgebiete durch Dürrezeiten eingeengt und die Tiere auf immer enger werdenden Raum zusammengedrängt werden, entstehen aus den gleichen Eigelegen in steigendem Umfange sogenannte Schwarmtiere, und zwar allein durch optische und Kontaktreize, also durch das Gewimmel und die Masse der Artgenossen ringsum. Diese sind gesellig, sehr aktiv und schließen sich zu den gefürchteten Wanderschwärmen zusammen, die bis zur Trockenlegung ihrer Brutgebiete an der Donaumündung in den letzten 2 Jahrhunderten auch immer wieder in Mitteleuropa einfielen.

Noch interessanter sind in diesem Zusammenhang aber neuere amerikanische und deutsche Forschungen (Frank) über den Zusammenbruch der Massenvermehrungen bei der Feldmaus. Hier konnten in vielen Fällen Seuchen verschiedenster Art als Ursachen ausgeschlossen werden. Das Massensterben der Tiere erfolgte vielmehr mit den spezifischen Symptomen des hypoglykämischen Schocks als Folge einer Überbelastung des Hypophysen-Nebenrindensystems durch den ständigen Aufenthalt im Gewimmel und Gedränge der Artgenossen, zusammen mit dem Hunger oder anderen belastenden Faktoren. Das Verhalten der Tiere zeigte dabei große Ähnlichkeit mit dem dystrophischer Menschen in Gefangenenlagern.

Nachdem ich Ihnen so einen kurzen Einblick gegeben habe in den erbitterten Kampf zwischen dem Menschen und seinen Nahrungskonkurrenten, müssen wir uns zum Schluß noch die Frage nach der sittlichen Berechtigung dieses Kampfes stellen, denn als Menschen haben wir die Verpflichtung, jede unserer Handlungen unter höheren Maßstäben zu prüfen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß der Mensch das Recht hat, sich die Erde untertan zu machen und dabei auch Leben zu vernichten. Aber ebenso unzweifelhaft ist es, daß er dies nur insoweit tun darf, als es notwendig ist, und daß er in der Wahl der Mittel sich stets bewußt sein muß, daß jedes Lebewesen ein Geschöpf ist wie er selbst. Ein rücksichtsloses Streben nach „Beherrschung“ oder „Umwandlung der Natur“ kann sich in furchtbarer Weise gegen den Menschen selbst richten. Die Naturwissenschaften stehen heute auf allen Gebieten vor der Erkenntnis, daß die Forschung selbst zwar ungebunden ist, daß aber die Anwendung der Forschungsergebnisse unter einem höheren Gesetz zu stehen hat.

Und so muß, glaube ich, auch und gerade auf dem von mir soeben behandelten Fachgebiet eine menschliche Haltung die Grundlage bilden und stets im Vordergrund stehen: Die Ehrfurcht vor der Schöpfung!