

DIE PFLANZE - GRUNDLAGE UNSERES LEBENS*)

Über den Hunger in der Welt, seine Ursachen und die Wege zu seiner Befriedigung wird gegenwärtig auf nationaler und internationaler Basis leidenschaftlich diskutiert. Bei der Behandlung dieser Frage geht es schlechthin um die Existenz der heute und in der Zukunft lebenden Menschen. Die Landwirtschaft trägt einen erheblichen Teil der Verantwortung für die Gestaltung der Lebensbasis der zukünftigen Menschheit.

Wir, die wir uns mit der Pflanze, dem Urproduzenten organischer Substanz, befassen, auf die wir heute ebenso wie zu Beginn der Menschheitsgeschichte angewiesen sind, werden bei dieser Auseinandersetzung besonders angesprochen. Wir sind aufgerufen, Wege zur Förderung der pflanzlichen Leistung aufzuzeigen.

Bevor die Syntheseleistung der pflanzlichen Zelle und Möglichkeiten zu ihrer Steigerung besprochen werden, möchte ich — ausgehend von den uns umgebenden und wahrscheinlich auf uns zukommenden Problemen — zu zeigen versuchen, ob die Lösung der gestellten Aufgabe möglich ist und welchen Beitrag wir dabei leisten können.

Entwicklung der Weltbevölkerung

Nur ein Teil der Menschheit lebt in einer hochindustrialisierten und reichlich mit Nahrungsmitteln versorgten, die Mehrzahl der Menschen jedoch in einer wirtschaftlich wenig entwickelten und hungernden Gesellschaft. Dieser Gegensatz mit all seinen Begleiterscheinungen zwingt uns, zu der Frage nach der zukünftigen Entwicklung des Menschengeschlechtes Stellung zu nehmen.

Betrachten wir die gegenwärtige Weltlage, so stellen wir fest, daß die Industrialisierung der Entwicklungsländer fortschreitet. Auf die Vor- und Nachteile einer solchen Entwicklung soll nicht eingegangen werden. Mit der Industrialisierung ändert sich der Lebensstandard und damit auch die Nachfrage nach Nahrungs- und Gebrauchsgütern

*) Die nachstehenden Ausführungen sind dem Vortrag entnommen, den Prof. Dr. Fischnich bei der Übernahme des Amtes des Präsidenten der Forschungsanstalt für Landwirtschaft am 12. April 1960 gehalten hat.

jeder Art. Die Frage, ob wir diesen Bedarf decken können, ist nicht ohne weiteres zu beantworten. Sie wird letzten Endes u. a. damit zusammenhängen, wie schnell in diesen Ländern die Bevölkerung zunehmen wird.

Gegenwärtig leben etwa 2,8 Md. Menschen auf der Erde. Bis zum Erreichen dieser Zahl vergingen Tausende von Jahren. Die Vereinten Nationen haben über die Entwicklung der Bevölkerung von 1925 bis 1950 statistische Erhebungen, für die Zeit von 1950 bis zum Jahre 2000 Schätzungen vorgelegt. Diesen Unterlagen ist zu entnehmen, daß die Bevölkerung jährlich von 1925 bis 1950 um 1,3 % zunahm. Nach den vorliegenden Schätzungen soll die Zunahme von 1950 bis 1975 1,7 % und danach bis zum Jahre 2000 2 % betragen.

Somit würden im Jahre 1975 3,8 Md. und im Jahre 2000 rund 6,3 Md. Menschen auf der Erde leben (Übersicht 1). Es ist unwahrscheinlich, daß die Bevölkerung der Erde immer in dem Maße zunimmt, wie dies in der Gegenwart der Fall und in der nächsten Zukunft zu erwarten ist.

Für alle Nationen, die einen hohen Stand der Industrialisierung zu verzeichnen haben, ist es charakteristisch, daß ihre Bevölkerung im Verlaufe der industriellen Entwicklung zunächst schnell zunahm. Dann aber trat im allgemeinen infolge Geburtenrückganges trotz verbesserter Hygiene und rückläufiger Sterblichkeit eine erhebliche Verlangsamung ein. Auf Grund dieser Tatsache glaubt und hofft man einerseits, daß diese Bewegung sich so reguliert, daß die Zahl der Menschen auf der Erde 10 Md. nicht übersteigen wird. Andererseits wurde die Auffassung vertreten, daß die Weltbevölkerung sich nicht ohne eine Geburtenkontrolle auf einen erträglichen Stand einstellen kann. Berechnungen, wie sie hier angeführt sind, schließen große Unsicherheitsfaktoren ein. Sie sind aber notwendig, um eine Vorstellung von den zukünftigen Grenzen des Wohn- und Nahrungsraumes der Menschheit zu erhalten.

Aus der Vergangenheit können wir lernen, daß es keine absolut feststehenden Grenzen gibt. Der

Übersicht 1

Die Weltbevölkerung in den Jahren 1900 bis 1950 und ihre voraussichtliche Entwicklung bis zum Jahre 2000 (in Millionen)

Aus: The Future Growth of World Population. ST/SOA/Series A/28. Population Studies 28, p. 23. — New York: U. N. Dep. of Econ. and Soc. Aff. 1958.

| Jahr | Afrika | Nordamerika ¹⁾ | Lateinamerika ²⁾ | Asien ³⁾ | Europa einschl. der UdSSR | Australien und Ozeanien | Gesamte Welt ⁴⁾ |
|------|--------|---------------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 1900 | 120 | 81 | 63 | 857 | 423 | 6 | 1550 |
| 1925 | 147 | 126 | 99 | 1020 | 505 | 10 | 1907 |
| 1950 | 199 | 168 | 163 | 1380 | 574 | 13 | 2497 |
| 1975 | 303 | 240 | 303 | 2210 | 751 | 21 | 3828 |
| 2000 | 517 | 312 | 592 | 3877 | 947 | 29 | 6267 |

1) d. i. Amerika nördlich von Mexiko; 2) d. i. Amerika südlich der USA; 3) ausschließlich des asiatischen Teiles der UdSSR;

4) Summe der einzelnen Angaben (aufgerundet).

menschliche Geist hat die Grenzen unseres Lebensraumes immer weiter hinausgeschoben, und zwar im Bereich der westlichen Zivilisation schneller als die Bevölkerung gewachsen ist. Es ist unsere Aufgabe, dafür zu sorgen, daß dies jetzt und auch in der Zukunft so sein wird und sich auf alle Zonen der Erde erstreckt. Denken wir daran, daß der Mensch die Zivilisation aufbaut. Er hat daher auch die Verantwortung, durch seine Fähigkeiten zu bestimmen, wie komplex sie wird und wie hoch der Lebensstandard einer solchen Gesellschaft sein muß.

Versorgung der Menschheit mit Nahrung

Nach dem bisher Gesagten müssen wir uns fragen, ob die Nahrungsproduktion mit der Bevölkerungszunahme Schritt halten kann. Werden wir die Menschengmassen ernähren und die fortschreitend steigenden Ansprüche der Menschheit befriedigen können? Der englische Nationalökonom MALTHUS hat diese Frage vor mehr als 150 Jahren verneint. Er hat bisher nicht recht behalten.

Der Mensch braucht zur Entfaltung seiner Leistungsfähigkeit täglich 2400 bis 2600 Kalorien. Das sind rund 1 Mill. Kalorien im Jahr. Die FAO hat eine Weltkarte über den täglichen Verbrauch an Kalorien je Kopf der Bevölkerung zahlreicher Länder zusammengestellt (Bild 1).

Ein Blick auf diese Karte läßt es zweifelhaft erscheinen, ob die Erde mehr Menschen ernähren kann, als dies heute der Fall ist. Die Zusammenstellung zeigt uns, daß der größere Teil der Menschen heute nicht genug zu essen hat.

Verfolgen wir jedoch den Weg der Menschheitsgeschichte zurück, so stellen wir fest, daß es nie anders war. Unsere Vorfahren aller Zeitepochen kannten gleichfalls die Sorge um die Nahrung, obwohl ihre Zahl geringer war. Durch die stärkere Abgrenzung der Völker voneinander wurden die Nachrichten von Hungersnöten nicht so schnell verbreitet. Heute werden solche Katastrophen durch die Nachrichtenübermittlung nicht nur schnell bekannt, sie können sogar durch Zweckpropaganda zu einer Störung des Zusammenlebens der Menschheit werden. ROEMER sagt deshalb mit Recht, daß ein dauerhafter Frieden auf der Erde, den wir doch alle herbeisehnen, nicht gewonnen werden kann, wenn ein so großer Teil der Weltbevölkerung hungert.

Wie läßt sich hier Abhilfe schaffen?

Die Nahrungsexperten sind fast durchweg der Auffassung, daß die Befriedigung der Bedürfnisse der heute lebenden Menschheit noch kein Problem der Produktion ist. Es gibt Länder, die eine so gewaltige Überproduktion an Nahrungsgütern aufweisen, daß sich diese Mengen gar nicht alle aufbrauchen lassen und deshalb in gewissen Abständen sogar vernichtet werden müssen. Eine der Folgen davon war zum Beispiel, daß die landwirtschaftliche Nutzfläche in den USA, insbesondere die Weizenanbaufläche, eingeschränkt wurde.

Für Mitteleuropa hat WOERMANN zeigen können, daß zwischen 1880 und 1920 die jährlichen Er-

tragssteigerungen wichtiger landwirtschaftlicher Kulturpflanzen bei 2%, von 1920 bis 1940 sogar bei 3% gelegen haben. Im Gegensatz hierzu nahm die Bevölkerung in diesem Zeitraum nur um weniger als 1% zu. Sollten diese Verhältnisse bei Wahrnehmung aller Möglichkeiten nicht auch auf andere Länder der Erde übertragen werden können? Diese Frage darf — auf weite Sicht gesehen — bejaht werden. Dazu sind aber politische, wirtschaftliche, organisatorische und Fragen anderer Art, kurz das Problem des menschlichen Zusammenlebens und Zusammenarbeitens, zu klären.

Nahrungsraum — Nahrungsreserve

Der Weg, den der Mensch beim Suchen seiner Nahrung gegangen ist, läßt sich klar verfolgen. Zunächst fand er seine Nahrung — und das in begrenztem Umfange heute noch — als Sammler und Jäger. Um satt zu werden, mußten große Gebiete durchstreift werden. Der nomadisierende Pflanzensammler, der für das Gedeihen der Pflanze selbst nichts getan hat, wurde im Verlaufe der Menschheitsentwicklung zum seßhaften Pflanzenanbauer.

Die Angaben darüber, wieviel Land heute benötigt wird, um einen Menschen zu ernähren, schwanken. In Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren, wie Klima, Boden, Bodenbearbeitung, wird dies etwa 0,5 bis 1 ha sein (SCHEFFER, BONNER, STAKMAN). Die FAO gibt die Erdoberfläche — ohne Weltmeere — mit 13,5 Md. ha an. Wie diese Fläche genutzt wird, zeigt die Übersicht 2.

Übersicht 2

Nutzung der Erdoberfläche (nach Angaben der FAO)

| | |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Feste Oberfläche (ohne Weltmeere) | = 13,5 Md. ha = 100 % |
| Ödland u. techn. bebaute Gebiete | = 5,4 Md. ha = 40 % |
| Bewaldetes Land | = 3,9 Md. ha = 29 % |
| Dauerwiesen und Weiden | = 2,4 Md. ha = 18 % |
| Acker-, Garten- u. Plantagenfläche | = 1,3 Md. ha = 10 % |
| Ungenutztes Land | = 0,4 Md. ha = 3 % |
| Für pflanzl. Produkt. nutzbar. insg. | = 8,0 Md. ha = 60 % |

Während STAKMAN glaubt, daß nur noch geringe Reserven der Erdoberfläche nutzbar gemacht werden können, sind BAADE, ROEMER u. a. Autoren optimistischer. Nach ihrer Auffassung stehen noch riesige Flächen für die Ausweitung der Nahrungsmittelproduktion zur Verfügung. Daß man die Bodenreserven bisher dort, wo sie sich befinden, noch nicht mobilisiert hat, liegt daran, daß sie noch nicht benötigt wurden oder daß man noch nicht in der Lage war, sie zu nutzen.

Die Gewässer als Nahrungsquelle

Nicht nur das Land, auch unsere Gewässer dienen der Nahrungsversorgung. Einer für pflanzliche Produktion nutzbaren Landfläche von 8 Md. ha stehen 37 Md. ha Meeres- und 0,5 Md. ha Süßwasserfläche gegenüber. Jedoch nur wenige Wasserpflanzen — z. B. Seetang — sind für uns direkt genießbar. Wir machen uns die Leistung der Wasserpflanzen über Fische oder andere Meerestiere als Nahrung zu eigen. Die Süßwasserfläche wird praktisch voll genutzt.

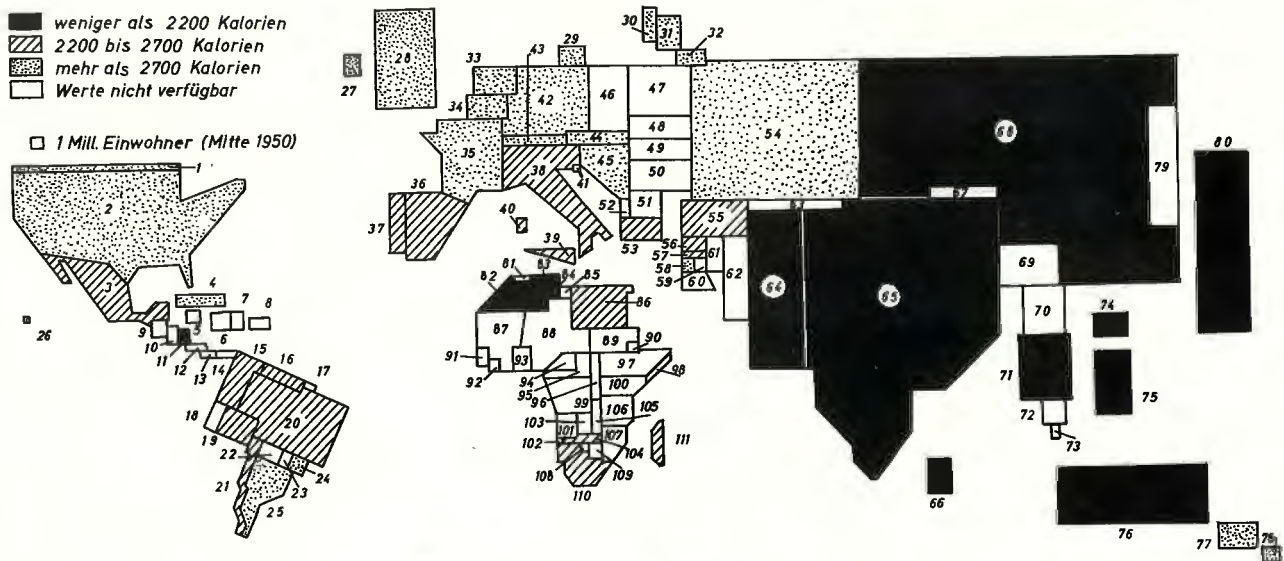


Bild 1: Verteilung der Weltbevölkerung nach der im Durchschnitt täglich zur Verfügung stehenden Kalorienmenge.

Aus: The State of Food and Agriculture 1954, Review and Outlook. Rom: Food and Agriculture Organization of the United Nations 1954.

Erklärung der Ziffern:

- | | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 — Kanada | 29 — Dänemark | 56 — Syrien | 84 — Tunesien |
| 2 — Vereinigte Staaten von Amerika | 30 — Norwegen | 57 — Libanon | 85 — Libyen |
| 3 — Mexiko | 31 — Schweden | 58 — Israel | 86 — Ägypten |
| 4 — Cuba | 32 — Finnland | 59 — Jordanien | 87 — Französisch-Westafrika |
| 5 — Jamaica | 33 — Niederlande | 60 — Saudi-Arabien | 88 — Nigerien |
| 6 — Haiti | 34 — Belgien | 61 — Irak | 89 — Sudan |
| 7 — Dominikanische Republik | 35 — Frankreich | 62 — Iran | 90 — Eritrea |
| 8 — Puerto Rico | 36 — Spanien | 63 — Afghanistan | 91 — Sierra Leone |
| 9 — Guatemala | 37 — Portugal | 64 — Pakistan | 92 — Liberia |
| 10 — El Salvador | 38 — Italien | 65 — Indische Union | 93 — Goldküste |
| 11 — Honduras | 39 — Sizilien | 66 — Ceylon | 94 — Kamerun |
| 12 — Nicaragua | 40 — Sardinien | 67 — Nepal | 95 — Französisch-Äquatorialafrika |
| 13 — Costa Rica | 41 — Triest | 68 — Chinesische Volksrepublik | 96 — Uganda |
| 14 — Panama | 42 — Bundesrepublik Deutschland | 69 — Burma | 97 — Äthiopien |
| 15 — Kolumbien | 43 — Schweiz | 70 — Thailand | 98 — Italienisch-Somaliland |
| 16 — Venezuela | 44 — Österreich | 71 — Indochina | 99 — Belgisch-Kongo |
| 17 — Guayana | 45 — Jugoslawien | 72 — Malaisischer Bund | 100 — Kenia |
| 18 — Ecuador | 46 — Mitteldeutschland | 73 — Singapur | 101 — Angola |
| 19 — Peru | 47 — Polen | 74 — Taiwan | 102 — Südwestafrika |
| 20 — Brasilien | 48 — Tschechoslowakei | 75 — Philippinen | 103 — Nord-Rhodesien |
| 21 — Chile | 49 — Ungarn | 76 — Indonesien | 104 — Süd-Rhodesien |
| 22 — Bolivien | 50 — Rumänien | 77 — Australien | 105 — Ruanda-Urundi |
| 23 — Paraguay | 51 — Bulgarien | 78 — Neuseeland | 106 — Tanganjika |
| 24 — Uruguay | 52 — Albanien | 79 — Korea | 107 — Portugiesisch-Ostafrika |
| 25 — Argentinien | 53 — Griechenland | 80 — Japan | 108 — Betschuanaland |
| 26 — Hawaii-Inseln | 54 — UdSSR | 81 — Spanisch-Marokko | 109 — Njassaland |
| 27 — Irland | 55 — Türkei | 82 — Französisch-Marokko | 110 — Südafrikanische Union |
| | | 83 — Algerien | 111 — Madagaskar |

Nach FAO-Berichten liegt die jährlich aus den Meeren gewonnene Fischmenge gegenwärtig bei 25 bis 30 Mill. t.

Steigerung der pflanzlichen Produktion

Wollen wir bis zum Ende des Jahrhunderts 6 Md. Menschen Brot geben, so werden wir die Reserven, die in den kultivierbaren Gebieten der Erde liegen, noch nicht zur Hälfte auszuschöpfen brauchen, wenn wir gleichzeitig das Nötige tun, um die Erträge auf der bereits besiedelten Fläche zu steigern. In Gebieten mit hochentwickelter Landwirtschaft werden viele Anstrengungen gemacht, die Ernterträge zu verbessern. Es ist Aufgabe — ja Pflicht — dieser Länder, auch die Landwirtschaft der

weniger entwickelten Länder mit den modernen Methoden der Landbauwissenschaft vertraut zu machen.

Bodenbearbeitung

Wie notwendig das ist, zeigt u. a. die Tatsache, daß von den 350 Mill. landwirtschaftlichen Betrieben der Welt 250 Mill. noch den hölzernen Pflug, 90 Mill. einen durch Tiere gezogenen eisernen und nur 10 Mill. den Motorpflug verwenden. Auf die bearbeitete Fläche bezogen, sind die Verhältnisse zwar günstiger, aber auch dann wird noch die Hälfte des Ackerlandes der Erde mit dem hölzernen Pflug bearbeitet.

Eine Umstellung auf eine Bodenbearbeitung mit fortschreitender Vertiefung der Ackerkrume würde

viele im Boden schlummernde Reserven freimachen. Versuche der FAO in Indien haben gezeigt, daß allein durch tieferes Pflügen ein Boden von durchschnittlicher Qualität unter den dortigen klimatischen Verhältnissen das Dreifache des heutigen Hektarertrages an Weizen zu bringen vermag. Ähnlich wie in Indien liegen die Verhältnisse bei einer großen Zahl anderer Länder.

Mechanisierung

Was für die Bodenbearbeitung gilt, darf auch für den Einsatz der Maschinen bei der Pflege, der Ernte und der Verarbeitung der Feldfrüchte gesagt werden. Die Mechanisierung des Acker- und Pflanzenbaues trägt u. a. durch die Herabsetzung des Zugviehbestandes zur Vergrößerung der Flächen für die Ernährung des Menschen bei. So werden — nach ROEMER, SCHEFFER — je Pferd etwa 1,5 ha an Futterfläche eingespart, die für die Ernährung von drei bis vier Menschen ausreichen. Durch die Mechanisierung frei werdende menschliche Arbeitskräfte stehen dem Aufbau der Industrie dieser Länder zur Verfügung.

Nährstoffversorgung der Pflanze

Neben verbesserter Bodenbearbeitung und zweckmäßiger Mechanisierung läßt sich die Leistung unserer Kulturpflanzen durch ausreichende Zufuhr von Nährstoffen noch erheblich steigern.

Seit LIEBIG wissen wir, daß die Nährstoffe, die dem Boden durch die alljährlichen Ernten entzogen werden, wieder zugeführt werden müssen, wenn die Bodenfruchtbarkeit erhalten und Vollernten erzielt werden sollen. Hiervon macht jedoch nur ein kleiner Teil der Weltlandwirtschaft Gebrauch. Mit einer bescheidenen Düngergabe von etwa 40 kg N + 40 kg P₂O₅ + 40 kg K₂O je ha in der ganzen Welt könnte die Welternte bereits verdoppelt werden. Der Mineraldüngerverbrauch beträgt jedoch gegenwärtig nur rund ein Zehntel dieser Menge.

Eine bislang kaum genutzte Steigerung der Flächenerträge liegt zudem in der Einführung einer vernünftigen Fruchtfolge unter Einschluß von Pflanzen, die in der Lage sind, den Boden mit Nährstoffen anzureichern. So hat beispielsweise die Umstellung der Fruchtfolgesysteme in der amerikanischen Landwirtschaft unter Einbeziehung der Leguminosen ausschlaggebend zu einer wesentlichen Ertragssteigerung beigetragen. Die N-Bindung durch diese Pflanzenarten beträgt bis zu 400 kg Reinstickstoff je ha. Allein die N-Bindung durch Schmetterlingsblütler in den USA ist doppelt so hoch wie die Weltproduktion an Stickstoffdüngemitteln.

Sorte und Saatgut

Die Verbesserung der Standortbedingungen durch bessere Bodenbearbeitung und erhöhte Mineraldüngergabe, Fruchtfolgeänderung u. a. ermöglichte auch erst die volle Entwicklung der Pflanzenzüchtung. Auf den gut mit Nährstoffen versorgten Böden konnten Pflanzen ausgelesen werden, die zu hohen Erträgen befähigt waren. Die alten Landsorten wichen sehr schnell den neuen Zuchtsorten. Hand in Hand mit dieser Entwicklung gingen die Erzeugung hochwertigen Saatgutes und die An-

wendung des Saatgutwechsels. Die Ablösung der weniger leistungsfähigen Kulturpflanzen durch die Produkte systematischer Züchtung mit höherem Wirkungsgrad ist praktisch erst in den letzten Jahrzehnten in ihrem vollen Wert erkannt worden und noch in vollem Fluß.

Pflanzen- und Vorratsschutz

Eine gesteigerte Produktionsleistung wirkt sich jedoch nur dann voll aus, wenn die Sicherheit der Ernten gewährleistet und eine sorgfältige Erhaltung des Gewonnenen möglich ist. Der Verlust durch Schädlinge und Unkraut beträgt nach STAKMAN mindestens 20 % der potentiellen Produktion. Mit dem Verlorenen ließe sich der Hunger von mehr als 1/2 Md. Menschen stillen. Das ist für die weniger entwickelten Länder von großer Bedeutung. Dort sind die Ausfälle oft besonders hoch. In den Ländern mit hoher landwirtschaftlicher Kultur geht durch pilzliche und tierische Schädlinge weniger Nahrung verloren. Die Aufwendung für Mittel des Pflanzenschutzes sind zwar erheblich, gemessen am Gewinn jedoch niedrig. Sie haben sich in Deutschland in den letzten 15 Jahren um das Zwölfwache erhöht. Für Mineraldüngemittel sind sie im Gegensatz hierzu nur um das Dreifache gestiegen.

Besonderes Augenmerk ist auch auf die Lagerung und Vorratshaltung zu richten, damit das mit hohem Aufwand erzeugte Produkt der tierischen und menschlichen Nahrung nicht verloren geht. Dies ist aber im hohem Maße in den wenig entwickelten Ländern der Fall. Dort fällt das Erntegut infolge primitiver Aufbewahrung häufig den zahllosen Schädlingen zum Opfer. Die neuzeitliche Landwirtschaft hat große Fortschritte in der Lagerhaltung zu verzeichnen. Massengüter wie Getreide, Kartoffeln, Rüben können heute in Lagerhäusern gelagert werden. Diese sind mit technischen Einrichtungen ausgestattet, die es erlauben, das Erntegut den besonderen Erfordernissen entsprechend aufzubewahren.

Kühlagerung und Frostung von Obst und Gemüse spielen eine bedeutende Rolle. Diese Einrichtungen ermöglichen nicht nur einen Ausgleich zwischen Überschuß- und Bedarfsgebieten, sondern auch eine kontinuierliche Versorgung der Bevölkerung über das ganze Jahr mit Nahrungsgütern jeder Art.

Bewässerung

Was bisher über die Möglichkeiten der Produktionssteigerung der Weltlandwirtschaft vorgetragen wurde, wäre unvollständig, wenn die großen Anstrengungen zur Leistungsverbesserung bereits genutzter oder ackerbaulich nutzbarer Flächen unerwähnt blieben. In erster Linie sind dies wasserwirtschaftliche Projekte. ROEMER glaubt, daß, nachdem die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts durch die Entwicklung der Mineraldüngung gekennzeichnet war, die zweite Hälfte durch die Wasserwirtschaft bestimmt wird. Nach Angaben der FAO werden nur 13 % der Weltackerfläche bewässert. Diese aber erzeugt ein Viertel der Weltnahrung. Große Gebiete in den semiariden und ariden Gebieten, die bislang nur in zwei- oder dreijährigem Turnus bebaut werden konnten, könnten bei ent-

sprechender Bewässerung einer jährlichen Nutzung zugeführt werden. Vielfach sind derartige Aufgaben, die mit der Regulierung der großen Ströme von ihrem Quellgebiet bis zur Mündung beginnen, bereits in Angriff genommen.

Hier sei auf die gewaltigen Anstrengungen in Rußland, China und Ägypten verwiesen. Eine Landgewinnung hängt von vielen technischen Voraussetzungen ab. Ein gutes Beispiel hierfür liefert das allgemein bekannte Assuan-Damm-Projekt in Ägypten. Hier soll nicht nur elektrische Energie erzeugt, sondern auch Neuland für die ägyptische Landwirtschaft gewonnen werden. In Verbindung mit diesem Vorhaben glaubt man, die landwirtschaftliche Nutzfläche Ägyptens um ein Drittel vergrößern zu können. Die Mittel für die Kultivierung des Neulandes sollen um das Zwei- bis Dreifache höher sein als die Kosten für die Errichtung des Damms.

Landbauwissenschaft von heute — Landwirtschaft von morgen

Bisher wurde gezeigt, daß bereits mit den heutigen Erkenntnissen die Versorgung der gesamten Menschheit für den Augenblick und in einer Zukunft, die wir noch übersehen können — etwa bis zum Ende dieses Jahrhunderts —, mit Nahrungsgütern möglich ist. Damit sind wir aber keineswegs am Ende. Die Wissenschaft hat in der Zwischenzeit durch Vertiefung ihrer Kenntnis der Syntheseleistung der pflanzlichen Zelle für die nahe und ferne Zukunft Methoden und Wege vorbereitet, die einen wichtigen Beitrag zur Erweiterung unserer Nahrungsproduktion in Aussicht stellen.

Bis die neuen Erkenntnisse zur praktischen Anwendung gelangen, vergeht jedoch meist eine Reihe von Jahren. Für die Landwirtschaft stellt ROEMER hierzu fest:

„Der Fortschritt auf allen landwirtschaftlichen Teilgebieten ist ungleich langsamer als auf handwerklichem, industriellem oder wissenschaftlichem Gebiet. Eine bestimmte Erkenntnis der Landbauwissenschaften im weitesten Sinne zur Auswirkung zu bringen, erfordert etwa 30 Jahre.“

Bei der für diesen Vortrag gebotenen Kürze kann in der Folge nur noch auf einige Arbeitsgebiete eingegangen werden, die sich mit entwicklungs- und stoffwechselfysiologischen Fragen befassen.

Atomtechnik in der Landwirtschaft

Durch die Einführung der Atomtechnik in die Biologie und Landwirtschaft ist uns ein „Instrument“ in die Hand gegeben, mit dem wir für den Auf- und Abbau von Inhaltsstoffen in der Pflanze in schneller Folge ähnliche Entdeckungen machen werden, wie dies nach der Entdeckung des Mikroskops für den anatomischen Aufbau der Pflanze möglich war. Im Rahmen dieser Untersuchungen bedienen wir uns radioaktiver Isotope.

Was sind radioaktive Isotope, und warum und wie verwenden wir sie? Es gibt Elemente, die bei gleicher Protonenzahl eine unterschiedliche Anzahl von Neutronen im Atomkern besitzen. Diese Atome ein und desselben Elementes, also gleicher Kernladungszahl, aber unterschiedlicher Masse, bezeichnen wir als Isotope.

Wir kennen in der Natur Isotope — wie z. B. das Isotop des Radiums mit der Masse 226 —, die sich unter Aussendung einer Strahlung in andere Elemente wandeln. Dies sind radioaktive Isotope — zum Unterschied von den stabilen Isotopen.

Aber erst die künstliche Herstellung solcher Radioisotope eröffnete der Wissenschaft neue Untersuchungsmethoden. Dem englischen Physiker RUTHERFORD gelang es, erstmals durch Beschuß des Elementes Stickstoff mit Heliumkernen — Alphateilchen — künstlich ein radioaktives Isotop des Elementes Fluor herzustellen. Heute sind wir in der Lage, bei fast allen Elementen künstlich radioaktive Isotope zu gewinnen. Das geschieht in der Regel durch Beschuß der Atomkerne mit Neutronen im Reaktor oder mit anderen Elementarteilchen in sogenannten Beschleunigern.

Die Lebensdauer der radioaktiven Isotope ist unterschiedlich lang. Neben solchen mit kurzer „Halbwertszeit“ von Sekunden und Minuten gibt es andere, die erst nach Stunden oder Tagen, Wochen, Monaten und selbst erst nach vielen Tausend Jahren zerfallen. Sie sind chemisch mit den ihnen zugehörigen gewöhnlichen Elementen identisch und lassen sich deshalb an deren Stelle bei den Untersuchungen der chemischen Vorgänge verwenden. Mit Hilfe der von ihnen ausgehenden Strahlung ist dank der hohen Empfindlichkeit der Meßmethoden der Nachweis selbst geringster Spuren möglich. Es können sogar Spuren nachgewiesen werden, die millionenfach unter den mit chemischen Methoden bestimmbaren Mengen liegen. Zum Nachweis solcher Strahlung dienen Zählrohre verschiedener Konstruktion.

Noch bedeutender als die hohe Empfindlichkeit des Nachweises ist die Möglichkeit, Radioisotope oder die mit ihnen „markierten“ Verbindungen inmitten der gleichen Atome und Verbindungen zu erkennen. Auf Grund dieser Eigenschaften haben sich die radioaktiven Isotope als Leitisotope (Tracer-Elemente) eingeführt. Sie lassen sich im Verlaufe chemischer und vor allen Dingen physiologischer Prozesse gut aufspüren und geben somit sowohl über ihren Verbleib und den Stand des betreffenden Prozesses als auch über die Geschwindigkeit von Transportvorgängen Auskunft. Die zur Anwendung kommenden Aktivitäten werden bei Untersuchungen mit lebenden Organismen gering gehalten.

Man ist auch bestrebt, die Strahlenwirkung auf die lebende Zelle auszunutzen. Diesem Zweck dienen Strahlenquellen meist hoher Aktivität. Auch sie haben schon eine Bedeutung erlangt, vor allen Dingen zur Konservierung von Lebens- und Genußmitteln sowie besonders in der Züchtungsforschung zur Erzeugung von Mutationen.

Die Anwendung der radioaktiven Isotope

Photosynthese

Der Anwendung stabiler und radioaktiver Substanzen verdanken wir die Erweiterung unserer Kenntnisse über die Photosynthese oder Kohlen säureassimilation der Pflanze. Die Photosynthese ist derjenige Prozeß auf der Erde, den wir — wenn man schon Maßstäbe anlegen will — als den wichtigsten aller irdischen Vorgänge betrachten können.

Die Synthese organischer Substanz aus anorganischer durch die Pflanzenzelle bildet die eigentliche Grundlage der menschlichen Ernährung. Sie ist ein energetisches und chemisches Problem. Auch bei geeigneter Temperatur, reichlicher Versorgung mit Wasser, Nährstoffen und Spurenelementen kann die Pflanze nur mit Hilfe des Sonnenlichtes organische Substanz bilden. Mit seiner Hilfe baut sie aus Wasser, das sie mit den Wurzeln aufnimmt, und der Kohlensäure der Luft unter Mitwirkung der Blattfarbstoffe Kohlenstoffketten auf, von denen sich die Bildung aller Nährstoffe — Kohlenhydrate, Fette, Eiweiß — und der Wirkstoffe (Vitamine usw.) ableiten läßt.

Der Photosynthese durch die grüne Pflanze verdanken wir alle organische Substanz der Erde, auch die der früheren Zeitepochen. Wir nutzen noch heute die vor Jahrmillionen durch die grüne Pflanze aus dem Sonnenlicht gespeicherte Energie bei der Verbrennung von Erdöl und Kohle.

Die in unserer Zeit jährlich auf dem Lande und im Wasser durch grüne Pflanzen assimilierte Kohlenstoffmenge beträgt etwa 175 bis 200 Md. t. Daraus synthetisiert die Pflanze etwa 500 Md. t. organische Substanz. Jedes Kohlenstoffatom, das in der Erdatmosphäre und in den Weltmeeren enthalten ist, wird nach BORRIS im Mittel einmal in 250 Jahren in den Photosyntheseprozess einbezogen. Wenn wir diesen Mechanismus genau kennen, werden wir vielleicht in der Zukunft in die Lage versetzt, ihn in Verbindung mit der Nährstoffversorgung der Pflanzen zu lenken und so die pflanzliche Synthese noch besser nutzen lernen.

Um eine Aufklärung bemühen sich seit der Entdeckung der Photosynthese durch den holländischen Arzt INGENHOUSZ im Jahre 1779 die Pflanzenphysiologen in Zusammenarbeit mit den Biochemikern. Von den jüngsten erfolgreichen Arbeiten sei auf die Untersuchungen von CALVIN und seiner Mitarbeiter verwiesen. Unter Verwendung von mit radioaktivem ^{14}C und dem stabilen ^{16}O markiertem Kohlendioxyd fanden sie, daß die Primärreaktion der Photosynthese in einer Spaltung (Photolyse) des Wassermoleküls besteht. Hierbei wird Sauerstoff frei. Der aus dem Wassermolekül stammende Wasserstoff bewirkt die Reduktion des Kohlendioxyds. Als erstes stabiles Zwischenprodukt entsteht bei der Kohlen säureassimilation *Phosphoglycerinsäure*. Hieraus bilden sich dann im weiteren Verlauf der Assimilation die Kohlenhydrate, Fette, Eiweiß usw.

Durch die Isotopentechnik sind wir heute somit in der Lage, den Weg des Kohlenstoffs im Photosyntheseprozess zu verfolgen. Bereits nach wenigen

Sekunden fand man die ersten ^{14}C markierten Stoffwechselprodukte in der Pflanze auf. Nach 60 Sekunden ließen sich schon verschiedene Zuckerverbindungen sowie organische Säuren nachweisen. Die Möglichkeit, selbst ein so kompliziertes Gebiet wie den Eiweißstoffwechsel mit markierten Atomen erarbeiten zu können, verspricht, unsere noch lückenhaften Kenntnisse über die Reaktionen der Eiweißkörper sowie über die Entstehung, den Abbau und die gegenseitige Umwandlung der Aminosäuren zu vertiefen.

Bodendüngung

Die Kenntnis der Stoffwechselforgänge in der Pflanze ist auch eine wichtige Voraussetzung für sinnvolle Anwendung der Mineraldünger, die noch eine wesentliche Steigerung der Erträge erwarten läßt.

Unter Verwendung von radioaktivem Phosphor (^{32}P) konnte gezeigt werden, daß bei der z. Z. üblichen Düngerausbringung in Abhängigkeit von Witterung, Boden- und Pflanzenart ein großer Teil des Düngers von der Pflanze nicht aufgenommen wird und damit für die Stoffbildung der Pflanze nicht zur Verfügung steht. Der Nachweis über die Herkunft des Düngers — ob aus der Phosphorreserve des Bodens oder aus dem zugeführten Dünger — ist allein mit dieser Methode des Einsatzes von radioaktiv markierten Verbindungen möglich.

Im Rahmen der hier anstehenden Probleme beanspruchen folgende Fragen besonderes Interesse: In welcher Form und Höhe, zu welchem Zeitpunkt und wie — über den Boden oder über das Blatt — soll der Dünger gegeben werden? Wann beginnt und wie verläuft die Düngerwirkung in der Pflanze? Gibt es Unterschiede zwischen den Arten und Sorten in der Düngerverwertung, ähnlich wie wir sie von den Nährstoffen beim tierischen Organismus kennen?

Auf alle diese Fragen hat die Isotopentechnik dank ihrer Empfindlichkeit und der Möglichkeit, Atome ein und desselben Elements voneinander zu unterscheiden, eine Antwort geben können.

Die bereits erzielten Ergebnisse zeigen, daß man in Zukunft dem Bedürfnis der Pflanzenart entsprechend düngen kann. Das führt sicher zur Einsparung und besseren Nutzung des Düngers, möglicherweise auch zu Ertragssteigerungen.

Blattdüngung

Im Rahmen dieser Versuche wurde der Pflanze der Dünger nicht nur über den Boden, sondern auch über das Blatt zugeführt. Hier liegen gute Ergebnisse bei Gemüse, besonders aus den USA und Rußland, vor. Die Wirksamkeit der Blattdüngung ist in Abhängigkeit von Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Taubildung, Tageszeit usw. untersucht worden.

Solange aktives Wachstum bei den Pflanzen vorliegt, werden die Stoffe aufgenommen und von der Eintrittsstelle an der Blattoberfläche z. T. in basipetaler und acropetaler Richtung (Natrium und



Bild 2: Durch Pfropfung verbundene Tomatenpflanzen; ^{32}P , einer der Pflanzen durch die Wurzeln angeboten, bewegt sich zwischen den beiden Pflanzen hin und her, während ^{45}Ca nicht über die Pfropfstelle zu der anderen Pflanze hinüberwandern kann (nach TURKEY).

Kalium) oder nur mit dem Transpirationsstrom (Kalzium und Strontium) geleitet. Die Aufnahme der Nährstoffe erfolgt vollständig in wenigen Stunden oder Tagen. Die Geschwindigkeit des Eindringens hängt vom Alter der Blätter ab; bei jüngeren ist sie schneller als bei älteren. Es konnte nachgewiesen werden, daß die Nährstoffaufnahme des Phosphors durch die Blätter schneller abläuft als durch die Wurzel. Phosphor und Kalium gelangen leicht in den Pflanzenkreislauf; die Erdalkalien (Kalzium, Strontium, Barium) werden zwar schnell von den Blättern aufgenommen, aber offenbar nur langsam transportiert (Bild 2).

Die Bedeutung der Blattdüngung liegt darin, daß den Pflanzen durch die Blätter Nährstoff noch zu einem Zeitpunkt zugeführt werden können, zu dem die Wurzeltätigkeit bereits stark herabgesetzt ist. Anwendung findet diese Düngungsart bereits bei der Deckung des Stickstoffhaushalts der Pflanze. Stickstoff in Form von Harnstoff kann als Spätgabe verabreicht werden. Auch hierin besteht eine Möglichkeit, die Leistung der Pflanze zu steigern.

Für die Untersuchungen über den Stickstoffhaushalt stehen zwar noch keine geeigneten radioaktiven Stickstoffisotope zur Verfügung. Jedoch besteht das natürlich vorkommende Element — wie die meisten chemischen Elemente — aus mehreren stabilen Isotopen, die sich durch geeignete Verfahren voneinander trennen und auf Grund ihrer unterschiedlichen Massen — in einem sogenannten Massenspektrometer — mit der gleichen Empfindlichkeit wie die Radioisotope nachweisen lassen. Hierdurch ist es möglich, auch den Stickstoff in Stickstoffverbindungen zu markieren und somit dieses Atom von anderen Stickstoffatomen zu unterscheiden.

Neben den Düngemitteln hat man auch Spurenelemente, die die Pflanze ebenso wie die Nährstoffe benötigt, um ihre Leistung voll entfalten zu können, über die Blätter zugeführt. Das ist bei den schon lange in Kultur befindlichen Böden u. U. für die Zukunft von besonderer Bedeutung.

Auch die Bewegung des Wassers im Boden, dem gleichzeitig der Transport der für die Pflanzen notwendigen Nährstoffe obliegt, kann mit Hilfe markierter Substanzen (D_2O bzw. T_2O) verfolgt werden.

Vorratshaltung

Auf dem Gebiet der Vorratshaltung ist die Wirkung der von Radioisotopen ausgehenden Strahlung mit Erfolg benutzt worden. Durch Bestrahlung von Kartoffeln und Zwiebeln kann das Auskeimen verzögert oder verhindert werden (Bild 3). Die Keimhemmung bestrahlter Kartoffeln war bei unseren Versuchen nachhaltiger als eine vergleichsweise Behandlung mit Chemikalien, Temperatur u. a.

Es ist selbstverständlich, daß im Rahmen dieser Untersuchungen Prüfungen über eventuelle schädliche Folgen für derartig behandelte Nahrungsgüter vorgenommen werden müssen. Stoffwechselphysiologische Versuche haben bisher nichts Nachteiliges über Veränderungen der Inhaltsstoffe gezeigt.

Dieser Art der Anwendung von Strahlen sagt man in den USA eine große Zukunft voraus.

Konservierung

Hinsichtlich der Konservierung von Lebensmitteln haben die bisherigen Untersuchungen die anfänglichen Erwartungen nicht ganz erfüllt. Veränderungen im Geschmack, im Geruch und in der Farbe sind Begleiterscheinungen, die der Anwendung der Strahlen noch entgegenstehen. In einigen Fällen wurden bessere Resultate durch Kombination von Bestrahlung mit anderen Konservierungsmethoden erzielt.

Radioisotope in der Züchtungsforschung

Eine der wirksamsten Methoden, das Leistungspotential unserer Kulturpflanzen zu erhöhen, ist die Schaffung neuer Sorten durch planmäßige Züchtung. Es ist hier nicht annähernd möglich, die Züchtung und ihre Aufgaben zu schildern sowie ihre bisherigen Erfolge zu würdigen. Deshalb seien nur einige Hinweise gestattet.

Bei ihrer Arbeit bedient sich die Züchtung u. a. der Selektions-, Kombinations- und Mutationszüchtung, um Pflanzen mit erwünschten Eigenschaften



Kontrolle 1000 r 8000 r

Bild 3: Beeinflussung der Keimentwicklung durch Gammastrahlen radioaktiven Kobaltes (^{60}Co).

zu erhalten. Auch in der Natur kennen wir zahllose solcher — auch ohne Eingriff des Menschen — entstandener Veränderungen.

Mutationen lassen sich auch durch physikalische und chemische Methoden nach Samen- oder Pflanzenbehandlung induzieren. Schon vor einigen Jahrzehnten hat man in Schweden, Deutschland und in den USA durch Röntgenstrahlen Mutationen erzielen können. Heute stehen uns in den Reaktoren, Teilchenbeschleunigern und Kobaltquellen weitere Möglichkeiten der Beeinflussung der Erbanlagen zur Verfügung.

Durch ihre Anwendung konnte in vielen Ländern bei Getreide, Baumwolle, Zuckerrüben, Futterpflanzen und Gemüse eine Verbesserung äußerer und innerer Wertmerkmale erreicht werden.

Bei Pflanzen, die im wesentlichen vegetativ vermehrt werden, wurden ebenfalls gute Ergebnisse nach Bestrahlung der Stecklinge erzielt.

Für die Bestrahlung während der Vegetationszeit wurden sogenannte Gammfelder eingerichtet, in deren Zentrum sich die Quelle befindet. Die zu bestrahlenden Pflanzen werden um die Quelle herum aufgestellt oder angebaut. Neutronenstrahlen haben sich vor allem bei Bestrahlung von Samen als besonders wirksam erwiesen (Bild 4).

Die Auslösung von Mutationen durch Strahlen radioaktiver Stoffe ist eine wesentliche Bereicherung der bisherigen chemischen Methoden.

Ogleich der Weg bis zu einer gezielten Mutation noch weit ist, tragen die Untersuchungen mit Strahlen dazu bei, Einblick in die Vorgänge der Mutationsauslösung zu gewinnen.

Die Bestrebungen der modernen Züchtung lassen sich dahingehend zusammenfassen, daß man heute außer an die Verbesserung des Ertrages, der Qualität, der Resistenz auch an die Schaffung von Sorten denkt, die den Erfordernissen einer modernen Landwirtschaft entsprechen, wie sie etwa durch starke Mechanisierung, intensive Düngung, Bewässerung und andere Faktoren bedingt sind.

Unkraut- und Schädlingsbekämpfung

Wie eingangs schon hervorgehoben, gehört zu der Steigerung des Ertrages auch die Verbesserung der Lebensbedingungen der Pflanzen. In diesem Zusammenhang wies STAKMAN vor zwei Jahren auf dem Phytopathologen-Kongreß in Hamburg auf die Bedeutung der Unkraut- und Schädlingsbekämpfung in der Landwirtschaft hin.

Zur Bekämpfung des Unkrautes haben sich seit einer Reihe von Jahren Wuchsstoffe nicht nur bewährt, sie sind für diesen Zweck in der Landwirtschaft unentbehrlich geworden. Durch diese „Wachstumsregulatoren“, die auch synthetisch hergestellt werden können, sind wir in die Lage versetzt, die Entwicklung der Pflanze fördernd oder hemmend zu beeinflussen. Am wichtigsten ist z. Z. die Möglichkeit, mit Hilfe sogenannter selektiver Herbizide Unkräuter in Kulturpflanzenbeständen zu vernichten, ohne die Kulturpflanzen selbst zu schädigen. Durch die Ausschaltung der Unkrautkonkurrenz erreicht man — auf indirektem Wege — erhebliche Ertragssteigerungen.

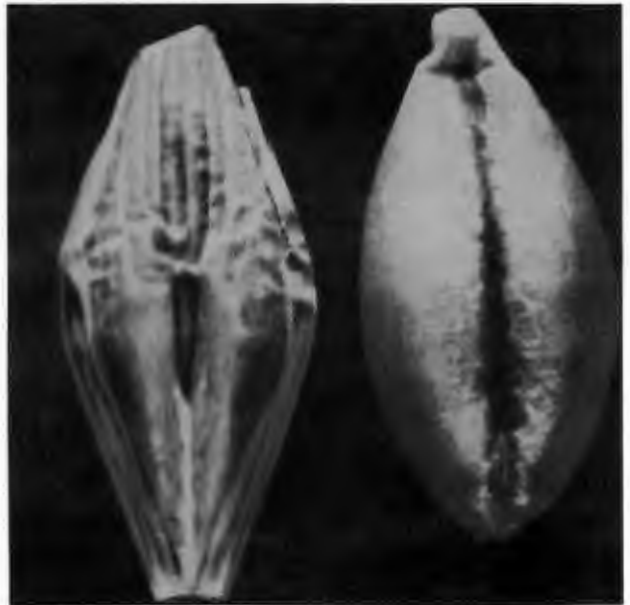


Bild 4: Strahleninduzierte Mutation bei Gerste. Links: unbehandeltes Korn der Sorte *Haisa* mit Spelzen, rechts: durch Bestrahlung entstandene nacktkörnige Form (nach SCHOLZ, 1959).

Bereits vor fünf Jahren wurden jährlich etwa 30 Mill. kg des synthetischen Wuchsstoffes 2,4-D in den USA produziert, die auf 50 Mill. acres zur Anwendung kamen. Durch die Vernichtung von Unkräutern sollen in den nordamerikanischen Getreideanbaugebieten Mehrerträge in der Größenordnung von 1 Mill. t erzielt worden sein. Dieser Hinweis möge zeigen, welche außerordentliche Bedeutung diesen Wirkstoffen als selektive Unkrautvernichtungsmittel beizumessen ist.

Mit besonderem Interesse verfolgt man den Einfluß der vor wenigen Jahren bekannt gewordenen Gibberelline auf entwicklungsphysiologische Vorgänge der Pflanzen. Starke Verdünnungen dieses Wirkstoffes verursachen u. a. bei vielen Pflanzen eine Förderung des Wachstums, eine Überwindung der Ruheperiode bei Samen und eine Beschleunigung der Keimung (Bild 5). Zweijährige Pflanzen können mit Hilfe dieses Stoffes im ersten Jahr zum Blühen gebracht werden. Besonders bedeutungsvoll ist die Reaktion bestimmter Zwergformen. Ihre anomale Wuchsform beruht auf der Veränderung eines einzigen Erbfaktors. Man vermutet, daß die Zwergpflanzen durch diese genetische Veränderung die Fähigkeit verloren haben, den für die Normalentwicklung notwendigen Wirkstoff zu erzeugen, und daß es sich bei diesem um Gibberelline handelt. Da man neuerdings genuine Gibberelline in höheren Pflanzen gefunden hat, gewinnt diese Annahme an Wahrscheinlichkeit. Somit wäre Gibberellin ein Pflanzenhormon von ähnlicher Bedeutung wie das Auxin. Aus dem Synergismus dieser Wirkstoffe ließen sich Rückschlüsse auf die normale pflanzliche Entwicklung ziehen.

Bei dieser Sachlage bedarf es keines besonderen Hinweises, daß seit langem daran gearbeitet wird, den Wirkungsmechanismus der Wuchsstoffe und die Beziehungen zwischen Wuchs- und Hemmstoffen in der Pflanze kennenzulernen. Die Markierung dieser Stoffe mit Radioisotopen hat hier schon wertvolle Erkenntnisse über das Eindringen, die Wanderung und Wirkung dieser Substanzen in der Pflanze vermitteln können. Die Ergebnisse aus diesen Untersuchungen werden sich auch bei der Entwicklung neuer Wirkstoffe für die Landwirtschaft als nützlich erweisen.

Nicht nur durch Unkraut, sondern auch durch Pilzkrankheiten und Insekten wird uns Jahr für Jahr ein großer Teil unserer Feldfrüchte entzogen. Wir haben gelernt, daß eine Reihe von Pilzkrankheiten durch Beizung des Getreides zu bekämpfen sind. Durch Resistenzzüchtung will man andererseits erreichen, einen Befall zu verhindern. Im Kampf gegen diese Pilzschädlinge leisten radioaktive Verbindungen wertvolle Hilfe. Es sind Untersuchungen über die Sporenbildung, über die Aufnahme, die Wirkung und Brauchbarkeit von Fungiziden durchgeführt worden.

Eine wichtige Aufgabe des Pflanzenschutzes ist auch die Bekämpfung von Insekten als Überträger von Krankheiten. Es sind zahlreiche Insektizide entwickelt worden, die ihre Brauchbarkeit erwiesen haben. Ihre Anwendung wirft jedoch gleichzeitig erhebliche biologische und praktische Probleme auf. Die Erscheinung der Resistenz gegen bestimmte Insektizide ist auch bei einigen Insekten bekannt. So überführen die gegen DDT resistenten Fliegen das DDT z. T. in eine nichttoxische Form.

Dies war der Anlaß zu mannigfaltigen Untersuchungen über die Wirkungsweise dieser Gifte. Hierbei haben sich radioaktive Isotope als nützliche Helfer gezeigt. Die Anwendung von Verbindungen, die mit radioaktiven Isotopen des Kohlenstoffs, Phosphors oder Schwefels markiert waren, führten bereits zu praktisch nutzbaren Ergebnissen.

Wirkungsgrad bei der Ausnutzung der Sonnenenergie durch die Pflanzen

Trotz der hohen Ertragsleistung vieler unserer Kulturpflanzen — wie z. B. bei Mais — vermögen sie nur einen winzigen Bruchteil des einfallenden Sonnenlichtes für die Photosynthese auszunützen und als chemische Energie in den Assimilationsprodukten Zucker, Stärke, Fett und Eiweiß zu speichern. Der erzielte Wirkungsgrad liegt bei den meisten unserer Kulturpflanzen bei 1 %, bei Zuckerrübe und Zuckerrohr sowie bei Mais bei 2 % während der Vegetationsperiode. Das bedeutet, daß von der jährlich auf 1 ha einfallenden Lichtenergie der Sonne nur 1 % in der gebildeten organischen Substanz gebunden wird.

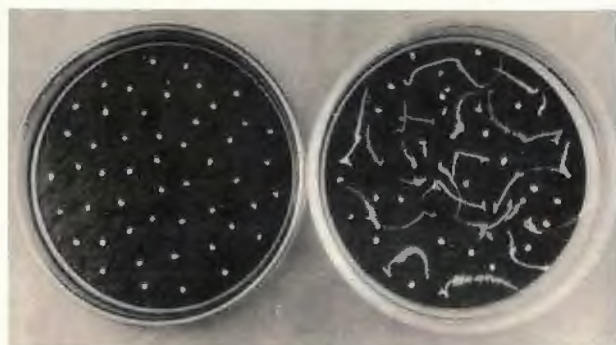


Bild 5: Keimförderung bei Kartoffelsamen durch Gibberellin. Links: Samen auf wasserdurchtränktem Filtrierpapier; rechts: Samen auf mit 0,1prozentiger Gibberellinlösung getränktem Filtrierpapier.

Der Wirkungsgrad unserer Kulturpflanzen ist aber nicht nur gering, er weist auch recht unterschiedliche Größen auf.

Nach GUMMERT ist der Ertrag von

| | |
|----------------------------|---------------------------------------|
| Zuckerrüben | 3500 Kcal je m ² und Jahr, |
| Kartoffeln | 1250 Kcal je m ² und Jahr, |
| Getreide und Ölfrüchten | 750 Kcal je m ² und Jahr. |

In Laboratorien kann eine wesentlich höhere Ausbeute, und zwar bis zu 20 % und mehr erreicht werden.

Algennahrung

Die bisher höchste Effizienz der Lichtausnutzung konnte bei Kulturen der einzelligen grünen Alge *Chlorella* nachgewiesen werden, bei der HARDER es bei seinen Versuchen zu einer Entwicklungsdichte bis zu 500 Mill. Zellen je cm³ gebracht hat. Diese Algen lassen sich leicht in Nährlösungen, die nur einige anorganische Salze enthalten, kultivieren. Mit dieser Aufgabe beschäftigen sich seit Jahren Forscher vieler Länder.

Bei ihrer Massenkultur in der Kohlenstoffbiologischen Forschungsstation in Essen-Bredeney konnte bei gutem Licht und täglichen Ernten eine Ausbeute von 30 000 Kcal je m² und Jahr erreicht werden. Nach Voraussagen von HARDER lassen sich unter optimalen Wachstumsbedingungen bis 144 000 Kcal je m² und Jahr gewinnen.

Wenn die Hälfte des täglichen Eiweißbedarfes pro Kopf der Bevölkerung (67 g) durch Algen gedeckt würde, dann wäre für die Weltbevölkerung eine Algenkultur von 3500 km² (= 1/20 der Fläche von Bayern) erforderlich.

Der Nahrungswert der Algen ist hoch. Außer Kohlenhydraten besteht das Trockengewicht bis 50 und mehr Prozent aus Eiweiß und Fett. Dieses Eiweiß hat einen hohen biologischen Wert. Es enthält die zehn Aminosäuren, die für die menschliche Ernährung wichtig sind. Je nach den Kulturbedingungen hat man es in der Hand, viel Eiweiß oder viel Fett zu ernten. Die Algen enthalten auch Vitamine und wahrscheinlich wichtige Antibiotika.

In Mitteilungen aus den USA liest man über Algenkulturversuche in atomkraftbetriebenen U-Booten. Hierbei sollen die Algen nicht nur der Mannschaft zur Ernährung dienen, sondern das von der Mannschaft ausgeatmete, gesundheitsschädliche Kohlendioxyd wird von den Algen bei der Assimilation abgegebene Sauerstoff dient der Mannschaft zur Atmung. Mit Hilfe eines solchen Stoffkreislaufes könnte ein Atom-U-Boot jahrelang unter Wasser fahren, falls man mit der Algennahrung zufrieden ist.

Wenn auch die Übertragung der Erfahrungen des Laboratoriums auf industrielle Nutzung noch gewisse Schwierigkeiten bereitet, so ist die Algenzüchtung ein denkbarer Weg für die Nahrungsbeschaffung in der Zukunft.

Zusammenfassung

Im ersten Teil der Ausführungen wurde der Nachweis geführt, daß die Menschheit nicht zu hungern braucht, wenn die von der Wissenschaft gewonnenen Erkenntnisse richtig angewendet werden. Der zweite Abschnitt sollte zeigen, daß durch die Vertiefung der Forschung an der Pflanze die Grundlage für die Ernährung auch der kommenden Generationen geschaffen wird.

Wir wollen deshalb bei unserer Arbeit weiter bestrebt sein, die Gesetze, die den Lebenserscheinungen der Pflanze zugrunde liegen, zu erkennen, um daraus Wege zur Steigerung der pflanzlichen Produktion ableiten zu können.

Je besser uns das gelingt, um so mehr werden wir in der Lage sein, der Menschheit heute und in der Zukunft die Sorge um die Nahrung zu nehmen. Wenn zur Förderung dieses Vorhabens von den Verantwortlichen alles getan wird, dann verwirklicht sich das GOETHE-Wort:

„Wer Wissenschaften fördert, darf sich sagen, daß er grenzenlose Folgen vorbereitet.“

Bei der Ausarbeitung des Vortrages wurde folgende Literatur benutzt:

AUDUS, L. J.: Plant Growth Substances. — London 1959.

BAADE, F.: Welternährungswirtschaft. — Hamburg 1956.

BONNER, J.: World Resources and World Development. — Med. Arts and Sciences 11 (1957) Nr. 3.

BORRIS, H.: Die Stoffproduktion der Pflanzen und die Möglichkeiten ihrer Steigerung. — Greifswalder Universitätsreden, N. F. Nr. 8 (1958).

CALVIN, M. and J. A. BASSHAM: The Photosynthetic Cycle. — Internat. Conf. on the Peaceful Uses of Atomic Energy. A/Conf.8/P/259, USA, June 28, 1955.

GUMMERT, F.: „De causis plantarum“, zur Geschichte einer wichtigen Formel. — Naturwiss. Rdsch. 6 (1953) H. 6, S. 245—248.

HARDER, R. u. H. v. WITSCH: Zunahme der Weltbevölkerung und Ernährung. — Naturwiss. Rdsch. 7 (1954) H. 6, S. 235—240.

HILL, R. and C. P. WHITTINGHAM: Photosynthesis. — London, New York 1955.

HOMAN, A. G. and R. R. TARRICE: Radioisotopes at Work for Agriculture. — USAEC Contract No. AT (04-3)—115, Project No. 11. Off. of Techn. Serv., Dep. of Commerce, Washington 25.

KILBINGER, A.: Kohlensäure — ein Lebensstoff. — München 1955.

LEINER, H. u. K. KAINDL: Isotope in der Landwirtschaft. — Hamburg, Berlin: 1960.

PANK, W.: Der Hunger in der Welt. — Herder-Bücherei Nr. 38. Freiburg o. J.

ROEMER, Th.: Wird die Lehre von Robert Malthus (1798 bis 1805) in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts doch noch Wirklichkeit? — Gedenkschr. zur Doppelverleihung des Justus-von-Liebig-Preises 1949—1950, S. 3—16.

RUSSELL, J.: World Population and World Food Supplies. — London 1954.

SEIFERT, M.: Die Bedeutung der Züchtung für die Ertragssteigerung im Kartoffelbau in den letzten fünf Jahrzehnten — ein Beitrag zur Methodik der Ermittlung des züchterischen Fortschrittes. — Züchter 27 (1957) H. 1, S. 1—22.

SINGLETON, W. R., C. F. KONZAK, S. SHAPIRO and A. H. SPARROW: The Contribution of Radiation Genetics to

Crop Improvement. — Intern. Conf. on the Peaceful Uses of Atomic Energy. A/Conf.8/P/110, USA, June 18, 1955.

STAKMAN, E. C.: Fortschritte und Probleme bei der Schaffung krankheitsresistenter Kulturpflanzen. — Umschau 57 (1957) H. 24, S. 737—740.

VAN DER VEEN, R. u. G. MEIJER: Licht und Pflanzen. — Eindhoven 1958.

WOERMANN, E.: Die Entwicklung der Landwirtschaft im Bundesgebiet seit 1945 und die derzeitigen Möglichkeiten und Ziele. — Arch. DLG 9 (1952) S. 91—111.

ZSCHEISCHLER, O. J.: Bericht über Landessortenversuche mit Körner-, Grünfütter- und Silomais in Bayern 1959 mit einer Zusammenfassung der Körnermaisversuche 1957—1959. — Eucarpia — Maize Meeting, Rom, 23.—26. 2. 1960.

The Future Growth of World Population. — ST/SOA/ Series A/28 Population Studies 28. U. N. Dep. of Econ. and Soc. Aff., New York 1958.

Handbuch der Landwirtschaft. 2. Aufl. — Berlin, Hamburg 1952/54.

Handbuch der Pflanzenphysiologie. — Berlin, Göttingen, Heidelberg 1955/60.

Handbuch der Pflanzenzüchtung. 2. Aufl. — Berlin, Hamburg 1958/59.

Man and Hunger. — World Food Problems, Nr. 2. Rome: FAO 1957.

Papers presented at the First Nordic Meeting on Food Preservation by Ionizing Radiations held at Risø, April 25—26, 1960. — Risø Rep. No. 16. Dan. Atomic Energy Commis. Risø, Roskilde, Denmark.

Edible Protein from Grass and Oilseeds. — Food Manuf. 34 (1959), S. 398—399.

Report of the European Meeting on the Use of Ionizing Radiations for Food Preservation held in Harwell, England, November 17—21, 1958. — Rom: FAO 1959.

The State of Food and Agriculture 1954, Review and Outlook. — Rome: FAO 1954.

Weltkongreß der landbauwissenschaftlichen Forschung Rom, 7.—9. 3. 1959. — Rom: FAO 1959.

World Population and Resources. A Report by PEP (Political and Economic Planning). — London 1955.

Wir geben in großer Trauer davon Kenntnis, daß unsere Mitarbeiter

Herr Hermann Warmbold

Herr Gerhard Elsner

und

Herr Johannes Kellner

verstorben sind.

Die Forschungsanstalt für Landwirtschaft, besonders die Hauptverwaltung und die Werkstätten haben bewährte Mitarbeiter verloren, die in den langen Jahren ihrer Zugehörigkeit zu uns ihre ganze Kraft für ihre Aufgaben eingesetzt haben.

Wir werden den Heimgegangenen stets ein ehren- des Andenken bewahren.