

HANS LINSER:

DAS BIOLOGISCHE LABORATORIUM LINZ, SEINE ARBEIT UND PROBLEME

Mit 2 Abbildungen im Text und 20 Bildtafeln

Im März des Jahres 1957 wurde am Stadtrand von Linz, im Ortsteil Haag der Gemeinde Leonding, das neuerbaute „Biologische Laboratorium“ der Österreichischen Stickstoffwerke AG. in Betrieb genommen. Arbeitsmäßig konnte bereits auf eine zehnjährige Tätigkeit zurückgeblückt werden. Das Institut hat sich 1947 bis 1957 durch seine wissenschaftlichen Forschungen und Veröffentlichungen weit über den oberösterreichischen Raum hinaus Anerkennung erworben. Als einzige Forschungsstelle dieser Art in Österreich hat es dazu beigetragen, die Geltung der österreichischen Wissenschaft und Industrie im Ausland zu erweitern und zu festigen. Die Schriftleitung ist dem Begründer und Leiter des Institutes für seinen zusammenfassenden Bericht über die Grundlinien der bisher geleisteten Arbeit zu Dank verpflichtet.

Auf Vorschlag des Verfassers dieses Berichtes beschlossen bereits gegen Ende des Jahres 1946 die beiden damaligen Direktoren der Österreichischen Stickstoffwerke Aktiengesellschaft, Linz, Direktor Viktor HUEBER und Direktor Dr. Max NAUMANN, die Errichtung eines zunächst mit kleinem Umfang geplanten „Biologischen Laboratoriums“. Die Einrichtung einer solchen Stelle erwies sich als notwendig, weil das Werk in seiner neuen Lage nicht mehr wie bisher nur als Lieferwerk ohne eigene Absatzorganisation arbeiten konnte, sondern sich in voller Selbständigkeit und sachlicher Selbstverantwortlichkeit in den Konkurrenzkampf des Weltmarktes einzuschalten gezwungen war.

Die Aufgaben, welche im Verlauf dieser Umstellung und nach deren Abschluß dem Biologischen Laboratorium gestellt waren, lassen sich kurz etwa wie folgt zusammenfassen:

1. Genaues Studium der Einsatzmöglichkeiten und Anwendungseigenschaften bereits bekannter und neu zu prüfender chemischer Produkte in der Landwirtschaft und Beurteilung von deren praktischer Eignung und vermutlicher Einführung in der Praxis sowie Schaffung der allgemeinen Beratungsunterlagen für deren Einsatz.

2. Entwicklung und Anpassung bestehender Produkte an die in der Welt allgemein erzielten Fortschritte sowie Entwicklung neuer Anwendungsgebiete oder -formen und neuer Präparate, auch für neue Zwecke als „chemische Werkzeuge“ für die Landwirtschaft.

3. Allgemeine wissenschaftliche Forschungsarbeit auf den das Werk interessierenden Anwendungsgebieten, um neue Entwicklungen auf diesen Sektoren rechtzeitig erkennen und in ihrer Brauchbarkeit beurteilen zu können und an dem allgemeinen wissenschaftlichen Fortschritt mitzuarbeiten, wobei die Zuverlässigkeit der Arbeit dadurch unter Beweis zu stellen war, daß ein großer Teil der Arbeit durch Publikation in führenden wissenschaftlichen Archivzeitschriften und Fachblättern der allgemeinen Fachkritik zugänglich gemacht wurde.

Die Beschäftigung mit diesem hier nur grob umrissenen Arbeitsgebiet verlangt ein tiefes Eindringen in die wissenschaftlichen Grundlagen der biologischen Wissenszweige, welche von landwirtschaftlichen (und gartenbaulichen, aber auch forst- und almwirtschaftlichen) Interessen berührt werden, und eine Vertrautheit mit den diese Gebiete beherrschenden, vielfältigen Arbeitsmethoden, um sie bei der ebenso vielfältigen und notwendig werdenden experimentellen Forschungs-, Untersuchungs-, Testungs- und Prüfungsarbeit jederzeit sachgemäß einsetzen zu können.

Die Voraussetzungen für experimentelle Arbeit auf biologisch-landwirtschaftlichem Gebiet waren 1947, als mit dem Aufbau des Biologischen Laboratoriums begonnen wurde, im Werk nicht gegeben. Angesichts der allgemeinen Mangelsituation der ersten Nachkriegsjahre war es außerordentlich schwer, diese Voraussetzungen zu schaffen. In dem einzigen Arbeitsraum einer nach Bombenzerstörung notdürftig wieder instand gesetzten Gärtnerei, in welchem sich sämtliche Geräte, welche für die gärtnerische Gestaltung des Werksgebietes notwendig waren, befanden, wurde mit den ersten experimentellen Arbeiten begonnen. Im Herbst des gleichen Jahres erfolgte der Erdaushub für einen Neubau, welcher einige Laboratoriumsräume enthielt und im Spätherbst 1948 endgültig in Betrieb genommen werden konnte. Der Personalstand betrug zu diesem Zeitpunkt bereits zehn Personen.

Zu Beginn des Jahres 1949 konnte eine kleine Gefäßversuchsstation errichtet und ein Glashaus für Versuche eingerichtet werden. Um eine Möglichkeit zur Durchführung von Par-

zellenversuchen zu gewinnen, wurde 1950 im Rahmen des Stadtgutes in Steyr, welches das Werk erworben hatte, eine landwirtschaftliche Versuchsstation eingerichtet, welche dem Biologischen Laboratorium zugehört und jährlich auf je 4000 bis 5000 Parzellen mit je 25 Quadratmeter Düngungs- und andere Versuche unter Freiland-Feldbedingungen durchzuführen gestattet. Im Gegensatz zu ähnlichen Versuchsstationen von Industriewerken anderer Länder wurde hierzu nicht eine eigene Fläche abgegrenzt, sondern so vorgegangen, daß die Versuchsflächen mit der Fruchtfolge des Gutsbetriebes auf dessen Gesamtflächen (von 115 Hektar) rotieren. Hierdurch kommen alle neu angelegten Versuche (mit Ausnahme einiger weniger langjähriger Versuche) stets auf neue, vorher mehrere Jahre gleichmäßig bebaut gewesene Flächen zu stehen.

1951 konnte für die Versuchsstation ein bescheidenes Gebäude errichtet werden, welches auch die Unterbringung der für die Bearbeitung der zahlreichen Parzellen notwendigen Geräte ermöglichte. Ende 1951, nach fünfjähriger Arbeit, betrug der Personalstand bereits elf Angestellte und 25 Arbeiter. Anfang 1952 konnte auch ein Geiger-Müller-Zählgerät angeschafft werden; bereits 1948 waren Versuche über die Einwirkung radioaktiver Strahlung auf wachsende Pflanzen unternommen worden, wobei eine engere Zusammenarbeit mit Dr. Karl KAINDL (heute Universitätsdozent) entstand, die zur Errichtung einer eigenen *I s o t o p e n a b t e i l u n g* des Biologischen Laboratoriums führte. Auch mit dem Mikroskopischen Laboratorium E. SCHILD (Wien) wurde eine Zusammenarbeit begonnen, welche nach dessen Übersiedlung nach Linz (Mikrobiologische Station der Stadtgemeinde Linz) noch intensiviert wurde.

Als am 10. Juli 1954 das überraschende Hochwasser der Donau die tiefer gelegenen Teile des Werkes überschwemmte, mußte das Biologische Laboratorium im Werk binnen weniger Stunden notdürftig geräumt werden. Sein Gebäude versank bis zum Dachfirst im Wasser, wobei unvermeidbar zahlreiche langwierig vorbereitete und mühevoll gefäßversuche vernichtet wurden. Durch rastlose Einsatzbereitschaft aller Betriebsangehörigen gelang es bereits im August, das Laboratorium wieder arbeitsfähig zu machen. Das Gebäude aber war stark beschädigt, und da es räumlich längst überfüllt und überbeansprucht war, wurde mit der Planung für einen Neubau begonnen. Zunächst war es außerordentlich schwierig, einen geeigneten Bauplatz zu finden, denn das neue Laboratorium sollte nicht mehr in unmittel-

auch in Österreich der Humuszustand unserer Böden im allgemeinen befriedigend ist und nicht jene katastrophalen Folgen einer rücksichtslosen Bodenausbeutung durch wiederholt gleiche Monokulturen vorliegen, wie in zahlreichen außereuropäischen Ländern, wo auf großen Flächen die Humusdecken zerstört wurden und Erosionserscheinungen stärksten Ausmaßes Stück für Stück des Ackerlandes unbrauchbar machen und vernichten, so muß doch auch bei uns Vorsorge getroffen werden, daß der Humuszustand unserer Böden in Ordnung erhalten bleibt. Vor allem im intensiven Gartenbau, aber auch im Weinbau spielt die Frage der Humusdüngung eine praktische Rolle, weil diesen Betrieben kein Stallmist aus eigener Produktion zur Verfügung steht und die notwendigen Mengen nicht immer leicht beschafft werden können. Es war daher wünschenswert, ein Humusdüngemittel zu schaffen, das den Anforderungen dieser Betriebe entsprach und die nötigen Eigenschaften besaß, um die betreffenden Böden vor Strukturverfall zu schützen.

Als Ausgangsmaterial stand Torf aus dem Torfabbaugebiet Lamprechtshausen zur Verfügung. Da infolge seines hohen Säuregehaltes Torf im Boden nur sehr schwer zersetzbar ist, vermag er den Boden durch seine faserartige Konsistenz zwar aufzulockern, doch werden durch Niederschläge die Zwischenräume zwischen den Fasern bald wieder mit feinen Bodenpartikelchen zugeschwemmt, so daß der Lockerungserfolg wieder zunichte gemacht wird. Eine lockere Bodenstruktur ist aber Voraussetzung für ein gesundes Pflanzenwachstum, da die Wurzeln im Boden einen porösen, durchlüfteten Lebensraum fordern, in dem sie sich ausbreiten und den für ihre Atmung erforderlichen Gasstoffwechsel vollziehen können. Eine geeignete Bodenstruktur wird in der Natur dadurch hergestellt, daß die feinsten mineralischen Bodenteilchen durch organische Stoffe untereinander verklebt werden, so daß größere Partikelchen entstehen, die ihrerseits von Bodenpilzen und anderen Mikrolebewesen untereinander — auf dem Wege einer „Mikrolebensverbauung“ — verkettet und verfestigt werden. Beides kann vorteilhaft nur so erfolgen, daß dem Boden geeignete organische Stoffe so zugeführt werden, daß erstens durch sie unmittelbar eine Verkittung kleinster Bodenteilchen erfolgt und zweitens organische Substanz als Nährmaterial für die heterotroph lebenden Bodenmikrolebewesen geboten wird. Es konnte nun festgestellt werden, daß die Löslichmachung der Huminsäuren und eines Teiles der übrigen organischen Stoffe

des Torfs zu einem Produkt führt, welches im Boden verteilt die organische Substanz in Lösung an die einzelnen Bodenteilchen heranbringt und sie so verkittet, daß eine Strukturverbesserung entsteht. (Österreichisches Patent Nr. 168252 Kl. 16 vom 10. Mai 1951). Die Herstellung eines solchen „humonisierten“ Torfs (1), welcher die Huminsäure in Form von Ammonhumat enthält, wurde durch ein in Zusammenarbeit mit anderen Werksstellen entwickeltes Verfahren aufgenommen und unter dem Namen „Humon“ (enthält drei Prozent N), später „Vollhumon“ (enthält drei Prozent N, zwei Prozent P_2O_5 , vier Prozent K_2O und Spurenelemente) als bodenverbesserndes Düngemittel in den Handel gebracht (Österreichisches Patent Nr. 183092 Kl. 16,5 vom 10. September 1955).

Zur Bestimmung der mit diesem Produkt erreichbaren Strukturverbesserung wurde zuerst eine besondere, auf dem Zerfall von Erdkugeln in Wasser basierende Methode ausgearbeitet (1), die später vielfach verbessert, durch eine Sedimentationsmethode zur Charakterisierung der mikroskopischen Struktur von Böden ergänzt (2), schließlich aber durch eine andere, neu ausgearbeitete Methode ersetzt wurde, welche die Verbesserung der Wasserkapazität des Bodens zur Grundlage hat und an kleinsten Bodenmengen, auch an Proben aus Gefäßversuchen oder an Bodenfraktionen vorgenommen werden kann (82, 109). Es zeigte sich, daß durch Einbringung von Ammonhumat in den strukturlosen Boden dessen niedrige Wasserkapazität wesentlich erhöht werden kann (83) und daß die Bestimmung der Wasserkapazität ein guter Maßstab nicht nur für den Gehalt der Probe an strukturbildender organischer Substanz, sondern auch für den Strukturzustand der Probe bzw. des Bodens selbst ist.

Selbstverständlich wurden „Humon“ wie auch „Vollhumon“ nicht nur im Hinblick auf ihre strukturverbessernde Wirkung, sondern auch auf die Ausnützbarkeit der darin enthaltenen Pflanzennährstoffe bzw. auf ihre Ertragswirkung im Gefäß-, Parzellen- und Feldversuch bei verschiedenen Kulturen geprüft (25), wobei auch die allgemeine Frage nach der Notwendigkeit und der Rentabilität der Humusdüngung einer Untersuchung unterzogen wurde. Um hierfür brauchbare, vergleichende Unterlagen für mehrere verschiedene Arten der Humusdüngung zu schaffen, wurde 1956 auf dem neuen Versuchsgelände des Biologischen Laboratoriums ein sogenannter „Fünffachgarten“ angelegt: fünf einander vollkommen gleiche, aber verschiedenartig mit Humusdüngemitteln bzw. Mineraldüngern ver-

sorgte Siedlergärten wurden angelegt und der Aufwand sowie die Erträge jedes einzelnen Gartens für sich rentabilitätsmäßig laufend verfolgt. Es ist nämlich so, daß man einem Boden ziemlich lange Zeit hohe Erträge abfordern kann, ohne daß der dabei auftretende Strukturverlust als ertragsmindernder Faktor bemerkt wird. Während dieser Zeit ist selbstverständlich die Rentabilität einer Düngung, welche keine Kosten für die Erhaltung des Strukturzustandes des Bodens aufwendet, günstiger. Der erwähnte, langjährig geplante Versuch soll nun zeigen, von welchem Zeitpunkt an sich eine Rentabilität der vorsorglichen Strukturverbesserung erweisen läßt. Eines hat der vorliegende Versuch bereits bisher schon eindeutig zeigen können, nämlich daß die Handelshumusdüngemittel auf Basis „Humon“ in ihrer Wirkung und Rentabilität ähnlichen anderen Düngemitteln überlegen sind.

b) Mineraldüngung

Die Versorgung der wachsenden Pflanze mit mineralischen Nährstoffen ist eine der wesentlichen Grundlagen der Pflanzenproduktion bzw. der landwirtschaftlichen Ertragsbildung. Nicht nur die Höhe des Ertrages, sondern auch die Qualität des erzeugten Produktes im Hinblick auf seine Verarbeitung und Ernährungseigenschaften ist von der Ernährung der den Ertrag liefernden Kulturpflanze abhängig. Mit dem für das Produkt gebotenen Preis zusammen bestimmen sie über die Rentabilität einer zu einem bestimmten Preis einsetzbaren Düngungsmaßnahme, die dazu führen soll, einen möglichst hohen Ertrag von möglichst hoher Qualität bei größtmöglicher Rentabilität zu erzeugen.

Diese relativ einfach formulierbare Forderung betrifft den physiologisch außerordentlich komplizierten Vorgang der pflanzlichen Ertragsbildung, der sich aus einer kaum übersehbaren Fülle von Einzelvorgängen aufbaut und so vielfältig beeinflussbar ist, daß intensivstes Grundlagenstudium aufgewendet werden muß, um den Wechselwirkungen der einzelnen bestimmenden Wachstumsfaktoren untereinander einigermaßen auf die Spur zu kommen.

Die für die Praxis wichtigste Frage besteht darin, welche Mengen welcher Nährstoffe den bestimmten Kulturpflanzen zu welchem Zeitpunkt geboten werden müssen, damit maximale Erträge mit optimalen Qualitäten entstehen. Es sind dies die Fragen nach den opti-

malen Nährstoffverhältnissen (N:P:K:Ca usw.) und den zu bestimmten (günstigsten) Zeitpunkten zu verabreichenden Mengen.

Für die Zusammenhänge zwischen verabreichten Nährstoffmengen und dem erzielbaren Ertrag (in quantitativer Hinsicht) war von E. A. MITSCHERLICH das sogenannte Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren empirisch aus Tausenden von Feldversuchen gefunden worden, welches er zusammen mit B. BAULE durch eine mathematische Gleichung abbildete. Über die physiologische Bedeutung der in dieser Gleichung vorkommenden Konstanten war nichts bekannt, auch wurde die Konstanz des sogenannten Wirkungsfaktors (der für jeden Nährstoff eine charakteristische Größe darstellen sollte) vielfach bestritten. Wir versuchten daher, ausgehend von den gegenwärtigen Hypothesen, welche wir für die Vorgänge aufstellen, die sich bei der sogenannten Selbstreduplikation des lebenden Systems (also beim Substanzzuwachs von Zellen) abspielen, eine physiologische Deutung für das Mitscherlichsche Wirkungsgesetz zu erhalten. Wir gingen dabei von einer biochemischen Modellvorstellung für die Selbstreduplikation aus, die wir nach Beseitigung einer räumlich-strukturellen Schwierigkeit (76) in mathematische Form brachten und fanden, daß aus dieser Modellvorstellung das Mitscherlichsche Wirkungsgesetz logisch ableitbar ist (15, 16), das heißt, daß es eine notwendige Folge der Art und Weise darstellt, wie die lebende Zelle ihre eigene Substanz während des Wachstums aufbaut. Wir erhielten damit auch eine physiologische Deutung der „Konstanten“ in der mathematischen Formel dieses Gesetzes und die Möglichkeit, aus den experimentell feststellbaren Zahlen der Wirkungswerte auf die von der Pflanze für ihre optimale Entwicklung erforderlichen mengenmäßigen Verhältnisse der einzelnen Nährstoffe zueinander zurückzuschließen. Eine aus den gleichen Überlegungen geführte Abschätzung der Wirkungssphären der von Bausteinen auszufüllenden „Lücken“ bei der Selbstreduplikation zeigte, daß diese mit den experimentell feststellbaren Größen übereinstimmten, eine Bestätigung der Richtigkeit unserer Überlegungen (15, 16). Es deutete sich bei diesen Arbeiten auch die (wenigstens theoretische) Möglichkeit an, die ideale Elementar-Zusammensetzung des lebenden Systems der Pflanzen (das analytisch nicht von seinen Begleitstoffen trennbar ist) zu errechnen.

Während sich Phosphorsäure und Kali dem Mitscherlichschen Wirkungsgesetz in seiner vereinfachten Form annähernd fügen, muß

man für das Verhalten des Stickstoffes zusätzliche Annahmen machen: Man muß in die Formel einen sogenannten Schädigungsfaktor einführen, dessen physiologische Ursache einer näheren Untersuchung bedurfte. Es wurde daher das osmotische Verhalten von Getreidewurzeln gegenüber verschiedenen Konzentrationen von stickstoffhaltigen Salzen geprüft (80), was ziemlich große Schwierigkeiten methodischer Art mit sich brachte und ergab, daß bei extremen Bodenverhältnissen bei Verabreichung von Stickstoffmengen, die nach dem Wirkungsgesetz für Maximalerträge erforderlich sind, in einmaliger Gabe an den Wurzelzellen bereits osmotische Schädigungen (Plasmolyse) auftreten können. Die gleiche Arbeit brachte Aufschluß über die Abgrenzung eines osmotischen Lebensraumes der Wurzeln bestimmter Pflanzen.

Es ist daher sinnvoll, die Verabreichung von Nährstoffen nicht einfach in einer einzigen Gabe durchzuführen, sondern für eine geeignete zeitliche Aufteilung zu sorgen. Hierzu ist es erforderlich, den Wachstumsverlauf von Pflanzen im Verlauf der Zeit in seinen gesetzlichen Bedingungen zu studieren. Es wurde auch hier ein biochemisches Modell des Wachstums einer mathematischen Formulierung unterzogen und eine Wachstumskurve (nach der Zeit) abgeleitet, deren Übereinstimmung mit experimentellen Befunden ihre Brauchbarkeit erwies (49). Die Nährstoffversorgung wäre der der Wachstumskurve entsprechenden Differentialkurve anzupassen, welche zum Beginn des Wachstums einen relativ niedrigen Wert verlangt, zum Wachstumshöhepunkt einen höheren Verbrauch bedingt und gegen Ende der Wachstumsperiode wieder einen niedrigen Bedarf anzeigt. Wenn einmalige Stickstoffgaben zugeführt werden, wird die Salzkonzentration der Bodenlösung in unzulässiger Weise erhöht und infolge von Auswaschungsverlusten der spätere Bedarf der Pflanzen an größeren Stickstoffgaben nicht mehr voll befriedigt. Auch im Hinblick auf die von L. KOPETZ erwähnte Begünstigung der Lagerungsneigung von Getreide bei reichlicher Stickstoffversorgung der Jugendstadien der Getreidepflanzen erschien daher eine Prüfung der Möglichkeit der zeitlichen Aufteilung relativ hoher Stickstoffgaben als aussichtsreich. War doch dabei zu erwarten, daß der „Schädigungsfaktor“ des Wirkungsgesetzes ebenfalls verkleinert würde, was zu einem Einsatz höherer Düngemittelmengen bei erhöhten Erträgen führen konnte. Die Richtigkeit dieser Annahme bestätigten orientierende Gefäßversuche (30) ebenso wie gleichzeitig begon-

nene Feldversuche zu Winterweizen (37, 44) welche in späteren Jahren außerordentlich erweitert wurden und zu umfangreichen Erfahrungen auf diesem Gebiete führten (70, 108, 117), die nicht nur im Raume der Versuchsstation Steyr, sondern auch unter den klimatischen Verhältnissen des pannonischen Raumes von Wien Gültigkeit besitzen.

Der Grundgedanke, der dieser außerordentlich umfangreichen Versuchstätigkeit als Leitlinie diente, ist der, daß jedes Entwicklungsstadium einer im Wachstum befindlichen Kulturpflanze in besonderer Weise ernährt werden muß, wenn ein bestimmtes Ertragsziel angestrebt werden soll. Besteht dieses Ertragsziel in einem möglichst hohen Massenertrag, so liegen die Verhältnisse prinzipiell so,

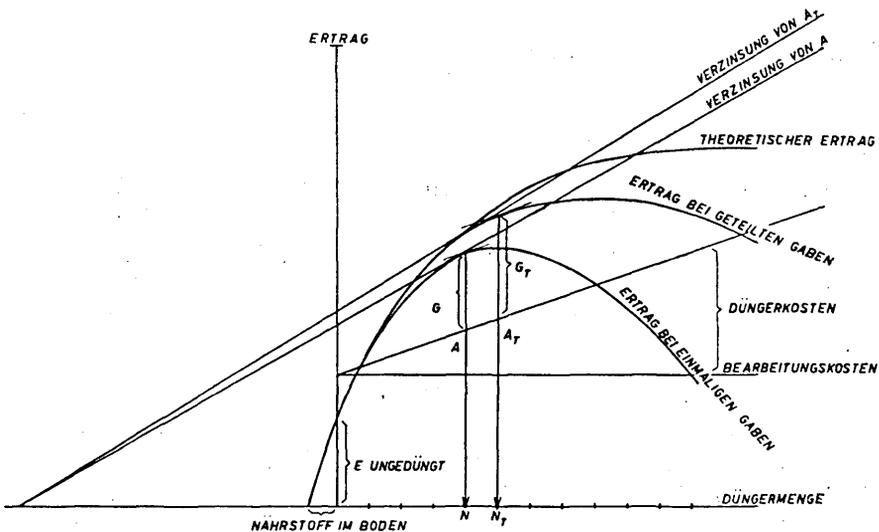


Abb. 1: Verschiedene Rentabilität der Düngung mit Stickstoff (Winterweizen) bei einmaligen und zeitlich geteilten (3) Gaben. G ist der Gewinn bei einmaligen, G_T der Gewinn bei geteilten Gaben. A ist der Aufwand bei einmaligen, A_T bei geteilten Gaben; N die Nährstoffmenge bei einmaligen, N_T die Gesamtmenge der geteilt verabreichten Gaben.

wie sie in Abbildung 1 schematisch dargestellt sind. Das Schema zeigt, daß bei einmaliger Verabreichung der Gewinn, der aus dem Anbau gezogen wird (G) kleiner ist, als der Gewinn, der bei geteilten Gaben erhalten wird (G_T). Allerdings muß bei geteilten Gaben eine größere Düngermenge (N_T statt N) verwendet werden, was einen erhöhten Einsatz von Kapital (Gesamtaufwand A_T statt A) verlangt. Dieses Kapital wird sich jedoch mit erhöhtem Zinssatz verzinsen, weil der Gewinn G_T im Verhältnis zu A_T größer ist als der Gewinn G im Ver-

hältnis zu A. Die Verwendung höherer, geteilter Stickstoffgaben zu Winterweizen erhöht also den Ertrag, den Gewinn und die Verzinsung des in den Anbau gesteckten Geldbetrages. Diese Erfahrung hat sich (bei richtiger Wahl der Höhe und der Zeitpunkte der geteilten Gaben) in bisher siebenjähriger Versuchsarbeit stets bestätigen lassen.

Auch wenn das Ertragsziel aber nicht allein in der Höhe des Ertrages, sondern außerdem in der Qualität des erzeugten Produktes gesehen wird, macht sich der Gedanke der „Stadiendüngung“ fördernd bemerkbar: die zeitlich letzte der drei Teilgaben fördert nämlich besonders den Eiweiß- bzw. den Klebergehalt des erzeugten Weizens und verbessert seine Backfähigkeit (70, 105, 106, 108), so daß die Möglichkeit besteht, Weizensorten, deren Erbmerkmale sie nicht als „Qualitätsweizen“ charakterisieren, durch Stadiendüngung die Anwendungseigenschaften eines Qualitätsweizens zu verleihen. Hierbei ist allerdings Voraussetzung, daß durch die Stadiendüngung (mit geteilten N-Gaben) e c h t e r Kleber, das heißt, das gleiche Eiweiß im Weizenkorn gebildet wird, welches die betreffende Weizensorte normalerweise als Kleber enthält. Um dies einwandfrei feststellen zu können, reichen die konventionell benützten Methoden der Gegenwart nicht aus. Es wurde daher vor etwa einem Jahr mit der Errichtung eines Eiweißlaboratoriums im Rahmen des Biologischen Laboratoriums begonnen, welches sich ausschließlich damit befaßt, die nötigen Methoden auszuarbeiten und die Qualitätsfrage wissenschaftlich einwandfrei und gründlich zu klären.

Die Anwendung geteilter Stickstoffgaben ist natürlich in gewisser Hinsicht von den Witterungs- und klimatischen (auch Boden- und Vorfrucht-) Verhältnissen in ihrem Erfolg mitbestimmt, weshalb ihre Handhabung Erfahrung voraussetzt. Die zeitliche Aufteilung der Stickstoffgaben bedingt, daß man noch zu relativ späten Terminen mit dem Düngerstreuer durch das Feld fahren muß. Es mußte daher in eigenen „Traktorspurversuchen“ überprüft werden, ob und welche Ertragseinbußen dadurch entstehen. Es zeigte sich aber bei mehrjähriger Wiederholung solcher Versuche, daß das Durchfahren der Felder mit dem Düngerstreuer keine Ertragseinbußen hervorruft, welche die Wirtschaftlichkeit der Teilung der Düngergaben herabmindern könnten. Die Teilung der Stickstoffgaben kann nicht nur bei Weizen, sondern auch bei anderen Feldfrüchten mit Erfolg eingesetzt werden, beispielsweise auch bei Zuckerrüben (120) (Kartoffeln vgl. 37) und wird gegenwärtig bei Gerste näher geprüft.

Selbstverständlich werden bei allen Gefäß- und Feldversuchen, welche den Einfluß besonderer Düngungsmaßnahmen auf den Pflanzenertrag betreffen, nicht nur die Erträge ermittelt, sondern auch die wichtigsten Inhaltsstoffe als qualitätsgebende Faktoren analytisch bestimmt, beispielsweise Zucker, Stärke, Rohprotein, verdauliches Protein, Rohfaser, Vitamine, Carotin, Senföle, Alkaloide und anderes mehr, um das Verhalten dieser Faktoren in Abhängigkeit von Düngungsmethoden kennenzulernen. Auch der Nährstoffentzug wurde in vielen Fällen ermittelt. Neben der Teilung der Gaben wurden auch neue Methoden der Verabreichung von Stickstoff geprüft, so z. B. die Ausbringung flüssiger Stickstoffdüngemittel auf das Feld mit Hilfe eines amerikanischen Gerätes, des sogenannten „Nitroshooters“, welcher einen Tank mit Pumpenaggregat umfaßt, das allerdings für die kleinflächigen Verhältnisse Österreichs erst entsprechend adaptiert und umgebaut werden mußte. Die Ausbringung von Harnstoff-Nitrat-Ammoniak-Lösungen oder von flüssigem Ammoniak auf das Feld ist ohne Stickstoffverluste mit diesem Gerät möglich. Obwohl die flüssigen Düngemittel preisgünstiger sind als jene in fester Form, steht doch noch nicht fest, ob nach Berücksichtigung des erschwerten Transportes sowie der Verteilung flüssiger Düngemittel sowie der nötigen Investitionen für Produktion und Ausbringung die Rentabilität ihrer Anwendung in Konkurrenz zu den festen Düngemitteln gewährleistet bleibt.

Auch die Anwendung wasserlöslicher „Lanzendünger“ (12-6-18 und 6-22-28) im Obstbau wurde eingehend geprüft und die Herstellung dieser Produkte veranlaßt. Die Aufnahme der durch Lanzendüngung verabreichten Nährstoffmengen wurde mit jener bei Oberflächendüngung in Versuchen mit radioaktivem P^{32} verglichen (95). Ferner wurde den Fragen der Blattdüngung besonderes Augenmerk zugewandt und mit Hilfe von P^{32} festgestellt, welche Faktoren die Aufnahme von Ionen durch die Blattoberfläche beeinflussen und welche Mengen Nährstoffe durch die Blattoberfläche aufgenommen werden können (50, 66). Es ist dies in besonderen Fällen wichtig, wenn es sich darum handelt, Pflanzen schnell mit Nährstoffen zu versorgen, weil die durch die Wurzeln erzielbare Aufnahme zu langsam oder in zu geringem Ausmaß vor sich geht.

Bei der Beschäftigung mit Phosphorsäuredüngemitteln konnte festgestellt werden, daß die Aufnahme der Phosphorsäure aus dem feingemahlten Rohphosphat vom Typus „Reno-Hyperphosphat“

begünstigt wird, wenn dieses mit geringeren Mengen Superphosphat vermahlen wird, wodurch eine Erweiterung der Verwendungsmöglichkeit feingemahlener Rohphosphate und eine Verbilligung von Phosphatmischdüngern erzielt werden konnte (Österreichisches Patent Nr. 187123 Kl. 16,9 vom 25. Oktober 1956). Zahlreiche Versuche dienten der Ermittlung einer geeigneten Zusammensetzung für NP-Mischdünger, welche sowohl in Gefäß- wie auch in Feldversuchen geprüft wurden.

Die Anwendung von Spurenelementen (wie B, Cu, Mn, Zn) ist infolge noch zu geringer Kenntnis über Vorkommen und Verbreitung von Mangelgebieten in Österreich hier noch nicht sehr weit fortgeschritten. Nur im Zuckerrübenanbau ist die Verwendung von Bor vorgeschrieben. Um den Bauern eine leichte und gleichmäßige Verteilung der nötigen kleinen Bor-Mengen zu ermöglichen, wurde der Versuch unternommen, das Bor in den Kalkammonsalpeter so einzuarbeiten, daß es in den einzelnen Körnchen dieses Düngemittels vorkommt und in der pflanzenaufnehmbaren Form erhalten bleibt. Man war früher der Ansicht, daß man nur Phosphorsäuredüngemittel mit Borax versetzen könne, ohne das Bor in nicht mehr aufnehmbarer Form „festzulegen“. Letzteres befürchtete man bei der Kombination mit Stickstoffdüngemitteln. Nach zahlreichen Versuchen gelang es jedoch in Zusammenarbeit mit den Betrieben des Werkes, einen Borkalkammonsalpeter zu erzeugen und dem Zuckerrübenanbau zur Verfügung zu stellen (14), der sich im vieljährigen Anbau bewährt hat und das Bor fast zur Gänze in pflanzenaufnehmbarer Form enthält bzw. auf das Feld bringt (29).

Da die Wirkung von Düngemitteln weitgehend von den Reaktionen abhängig ist, welche zwischen ihnen und den Bodenpartikelchen vor sich gehen, und die Ionenaustauschvorgänge im Boden die Verteilung und Wanderung, aber auch die Auswechselbarkeit (durch Niederschlagwasser und Bewässerung) der Nährstoffe wesentlich beeinflussen, wurde vor einiger Zeit mit dem Studium des Zusammenhanges der Ionenaustauschvorgänge mit der Beweglichkeit der Ionen im Boden begonnen, eine Arbeit, bei welcher die moderne Apparatur eines „Fraktionssammlers“ wesentliche Hilfe leistete.

Als eines der ersten Laboratorien befaßte sich das „Biologische“ bereits 1948 mit der Einwirkung radioaktiver Strahlung auf den Pflanzenenertrag (4, 5, 13, 27) sowie mit der Aufnahme von Radium aus dem Boden in die Pflanze (27), wobei übereinstimmend

mit später bekanntgewordenen amerikanischen Befunden festgestellt wurde, daß die seinerzeit nach den Atombombenabwürfen in Hiroshima und Nagasaki beobachteten Stimulationen der Vegetation nicht auf eine reproduzierbare und beherrschbare Einwirkung der Strahlung auf die Pflanzen selbst zuzuschreiben war, sondern eher als Bodendesinfektionseffekt gedeutet werden muß. Eine von einer französischen Firma vorgeschlagene Beimengung radioaktiver Stoffe zu Düngemitteln zur Steigerung von Erträgen war daher — und auch im Hinblick auf die (im Versuch kontrollierte) Ansammlung radioaktiver Produkte in zur Ernährung bestimmten Produkten — abzulehnen.

2. Hormonartige Wachstumsregelung und Unkrautbekämpfung

Die pflanzliche Ertragsbildung ist keineswegs nur ein Ergebnis der Versorgung der Pflanze mit den von ihr benötigten Mineralstoffen oder Nahrungsstoffen im allgemeinen. Sie ist darüber hinaus ein Ergebnis des richtig gesteuerten Ablaufes von Entwicklungsvorgängen, welche von pflanzeneigenen Hormonen abhängig sind und gelenkt werden. Es ist daher von außerordentlich großem Interesse, über die hormonalen Steuerungen der Entwicklungsvorgänge von Pflanzen Kenntnis zu erlangen. Zu Beginn der dreißiger Jahre unseres Jahrhunderts war bekannt geworden, daß in grünen, aber auch in nicht grünen Pflanzenteilen Wuchsstoffe vorkommen und gebildet werden, welche das Zellstreckungswachstum von Pflanzenzellen fördern können. Voraussetzung hierzu ist, daß die Zellwand der betreffenden, von Hormon getroffenen Zelle sich noch in streckungsfähigem Zustand befindet, das heißt, daß sie nicht bereits unter dem Einfluß einer guten Wuchsstoffversorgung ihre maximale Größe erreicht hat, bevor der zusätzlich herangebrachte Wuchsstoff auf sie einwirken kann. Wenn auch mit der Zellstreckung nicht unmittelbar ein Substanzzuwachs der Pflanze verbunden ist, sondern zunächst nur eine erhöhte Wasseraufnahme erfolgt, so ist doch der Hormonspiegel innerhalb der Pflanze ein sehr wesentlicher Regulator des Ablaufes verschiedenartiger Entwicklungs- und Stoffwechselforgänge, die letzten Endes von großer Bedeutung für die Ertragsbildung sind.

Zunächst war es schwierig, mit den geringen Mengen an „Wuchsstoff“ (damals „Auxin“ genannt), welche man aus Pflanzen selbst gewinnen konnte, experimentell in die Physiologie dieser Stoffe,

beispielsweise in die Zusammenhänge zwischen Mineralstoffernährung der Pflanzen und Wuchsstoffhaushalt einzudringen¹⁾. Erst die Auffindung der Wuchsstoffwirksamkeit der Indol-3-Essigsäure (des „Heteroauxin“), welche synthetisch auch in größeren Mengen herstellbar war, ermöglichte es, das Verhalten auch größerer Wuchsstoffmengen an Testpflanzen kennenzulernen. Erst dabei ergab sich, daß Zellstreckungswuchsstoffe die Zellstreckung nur in sehr kleinen Konzentrationen fördern, in höheren aber sehr stark hemmen²⁾ und daß sie außerdem in der Lage sind, verschiedene andere physiologische Prozesse, so beispielsweise Zellteilungsvorgänge in bestimmten Konzentrationen fördernd zu beeinflussen. Es wäre nun besonders interessant gewesen, den Wuchsstoff in der Pflanze quantitativ zu bestimmen. Es wurden daher Extraktionsmethoden ausgearbeitet und deren Ergebnisse mit jenen von Abfangmethoden verglichen³⁾ ⁴⁾, wobei sich verschiedene Feststellungen machen ließen:

1. Die physiologisch abfangbaren Wuchsstoffmengen stellen kein unmittelbares Maß für die in den Pflanzenorganen vorliegenden Wuchsstoffkonzentrationen dar, sondern stehen eher noch mit der absoluten Wuchsstoffmenge pro Pflanze in Korrelation.

2. Die Wuchsstoffgehalte verschiedener Pflanzenarten sind sehr unterschiedlich hoch, so daß beispielsweise bei *Brassica*-Gemüsepflanzen mehrere tausendmal soviel Wuchsstoff extrahiert werden kann als bei Spinat.

3. Manche Pflanzen liefern Extrakte, welche keine Wuchsstoffwirkung erkennen lassen, sondern zellstreckungshemmende Faktoren enthalten, so daß also neben „Wuchsstoffen“ auch „Hemmstoffe“ vorkommen.

Eine exakte Bestimmung von Wuchsstoffgehalten in Pflanzen war daher mit Hilfe physiologischer Testmethoden⁵⁾ nur dann

¹⁾ Vgl. H. Linser, Stickstoffernährung und Wuchsstoffhaushalt der Pflanzen. In Arbeiten der Landwirtschaftlichen Versuchsstation Limburgerhof, 1939, Seite 128—132.

²⁾ Vgl. H. Linser, Zur Methodik der Wuchsstoffbestimmung, *Planta* 28, 227—265, 1938.

³⁾ Vgl. H. Linser, Zur Methodik der Wuchsstoffbestimmung, II., *Planta* 29, 392—408, 1939.

⁴⁾ H. Linser, Über das Vorkommen von Hemmstoff in Pflanzenextrakten sowie über das Verhältnis von Wuchsstoffabgabe und Wuchsstoffgehalte bei Pflanzen oder Pflanzenextrakten. *Planta*, 31, 32—90, 1940.

⁵⁾ H. Linser und O. Kiermayer, Methoden zur Bestimmung pflanzlicher Wuchsstoffe; Springer, Wien, 1957, 181 Seiten.

möglich, wenn es gelang, diese voneinander quantitativ zu trennen. Es wurden daher bereits 1941 chromatographische Trennungsversuche unternommen, welche nach dem Kriege fortgesetzt und erweitert wurden und ergaben (20, 45, 54), daß in wuchsstoffreichen Pflanzen mehrere *zellstreckungsfördernde* Stoffe nebeneinander vorliegen und daß daneben auch noch *Zellstreckungshemmstoffe*⁴⁾ vorliegen können. Es zeigte sich, daß Indol-3-Acetonitril einer der am stärksten wirksamen Wuchsstoffe ist und in Pflanzen vorkommt, in deren Extrakten bzw. Chromatogrammen diese Substanz mit einer neuentdeckten empfindlichen Fluoreszenzreaktion (8) nachgewiesen werden konnte. Daneben spielen aber auch einige andere Indolderivate als Wuchsstoffe eine Rolle und außerdem ein oder zwei nicht indolartige Stoffe, die nicht näher bekannt sind. Diese analytisch komplizierte Situation wird noch dadurch verschlimmert, daß man mit den Gibberellinen neuerdings ebenfalls in Pflanzen vorliegende Stoffe kennenlernte, welche offenbar in der Lage sind, die Zellstreckungswirksamkeit der typischen „Wuchsstoffe“ zu steigern. Es ist daher gegenwärtig trotz vielfacher Bemühungen noch nicht möglich, den Wuchsstoffhaushalt von Pflanzen im Verlauf ihres Wachstums und ihrer Entwicklungsvorgänge analytisch einwandfrei zu verfolgen.

Dagegen war es möglich, zahlreiche synthetisch zugängliche Stoffe auf ihre Zellstreckungswirksamkeit zu prüfen. Dabei gelang es 1941 englischen und amerikanischen Forschern festzustellen, daß mit geeigneten Dosierungen mancher solcher Stoffe dicotyle Pflanzen außerordentlich stark geschädigt werden (sie krümmen sich infolge unregelmäßigen Streckenwachstums, verlieren dadurch an Lichtgenuß und Assimilationsleistung, veratmen ihre Reservestoffe und „wachsen“ sich sozusagen zu Tode), während monocotyle Pflanzen unbeschädigt bleiben. Diese Beobachtung bildete die Grundlage für den Gedanken der *hormonalen Unkrautbekämpfung* im Getreide, vorwiegend mit 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure und deren Derivaten (10), sowie ähnlichen Stoffen, der seit 1949 vom Biologischen Laboratorium intensiv studiert (3, 12, 35, 71) und 1950 mit dem Produkt „*Dicopur*“ der Stickstoffwerke in die Praxis eingeführt wurde (7, 8, 24, 26). Diese Methode konsolidierte sich in der Praxis außerordentlich schnell, so daß sie heute ein unentbehrliches Hilfsmittel der Landwirtschaft darstellt. Die speziell in Österreich gegebenen Probleme der Unkrautbekämpfung auf Almen sowie im Forstwesen, aber auch

auf pflanzenfrei zu haltenden Flächen (Geleise usw.) wurden eingehend studiert (11, 34, 36, 59, 107), ebenso technische Fragen, wie der Schutz von empfindlichen Samen durch Hüllen von Adsorptionskohle (32), der damit bereits 1952 erstmalig vorgeschlagen wurde oder die Verwendbarkeit von Holzfässern bei der hormonalen Unkrautbekämpfung, die wegen starker Adsorption der Wirkstoffe im Holz großer Vorsicht bedarf (28).

Dem „Dicopur“ folgte mit dem „*Lignopur F*“ ein noch stärker wirksames, für spezielle Zwecke (vor allem für „Unholz beseitigung“) einzusetzendes Präparat. Selbstverständlich wurde auch versucht, die methodischen Grundlagen für eine laufende Testung neu synthetisierter Stoffe auf ihre Eignung als Unkrautbekämpfungsmittel zu schaffen, wobei einerseits ein im Glashaush durchzuführender Kistchentest (58), andererseits Zellstreckungsteste¹⁾ weiter ausgearbeitet und verbessert wurden (9, 56, 73, 101). Die Testung gebräuchlicher Unkrautbekämpfungsmittel sowie neu hergestellter Stoffe im Pastentest¹⁾ ergab, daß fast alle in kleinen Mengen unkrautbekämpfend wirksamen Stoffe entweder starke Wuchsstoffe oder starke Hemmstoffe (im Hinblick auf Zellstreckung) sind. Deshalb, wie auch im Hinblick auf das Vorkommen beider Stoffgruppen in Pflanzen, wurde den Wirkungen von Gemischen aus Wuchs- und Hemmstoffen besondere Aufmerksamkeit gewidmet (21, 22, 23, 46, 57, 63), wobei es sich zeigte, daß beide Stoffgruppen um bestimmte Wirkungsstellen im lebenden System zu konkurrieren scheinen und auf Grund dieser Annahme auch die bei Gemischen von Wuchs- und Hemmstoffen erhaltenen Konzentrationswirkungskurven gedeutet (bzw. vorhergerechnet) werden können (93).

Es konnte eine Modellvorstellung der Wirkungsweise von Wuchs- und Hemmstoffen entwickelt werden (55), welche einer mathematischen Formulierung unterzogen wurde (64, 65, 93), die nunmehr gestattete, die experimentell erhaltenen Konzentrations-Wirkungskurven (welche bei verschiedenen Stoffen charakteristisch verschieden sind und sich nicht einfach durch Konzentrationsveränderung zur Deckung bringen lassen) mathematisch zu formulieren und in ihre Komponenten zu zerlegen. Dabei zeigte sich, daß alle „Wuchsstoffe“ ihre Wirkung aus einer streckungsfördernden und einer streckungshemmenden Komponente aufbauen, wobei die fördernde Komponente bei sehr großen Verdünnungen in Erscheinung tritt, die hemmende aber bei viel höheren Konzentrationen. Bei Hemmstoffen

ist dies umgekehrt oder aber die fördernde Komponente fehlt völlig. Diesen beiden Komponenten kann man nun gedanklich Korrelate in der Struktur der Moleküle der untersuchten Stoffe zuordnen und daraufhin vergleichende Untersuchungen anstellen, welche eine Klärung der Besprechungen zwischen der chemischen Konstitution der Wirkstoffe und ihrer physiologischen Wirkung herbeiführen könnten (55, 86). Es zeigte sich dabei, daß Wuchsstoffe von chemisch sehr verschiedenartiger Zusammensetzung, wenn man sie rein räumlich-strukturell (an Hand von STUART-BRIEGLEB'schen, maßstäblichen Raummodellen) betrachtet, große Ähnlichkeiten aufweisen.

Es ist daher zweckmäßig, bei der Suche nach neuen Wirkstoffen den räumlichen Strukturen der Moleküle mehr wie bisher Beachtung zu schenken (ohne die chemischen, besonders die elektrischen Ladungsverhältnisse zu vernachlässigen), da diese einen wesentlichen Faktor für den Eintritt eines Wirkstoffmoleküls an seinem Wirkungs-ort (für die Größe seiner Affinität zur „Wirklücke“) darstellen. Dieses für alle Wirkstoffe irgendwelcher Art gültige Prinzip konnte im Falle der Zellstreckungswuchs- und -hemmstoffe experimentell ziemlich weit erprobt werden (55, 86, 87), doch ist für eine volle Auswertung der experimentellen Ergebnisse eine Bestimmung der durch die Zelloberflächen in die Pflanzen eindringenden Mengen der verschiedenen Stoffe erforderlich, um aus den Konzentrations-Wirkungskurven die Größen ihrer Affinitätskonstanten und Wirkungskonstanten zu bzw. von den Wirkungsorten vergleichend berechnen zu können. Diese Bestimmungen waren bisher aus technischen Gründen nicht durchführbar.

Gegenwärtig laufen Arbeiten mit radioaktiv markierten Wuchsstoffen, welche zur Ermittlung dieser gesuchten „Intrabilitätskonstanten“ führen sollen. Ziel solcher Untersuchungen ist, Zusammenhänge zwischen der Molekularstruktur und der physiologischen Wirkung eines Stoffes aufzufinden, welche es erlauben, die Wirkung einer bekannten Molekularstruktur vorherzusagen oder umgekehrt eine optimal wirksame Molekularstruktur zu konstruieren, die entsprechende Substanz zu synthetisieren und zu prüfen und damit einen tieferen Einblick in den Wirkungsmechanismus der Wirkstoffe zu gewinnen.

Die praktische Testung zahlreicher verschiedenartiger Stoffe an Unkrautpflanzen verschiedener Empfindlichkeit, welche im Glashaus ganzjährig für Versuche zur Verfügung stehen (58) brachte Beobach-

tungen (als Nebenergebnis), welche zeigten, daß zahlreiche synthetisch gewinnbare Stoffe die Entwicklungsvorgänge von Pflanzen so beeinflussen können, daß spezifische Formveränderungen der Pflanzen, sowohl ihres Gesamthabitus wie auch einzelner ihrer Organe auftreten (47). Diese formbildenden Wirkungen verschiedener Wuchs- und Hemmstoffe, aber auch nicht zellstreckungswirksamer Stoffe (122) wurden näher studiert (52, 110, 116, 129, 130) wobei sich ergab, daß z. B. bei *Erodium cicutarium* unter dem Einfluß von Phenoxycyessigsäurederivaten Blattformen entstehen, welche normalerweise bei diesen Pflanzen niemals vorkommen, infolge ihrer formalen Ausgeglichenheit aber auch nicht als „Mißbildungen“ im üblichen Sinne zu betrachten sind (74, 127). Es handelt sich daher um regelmäßige, wohlausgebildete Blattformen, welche man als Normalform einer eigenen Art ohneweiteres akzeptieren würde. Die eingehenden Untersuchungen dieses Phänomens führten bisher zu folgender Arbeitshypothese, deren weitere Prüfung in künftiger Arbeit erfolgen muß: Der Genbestand einer Pflanze bietet verschiedene Möglichkeiten der Ausbildung verschiedenartiger Blattformen. Die Art und Menge eines (oder mehrerer) ebenfalls (aber durch ein oder mehrere besondere Gene) erbbedingten „genabhängigen Wirkstoffes“ (Hormons), welche zum Zeitpunkt der Entwicklung einer Blattanlage an diese herangebracht wird oder in dieser vorliegt, wählt unter diesen Möglichkeiten jene aus und verwirklicht jenen Entwicklungsweg zu jener Blattform, welcher eben dieser Art und Menge des genabhängigen Wuchsstoffes entspricht, welche vorliegt. Mit den analog wirkenden synthetischen Stoffen — die wir als „Morphoregulatoren“ zusammenfassen — haben wir offenbar Modellsubstanzen für die — noch unbekanntes — genabhängigen Wirkstoffe vor uns, welche analoge Wirkungen ausüben, wie diese. Bringen wir solche Substanzen von außen her in die Pflanze, so steigern wir den in der Pflanze vorliegenden „Spiegel“ an derartigen Wirkstoffen auf einen höheren Wert. Unter dem Einfluß des erhöhten Wirkstoffspiegels aber entsteht eine andersartige (eben diesem Wert entsprechende) Blattform. Wir sind also in der Lage, experimentell in den Wirkungsmechanismus genabhängiger Wirkstoffe einzugreifen, ohne den Genbestand selbst zu verändern. Auf der Basis der vorliegenden (hier nur kurz skizzierten, aber ausführlicher ausgearbeiteten) Hypothese (127, 128, 130) läßt sich auch das Phänomen der Heterophyllie, das bei verschiedenen Pflanzenarten vorkommt, zwanglos erklären.

Auch bei *Trifolium pratense* kann man durch zahlreiche synthetische Stoffe die Mehrblättrigkeit (4—9-Blättrigkeit) wie auch die Bildung von Tütenblättern, die sonst nur sehr selten beobachtet wird, experimentell erzeugen (bzw. die Wahrscheinlichkeit ihres Vorkommens stark steigern) (128). Es ist aber nicht so, daß alle Zellstreckungswuchsstoffe morphoregulative Wirkungen ausüben. Vor allem die hochwirksamen Indolderivate zeigen fast nie derartige Wirkungen, obwohl gerade sie in den Pflanzen nachweisbar sind. Es ist möglich, daß ihre leichte Oxydierbarkeit bei Licht- und Luftzutritt ihr Versagen bei morphoregulativen Experimenten rechtfertigt. Es wurde deshalb das photolytische Verhalten solcher Stoffe näher studiert (102, 125). Aber auch starke Hemmstoffe, wie Eosin, zeigen keine üblichen morphoregulativen Wirkungen, während andere (z. B. 2,4,6-Trichlorphenoxyessigsäure) dies wohl tun. Es ist daher zweckmäßig, die Gruppe der „Zellstreckungswirkstoffe“ von jener der „Morphoregulatoren“ abzugrenzen, obwohl zahlreiche Stoffe beiden Gruppen angehören. Eine Identität beider Wirkungen scheint aber auszuschließen zu sein.

Über die Vorkommen von „Morphoregulatoren“ in Pflanzen selbst ist bisher nichts bekannt, zahlreiche Tatsachen lassen ein solches aber vermuten. Es wäre also ein nächster Schritt einer diesbezüglichen Grundlagenforschung, ihren Nachweis zu versuchen. Versuche, ähnlich wirkende Stoffe aus Pilzen zu isolieren, wurden aufgenommen, doch scheint es sich hierbei eher um Zellstreckungswirkstoffe der bekannten Art zu handeln.

Zweifellos kommt der morphoregulativen Entwicklungssteuerung, wenn man sie zu durchschauen und zu beherrschen gelernt haben wird, wichtige praktische Bedeutung als einem ertragsbildenden Faktor zu. Zusammenhänge zwischen diesem Faktor und der Photo-periodizität der Pflanzen, welche sicherlich bestehen, lassen ebenfalls spätere praktische Verwendungsmöglichkeiten vermuten.

3. Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung

Neben der Unkrautbekämpfung kommt dem allgemeinen Pflanzenschutz, der Schädlingsbekämpfung wie auch dem Vorratsschutz große praktische Bedeutung zu. Es handelt sich hierbei — der Vielzahl der verschiedenen Pflanzenkrankheiten und Schädlinge entsprechend — um ein Gebiet, das vielfältiger verschiedener Mittel

und der Beschaffung zuverlässiger Beratungsunterlagen für diese bedarf. Die Beschaffung der Beratungsunterlagen setzt wiederum ein genaues Studium der Biologie und der Lebensgewohnheiten der betreffenden Schädlinge voraus. Die Studien, wie auch die Versuche zur Auffindung neuer Bekämpfungsmittel, die eine Testung der Mittel an den zu vernichtenden Organismen erfordern, machen es notwendig, die interessierenden Schädlinge und Krankheitserreger in Kultur zu nehmen, so daß sie zu Testzwecken wie auch zur Beobachtung ihres Verhaltens das ganze Jahr über zur Verfügung stehen. Außerdem müssen die zur Anwendung vorgeschlagenen Mittel auch in ihrer Wirkung auf die zu schützenden Kulturpflanzen und deren Qualität geprüft werden, ihre Lagerungs- und Anwendungseigenschaften, ihre Haftfestigkeit und Abwaschbarkeit (durch Regeneinwirkung) muß bekannt sein und untersucht werden. Es ist daher ein großes Ausmaß vergleichender Testarbeit erforderlich, das eine Beschäftigung mit Fragen der Grundlagenforschung so lange ausschließt, als der betreffenden Abteilung des Laboratoriums nicht erweiterte Mittel zur Verfügung gestellt werden können.

Im Zuge der allgemeinen Arbeiten auf diesem Gebiet, welche hier im einzelnen nicht geschildert werden können, ergab sich im Jahre 1954 die Beobachtung eines besonders starken Auftretens von Wurmparasiten bei Kartoffelkäfern, über welche einige Details veröffentlicht werden konnten (75). Besonderes Interesse wurde der Qualitätsbeeinflussung von Kartoffeln durch die Anwendung moderner Kartoffelkäferbekämpfungsmittel gewidmet. Exakt aufgebaute und mathematisch gut betreute organoleptische Untersuchungen ergaben, daß das „natürliche Geschmackempfinden“ des Menschen nicht in der Lage ist, das ernährungsphysiologisch „Gesunde“ als solches zu erkennen: mit stark wirksamen Insektiziden behandelte Pflanzen brachten Kartoffeln, welche als „besser“ qualifiziert wurden, als jene von unbehandelten Pflanzen (118). Diese Beobachtung warnt davor, aus subjektiven Geschmacksurteilen ernährungsphysiologische Schlüsse zu ziehen.

Eines der wichtigsten Gebiete des Pflanzenschutzes ist jenes der Viruskrankheiten, welche riesige wirtschaftliche Schäden an unserer Pflanzenproduktion verursachen, bisher aber chemotherapeutisch nicht bekämpfbar sind. Um auf diesem Sektor die neuesten Entwicklungen zu verfolgen und auch einige eigene Gedanken experimentell prüfen zu können, wurde eine Zusammenarbeit mit einer am I. Chemischen

Universitätsinstitut in Wien errichteten Arbeitsgruppe aufgenommen, welche seit mehreren Jahren mit Hilfe radioaktiver Isotopen das Tabakmosaikvirus und etwaige Möglichkeiten des Abstoppens seiner Vermehrung mit chemischen Mitteln untersucht. Es ist wahrscheinlich, daß hierbei auch allgemeine Erkenntnisse über den prinzipiellen, biochemischen Vorgang des Wachstums gewonnen werden können, welche auch auf dem Pflanzenernährungssektor verwendbar sein können.

Über die Beschäftigung mit den drei im vorhergehenden eingehender behandelten Arbeitsgebieten hinaus oblag dem Biologischen Laboratorium noch die Behandlung zahlreicher biologischer Einzelfragen auf den Gebieten der Gebrauchswasserbiologie, der Konservierung des Sackmaterials für organische Düngemittel, der Leimkonservierung, der Abwasserbiologie usw. So wurde beispielsweise 1952 in den Kühlern der Säurefabrik wie in den Kesseln des Wasserwerkes der Stickstoffwerke ein technisch störendes Massenauftreten von Bryozoen (*Plumatella*; *Fredericella*) bearbeitet, ein seltenes Vorkommen mikroskopisch kleiner tierischer Organismen, wie sie beispielsweise Abb. 2 zeigt, deren Chitinröhren zusammen mit feinsten Sandpartikelchen zur Verstopfung von Röhrensystemen führten.

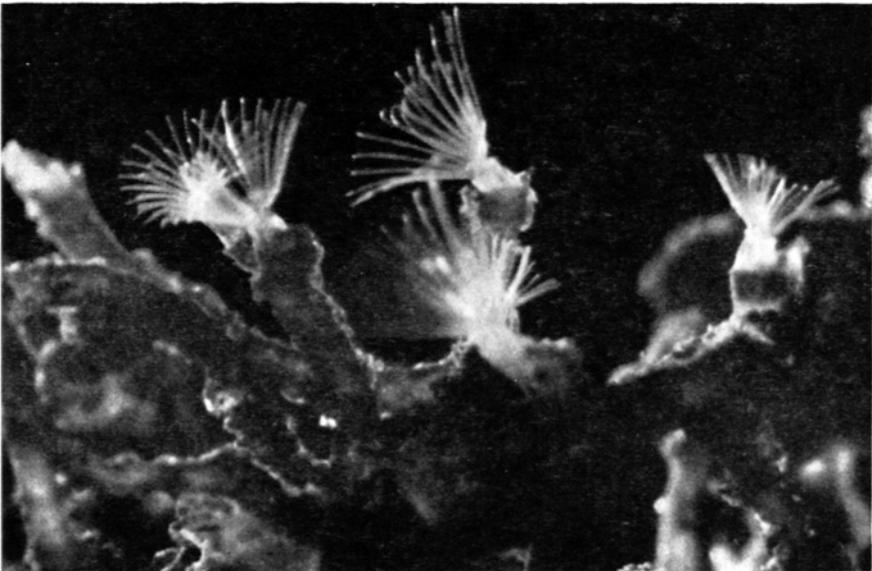


Abb. 2: Massenauftreten von Bryozoen (*Plumatella repens*) im Kühlwasser
(Aufnahme: E. Schild)

Die äußerst vielfältige Arbeit auf verschiedensten biologischen Gebieten erfordert breitesten Überblick auf allgemein biologischer Grundlage, und gerade die Beschäftigung mit ernährungs-, wachstums- und entwicklungssteuernden Faktoren und Vorgängen ist nicht möglich, ohne den grundlegenden biologischen Problemen intensive Aufmerksamkeit zu widmen. Daß auch dieser, in so vieler Hinsicht grundlegende Sektor nicht vernachlässigt wurde, zeigen Publikationen über den Begriff und die Strukturen des „lebenden Systems“ im allgemeinen (17, 40, 41, 60)⁶⁾, die auch zu prinzipiellen Folgerungen über Ernährungsfragen bei Tier, Pflanze und Mensch erweitert wurden (113). Hier sind auch experimentelle Untersuchungen zu erwähnen, welche sich mit den bewegungstragenden „Elementarfibrillen“ in lebenden Protoplasmen befassen (123), die erstmals gefilmt und näher studiert werden konnten. Mehrfach hat sich das Laboratorium aktiv an der Herstellung von wissenschaftlichen bzw. Kulturfilmmaterial beteiligt. Auch wurde nicht versäumt, wichtige Arbeitsgebiete von Zeit zu Zeit zusammenfassend zu überschauen und darüber zu berichten (4, 5, 18, 24, 42, 43, 52, 68, 71, 72, 73, 78, 79, 89, 92, 96, 97, 100, 103, 112, 115, 119, 121, 126, 130).

Die Leitung des Biologischen Laboratoriums wurde schon wenige Jahre nach dem Beginn der Tätigkeit von internationalen Tagungen und Kongressen eingeladen, aus dem Arbeitsgebiet des Laboratoriums Vorträge zu halten. An den folgenden internationalen Tagungen und Kongressen beteiligten sich Angehörige des Biologischen Laboratoriums mit Vorträgen über die nachstehend genannten Themen:

Veranstaltung:	Tagungsort:	Datum und Vortragender:	Vortragsthema:
Jahrestagung der internationalen Paracelsus-Gesellschaft	Salzburg	28. Oktober 1952 H. Linser	„Was ist das Leben?“
Universität von Kairo (Fouad)	Kairo Ägypten	Oktober 1952 K. Kaindl	Biophysical Interpretation of the Mitscherlich's Law of Yields (vier Vorträge)

⁶⁾ H. Linser, Charakteristik und Definition des lebenden Systems. In H. Linser, Grundlagen der allgemeinen Vitalchemie, Band 5, Seite 1—42, Wien 1956.

Veranstaltung:	Tagungsort:	Datum und Vortragender	Vortragsthema:
Internationales Wuchsstoff-Symposium	Schweden Lund	13. August 1953 H. Linser	Konzentrations-Wirkungskurven verschiedener Stoffe im Avena-Pastentest.
Conference on structure and Activity of Plant Growth Regulators	Lund Schweden	13. August 1953 K. Kaindl	Über die Interpretation der Konzentrations-Wirkungskurven von Wuchs- und Hemmstoffen
Jahreshauptversammlung des Verbandes deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten	Lindau	25. September 1953 H. Linser	Zur Methodik der Wuchsstoffbestimmung
Symposium „Organische Stoffe im Boden“	Völknerode	3. April 1954 H. Linser	Zellstreckungswuchsstoffe, ihre Bedeutung und Testung
VIII. Internationaler Botanik-Kongreß	Sorbonne Paris	8. Juli 1954 H. Linser	Das Zusammenwirken von Wuchs- und Hemmstoffen
VIII. Internationaler Botanik-Kongreß	Sorbonne Paris	Juli 1954 K. Kaindl	The Biophysical Analysis of the Action of Growth Regulators
Bord na Mona, Torfsymposium	Dublin Irland	17. Juli 1954 H. Linser	The use of peat as fertilizer
Second Radioisotope Conference	Universität Oxford England	19. Juli 1954 K. Kaindl	Foliar Fertilization with Phosphatic Nutrient Labelled with ³² P
Gesellschaft für Ernährungsbiologie	München	25. Mai 1955 H. Linser	Wuchsstoffe und ihre Bedeutung für die pflanzliche Form und Ertragsbildung
Symposium „The Chemistry and mode of action of plant growth substances“	Wye England	19. Juli 1955 H. Linser vertreten durch H. Mayr	Chemical configuration and actions of different growth substances and growth inhibitors: new experiments with the paste method.
Symposium „The Chemistry and mode of action of plant growth substances“	Wye England	20. Juli 1955 K. Kaindl	The action-concentration curves of mixtures of growth-promoting and growth-inhibiting substances

Veranstaltung:	Tagungsort:	Datum und Vortragender	Vortragsthema:
Griechische Atomenergiekommission, Universität von Athen, Griechisches Landwirtschaftsministerium	Athen Griechenld.	5. Oktober 1955 K. Kaindl	The Use of Radioisotopes in Agriculture and Biology
Jahreshauptversammlung des Verbandes der deutschen landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten	Norderney	15. September 1956 H. Linser	Methode zur Bestimmung der Mikrowasserkapazität
Internationales biometrisches Symposium	Linz/Donau	1. Oktober 1956 H. Linser	Biologie und Mathematik
Internationales biometrisches Symposium	Linz/Donau	1. Oktober 1956 K. Kaindl	a) Selbstreduplikation und Pflanzenwachstum b) Selbstreduplikation und Ertragsgesetz
II. Colloquium der Confederatio internat. ad qualit. plantarum edulium perquirendas	Paris	27. April 1957 H. Linser	Essai d'amélioration de la qualité des céréales par la fumure
III. Weltkongreß für Düngungsfragen	Heidelberg	10. September 1957 H. Linser	Über die pflanzenphysiologische Wirkung der Makronährstoffe im Lichte der neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse
IV. Internationaler Pflanzenschutz-Kongreß 1957	Hamburg	12. September 1957 W. Beck	Einsatz von Hexachlorcyclohexan im österreichischen Forstschutz in den Jahren 1956/57.

Über den Verlauf eines Teiles dieser sowie anderer wissenschaftlicher Tagungen und Kongresse, welche besucht wurden, haben Angehörige des Biologischen Laboratoriums in verschiedenen in- und ausländischen wissenschaftlichen Zeitschriften berichtet (33, 48, 51, 61, 62, 67, 69, 77, 81, 98, 99, 104, 111, 114, 124).

Die wissenschaftlichen Veröffentlichungen des Biologischen Laboratoriums in Linz

1. H. Linser: Über die bodenverbessernde Wirkung von „humonisiertem“ Torf. *Die Bodenkultur*, 3, 192—199, 1949.
2. H. Linser: Eine Sedimentationsmethode zur Charakterisierung der mikroskopischen Struktur von Böden. *Mikroskopie*, 4, 335—345, 1949.
3. H. Linser: Die Wuchsstoffwirksamkeit von 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure und Phenoxyessigsäure unter besonderer Berücksichtigung der Unkrautbekämpfung. *Pflanzenschutz-Berichte*, 3, 131—143, 1949.
4. H. Linser: Radioaktive Düngung? *Universum (Wien)*, 4, 268—270, 1949.
5. H. Linser: Kommen radioaktive Düngemittel? *Der praktische Landwirt (1/2)*, 17—18, 1949.
6. H. Linser: Torf als Bodenverbesserungsmittel. *Der praktische Landwirt (23/24)*, 14—15, 1949.
7. H. Linser: Unkrautbekämpfung mit Pflanzenhormonen. *Der praktische Landwirt (7/8)*, 83—84, 1950.
8. H. Linser: Unkrautbekämpfung mit „Dicopur“. *Die Landwirtschaft (15/16)*, 231—232, 1950.
9. H. Linser: Beobachtungen zur Jahresperiodik der Wachstumskorrelationen bei Keimlingen von *Avena sativa*. *Phyton*, 2, 92—97, 1950.
10. H. Linser: Die zellstreckende Wirkung einiger Phenoxyessigsäurederivate im Pastentest. *Protoplasma*, 39, 358—363, 1950.
11. E. Primost: Neue Wege der Unkrautbekämpfung auf Almen. *Der Bauer (43)*, 1950.
12. H. Linser: Unkrautbekämpfung auf hormonaler Basis. *Die Bodenkultur*, 5, 191—222, 1951.
13. H. Linser, W. Pelikan: Gefäßversuche mit radioaktiver Düngung. *Die Bodenkultur*, 5, 417—424, 1951.
14. H. Linser, W. Pelikan: Bor-Kalkammonsalpeter. *Die Bodenkultur*, 5, 459—466, 1951.
15. H. Linser, K. Kaindl: Versuch einer biophysikalischen Deutung des Mitscherlich'schen Ertragsgesetzes. *Biologia Generalis*, 19, 349—367, 1951.
16. H. Linser, K. Kaindl: Versuch einer trefferstatistischen Deutung des Mitscherlich'schen Ertragsgesetzes. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde*, 53 (98), 47—63, 1951.
17. H. Linser: Tod und Unsterblichkeit. *Universitas*, 6, 45—58, 1951.
18. H. Linser: Ergebnisse und Probleme der pflanzlichen Wuchsstoff-Forschung. *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien*, 92, 199—224, 1951.
19. H. Linser: Epidermale Wucherungen bei Tomaten nach Besprühung mit Lösungen des Natriumsalzes der 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure. *Mikroskopie*, 6, 242—245, 1951.
20. H. Linser: Versuche zur chromatographischen Trennung pflanzlicher Wuchsstoffe. *Planta*, 39, 377—401, 1951.
21. H. Linser, K. Kaindl: The mode of action of growth substances and growth inhibitors. *Science*, 114, 69—70, 1951.
22. H. Linser: Zur Wirkungsweise von Wuchs- und Hemmstoffen. I. Wachstumswirkungen von Indol-3-Essigsäure und Eosin sowie pflanzlicher Wuchs- und Hemmstoffe im Gemisch in der *Avena-Koleoptile*. *Biochimica et Biophysica Acta*, 6, 384—394, 1951.

23. K. Kaindl: Zur Wirkungsweise von Wuchs- und Hemmstoffen. II. Versuch einer trefferstatistischen Deutung der Wirkung von Wuchs- und Hemmstoffen. *Biochimica et Biophysica Acta*, 6, 395—405, 1951.
24. H. Linser: Neue Wege der Unkrautbekämpfung. *Berichte und Informationen*, 6, 3585—3586, 1951.
25. E. Primost: Humon — ein vollwertiger Ersatz für Stallmist. *Die Gartenbauwirtschaft* (10), 1951.
26. E. Primost: Gesteigerte Getreideerträge durch Unkrautbekämpfung mit „Dicopur“. *Die Landwirtschaft* (5/6), 1951.
- 26a) E. Primost: Kampf dem Unkraut durch „Dicopur“. *Der praktische Landwirt* (5/6), 61—62, 1951.
27. K. Kaindl: Verhalten von Radium in Boden und Pflanze. *Die Bodenkultur*, 5, 425—436, 1951.
- 27a) K. Kaindl: *Naturwissenschaftliche Forschung. Jahrbuch der Stadt Linz 1950*, 1951.
28. H. Linser, E. Primost: Über die Verwendbarkeit von Holzfässern bei der hormonalen Unkrautbekämpfung im Hinblick auf mögliche Schädigungen durch andersartigen Gebrauch der gleichen Arbeitsgeräte bei dicotylen Kulturpflanzen. *Pflanzenschutz-Berichte*, 6, 161—177, 1951.
29. H. Linser, W. Pelikan: Über die Verfügbarkeit des Bors im Borkalkammonsalpeter für Pflanzen. *Die Bodenkultur*, 6, 219—224, 1952.
30. H. Linser, W. Pelikan: Stickstoffdüngung mit hohen, geteilten Gaben. I. Gefäßversuch. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde*, 58 (103), 107—120, 1952.
31. H. Linser: Empfindlichkeitsunterschiede für Wuchsstoffe bei Koleoptilen und Primärblättern monocotyler sowie bei Epi- und Hypocotylen dicotyler Pflanzen. *Planta*, 41, 25—39, 1952.
32. H. Linser, E. Primost: Keimversuche mit Adsorptionsschutz der Samen in 2,4-D-behandeltem Boden. *Pflanzenschutz-Berichte*, 8, 65—74, 1952.
33. H. Linser: *Pflanzenschutztagung in Würzburg, 1951. Österreichische Chemikerzeitung*, 53, 41—43, 1952.
34. E. Primost: Unkrautbekämpfung mit „Dicopur“ auf Grünland. *Der Bauer* (5), 1952.
35. E. Primost: Zur Anwendung des Konzentratsprühverfahrens mit „Dicopur“ (2,4-D) bei Hafer. *Pflanzenschutz-Berichte*, 8, 44—49, 1952.
36. E. Primost: Hormone bekämpfen Unkraut. *Universum* (Wien), 7, 229—232, 1952.
37. E. Primost: Einjährige Feldversuche mit hohen, geteilten Stickstoffgaben zu Winterweizen und Kartoffeln. *Die Bodenkultur*, 6, 61—83, 1952.
38. K. Kaindl: Auffindung mikroskopisch feiner Oberflächenrisse mittels Radioisotopen. *Mikroskopie*, 7, 244—250, 1952.
- 38a) K. Kaindl: *Naturwissenschaftliche Forschung. Jahrbuch der Stadt Linz 1951, LXIII—LXXXIV*, 1952.
39. K. Kaindl: Was ist der Mensch? *Festschrift zur 400-Jahr-Feier des Bundesgymnasiums Linz*, 148—152, 1952.
40. H. Linser: Sein oder Geschehen? Das zentrale Problem von Leben und Tod. *Medizin heute*, 1, 3—6, 1953.
41. H. Linser: *Struktur-Materie. Nach der Arbeit* (10), 1953.
42. H. Linser: *Chemie und Landwirtschaft, Leistungen und Probleme einer fruchtbaren Zusammenarbeit. Österreichische Chemiker-Zeitung*, 54, 100 bis 105, 1953.

43. H. Linser: Die Leistung der Chemie für die Landwirtschaft. Bisherige Erfolge und weitere Möglichkeiten. Berichte und Informationen (357), 1953.
44. H. Linser, E. Primost: Stickstoffdüngung mit hohen, geteilten Gaben. II. Feldversuche zu Winterweizen. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 63 (108), 18—30, 1953.
45. H. Linser, F. Maschek: Kolorimetrische und biologische Bestimmung sowie chromatographische Trennung von Wuchsstoffen aus Pflanzen. Planta, 41, 567—588, 1953.
46. H. Linser: Zur Wirkungsweise von Wuchs- und Hemmstoffen. III. Die Wechselwirkung von Indol-3-Essigsäure und Eosin in Licht und Dunkelheit. Biochimica et Biophysica Acta, 10, 189—190, 1953.
47. H. Linser, W. Frohner, R. Kirschner: Formbildende Wirkungen von Wuchsstoffen, Phyton, Revista internacional de Botanica experimental, 3, 53—108, 1953.
48. H. Linser: Wuchsstoff-Symposium in Lund (Schweden). Österreichische Chemiker-Zeitung, 54, 335—336, 1953.
49. K. Kaindl: Versuch einer biophysikalischen Deutung des Pflanzenwachstums. Biochimica et Biophysica Acta, 10, 241—255, 1953.
50. K. Kaindl: Untersuchung über die Aufnahme von P^{32} markiertem primärem Kaliumphosphat durch die Blattoberfläche. Die Bodenkultur, 7, 324—352, 1953.
51. H. Mayr: Pflanzenschutztagung 1952 in Münster/Westfalen. Österreichische Chemiker-Zeitung, 54, 79—81, 1953.
52. H. Linser: Hormonale Formbildung bei Pflanzen. Medizin heute, 3, 146 bis 148, 1954.
53. H. Linser: Über die Wirkung von Indol-3-Essigsäure auf das Längenwachstum von Keimlingen verschiedener *Brassica*-Arten. Planta, 43, 440 bis 445, 1954.
54. H. Linser, H. Mayr, F. Maschek: Papierchromatographie von zellstreckend wirksamen Indolkörpern aus *Brassica*-Arten. Planta, 44, 103—120, 1954.
55. H. Linser: Chemische Konstitution und Zellstreckungswirkung verschiedener Stoffe. Monatshefte für Chemie, 85, 196—226, 1954.
56. H. Linser: Die Wuchsstoffwirksamkeit von β -Naphthoxyessigsäure und Indol-3-Essigsäure in gepufferten Lanolinpasten verschiedener Wasserstoffionenkonzentrationen. Protoplasma, 44, 307—313, 1954.
57. H. Linser: Zur Wirkungsweise von Wuchs- und Hemmstoffen. IV. Die Konzentrations-Wirkungskurven einiger synthetischer Zellstreckungswuchsstoffe in Gegenwart verschiedener Mengen von synthetischen Hemmstoffen. Biochimica et Biophysica Acta, 15, 25—30, 1954.
58. H. Linser, W. Frohner: Zur Prüfung der Wirksamkeit verschiedener Herbizide unter vergleichbaren Bedingungen. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, 98, 369—382, 1954.
59. H. Linser: Chemische Bekämpfung von Unkraut und Unholz im Forst- und Almgelände. Österreichs Forst- und Holzwirtschaft (6), 135—139, 1954.
60. H. Linser: Das lebende System. Ein Beitrag zu der Frage „Was ist Leben?“ Wissenschaft und Weltbild, 7, 416—432, 1954.
61. H. Linser: Jahreshauptversammlung des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten vom 2. bis 25. September 1953 in Lindau am Bodensee. Österreichische Chemiker-Zeitung, 55, 77—79, 1954.

62. H. Linser: Organische Stoffe im Boden. Österreichische Chemiker-Zeitung, 55, 137—139, 1954.
63. H. Linser: Interaction of growth promoters and growth inhibitors. Huitième Congrès Int. de Botan., Paris, Sect. 11/12, 174—175, 1954.
64. K. Kaindl: The biophysical analysis of the action of growth regulators. Huitième Congr. Int. de Botan., Paris, Sect. 11/12, 1954.
65. K. Kaindl: Biophysikalische Analyse der Konzentrations-Wirkungskurven von Wirkstoffen (insbesondere Zellstreckungswuchsstoffen). Monatshefte für Chemie, 85, 985—1002, 1954.
66. K. Kaindl: Foliar fertilization with phosphatic nutrient labelled with ^{32}P , Radioisotope Conference 1954. Proceedings of the second conference, Oxford, 19—23 July, 397—404, 1954.
67. K. Kaindl: Symposium über die Verwendung von Isotopen in der Chemie und Biochemie. Wiener Medizinische Wochenschrift, 104, 31, 1954.
68. K. Kaindl: Ein Querschnitt durch die technisch-wirtschaftliche Anwendung radioaktiver Isotope. Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architektenvereines, 99, 109—116, 1954.
69. H. Mayr: Pflanzenschutztagung in Heidelberg (1953). Österreichische Chemiker-Zeitung, 55, 290—292, 1954.
70. H. Linser: Versuche mit hohen, geteilten Stickstoffgaben. Landwirtschaftliche Forschung, Sonderheft 6, 105—113, 1955.
71. H. Linser: Über den gegenwärtigen Stand des Unkrautbekämpfungsproblems. Bericht über die Arbeitstagung 1955 der Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtleiter in Trautenfels vom 18. bis 20. Jänner 1955, 95—122.
72. H. Linser: Zellstreckungswuchsstoffe. Die gegenwärtige Lage eines Forschungszweiges. Praschu, Abteilung Chemie, 31, 113—118, 1955.
73. H. Linser: Zellstreckungswuchsstoffe, ihre Testung und Bedeutung. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 69 (114), 215—223, 1955.
74. H. Linser, W. Frohner, R. Kirschner: Veränderungen von Blattmorphologie und Blattfolge bei *Erodium cicutarium* unter dem Einfluß von Phenoxycarbonsäurederivaten. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 68, 46—51, 1955.
75. H. Linser, W. Beck: Über ein Vorkommen parasitischer Würmer beim Kartoffelkäfer in Oberösterreich. Anzeiger für Schädlingskunde, 28, 20 bis 21, 1955.
76. H. Linser: Bemerkung zur Spiralstruktur von Eiweiß und Nukleinsäuren. Biochimica et Biophysica Acta, 16, 295—296, 1955.
77. H. Linser: Internationale Tagung „Pflanzenqualität — Nahrungsgrundlage“, Rüdesheim, vom 8. bis 11. Juni 1955. Österreichische Chemiker-Zeitung, 56, 209—211, 1955.
78. K. Kaindl: Die Wirkung radioaktiver Strahlung auf Hochpolymere (insbesondere Polyäthylen). Österreichische Chemiker-Zeitung, 56, 164—171, 1955.
79. K. Kaindl: Radioisotope in Landwirtschaft und Biologie. I. Isotope als Strahlenquelle. Atompraxis, 1, 41—47, 1955.
80. H. Mayr: Zur Kenntnis des osmotischen Verhaltens von Getreidewurzeln. Protoplasma, 44, 389—411, 1955.
81. H. Mayr: 30. Deutsche Pflanzenschutztagung in Bad Neuenahr, vom 11. bis 15. Oktober 1954. Österreichische Chemiker-Zeitung, 56, 19—20, 1955.
82. H. Linser, W. Pelikan: Methode zur Bestimmung der „Mikrowasserkapazität“ von Böden im Gefäßversuch. Die Bodenkultur, 8, 352—356, 1956.

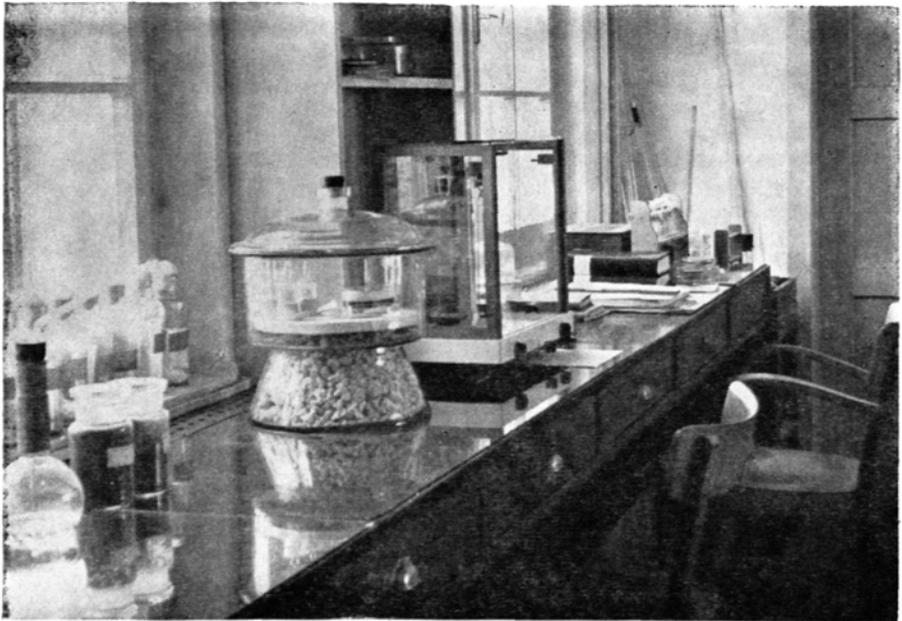
83. H. Linser, W. Pelikan: Über den Einfluß des Humusgehaltes und von Humusdüngemitteln auf die Wasserkapazität von Böden. *Die Bodenkultur*, 9, 16—26, 1956.
84. H. Linser: Wuchsstoffe. Ein Kapitel Qualitätsforschung. *Medizin heute*, 5, 257—264, 1956.
85. H. Linser, O. Kiermayer: Zur Wirkungsweise von Wuchs- und Hemmstoffen. V. Die Konzentrations-Wirkungskurve von Indol-3-Essigsäure in Gegenwart anderer synthetischer Wuchsstoffe. *Biochimica et Biophysica Acta*, 19, 341—344, 1956.
86. H. Linser: Chemical configuration and action of different growth substances and growth inhibitors: New experiments with the paste method. R. L. Wain u. F. Wightman, *The Chemistry and Mode of Action of Plant Growth Substances*, Proc. of a Sympos. held at Wye College (Univ. of London) July 1955, 141—158, 1956.
87. H. Linser, O. Kiermayer: Chemische Konstitution und Zellstreckungswirkung verschiedener Stoffe. II. Weitere Ergebnisse. *Monatshefte für Chemie*, 87, 708—719, 1956.
88. H. Linser, O. Kiermayer: Fluoreszenzanalytischer Nachweis von Indolkörpern, insbesondere Indol-3-Acetonitril auf Papierchromatogrammen. *Biochimica et Biophysica Acta*, 21, 382, 1956.
89. H. Linser: Neue Forschungen über seelische Krankheitsursachen. *Universitas*, 11, 743—748, 1956.
90. W. Beck: Chemismus und Wirkung moderner Schädlingsbekämpfungsmittel. *Praschu, Abteilung Chemie*, 65—72, 1956.
91. R. Jarosch: Ablösung von Zellwandbestandteilen bei schnell wachsenden *Nitella*-Internodialzellen. *Protoplasma*, 47, 534—535, 1956.
92. K. Kaindl: Radioisotope in Landwirtschaft und Biologie. II. Isotope als Leitelemente. *Atompraxis*, 2, 1—6, 1956.
93. K. Kaindl: The action-concentration curves of mixtures of growth-promoting and growth inhibiting substances. R. L. Wain u. F. Wightman, *The Chemistry and Mode of Action of Plant Growth Substances*, Proc. of a Sympos., held at Wye College (Univ. of London), July 1955, 159—164, 1956.
94. K. Kaindl: Untersuchungen über die Aufnahme von ^{32}P markierten primärem Kaliumphosphat durch die Oberfläche von Weizenblättern. *Die Bodenkultur*, 9, 43—50, 1956.
95. K. Kaindl, W. Frohner: Versuche über die Wirksamkeit von Lanzen- und Oberflächendüngung mit Hilfe von ^{32}P . *Mitteilungen Serie B, Obst und Garten*, 6, 1956.
96. K. Kaindl: Die Anwendung von Radioisotopen in Landwirtschaft und Biologie. *Zeitschrift für technischen Fortschritt*, 1, 6—29, 1956.
97. K. Kaindl: Le phosphore radioactif en agronomie; agricultural applications of radioactive phosphorus. Assoc. Internat. des Fabricants de Superphosphate, Comité agronomique, *Bull. Docum. No. 20*, 1956 (Decembre).
98. K. Kaindl: Kernumwandlungs-Metallurgie. *Atompraxis*, 2, 75—76, 1956.
99. K. Kaindl: Physiker-Tagung, München. *Atompraxis*, 2, 417—418, 1956.
100. K. Kaindl: Atomstrahlen in der Landwirtschaft. *Deutsche landwirtschaftliche Presse*, 79, 358—359, 1956.
101. O. Kiermayer: Eine einfache Arbeitsweise für den Koleoptilzylindertest. *Planta*, 47, 1956.

102. H. Mayr: Zur Photolyse von Indol-3-Essigsäure bei papierchromatographischen Arbeiten. *Planta*, 46, 512—515, 1956.
103. H. Mayr: Anwendung von radioaktiver Strahlung in der technischen Chemie. *Atompraxis*, 2, 39—42, 1956.
104. H. Mayr: Internationales Biometrisches Seminar über Planungsforschung und Symposium über Wachstums- und Ertragsgesetze, Beurteilung der Wirkung von Heilmitteln bei chronischen Erkrankungen, die Gültigkeit des t-Testes. Linz/Donau, 24. September bis 3. Oktober 1956. *Unternehmensforschung*, 1, 37—42, 1956.
105. E. Primost: Über den Einfluß hoher Stickstoffgaben auf die Qualität verschiedener Winterweizensorten. *Zeitschrift Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde*, 74 (119), 42—59, 1956.
106. E. Primost: Qualitätsverbesserung von Winterweizen durch hohe geteilte Stickstoffgaben. *Der bäuerliche Saatgutvermehrter*, 40, 38—42, 1956.
107. E. Primost: Versuch zur Wirkung von „Dicopur“ auf Rotklee. *Pflanzenschutz-Berichte*, 17, 75—80, 1956.
108. E. Primost: Versuche über die Wirkung zusätzlicher Kali- bzw. Kalkphosphatgaben auf Ertrag und Qualität von Winterweizen. *Die Bodenkultur*, 9, 162—167, 1956.
109. H. Linser: Methode zur Bestimmung der Wasserkapazität im Gefäßversuch und in Bodenfraktionen. *Landwirtschaftliche Forschung, Sonderheft 9. Stand und Leistung agrikulturchemischer Forschung*, IV, 52—56, 1956.
110. H. Linser: Morphoregulatoren. Chemische Wirkstoffe beeinflussen die Gestalt der Pflanze. *Universum, Natur und Technik*, 12, 103—107, 1957.
111. H. Linser: Jahreshauptversammlung des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten. *Österreichische Chemiker-Zeitung*, 58, 14—15, 1957.
112. H. Linser: Isotope in der Wuchsstoff-Forschung. *Atompraxis*, 3, 169—172, 1957.
113. H. Linser: Was ist „richtige“ Ernährung? *Medizin heute*, 6, 261—268, 1957.
114. W. Beck: Forstwirtschaftliche Arbeitstagung in Linz vom 28. bis 30. November 1956, veranstaltet von der Österreichischen Stickstoffwerke Aktiengesellschaft, Linz/Donau. *Die Bodenkultur*, 9, 381—386, 1957.
115. K. Kaindl: Anwendungsmethoden von Radioisotopen in der Landwirtschaft. E. H. Graul: Fortschritte der angewandten Radioisotopie und Grenzgebiete, 1, 99—162, 1957.
116. O. Kiermayer: Morphologische Veränderungen an den Früchten von *Capsella bursa pastoris* durch den Einfluß von 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure. *Phyton*, 7, 183—185, 1957.
117. E. Primost: Ertragssteigerung von Winterweizen. *Der land- und forstwirtschaftliche Betrieb*, 6, 69—70, 1957.
118. H. Linser und W. Beck: Zur Frage der Beeinflussung des Geschmacks von Speisekartoffeln durch moderne Kartoffelkäfer-Bekämpfungsmittel. *Pflanzenschutz-Berichte*, 19, 63—73, 1957.
119. K. Kaindl: Radioisotope in der Landwirtschaft und Biologie. *Praktische Chemie*, 8, 149, 1957.
120. E. Primost: Über den Einfluß steigender Stickstoffgaben auf Ertrag und Qualität der Zuckerrüben. *Zeitschrift für die Zuckerindustrie*, 7 (82), 332 bis 335, 1957.
121. K. Kaindl: Isotope und Strahlung in der Landwirtschaft. *Atompraxis*, 3, 229—230, 1957.

122. H. Linser, O. Kiermayer: Zellphysiologische Untersuchungen über die Wirkung von 3-Aminotriazol und 3- (α -Iminoäthyl-) 5-Methyl-Tetronsäure als spezifische Chlorophyllbildungshemmstoffe bei *Elodea canadensis*. *Planta*, Archiv für wissenschaftliche Botanik, 49, 498—504, 1957.
123. R. Jarosch: Zur Mechanik der Protoplasmafibrillenbewegung. *Biochimica et Biophysica Acta*, 25, 204—205, 1957.
124. K. Kaindl: Reaktor-Physik. *Atompraxis*, 3, 265—267, 1957.
125. E. Youssef, O. Kiermayer: Zur Photolyse von Indol-3-acetonitril. *Planta* (Berlin), 49, 607—611, 1957.
126. K. Kaindl: Strahlungsinduzierte Mutationen an Pflanzen. *Naturwissenschaftliche Rundschau*, 10, 408—411, 1957.
127. H. Linser, R. Kirschner: Zur Beeinflussung der Blattbildung durch Morphoregulatoren. I. Die Einwirkung von 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure auf *Erodium cicutarium*. *Planta*, 50, 211—237, 1957.
128. H. Linser, O. Kiermayer, R. Jarosch: Zur Beeinflussung der Blattbildung durch Morphoregulatoren. II. Formbildende Wirkungen verschiedener Stoffe bei *Trifolium pratense*. *Planta*, 50, 238—249, 1957.
129. O. Kiermayer: Morphologische Veränderungen an den Blüten von *Kalanchoe Blossfeldiana* sowie den Brutpflanzen von *Bryophyllum tubiflorum* durch synthetische Wuchs- und Hemmstoffe. *Phyton*, 9, 53—64, 1957.
130. H. Linser, O. Kiermayer: Pflanzliche Formbildung — experimentell gesteuert. *Naturwissenschaftliche Rundschau*, 11, 47—51, 1958.



„Altes“ Gebäude des Biologischen Laboratoriums (im Werk, Bau 75), jetzt Isotopenlaboratorium der Biologischen Forschungsabteilung.
(Photo: E. Schild)



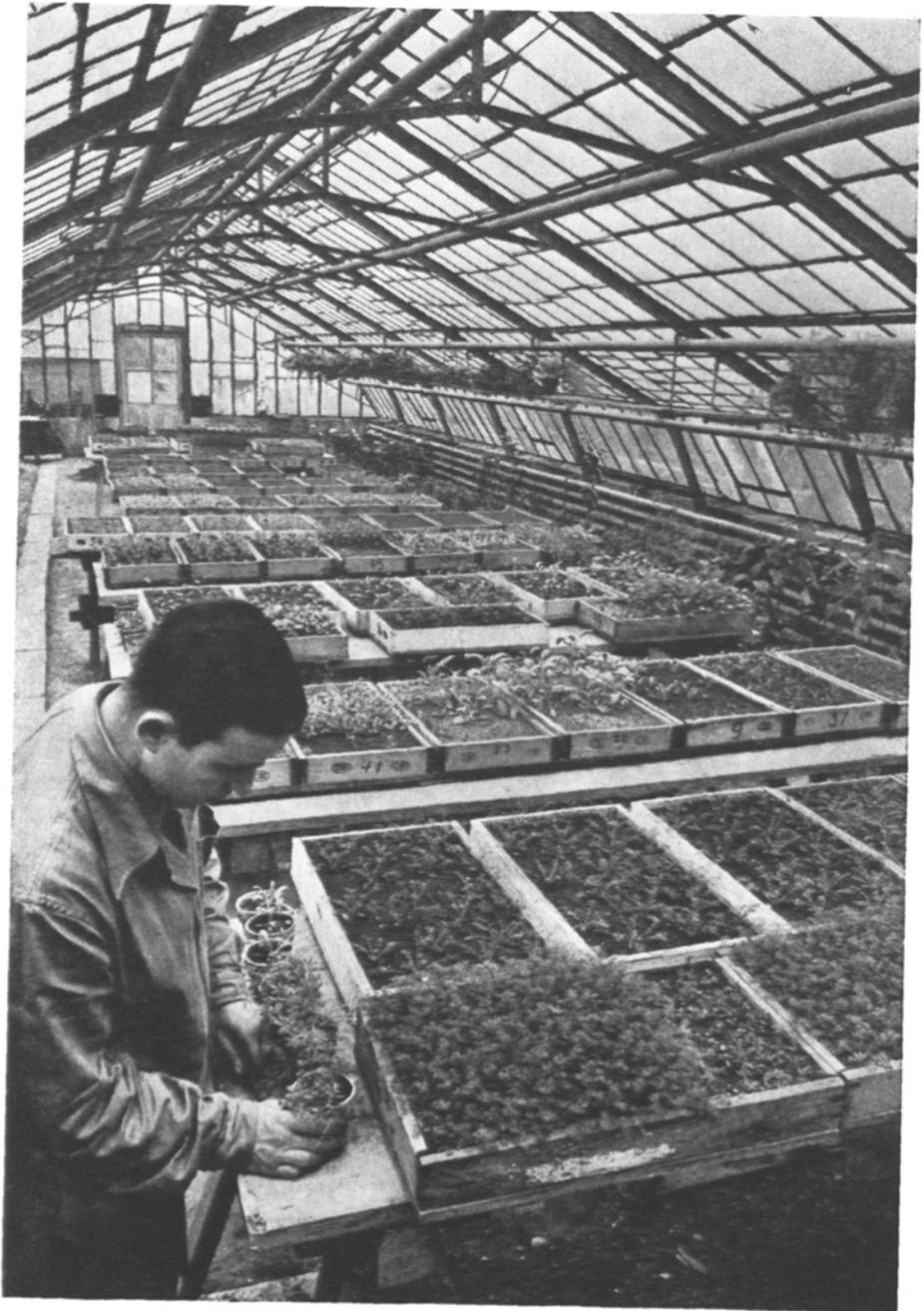
Arbeitsraum im Erdgeschoß des „alten“ Biologischen Laboratoriums (1949).
(Photo: E. Schild)

Tafel 2



Chemische Untersuchung von Handelshumusdüngemitteln im alten Kellerlabor.

(Photo: Madensky)



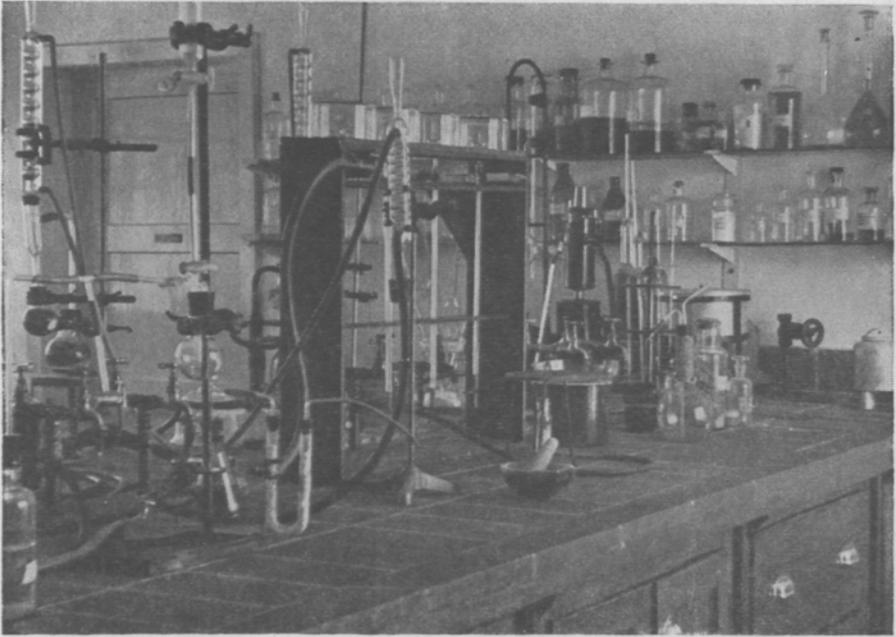
Herbizidtestung im Glashaus an verschiedenen Typen von Unkräutern.

Tafel 4



Düngungsversuche in der alten Gefäßversuchsanlage.

(Photo: Madensky)



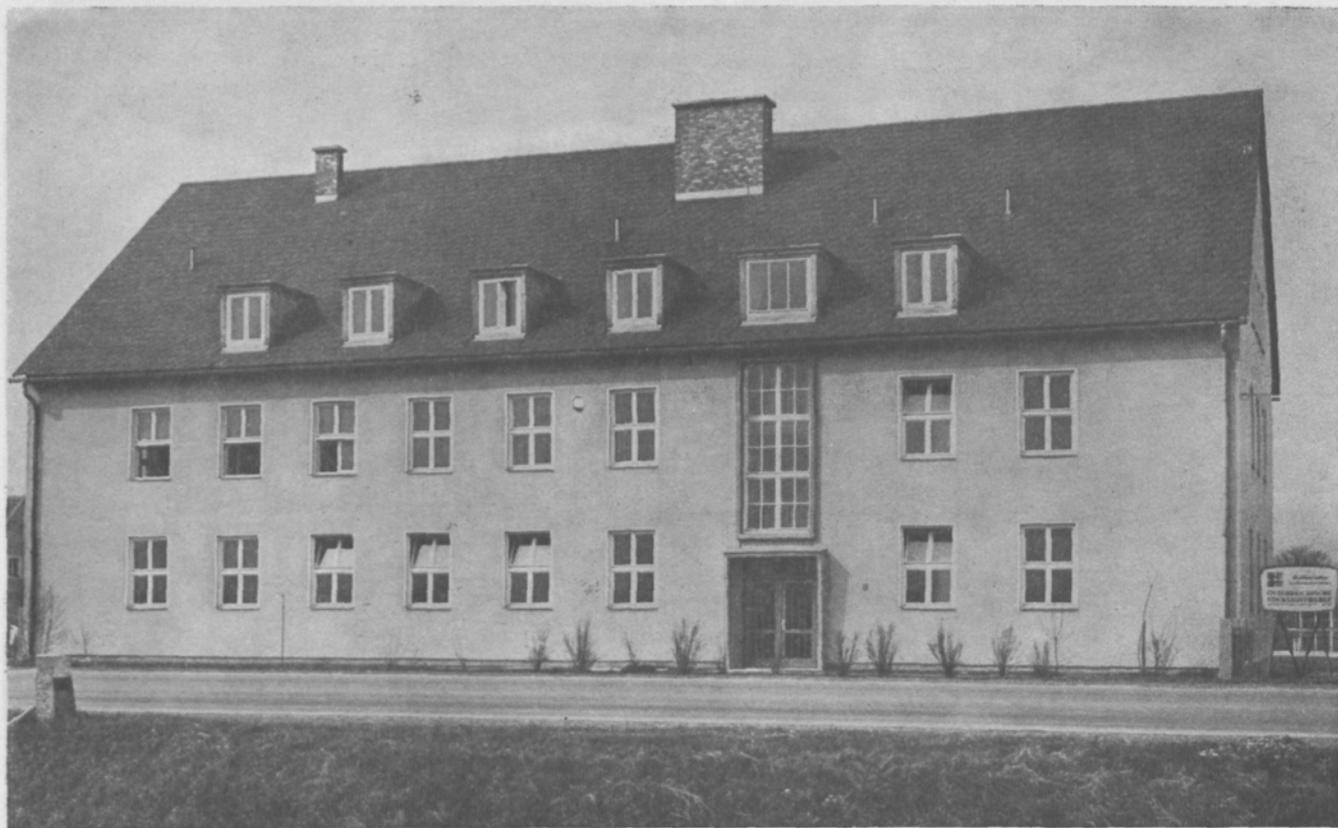
Arbeitsraum im Erdgeschoß des „alten“ Biologischen Laboratoriums (Bau 75).

(Photo: E. Schild)



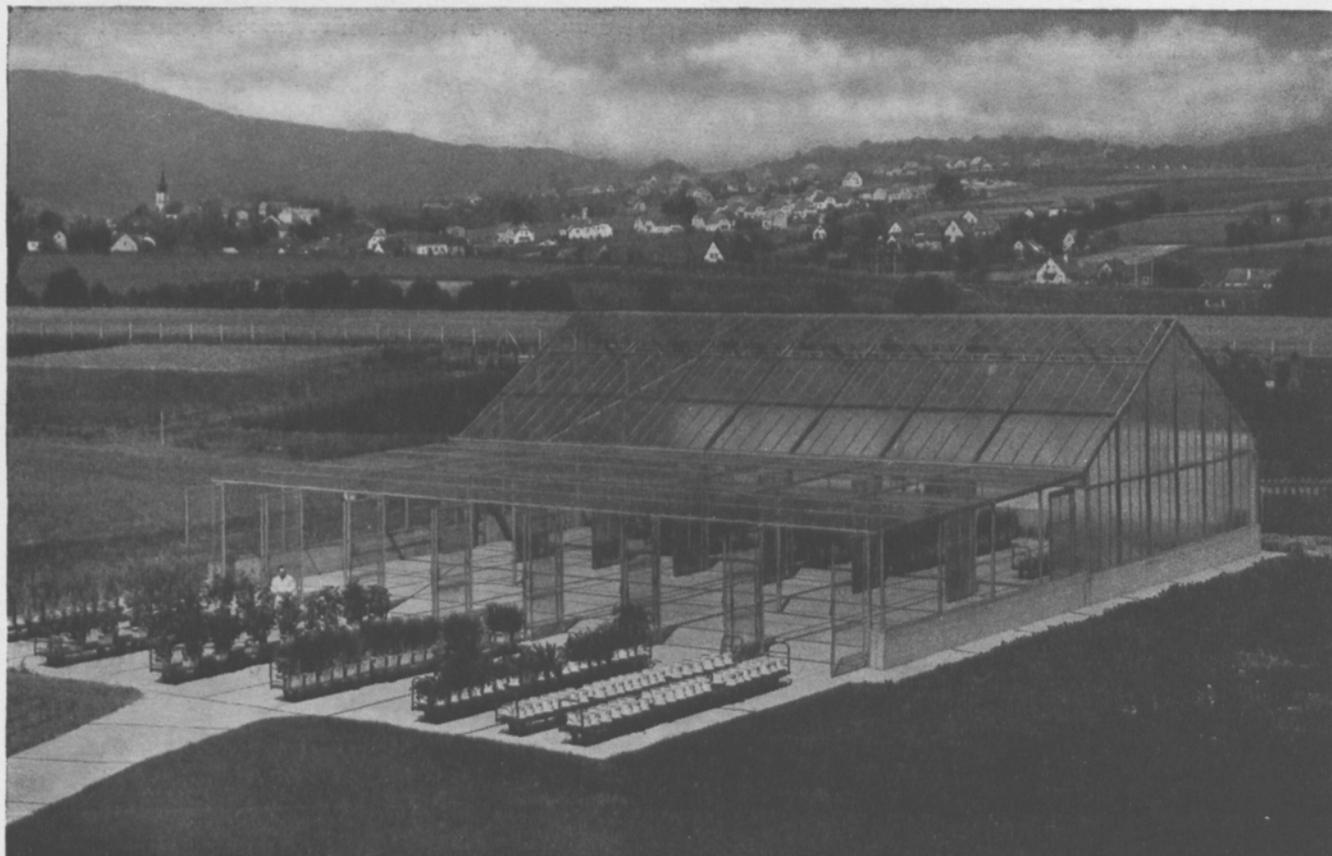
Das „alte“ Biologische Laboratorium während des Hochwassers am 11. Juli 1954.

Tafel 6



Der 1957 in Betrieb genommene Neubau des Biologischen Laboratoriums der Biologischen Forschungsabteilung in Linz 2, Haag 19.

Tafel 7



Gefäßversuchsanlage des (neuen) Biologischen Laboratoriums (Haag).

(Photo: Madensky)



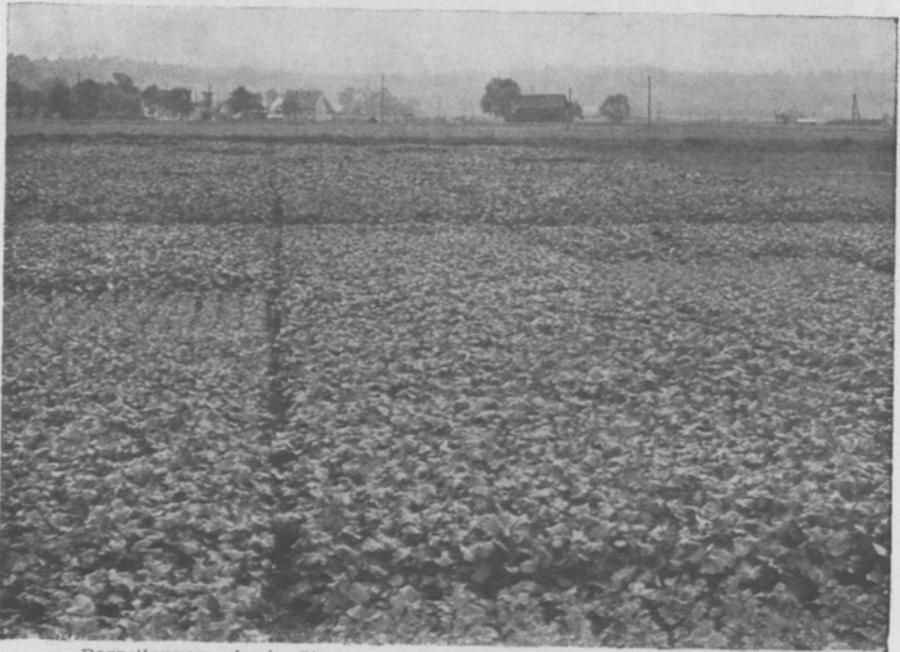
In der Gefäßversuchsanlage werden mit einer fahrbaren Waage täglich die einzelnen Gefäße gehoben und gewogen und die verdunsteten Wassermengen ergänzt.



Fünf gleiche, aber verschieden gedüngte Siedlergärten dienen der Feststellung der Rentabilität verschiedener Arten der Humusdüngung.



Teil des Gebäudes der landwirtschaftlichen Versuchsstation (Steyr)
mit Teil der Wetterstation.



Parzellenversuche in Steyr; verschiedenartige Düngung von Futterraps.



Düngung mit flüssigem Ammoniak mittels des „Nitroshooters“, der die Flüssigkeit in den Boden injiziert (Steyr).

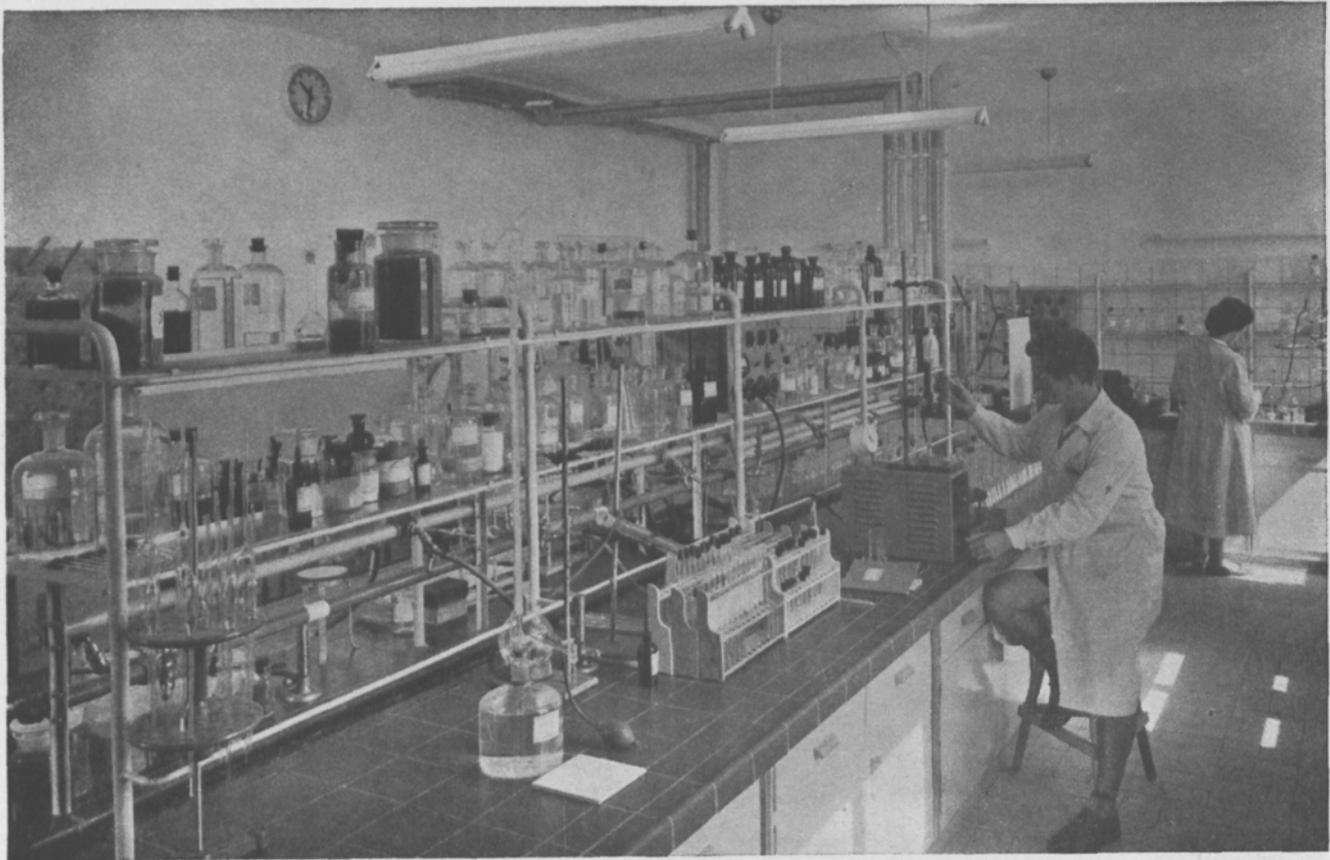
Tafel 10

Tafel 11



Abgeerntete Parzellenversuche der „Landwirtschaftlichen Versuchsstation“ in Steyr. (Photo: Madensky)

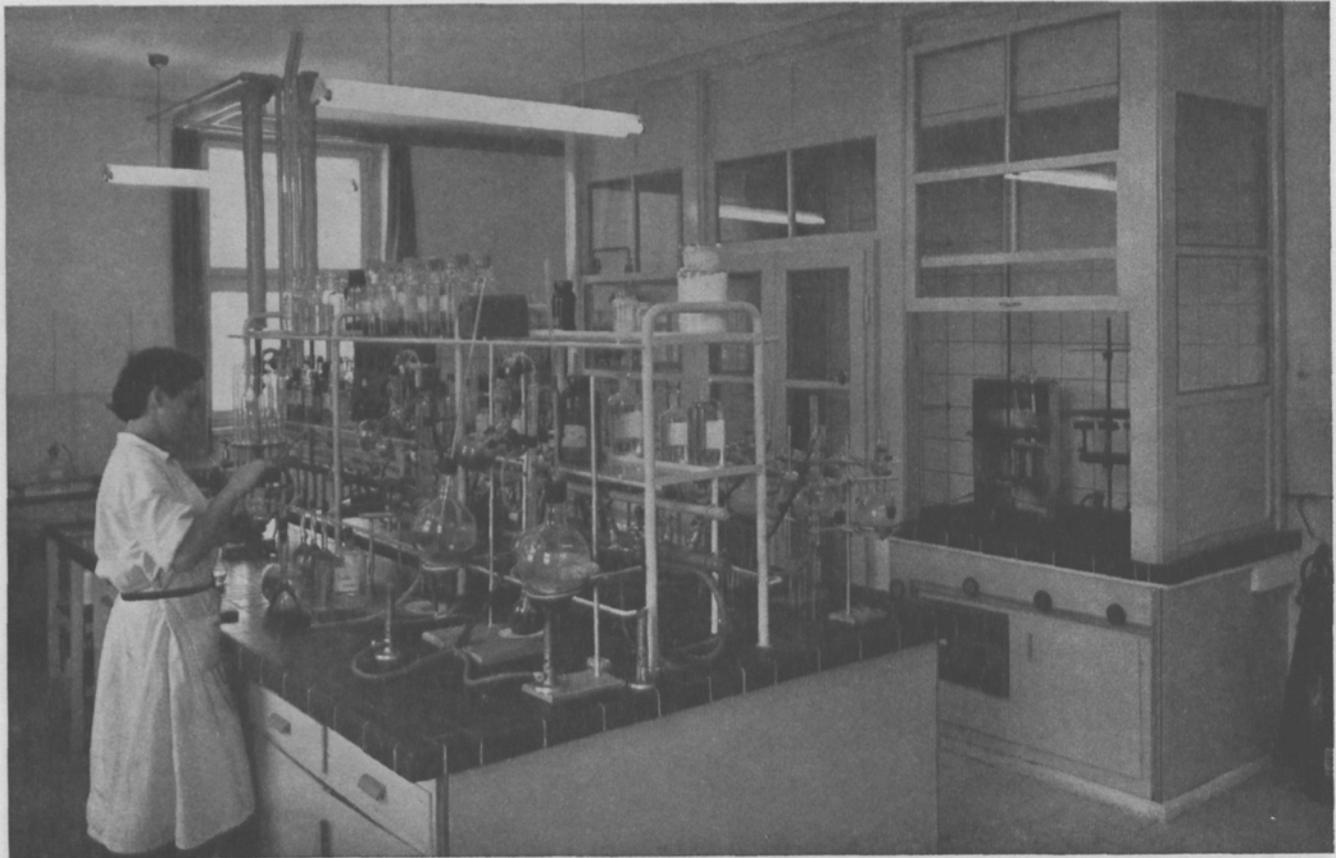
Tafel 12



Biochemisches Laboratorium im Neubau (Haag).

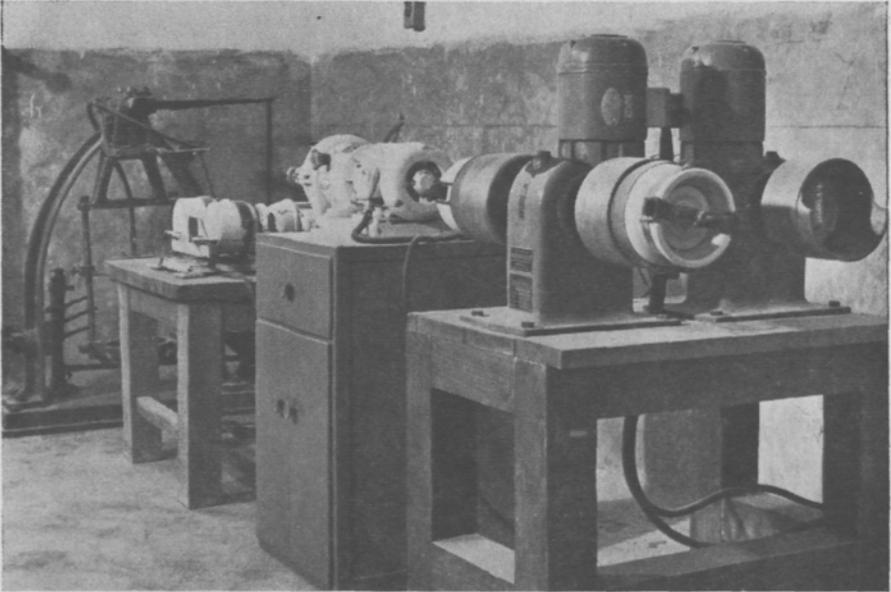
(Photo: Madensky)

Tafel 13

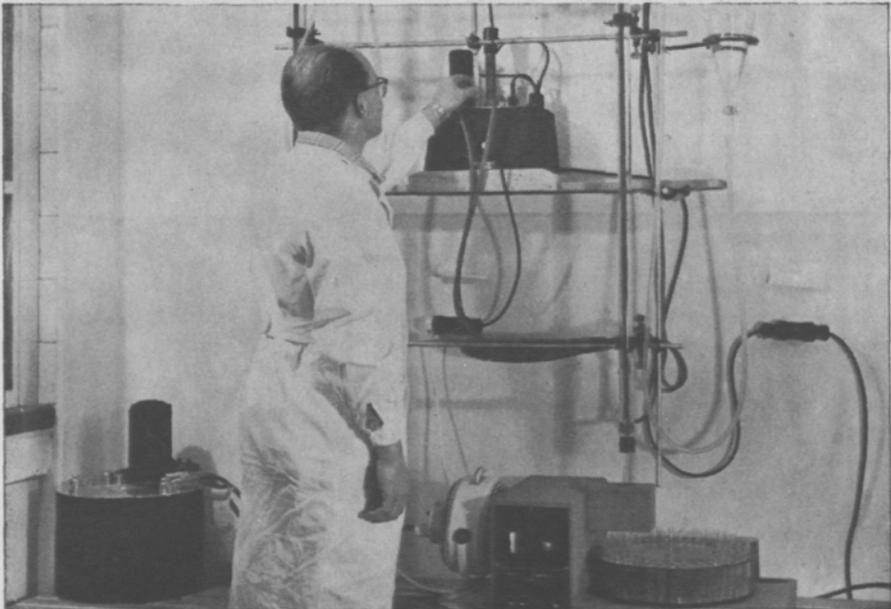


Qualitätslaboratorium im Neubau (Haag).

(Photo: Madensky)



Mühlern und Siebmaschinen besorgen die Zerkleinerung der getrockneten Pflanzenproben, an welchen Qualitätsuntersuchungen durchgeführt werden; eine Siebmaschine dient zur Bodenanalyse und Gewinnung von Bodenfraktionen.



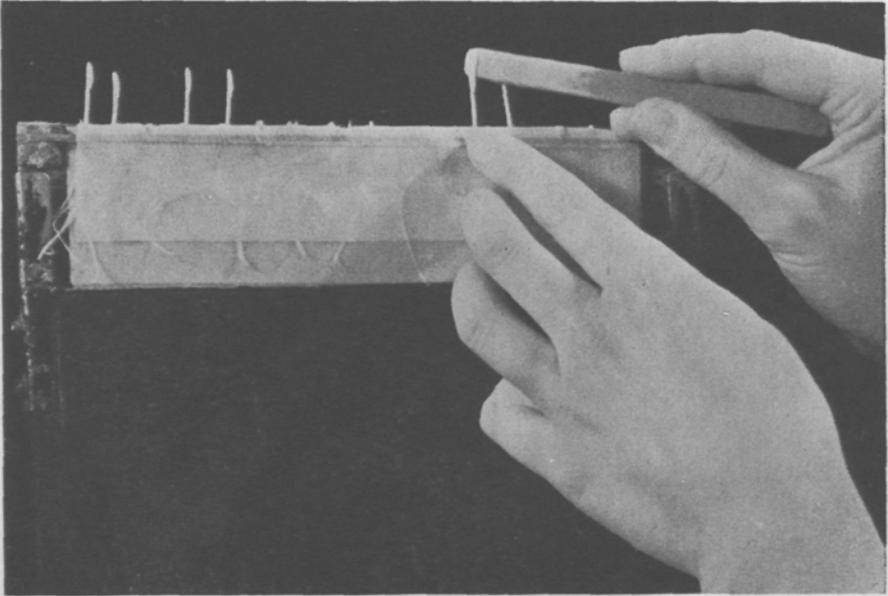
Trennung von Aminosäuren durch Säulenchromatographie mit Fraktionssammler im Eiweißlaboratorium (Haag).

Tafel 15

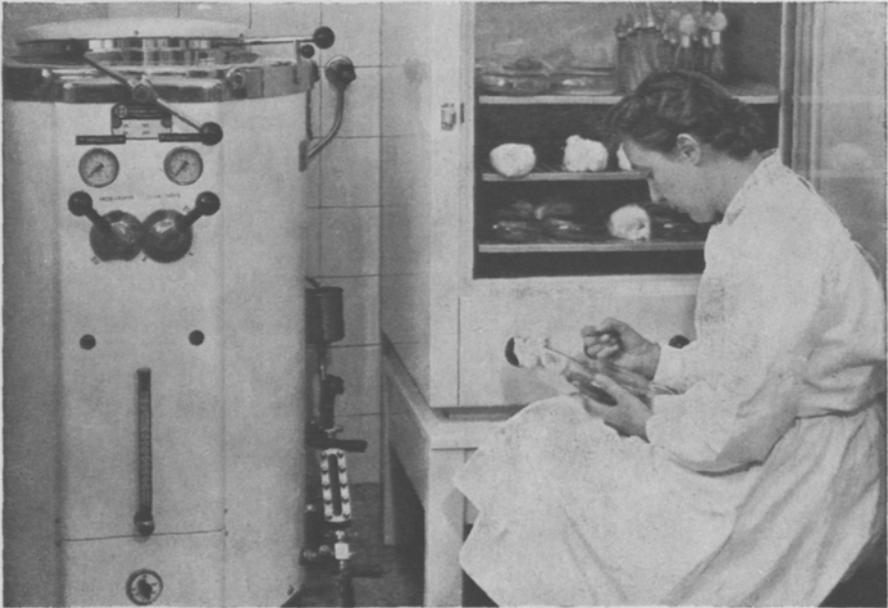


Blick auf Strahlungsmessgeräte des Isotopenlaboratoriums im „alten“ Gebäude.

(Photo: Madensky)



Zur quantitativen Bestimmung von Zellstreckungswachsstoffen werden Haferkeimlinge bestimmter Größe bei rotem Licht (einseitig) mit Lanolinpaste bestrichen, welche die zu untersuchende Probe enthält.



Blick in den Raum für sterile Kulturen holzerstörender und pathogener Pilze des Pflanzenschutzlaboratoriums.



Vorbereitungsarbeiten für die Kultur bestimmter *Drosophila*- (Taufliegen-) Arten, welche zur Testung von Insektiziden dienen.



Gerät zur Bestimmung der Haftfestigkeit von Spritzbelägen verschiedener Schädlingsbekämpfungsmittel im Pflanzenschutzlaboratorium (Haag).

Tafel 18



Ein pneumatischer Mikromanipulator gestattet mikrochirurgische Eingriffe an einzelnen Zellen. Im Hintergrund die „Mikroschmiede“ zur Herstellung der feinen Arbeitsgeräte.



Griff in die Zeitschriftbestände der Biologischen Forschungsabteilung (Haag).

Tafel 19



Philodendron-Blüte im alten Glashaus des Biologischen Laboratoriums.
(Photo: Madensky)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz \(Linz\)](#)

Jahr/Year: 1958

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Linser Hans

Artikel/Article: [Das Biologische Laboratorium in Linz, seine Arbeiten und Probleme 7-60](#)