

(Aus dem Botan. Institut der Techn. Hochschule in München.)

ÜBER DEN GEHALT VON ZELLTEILUNGSHORMONEN
IN SAMEN UND KEIMLINGEN VON *PIRUS MALUS*,
PRUNUS DOMESTICA UND *PRUNUS AVIUM*.

Von
KARL RIPPPEL.

(Eingegangen am 19. September 1938.)

In einer Reihe von Veröffentlichungen haben R. v. VEH (1936a—c; 1937a—b) und R. v. VEH und H. SÖDING (1937) ihre Ergebnisse über die Untersuchungen von Früchten, Samen und Keimlingen einiger bei uns heimischen Obstarten auf ihr Keimungsvermögen bzw. ihren Gehalt an Zellstreckungshormonen (Auxinen) zur Darstellung gebracht und versucht, Beziehungen zu finden zwischen Keimung und Wuchsstoffen¹. H. SÖDING (1935, 1936a—b, 1937a, 1938a) hat bereits in einer Reihe von Arbeiten mit anderen Pflanzen bzw. Pflanzenteilen zahlreiche Versuche durchgeführt und will trotz der Darstellungen von E. ALMOSLECHNER (1934), F. BOAS (1934, 1935a—b, 1936, 1937), E. BÜNNING (1934), H. BURGEFF (1934), A. TH. CZAJA (1935a—c), J. DAGYS (1935, 1936, 1937), R. GISTL (1936), G. HABERLANDT (1913, 1914, 1922, 1923, 1937), M. HAHN (1934), E. HUEBER (1938), F. KÖGL (1935a—b), F. KÖGL und B. TÖNNIS (1936), F. KÖGL und A. J. HAAGEN-SMIT (1936), N. NIELSEN (1932, 1935, 1936), K. OTTE (1937), L. REUTER (1937), G. SCHLENKER (1937), W. H. SCHOPFER (1934a—b, 1935, 1936), W. H. SCHOPFER und W. MOSER (1936, 1937) u. a., wie auch entgegen meinen eigenen Ergebnissen (K. RIPPPEL, 1936a—c, 1937a—b) für das pflanzliche Wachstum, sowohl *Teilung* wie *Streckung* der Zellen, die Auxine mit verantwortlich machen. Zwar bekennt sich H. SÖDING (1938b) in einem jüngst erschienenen Sammelreferat zu der Möglichkeit, daß den Auxinen lediglich eine mittelbare Rolle zukomme, die aber dennoch generelle Bedeutung habe für das Wachstum schlechthin. Demgegenüber schreibt aber H. SÖDING im selben Referat an anderer Stelle: „Das Auxin ist nur eines von vielen pflanzlichen Hormonen. Zum normalen Wachstum sind neben dem Auxin noch weitere Hormone erforderlich. In der Pflanze besteht offenbar ein ganzes System von Wirkstoffen, die alle zur normalen Entwicklung notwendig sind.“ In dieser Äußerung nunmehr stimme ich H. SÖDING ganz und gar zu mit folgenden, Worten (K. RIPPPEL 1938): „Wie weit der Bioskomplex mit anderen Wirkstoff- und Hormonsystemen Hand in Hand wirkt, analog etwa dem

¹ Wobei beide Autoren unter „Wuchsstoffen“ Zellstreckungshormone (Auxine) verstehen gegenüber den Zellteilungshormonen.

umfassenden Hormonsystem des tierischen Organismus, können wir noch nicht angeben, aber es wäre doch auffallend, wenn im pflanzlichen Organismus biologische Wirkungen und Reaktionen nicht auch in höherem Maße, als bisher erkannt werden konnte, korrelativ gekoppelt wären.“

In den oben zitierten Arbeiten von E. ALMOSLECHNER, F. BOAS usw. wird von jeher immer wieder hervorgehoben bzw. gezeigt, daß außer dem Auxin noch eine Reihe anderer Stoffe notwendig ist, die das eigentliche Wachstum, im besonderen die Teilung der Zellen, auslösen. Hier ist vorweg die Gruppe der *Zellteilungshormone* (Biosgruppe) anzuführen. Während nun die *Zellstreckungshormone* (Auxine) im allgemeinen mittels der *Avena*-Koleoptile nachgewiesen werden, — H. SÖDING (1937) verwendet als noch empfindlicheren Test *Cephalaria tatarica* und *Cephalaria alpina* — ist zum Erkennen der Biosgruppe ein in bezug auf die Zellteilungshormonheterotropher Organismus notwendig, und da ist der Weihenstephaner Stamm von *Saccharomyces cerevisiae* ausgezeichnet geeignet (K. RIPPEL, 1936a, 1937a), umso mehr, als dieser Test auf Auxin allein überhaupt nicht reagiert. Neben diesem biologischen Unterschied sind die beiden Hormongruppen, Zellteilungs- und Zellstreckungswuchsstoffe, ja auch chemisch gänzlich verschieden.

Ich möchte diese methodisch wie auch sonst grundsätzlich wichtige Tatsache hier nochmals ausdrücklich hervorheben und wie schon früher (K. RIPPEL, 1936a, 1937b) im besonderen im Hinweis auf die Arbeiten von H. SÖDING (l. c.) auch darauf verweisen, daß beide Gruppen, sowohl die Zellteilungs- wie auch die Zellstreckungshormone, stets gleichzeitig nebeneinander vorkommen und erst eine Analyse auf beide Hormongruppen einen umfassenden Überblick gewährt. Auch H. SÖDING hätte vielleicht eine andere Meinung über diese doch immerhin nicht unwichtige Frage, wenn er auch über Zellteilungshormone einige Versuche angestellt hätte. Das gleiche gilt auch für die Schlußfolgerungen von H. SÖDING (1938b) aus den Arbeiten von M. LAVINE und E. CHARGAFF (1937) und G. K. K. LINK, H. W. WILCOX und A. DE LINK (1937) über die Gallbildungen von *Bacterium tumefaciens*, wie auch aus jenen von K. V. THIMANN (1936) über die Wucherungen an den Wurzeln von Leguminosen, hervorgerufen durch *Bacterium radicolica*. Gerade was diese Wurzelknöllchen anlangt, so habe ich sowohl bei *Vicia Faba* wie auch bei *Pisum sativum* in solchen Wurzeln ungeheure Mengen von Zellteilungshormonen feststellen können (K. RIPPEL 1938). Wo es sich aber scheinbar um Ausnahmen handelt, verweise ich auf die Möglichkeit des gleichzeitigen Vorkommens noch anderer Wirkstoffe in der Pflanze, die auf deren Auskeimung einen hemmenden Einfluß haben (R. v. VEH, 1936a—c, 1937a—b und A. KÖCKEMANN, 1934, 1936), und vor allem auch das Wachstum der Testorganismen (Hefe, Hafer u. a.) unterdrücken und so einen Mangel an dem einen bzw. anderen Wuchshormon vortäuschen können (K. RIPPEL, 1936a, 1936c, 1937a—b).

R. v. VEH (1937a—b) weist nun weiterhin mit Recht darauf hin, daß bei der Pflanze bezüglich der Wuchshormone eine so ausgeprägte Differenzierung in „Induktions- und Reaktionssystem“, wie es der tierische Organismus zeigt, nicht beobachtet werden kann, will aber aus dieser Tatsache ableiten, daß die zum Wachstum notwendigen Wuchshormone immer gerade nur da gebildet werden, wo sie benötigt sind. Demgegenüber können wir jedoch auf die Annahme eines Transportes von Wuchshormonen innerhalb der Pflanze nicht verzichten. Dies umso weniger, als ich bei *Vicia Faba*, besonders im jungen Wachstum, ein ausgesprochenes Hormongefälle beobachten konnte, ausgehend von den Kotyledonen, die ja mit Wuchshormonen wie in vorsorglicher Weise buchstäblich vollgepfropft sind (K. RIPPEL, 1937b). Außerdem hat L. JOST (1893) schon früher an Holzpflanzen Versuche angestellt, die ganz meiner Darstellung, daß eben ein Hormontransport erfolgt, entsprechen, wie derselbe Autor (L. JOST, 1937) auch an anderer Stelle über „Wuchsstoffleitung“ berichtet. Schließlich haben Versuche von F. KÖGL und A. J. HAAGEN-SMIT (1936) mit *Pisum sativum* wie auch eigene Untersuchungen an keimblattfreien Keimlingen von *Vicia Faba* (K. RIPPEL, 1937c) gezeigt, daß ohne die Zufuhr der in den Kotyledonen gespeicherten Wuchshormone ein Wachstum des Sprosses nicht erfolgt, wenngleich das Entwicklungsvermögen als solches nicht gestört ist. Führt man nämlich künstlich Wuchshormone zu, dann setzt auch die Entwicklung ein. Im übrigen verweise ich auf die referierende Darstellung von H. SÖDING (1938b), wo von einem „*Avena*-Typ“ gesprochen wird, der ein deutliches „Bildungszentrum“ besitzt, von dem aus der Wuchsstoff in die Verbrauchszone strömt“, sowie auf die Darstellung des gleichen Autors (H. SÖDING, 1938a) mit Versuchen an *Heliopsis laevis*.

Im Rahmen dieser Versuche wird zugleich eine weitere Frage berührt, die R. v. VEH (1937a—b) mehr als theoretisches Problem aufwirft. Genannter Autor sieht in der ontogenetischen Entwicklung einer Pflanze kein eigentliches Problem der Wuchshormone. So wenig klar gerade diese Frage in ihrer letzten Wesenheit sein mag, die Entwicklung als solche ist, wie wir gesehen haben, weitgehend von dem Vorhandensein der das Wachstum auslösenden Hormone abhängig, um nicht zu sagen, durch sie bedingt, wie ja die oben angegebenen Experimente von F. KÖGL und A. J. HAAGEN-SMIT mit *Pisum sativum* und meine eigenen Versuche mit *Vicia Faba* gezeigt haben, d. h. also umgekehrt: *Die Entwicklung setzt ein, wo die notwendigen Hormone wirksam sein können*. So gesehen, ist es meines Erachtens auch gleichgültig, ob die Wuchshormone „weniger als Herr denn als Diener des Organismus bei der Lenkung des Wachstums“ eine Rolle spielen (s. A. W. ZIMMERMANN, 1936). Grundsätzlich steht experimentell fest, daß ohne Wuchshormone kein Wachstum erfolgen kann, wie wir auch zwischen Entwicklungsmöglichkeit und Wachstum unterscheiden müssen. Und wenn, wie R. v. VEH (1937a—b) in diesem Zusammenhang schreibt, die Möglichkeit der Verankerung der

organischen Ganzheit im Artplasma für uns unvorstellbar ist, so gewinnt diese Überlegung dennoch an theoretischem Wert, wenn wir dem konkreten, entwicklungsmechanischen Geschehen ein finales Prinzip überordnen, das eben experimentell nicht erfaßt werden kann. Und hierin glaube ich mit R. v. VEH gleicher Meinung zu sein. Und wenn H. G. DU BUY (1934) sagt: „... so spielt der Wuchsstoff hier also eigentlich nur die Rolle eines ‚Realisators‘, d. h. eines ausführenden Faktors“, so steht eben dieser konkret erfaßbare Stoff im Dienst einer weiteren Aufgabe, wie schließlich jeder biologische Vorgang kausal *und* final aufzufassen ist. Der erste Schritt aber ist, wie ja R. v. VEH (1937a—b) auch sagt, die Aufnahme des Wassers in entwicklungsreifes Gewebe, d. h. in Plasma, das mit allen lebensnotwendigen Stoffen („Realisatoren“) der Lebensträger ist, *an dem sich das Leben abspielt*, wie F. BOAS (1921a—b, 1928, 1937) sagt. Und das will doch heißen, daß das Plasma vorwiegend ein Medium darstellt, das die notwendigen *physikalischen und chemischen* Eigenschaften in sich birgt, voraussetzt, um ein *biologisches* Vollbringen zu ermöglichen. Ich zitiere im Rahmen dieser Betrachtungen hier auch die Arbeiten von W. RUHLAND und C. HOFFMANN (1925, hier weitere Literatur von W. RUHLAND) und S. SCHÖNFELDER (1930).

Fragestellung.

R. v. VEH und H. SÖDING (1937) haben die von mir nachfolgend untersuchten Früchte bzw. Samen auf ihren Gehalt an *Zellstreckungshormonen* (Auxine) untersucht. R. v. VEH ist nun mit dem Ersuchen an mich herangetreten, Früchte bzw. Samen derselben Arten auf ihren Gehalt an *Zellteilungshormonen* (Biosgruppe) zu prüfen, da R. v. VEH aus dem einen oder anderen Ergebnis weitere Schlüsse ziehen will.

Die notwendigen Mittel zur Durchführung der Arbeit hat in dankenswerter Weise der Herr Reichsminister für Ernährung und Landwirtschaft zur Verfügung gestellt.

Experimenteller Teil.

Im folgenden sollen nun die von mir durchgeführten Versuche beschrieben werden. Das notwendige Versuchsmaterial hat mir R. v. VEH aus der Staatlichen Versuchs- und Forschungsanstalt für Gartenbau in Pillnitz bei Dresden freundlichst überlassen.

Was die Methodik anlangt, so verweise ich auf die bereits früher gegebenen Darstellungen (K. RIPPEL, 1936a, 1937a). Nur so viel sei angegeben, daß die errechneten Hefeeinheiten sich daraus ergeben, daß die in den Probekölbehen pro Kubikzentimeter gefundene Hefezellenzahl zunächst dividiert wird durch die Anzahl der zur Kontrolle eingesäten Hefezellen, nämlich durch 100. Der so erhaltene Wert wird nunmehr durch den sog. Zuwachswert von 1000 dividiert, so daß sich die Hefeeinheit auf die Vermehrung einer einzigen Hefezelle zu 1000 Hefe-

zellen bezieht, d. h.: *Eine Hefeinheit bedeutet diejenige Menge an Zellteilungshormonen, die notwendig ist, damit sich eine Hefezelle in BOASScher Nährlösung¹ zu 1000 Hefezellen vermehren kann* (K. RIPPEL, 1937a).

Versuch 1.

Entschälte, ruhende Samen von *Pirus Malus*.

Die aus den Versuchsapfeln (der Sorte nach ein Splintapfel) frisch entnommenen, entschälten und fein zerschnittenen Samen wurden in der früher schon (K. RIPPEL, 1936a, 1937a) beschriebenen Weise in destilliertem Wasser eine Stunde lang extrahiert. Von dem so gewonnenen Extrakt setzte ich der Testnährlösung 1 ccm zu.

Die von 5 Untersuchungen erzielten Ergebnisse sind in Tabelle I zusammengestellt. Sie zeigt eine ungeheure Menge von Zellteilungshormonen an, die in den Samen gespeichert sind und dem Keimling bzw. der jungen Pflanze zugeführt werden, wie ich es ja bei *Vicia Faba* und *Pisum sativum* ebenfalls zeigen konnte (K. RIPPEL, 1937a).

Tabelle I.

Versuchskölbchen	Hefe-einheiten
1	820
2	831
3	829
4	825
5	830
Kontrolle	0

Versuch 2.

Samenschalen von *Pirus Malus*.

Die Apfelsamenschale, die ja aus einem äußeren und einem inneren Integument besteht, enthält, wie Tabelle 2 zeigt, relativ viele Zellteilungshormone. Ob dieser hohe Hormongehalt bei der Keimung verwertet wird, kann leider nicht untersucht werden, wenigstens nicht im Rahmen vorstehender Versuche, da ja, wie R. v. VEH (1936a—b, 1937a—b) zeigte, lediglich entschälte Apfelsamen sofort auskeimen. Auf diese Feststellung muß also hier verzichtet werden. Doch möchte ich aus Analogiegründen annehmen, daß hier, wie bei *Vicia Faba*, die ich eingehend untersucht habe und wovon ich demnächst berichten werde, der große Vorrat an Wuchshormonen in der Samenschale beim normalen Wachstum ebenso verbraucht wird. Die Tatsache, daß dieser Teil des Samens so viele Wuchshormone enthält, läßt entwicklungsphysiologisch die Samenschale doch bedeutungsvoll genug erscheinen, um ihr eine wesentlichere Rolle zuzuschreiben, als lediglich die eines mechanischen Schutzes. Gegen eine solche Auffassung spricht auch die Tatsache, daß, wie angeführt, in der Samenschale von *Pirus Malus* keimungshemmende Stoffe

Tabelle 2.

Versuchskölbchen	Hefe-einheiten
1	343
2	329
3	331
4	338
5	328
Kontrolle	0

¹ Traubenzucker 5,0%, KH_2PO_4 0,18%, K_2HPO_4 0,05%, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,1%, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,2%, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,05%, NaCl 0,05%, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 0,05%, H_3BO_3 0,0002%, ZnSO_4 0,0002%, MnSO_4 0,0002%, FeCl_3 0,0002%.

enthalten sind. *Ich will damit sagen, daß die Samenschale, wenn auch nicht zum Embryo selbst, so doch zum Aufgabenbereich der embryonalen Entwicklung gehört.*

Versuch 3.

Keimlinge von *Pirus Malus*.

Um die frischen Samen von *Pirus Malus* zum Auskeimen zu bringen, müssen sie, wie ja bereits angeführt, zuvor von ihrer Schale befreit werden. Die so präparierten Samen brachte ich in Holzmehl, einem neutralen Medium, zum Keimen, bis die Wurzel etwa 5 cm lang war und der Sproß eine Höhe von etwa 4 cm erreicht hatte. Diese Pflänzchen zerlegte ich nun in Kotyledonen, Sproß und Wurzel. Der Sproß bestand zum großen Teil aus dem langgestreckten Stengel. Die Untersuchung zeigt, wie eigentlich zu erwarten war und wie Tabelle 3 angibt, im ganzen gesehen einen hohen Gehalt an Zellteilungshormonen, der sich über den Keimling verteilt

Tabelle 3.

Versuchskölbchen	Hefe-einheiten
Kotyledonen	{ 781 { 776
Sproß	{ 465 { 459
Wurzel	{ 420 { 424
Kontrolle	0

und zunächst in Wurzel und Sproß in annähernd gleicher Menge vertreten ist, während die Keimblätter noch große Vorräte gespeichert enthalten, ein Befund, der sich wiederum durchaus mit meinen Beobachtungen an *Vicia Faba* deckt.

Im weiteren Verlauf der vegetativen Entwicklung wird vornehmlich der Sproß mit Wuchshormonen versorgt, wogegen in der Wurzel nur wenig davon zu finden ist, was sich übrigens durchaus deckt mit den entsprechenden Untersuchungen über das Vorkommen von Auxinen (hierüber siehe bei H. SÖDLING, 1938 b).

Tabelle 4.

Versuchskölbchen	Hefe-einheiten
Apfelschale	{ 490 { 496
Äußeres Fruchtfleisch . . .	{ 184 { 182
Inneres Fruchtfleisch . . .	{ 283 { 285
Kontrolle	0

Versuch 4.

Fruchtfleisch von *Pirus Malus*.

Es ist von Interesse, nunmehr auch das Fruchtfleisch des Apfels auf seinen Gehalt an Zellteilungshormonen zu untersuchen. Um eine detaillierte Prüfung durchführen zu können, zerlegte ich die zu untersuchenden Äpfel jeweils in Schale, äußeres Fruchtfleisch (unter der Schale) und inneres Fruchtfleisch (um das Gehäuse). Die Untersuchung ergab die in Tabelle 4 zusammengestellten Werte.

Es mag zunächst überraschen, auch hier in allen Teilen, besonders in der Schale, auffallend große Mengen von Zellteilungshormonen vor-

zufinden, wengleich ihnen eine weitere organische Bedeutung wohl kaum zukommt. Vielleicht kann aber diese Erscheinung eines so hohen Gehaltes an Wuchshormonen entwicklungsphysiologisch gedeutet werden, indem man der Frucht als ganzer eine biologisch wesentliche Bedeutung beimißt, ohne Rücksicht darauf, daß für die Regeneration aus dem ganzen hier eben nur bestimmte Teile eine unmittelbare und wesentliche Rolle spielen.

Versuch 5.

Ruhende Samen von *Prunus domestica*.

Des weiteren Interesses wegen wurden noch einige Steinfrüchte untersucht, zunächst die von der Steinhülle (Endocarp) und Samenschale befreiten Samen der Hauszwetschge (*Prunus domestica*). Über das Ergebnis der Prüfung der Kolyedonen gibt Tabelle 5 Aufschluß. Wie eigentlich zu erwarten war, findet sich auch hier ein relativ hoher Gehalt an Zellteilungshormonen, aber, und das ist immerhin auffallend, bei weitem nicht so viele, wie bei *Pirus Malus* (s. Tabelle 1) oder auch bei *Vicia Faba* und *Pisum sativum*, wenn ich zum Vergleich einige meiner früheren Untersuchungen heranziehe. Die, verglichen mit den Samen des Apfels, größeren Ausmaße des Zwetschgensamens und damit gegebenen größeren Vorratsmöglichkeiten an Wuchshormonen können wir als Ursache wohl nicht annehmen, wenn wir die beim *Fruchtfleisch* des Apfels (s. Tabelle 4) gefundenen Werte, die ja zum Teil höher sind, vergleichend heranziehen.

Versuch 6.

Samenschale und Endosperm von *Prunus domestica*.

Auch in der Samenschale mit zugehörigem Endosperm findet sich, verglichen mit den Ergebnissen bei *Pirus Malus*, wo doch die Samenschale erhebliche Mengen von Zellteilungshormonen aufzeigte (s. Tabelle 2), ein relativ geringer Anteil dieser Hormone, wie Tabelle 6 zeigt.

Auch neben anderen Samen, die ich früher schon untersuchte (*Vicia Faba*, *Pisum sativum* u. a.), fällt der Gehalt an Wuchshormonen stark ab, besonders auch neben den Samen von *Prunus avium*, worüber ich im nächsten Versuch berichten werde (s. Tabelle 7).

Auf Grund dieser Ergebnisse, daß sowohl in den ruhenden Samen, wie auch in der Samenschale mit Endosperm *verhältnismäßig* wenig Wuchshormone nachgewiesen werden können, möchte ich die Vermutung aussprechen, daß in den Samen einschließlich Samenschale und Endosperm

Tabelle 5.

Versuchskölbchen	Hefe-einheiten
1	291
2	295
3	289
4	293
5	291
Kontrolle	0

Tabelle 6.

Versuchskölbchen	Hefe-einheiten
1	115
2	119
3	115
4	120
5	117
Kontrolle	0

von *Prunus domestica* noch Stoffe enthalten sind, die das Wachstum der Testhefe beeinträchtigen, analog meiner früheren Feststellungen an den Samen von *Vicia Faba* und im Sproß von *Pisum sativum* (K. RIPPEL, 1936 a, 1936 c, 1937 a, 1937 b). Auf eine Untersuchung dieser Frage habe ich hier verzichtet.

Versuch 7.

Untersuchung der Kerne von *Prunus avium*.

Schließlich untersuchte ich noch die Kerne verschiedener Sorten von *Prunus avium*, wobei sich innerhalb dieser keine nennenswerten Unterschiede zeigten, was übrigens auch von den verschiedenen Sorten von *Prunus domestica* zu sagen ist.

Aber in voller Übereinstimmung mit den Ergebnissen früherer Untersuchungen, besonders der von *Pirus Malus*, finden wir wiederum, wie Tabelle 7 zeigt, auch in den Kirschkernen eine ungeheure Menge von Zellteilungshormonen aufgespeichert.

Tabelle 7.

Versuchs- kölbchen	Hefe- einheiten
1	710
2	718
3	711
4	715
5	716
Kontrolle	0

Damit glaube ich zur Genüge gezeigt zu haben, daß in den untersuchten Früchten bzw. Samen die Zellteilungshormone in reichem Maße vertreten sind und es besteht, zumal gemäß meiner sonstigen diesbezüglichen Untersuchungen, keine Veranlassung, daran zu zweifeln, daß die Samen ganz allgemein sich durch einen hohen Gehalt an Wuchshormonen auszeichnen. Und wo deren Nachweis zunächst nicht möglich erscheint, ist zu erwägen, ob nicht irgend welche andere Inhaltsstoffe des zu untersuchenden Objektes einen unmittelbaren Hormonnachweis unmöglich machen (K. RIPPEL, 1937 a—b).

Literatur.

Almoslechner, E.: Die Hefe als Indikator für Wuchsstoffe. *Planta* (Berl.) **22**, 515 (1934). — Boas, F.: Untersuchungen über die Wirkungen der Lipoide beim Stoffaustausch der pflanzlichen Zelle. *Biochem. Z.* **177**, 166 (1921 a). — Beiträge zur Kenntnis der Wirkungen des Saponins auf die pflanzliche Zelle. *Ber. dtsh. bot. Ges.* **38**, 350 (1921 b). — Die Pflanze als kolloides System. Freising u. München 1928. — Beiträge zur Wirkungsphysiologie einheimischer Pflanzen. *Ber. dtsh. bot. Ges.* **52**, 126 (1934). — Über Vermehrungswuchsstoffe. *Prakt. Bl. Pflanzbau u. Pflanzschutz* **13**, 97 (1935 a). — Vergleichende Untersuchungen über Wachstumsanreger in einheimischen Pflanzen. *Ber. dtsh. bot. Ges.* **53**, 495 (1935 b). — Über Hefewuchsstoffe. *Angew. Bot.* **18**, 348 (1936). — *Dynamische Botanik*. München 1937. — Boas, F. u. R. Bauer: Über das Wuchsstoffbedürfnis von *Dematium*. *Protoplasma* (Berl.) **27**, 106 (1936). — Bünning, E.: Wachstum und Stickstoffassimilation bei *Aspergillus niger* unter dem Einfluß von Wachstumsregulatoren und von Vitamin B. *Ber. dtsh. bot. Ges.* **52**, 423 (1934). — Burgeff, H.: Pflanzliche Avitaminosen und ihre Behebung durch Vitaminzufuhr. *Ber. dtsh. bot. Ges.* **52**, 384 (1934). — Buy, H. G. du: Der Phototropismus der Avenakoleoptile und die Lichtabfallstheorie.

Ber. dtsch. bot. Ges. 52, 530 (1934). — Czaja, A. Th.: Polarität und Wuchsstoff. Ber. dtsch. bot. Ges. 53, 197 (1935a). — Wurzelwachstum, Wuchsstoff und die Theorie der Wuchsstoffwirkung. Ber. dtsch. bot. Ges. 53, 221 (1935b). — Die Wirkung des Wuchsstoffs in parallelotropen Pflanzenorganen. Ber. dtsch. bot. Ges. 53, 478 (1935c). — Dagsys, J.: Wuchsstoffe der Mikroorganismen in embryonalen Geweben und im Blutungssaft. Protoplasma (Berl.) 24, 14 (1935). — Die Hefewuchsstoffe in Knospen und Blättern. Protoplasma (Berl.) 26, 20 (1936). — Die Hefewuchsstoffe in Maiskeimlingen. Protoplasma (Berl.) 28, 205 (1937). — Gistel, R.: Zur Physiologie des echten Hausschwammes. Arch. Mikrobiol. 7, 177 (1936). — Haberlandt, G.: Zur Physiologie der Zellteilung. Sitzgsber. preuß. Akad. Wiss., Physik.-math. Kl. 1913 u. 1914. — Wundhormone als Erreger von Zellteilungen. Beitr. allg. Bot. 2, 1 (1921). — Über Zellteilungshormone und ihre Beziehungen zur Wundheilung, Befruchtung, Parthenogenesis und Adventivembryonie. Biol. Zbl. 42, 145 (1922). — Wundhormone als Erreger von Zellteilungen. Beitr. allg. Bot. 2, 1 (1921). — Statolithentheorie und Wuchsstofflehre, Sitzgsber. preuß. Akad. Wiss., Physik.-math. Kl. 17, 3 (1937). — Hahn, M.: Beiträge zur Physiologie einer *Torulaa*rt. Diss. München 1934. — Hueber, E.: Zur Physiologie einiger Arten von *Aspergillus*. Diss. München 1938. — Jost, L.: Über Beziehungen zwischen der Blattentwicklung und der Gefäßbildung in der Pflanze. Bot. Ztg 51, 89 (1893). — Über Wuchsstoffe. Z. Bot. 31, 95 (1937). — Köckemann, A.: Über eine keimungshemmende Substanz in fleischigen Früchten. Ber. dtsch. bot. Ges. 52, 523 (1934). — Zur Frage der keimungshemmenden Substanzen in fleischigen Früchten. Beih. z. Bot. Zbl. 55, 191 (1936). — Kögl, F.: Über Wuchsstoffe der Auxin- und der Biosgruppe. Ber. dtsch. bot. Ges. 68 A, 16 (1935a). — Untersuchungen über pflanzliche Wuchsstoffe. Naturwiss. 23, 839 (1935b). — Kögl, F. u. B. Tönnis: Über das Biosproblem. Hoppe-Seylers Z. 242, 43 (1936). — Kögl, F. u. A. J. Haagen-Smit: Biotin und Aneurin als Phytohormone. Hoppe-Seylers Z. 243, 209 (1936). — Levine, L. and E. Chargaff: The response of plants to chemical fractions of *Bacterium tumefaciens*. Amer. J. Bot. 24, 461 (1937). — Link, G. K. K., H. W. Wilcox and A. D. Link: Responses of bean and tomato to *Phytophthora tumefaciens*, *Phytophthora tumefaciens* extracts, β -indoleacetic acid, and wounding. Bot. Gaz. 98, 816 (1937). — Nielsen, N.: Über das Vorkommen von Wuchsstoff bei *Boletus edulis*. Biochem. Z. 249, 196 (1932). — Untersuchungen über Hefewuchsstoff. C. r. Labor. Carlsberg 21, 151 (1935). — Untersuchungen über einen neuen wachstumsregulierenden Stoff: Rhizopin. Jb. Bot. 73, 125 (1936). — Otte, K.: Die Wuchsstoffe im Leben der höheren Pflanze. Braunschweig 1937. — Reuter, L.: Eine Testmethode zum quantitativen Nachweis von Wuchsstoff B. Protoplasma (Berl.) 25, 614 (1936). — Rippel, K.: Über den Nachweis von Teilungswuchsstoffen mittels *Saccharomyces cerevisiae* als Testorganismus. Ber. dtsch. bot. Ges. 54, 487 (1936a). — Über Teilungs- und Streckungswuchsstoffe. Planta (Berl.) 26, 164 (1936b). — Über Begriff und Wesen der Bodenmüdigkeit. Phytopath. Z. 9, 507 (1936c). — Zur Methodik des quantitativen Nachweises von Zellteilungshormonen mittels *Saccharomyces cerevisiae*. Planta (Berl.) 27, 381 (1937a). — Zur Frage der pflanzlichen Zellteilungs- und Zellstreckungshormone. Planta (Berl.) 26, 812 (1937b). — Umkehr der Seitenwurzelgenese bei *Leguminosen* als korrelative Störung. Ber. dtsch. bot. Ges. 55, 288 (1937c). — Tatsachen und Gedanken zur Frage der Wuchshormone, dargestellt an *Vicia Faba* Habilitationsschrift München 1938. — Ruhland, W. u. C. Hoffmann: Die Permeabilität von *Beggiatoa mirabilis*. Ein Beitrag zur Ultrafiltertheorie des Plasmas. Planta (Berl.) 1, 1 (1925). — Schaffstein, G.: Untersuchungen über die Avitaminose der *Orchideenkeimlinge*. Jb. Bot. 86, 720 (1938). — Schlenker, G.: Die Wuchsstoffe der Pflanzen. München 1937. — Schönfelder, S.: Weitere Untersuchungen über die Permeabilität von *Beggiatoa mirabilis* nebst kritischen Ausführungen zum Gesamtproblem der Permeabilität. Planta (Berl.) 12, 414 (1930). — Schopfer, W. H.: Versuche über die

Wirkung der Wachstumsfaktoren auf einige *Mucorineen*. Ber. dtsh. bot. Ges. **52**, 560 (1934 a). — Versuche über die Wirkung von reinen kristallisierten Vitaminen B auf *Phycomyces*. Ber. dtsh. bot. Ges. **52**, 308 (1934 b). — Vitamine und Wachstumsfaktoren bei den Pflanzen. Ber. dtsh. bot. Ges. **53**, 466 (1935). — Über die Wirkung des synthetischen Vitamin B₁ auf einen Mikroorganismus. Ber. dtsh. bot. Ges. **54**, 559 (1936). — Schopfer, W. H. u. W. Moser: Recherches sur la concentration et la séparation des facteurs de croissance des microorganismes contenus dans le germe de blé. Protoplasma (Berl.) **26**, 538 (1936). — Über die Wirkung von Aneurin auf das Wachstum von *Ustilago violacea*. Ber. dtsh. bot. Ges. **55**, 572 (1937). — Söding, H.: Über den Wuchsstoff in der Basis der Haferkoleoptile. Ber. dtsh. bot. Ges. **53**, 843 (1935). — Über den Einfluß von Wuchsstoff auf das Dickenwachstum der Bäume. Ber. dtsh. bot. Ges. **54**, 291 (1936 a). — Wirkt Wuchsstoff artspezifisch? Jb. Bot. **82**, 534 (1936 b). — Wuchsstoff und Kambiumtätigkeit der Bäume. Jb. Bot. **84**, 639 (1937 a). — Über Wuchsstoffteste. Jb. Bot. **85**, 770 (1937 b). — Wuchsstoffbildung und Wuchsstoffverteilung in der Kompositenstaude *Heliopsis laevis* im Laufe einer Vegetationsperiode. Flora (Jena), N. F. **32**, 425 (1938 a). — Die Rolle des Auxins in der höheren Pflanze. Z. Bot. **32**, 497 (1938 b). — Veh, R. v.: Experimenteller Beitrag zur Frage nach Wesen und Bedeutung pflanzlicher Entwicklungshemmungen. Ber. dtsh. bot. Ges. **54**, 135 (1936 a). — Eine neue Methode der Anzucht von Sämlingen, unabhängig von Ruheperioden und Jahreszeit (bei Äpfeln, Birnen, Quitten, Pflaumen, Kirschen). Züchter **8**, 145 (1936 b). — Die Anzucht von Kirschsämlingen aus frisch geerntetem Saatgut. Züchter **8**, 305 (1936 c). — Entwicklung und Stimulation. Züchter **9**, 288 (1937 a); **9**, 311 (1937 b). — Veh, R. v. u. H. Söding: Wuchsstoff und Keimung der Obstbaumkerne. Ber. dtsh. bot. Ges. **55**, 270 (1937). — Zimmermann, A. W.: Untersuchungen über die räumliche und zeitliche Verteilung des Wuchsstoffs bei Bäumen. Z. Bot. **30**, 209 (1936).
