

3. Werner Magnus: Wund-Callus und Bakterien-Tumore.

(Eingegangen am 22. Januar 1918.)

Um die geschwulstbildende Wirkung des *Bacterium tumefaciens* Smith auf Pflanzen festzustellen, eignen sich, wie ich früher gezeigt habe (2), sehr gut ruhende reservestoffreiche Pflanzenteile, wie z. B. die Querschnitte der Zuckerrübe. Nach dieser Methode wurde von anderer Seite weiter über die tumorerzeugende Wirkung von Bakterien gearbeitet. — BLUMENTHAL und HIRSCHFELD (1) benutzten Mohrrübenscheiben; sie stellten fest, daß auf diesen Scheiben durch *B. t.* starke Tumore gebildet werden. Außerdem werden aber an ihnen auch entsprechende Tumore durch eine Reihe anderer Bakterien erzeugt, welche eine Zeitlang in Mischkulturen zusammen mit *B. t.* gewachsen waren. Sie schließen daraus, daß die tumorerzeugende Kraft des *B. t.* auf andere Bakterienrassen übertragen werden kann. — Dies gibt mir Veranlassung, einiges über die Beziehungen mitzuteilen, welche nach meinen schon 1915 unternommenen Untersuchungen zwischen der normalen Callusbildung auf Mohrrübenquerschnitten und den von Bakterien-Tumoren erzeugten Neubildungen bestehen. Wie schon für die Zuckerrübe bei Besprechung der Neubildungen auf Querschnitten ausgeführt wurde (2), besteht eine gewisse Schwierigkeit, Tumor- und Callusbildung zu unterscheiden. Auch bestehen zwischen Tumor- und Callusbildung deutliche Beziehungen. Die Callusbildung ist besonders ergiebig am Gefäßbündelring (3). Hier pflegen auch die ersten Anzeichen der Tumorbildung aufzutreten. Weiter ist ein Unterschied in der Ausgiebigkeit der Tumorbildung auf der basalen, dem Sproßende zugekehrten (oberen) und der apicalen, dem Wurzelende zugekehrte (unteren) Schnittfläche bemerkbar, die in Übereinstimmung steht mit den Unterschieden der Callus-Bildung, die an der basalen Schnittfläche gefördert ist.

Solche polaren Unterschiede der Callusbildung treten besonders bei Stengelorganen häufig auf und sind auch für die Wurzel- resp. Rübenquerschnitte beschrieben worden. — Nach RECHINGER (6) ist z. B. die Callusbildung bei *Taraxacum* und *Armoracia (Cochlearia) rusticana* am Sproßende gefördert, während bei *Medicago sativa* und *Brassica Rapa* sie am Wurzelende gefördert ist. Während ihm aber bei *Daucus Carota* eine solche Polarität nicht auffiel, treten nach meinen Beobachtungen diese Unterschiede in der Callusbildung bei der Mohrrübe häufig in besonders prägnanter Weise hervor.

Sie werden durch folgende Versuche gut illustriert: 5—6 cm lange Mohrrüben der Rasse Halblange Nantaiser Carotten wurden in etwa $\frac{3}{4}$ cm breite Schnitte zerlegt und wechselseitig die basale Schnittfläche nach oben oder nach unten in große geschlossene Petrischalen gebracht, deren Boden mit feuchtem Fließpapier bedeckt war. Die Schalen standen in einem feuchten Vermehrungshaus, so daß die Luft in ihnen ziemlich mit Wasserdampf gesättigt gewesen sein dürfte. Zum Vergleich mit den unten beschriebenen mit *B. t.* infizierten Exemplaren war die nach oben gelegene Wundfläche mit einer Platinöse sterilisierten Wassers bestrichen. Unter diesen Bedingungen treten auf den Wundflächen Neubildungen zweierlei Art auf. Die ganze Fläche bedeckt sich mit einem staubartigen Überzug, der aus Zellfäden besteht, welche aus der Teilung der freigelegten Parenchymzellen hervorgehen, und die vielleicht am besten als „Wundhaare“ bezeichnet werden¹⁾. Unterschiede im Verhalten der basalen oder apicalen Schnittflächen oder zwischen den dem Fließpapier anliegenden und den frei in die feuchte Luft ragenden Seiten lassen sich nicht erkennen. Von diesen Wundhaaren unterscheidet sich deutlich das eigentliche Callusgewebe, das sich bald höckerig über die Schnittflächen erhebt. Sie zeigten nach 18 Tagen folgendes Verhalten:

Versuch I.

Die gesperrtgedruckten Flächen liegen nach oben.

27. 12.—8. 1.

Kontrolle.

Schritt	basale Schnittfläche	apicale Schnittfläche
Mohrrübe A		
1	Anschnitt	perlförmige Callusbildung in der Cambiumzone
2	nichts	dito
3	nichts	ringförmiger Calluswulst in der Cambiumzone
4	nichts	dito
5	nichts	dito
6	nichts	dito Callus centripetal ausstrahlend
7	nichts	zusammenhängender Callus, der Cambium und Innenzone bedeckt
8	nichts	Spitze

1) Derartige Bildungen werden von VÖCHTING (10) an Kohlrabiwunden beschrieben.

Schnitt	basale Schnittfläche	apicale Schnittfläche
Mohrrübe B.		
1	Anschnitt	perlförmige Callusbildung in der Cambiumzone teilweise ergrünt
2	nichts	dito nicht ergrünt
3	nichts	ringförmiger Calluswulst in der Cambiumzone
4	nichts	dito
5	nichts	dito
6	nichts	dito
7	verfault	
8	verfault	

Mohrrübe C.

Schnitt 1–8. Sproß- und Wurzelende ohne Callus, jedoch mit Wundhaaren.

Diese Versuche zeigen, daß nur auf der dem Wurzelende zugekehrten Schnittfläche, ganz gleichgültig ob sie nach unten gewendet dem feuchten Fließpapier aufliegt oder frei in den feuchten Raum der Petrischale hineinragt, sich eine deutliche Callusbildung entwickelt. Diese Callusbildung verläuft im wesentlichen in der Zone des Cambiumringes und dehnt sich von dort öfters centripetal aus. Je näher der Schnitt dem Wurzelhalse liegt, desto mehr neigt die Callusbildung zu isolierter Höckerbildung. Wie die dritte Rübe zeigt, läßt der physiologische Zustand der Rübe unter Umständen eine deutliche Callusbildung nicht zu.

Diese Versuche dienten als Kontrolle für die gleichzeitig unter den genau gleichen Bedingungen angestellten Versuche mit Rübenscheiben, die auf der nach oben gelegenen frei in den feuchten Raum der Petrischale hineinragenden Seite mit *B. t.* infiziert waren. — Die Infektion geschah mit der Kultur eines von KRAL, Prag, bezogenen Stammes durch Bestreichen einer Bakterienaufschwemmung in sterilem Wasser mit der Platinöse. Unterschiede in der Wundhaarbildung an beiden Enden oder zwischen infizierter und nicht infizierter Schnittfläche sind nicht vorhanden.

Versuch I.

27. 12.—8. 1.

Die nach oben gewendeten und mit *Bacterium tumefaciens* infizierten Flächen sind gesperrt gedruckt.

Schnitt	basale Schnittfläche	ap'cale Schnittfläche
Mohrrübe D		
1	Anschnitt	mächtige ringförmige Gewebeneubildung in der Cambiumzone
2	2 große, perlformige Neubildungen in der Cambiumzone, 4 in der Rindenzzone, zahlreiche kleine	kaum angedeutete Hervorwölbung in der Cambiumzone
3	nichts	wie 1
4	perlformige Neubildungen in der Cambiumzone, einige kleine in der Rindenzzone	wie 2
5	nichts	wie 1 in großen höckerigen Erhebungen in das Rindenparenchym ausstrahlend
6	nichts	ringförmiger Callus-Wulst in der Cambiumzone
7	nichts	wie 5
8	perlformige Neubildungen in der Cambium- und Innenzone	Spitze

Mohrrübe E

1	Anschnitt	mächtige ringförmige Gewebeneubildung in der Cambiumzone
2	etwa 20 große perlformige Neubildungen in der Cambium-, Innen- und Rindenzzone	nichts
3	verfault	
4	verfault	
5	nichts	Cambium- und Innenzone von einer zusammenhängenden mächtigen Neubildung bedeckt
6	verfault	
7	verfault	

Schnitt	basale Schnittfläche	apicale Schnittfläche
Mohrrübe F		
1	Anschnitt	Cambium- und Rindenzone mit zahlreichen großen perlformigen Neubildungen
2	Cambium und Rindenzone mit zahlreichen großen perlformigen Neubildungen	ganz schwache Vorwölbung in der Cambiumzone
3	nichts	mächtige zusammenhängende höckerige Neubildung Cambium und Innenzone bedeckend
4	Cambium, Innen- und Rindenzone mit zahlreichen perlformigen Neubildungen	wie 2
5	nichts	wie 3 und Rindenzone mit kleinen isolierten Neubildungen
6	Cambium und Innenzone mit zusammenhängender Neubildung bedeckt, Rinde mit kleinen perlformigen Neubildungen	Spitze

Im Gegensatz zu den nicht infizierten Rübenschnitten entwickeln die infizierten fast stets, ganz gleich ob die basale oder apicale Schnittfläche infiziert ist, nur auf dieser deutliche Neubildungen. Die stärkste Neubildung zeigt sich aber fraglos am Wurzelende. Hier ist der Cambiumring vielfach zu mächtigen, die normalen Callusbildungen um das Vielfache übertreffenden Wucherungen ausgewachsen, die oft centripetal auf die ganze Innenzone übergreifen aber auch nach dem Rindenparenchym zu ausstrahlen. In diesem treten auch vielfach isolierte perlartige Neubildungen auf, die auf den Kontroll-exemplaren gänzlich fehlen. Während aber die dem Sproßende zugekehrte Schnittfläche normaler Weise keine Callus-Wucherungen besitzt, entstehen vielfach sowohl in der Cambiumzone wie auch besonders im Rindenparenchym zahlreiche Neubildungen. Diese fehlen nur in ganz wenigen Fällen. Auch die nicht infizierten, also dem feuchten Fließpapier aufliegenden Schnittflächen unterscheiden sich von den der nicht infizierten Mohrrüben des Kontrollversuches. Während dort überall am Wurzelende deutliche Callus-Wucherungen auf dem Cambium sich

bildeten, sind dieselben hier nicht gebildet oder sind nur schwach angedeutet. Daß es sich bei diesen Mohrrüben nicht etwa um solche handelt, die überhaupt normaler Weise zu einer Callusbildung physiologisch nicht befähigt sind, ergibt sich daraus, daß auf demjenigen Schnitt, (D, 6) bei dem Neubildungen auf dem infizierten Sproßende nicht stattgefunden haben, ganz normal ein deutlicher Callusring am Wurzelende gebildet wird. Es handelt sich um einen Fall der Correlation zwischen den beiden Schnittflächen, wie er auch sonst vielfach bei polaren Callusbildungen beobachtet wurde. (SIMON (8), REUBER (7).) Während es sich aber dort wohl stets darum handelt, daß die Unterdrückung der Callusbildung am prädisponierten Ende eine Callusbildung an dem entgegengesetzten hervorruft, haben wir hier den entgegengesetzten Fall daß eine durch äußere Verhältnisse hervorgerufene Förderung von Neubildungen an dem nicht prädisponierten Ende Callusbildung an dem prädisponierten Ende unterdrückt. Für die Beziehungen zwischen Callus- und Neubildungen durch Bakterien ergibt sich also aus diesen Versuchen, daß an dem für die Callusbildung prädisponiertem Wurzelende wie an dem hierfür nicht prädisponiertem Sproßende der Rübe durch Bakterien an der Wundfläche Gewebewucherungen hervorgerufen werden. Diese sind aber an dem prädisponierten Ende gegenüber dem nicht prädisponierten wesentlich gefördert und übertreffen zugleich um das Vielfache die normale Callusbildung. In ihrer Wirkung auf den antagonistischen Callus sind Neubildungsgewebe und Callus gleichzusetzen.

Wie bekannt ist die Callusbildung weitgehend von dem physiologischen Zustand des Pflanzenteiles und den äußeren Bedingungen abhängig. Dementsprechend lassen die einzelnen Versuchsreihen gewisse Unterschiede erkennen. — Versuch II: 30. IV.—13. V. Etwa 20 cm lange Mohrrüben der Rasse gelbe Futterrübe, deren oberes Sproßende einen Durchmesser von etwa 8 cm besaß, wurde in etwa 1½ cm dicke Schnitte zerlegt und in Petrischalen gebracht. Die Schalen wurden im Zimmer im Licht aufbewahrt. Die Querschnitte wurden in zwei Hälften zerlegt, von denen eine als Kontrolle diente, während die andere mit einer Bakterienaufschwemmung infiziert wurde. — Bei den nicht infizierten Kontrollhälften läßt sich schon nach 4 Tagen eine deutliche Hervorwölbung der Region des Cambiumringes nur am Wurzelende erkennen, in gleicher Weise an den dem Fließpapier aufliegenden wie auf den frei in die Petrischale hineinragenden Seiten. Nach 14 Tagen hat sich an dem Wurzelende wiederum ganz gleich, ob dem Fließpapier anliegend oder nicht, reichlich Callus in der Cambiumregion gebildet, der

aus zahlreichen runden Protuberanzen besteht, welche besonders an den weiter der Spitze der Rübe zu gelegenen Schnitten zu einem einheitlichen Wulst zusammenfließen. Außerdem hatten sich aber auch auf der Rindenregion zahlreiche Protuberanzen bis etwa 8 mm vom Cambiumring entfernt gebildet, welche nach innen zu in ihrer Größe abnehmen. — Sämtliche nicht infizierten dem Sproßende zugewendeten Schnittflächen sind hingegen am Cambiumring frei von jeder Callusbildung. Auf der Rindenschicht lassen sich wenige ganz kleine Protuberanzen erkennen, die sich kaum von den Wundhaaren unterscheiden.

Die infizierten apicalen Schnittflächen besitzen zu dieser Zeit eine dicke etwa 5 mm breite Wulst von Gewebeneubildungen in der Cambiumregion. Diese Neubildungen stellt vielleicht das zehnfache der Callusmasse der nicht infizierten Kontroll-Hälfte dar. Außerdem treten in der Rindenregion einzelne isolierte Neubildungen auf, die um vieles größer sind als die Callus-Protuberanzen der Kontrolle. —

Die infizierten basalen Schnittflächen sind vollständig ohne Neubildung in der Cambiumzone, besitzen aber einzelne große isolierte Neubildungen in der Rindenzone, und zwar auf Schnitt 1, der sehr nahe dem Wurzelhalse geführt wurde, 11, Schnitt 3=2, Schnitt 5=3, Schnitt 7=3, Schnitt 9=3, Schnitt 11 keine, Schnitt 13=1 große Neubildung. Die nicht infizierten apicalen Schnittflächen zeigen die normale Callusbildung der Kontrolle, ebenso wie das Sproßende derjenigen Schnitte, welche am Wurzelende infiziert sind, stets callusfrei sind. — In diesem Versuch tritt der Zusammenhang zwischen Callusbildung und Gewebeneubildung durch Bakterien wiederum deutlich hervor. Nur dort, wo sich normaler Weise Callus bildet, erfolgt auch nach Bakterien-Infektion eine ausgiebige Gewebeneubildung. Im Gegensatz zu Versuch I treten am Sproßende die Gewebeneubildungen nur in sehr beschränktem Maße auf und bleiben dementsprechend auch ohne korrelativen Einfluß auf die Callus-Bildung der antagonistischen Seite. — Wie schon früher (5) gezeigt wurde, dürfen trotz dieser Beziehungen Tumor- und Callus-Bildung nicht durchaus gleichgesetzt werden. Die Bakterien-Neubildungen haben vielfach eine beschränkte Lebensdauer und sterben oft unter Fäulniserscheinung ab. Die aus ihnen hervorgegangenen organischen Neubildungen sind vielfach anormal gestaltet. In wieweit auch anatomische Unterschiede vorliegen, soll an anderer Stelle erörtert werden.

Unter Beachtung der Beziehung zwischen Tumor- und Callusbildung hat sich die Methode der Rübenquerschnitte zur Unter-

suchung der tumorerzeugenden Kraft der Bakterien in meinen Versuchen durchaus bewährt und wurde zusammen mit der Impfung an Pelargonien in ausgedehntem Maße in Anwendung gebracht. — Bei Versuchen auf Zuckerrübenschnitten hatten sich von den mir von FRIEDEMANN übergebenen Bakterienstämmen alle pflanzenpathogenen als tumorerregend, alle tierpathogenen anfangs als unwirksam erwiesen (3). Bei dem Impfen an Pelargonien zeigte sich nur der aus einer eiternden Darmerkrankung isolierte Stamm „Fichte“ als stark tumorerregend. Alle übrigen zahlreichen mir noch späterhin von FRIEDEMANN übergebenen, aus dem Menschen isolierten Bakterienstämme blieben unwirksam. Hiermit in voller Übereinstimmung standen die Versuche auf Mohrrübenscheiben¹⁾. — Diese durch lange Zeit fortgesetzten Versuche bildeten die Grundlage, auf der es schließlich nach manchen Umwegen FRIEDEMANN (4) zu zeigen gelang, daß in den von uns benutzten Kulturen mehrere kaum trennbare Bakterienstämme vereint wachsen, von denen ausschließlich das typische SMITHsche *Bacterium tumefaciens* Neubildungen hervorzurufen vermag. — So kommt FRIEDEMANN zu dem Schluß: „Nur im Stamm Kiefer [identisch mit dem Stamm Fichte] war es uns gelungen, das *Bacterium tumefaciens* (Smith und Townsend) vom Menschen zu züchten und zwar in Symbiose mit einem *B. proteus*. Da es sich jedoch in diesem Fall um eine Züchtung aus den Fäces und nicht aus dem Gewebe handelte, so dürfte es auch hier nicht gerechtfertigt sein, dem *B. tumefaciens* eine menschenpathogene Rolle zuzuschreiben. Wahrscheinlich wurde es mit der Nahrung aufgenommen und im Darm ausgeschieden.“ Da aus allen unseren Beobachtungen folgt, daß das SMITHsche *Bacterium* von anderen Bakterien gewissermaßen in larvierter Form mitgeschleppt werden kann, weist FRIEDEMANN (4) mit Recht darauf hin, daß man besonders vorsichtig sein muß, bevor man ein aus der Pflanze herausgezüchtetes *Bacterium* als Pflanzenkrebs-Erreger ansieht.

1) Die geringen nach Infektion durch die Stämme PEIL u. SCHMIDT an Kartoffeln hervorgerufenen Wucherungen, die vermutungsweise als Bakterien-Tumore aufgefaßt wurden (3), sind nicht als beweiskräftig anzusehen. Es scheint die Kartoffel zu Callusbildungen sehr zu neigen, da nach SMITH (9) derartige Wucherungen auch nach Impfung durch das sonst nicht tumorerzeugende *Bacterium solanacearum* entstehen. Es soll aber nicht unerwähnt bleiben, daß aus der Peil-Neubildung an Kartoffeln ein typischer tumorerzeugender Stamm gezüchtet wurde. Es muß so mit die Möglichkeit zugegeben werden, daß er von einer oberflächlichen Verunreinigung der Geschwulst von *B. t.* herstammte.

Schon nach diesem Befund muß sich ein starker Zweifel gegen die Richtigkeit der von BLUMENTHAL und HIRSCHFELD ausgesprochenen Anschauung aufdrängen, daß sich die tumor-erzeugende Kraft des *B. t.* nach Mischkulturen auf andere Bakterien überträgt. — Indem sie die tumor-erzeugende Kraft der Bakterien mit der Methode der Mohrrübenscheiben untersuchten, dürften sie aber auch die normale Callus-Bildung von den durch Bakterien hervorgerufenen Neubildungen nicht genügend unterschieden haben; denn bei der Beurteilung, ob Bakterien auf Rübenscheiben Tumore hervorrufen, ist unbedingt ein Kontrollversuch mit Berücksichtigung des polaren Verhaltens der Schnittflächen notwendig. Ich schließe dies besonders aus folgender ihrer Beobachtungen: „Ein Unterschied [nämlich zwischen *B. t.* und dem angeblich tumor-erzeugenden *Diplococcus*] ist aber auffallend, daß bei dem *Diplococcus* die Tendenz vorhanden ist, durch die Rübenscheiben hindurchzuwachsen und eine Tumorbildung auf der nicht geimpften Seite der Rübenscheiben zu erzeugen, manchmal sogar auf dieser allein. Diese Erscheinung kann zwar beim *Diplococcus* fehlen und auch beim *B. tumefaciens* vorkommen, aber sie wurde bei letzterem von uns nur in geringem Grade gefunden.“ Ich habe ein solches Durchwachsen bei meinen zahlreichen Versuchen nicht beobachtet, und es liegt der Verdacht nahe, daß es sich um normale Callus-Bildung auf der hierzu prädisponierten Seite gehandelt hat.

Neben dieser mehr praktisch diagnostischen Bedeutung der Beziehungen zwischen Neubildung nach Verwundung und nach Bakterien-Infektion scheinen sie auch für das Verständnis des Zustandekommens der Bakterien-Neubildungen als solche nicht unwichtig. Aus allen bisherigen Versuchen dürfte zu folgern sein, daß, obgleich das *B. tumefaciens* in der Natur anscheinend weit verbreitet ist, es dennoch nur in seltenen Fällen imstande ist, spontane Neubildungen hervorzurufen, und daß neben der Einwirkung großer Bakterien-Mengen eine ganz spezielle Disposition der Pflanze erforderlich ist. Diese Disposition scheint im wesentlichsten in dem durch die Verwundung bedingten und durch sie angeregten Neubildungsprozessen zu bestehen, die durch das *B. t.* weit über das normale Maß gesteigert werden und schließlich auch zu einer, das Normale weit übersteigenden anormalen Gewebe- und Organbildung führen können (5). —

Diese Ähnlichkeit mit den tierischen Krebsgeschwülsten läßt es nach wie vor auch im Hinblick auf die Krebs-Ätiologie als äußerst wichtig erscheinen, immer tiefer in das Wesen der durch *B. tumefaciens* an Pflanzen hervorgerufenen Neubildungen einzu-

dringen, und es ist lebhaft zu begrüßen, daß das Berliner Universitäts-Institut für Krebsforschung auch diese Pflanzengeschwülste in das Bereich seiner Untersuchungen gezogen hat (1), wobei allerdings bei der Schwierigkeit des Objektes auf botanische Mithilfe nicht verzichtet werden sollte.

Literatur.

1. BLUMENTHAL, FERD. u. HIRSCHFELD, H. Untersuchungen über bösartige Geschwülste bei Pflanzen und ihre Erreger (aus BLUMENTHAL: Bericht über die Tätigkeit im Universitätsinstitut für Krebsforschung an der Kgl. Charité in Berlin am 11. April 1915 bis 1. April 1916). Zeitschrift für Krebsforschung Bd. XVI, 1917, p. 51, m. Tafel I u. II.
 2. FRIEDEMANN, U. u. MAGNUS, W.: Die Tumorbildung an Pflanzen. Einfluß der Tierpassage (aus FRIEDEMANN, U., BENDIX, HASSEL u. MAGNUS, W. Der Pflanzenkrebserreger (*B. tumefaciens*) als Erreger menschlicher Krankheiten). Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten, Bd. 80, 1915, p. 126.
 3. FRIEDEMANN, U. u. MAGNUS, W. Das Vorkommen von Pflanzentumore erzeugenden Bacterien im kranken Menschen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. XXXIII, 1915, p. 96.
 4. FRIEDEMANN, U. Weitere Mitteilungen über das *Bacterium tumefaciens*. Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten. Bd. 84, 1917, p. 249.
 5. MAGNUS, W. Durch Bakterien hervorgerufene Neubildungen an Pflanzen. Sitzber. d. Ges. naturf. Freunde Berlin 1915, p. 263, Taf. 9—13. —
 6. RECHINGER, Untersuchungen über die Grenzen d. Teilbarkeit im Pflanzenreich. Abh. d. Zoolog. Bot. Ges. Wien, Bd. 43, 1893, p. 310.
 7. REUBER, A. Experimentelle und analytische Untersuchungen über die organisatorische Regulation von *Populus nigra* etc. Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. 34, 1912, p. 281.
 8. SIMON, S. V. Experimentelle Untersuchungen über die Differenzierungsvorgänge im Callusgewebe von Holzgewächsen. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 40, 1908, p. 103.
 9. SMITH, ERW. F. Bacteria in relation to plant disease. Vol. II, Wash. Carneg.-Institut.
 10. VÖCHTING, H. Experimentelle Anatomie u. Pathologie des Pflanzenkörpers. Tübingen 1908.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1918

Band/Volume: [36](#)

Autor(en)/Author(s): Magnus Werner

Artikel/Article: [Wund-Callus und Bakterien-Tumore. 20-29](#)