© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Sitzung vom 27. März 1896.

Vorsitzender: Herr A. ENGLER.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Lang, William H., Assistent für Botanik an der Universität in Glasgow (durch F. W. OLIVER und A. JANSLEY),
Gräbner, Dr. phil. in Berlin (durch P. ASCHERSON und A. ENGLER),
Stoklasa, Dr. **Julius**, Docent an der böhmischen technischen Hochschule in Prag (durch H. MOLISCH und P. MAGNUS).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proclamirt die Herren:

Bitter in Kiel,
Burchard, Dr. **O.**, in Hamburg,
Glück, Dr., in Halle,
Krull, Rudolph, in Breslau,
Schröder, Bruno, in Breslau,
Thost, Dr. **R.**, in Berlin.

Mittheilungen.

---

16. C. Wehmer: Ueber die Ursache der sogenannten „Trockenfäule" der Kartoffelknollen.

Mit 3 Holzschnitten.

Eingegangen am 18. März 1896.

Die Knollenfäule der Kartoffel pflegt man bekanntlich je nach dem besonderen Bilde als „Nassfäule" oder „Trockenfäule" zu bezeichnen, und im Allgemeinen sind für das Auftreten der einen oder anderen Zersetzungserscheinung auch speciell die Feuchtigkeitsverhält-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nisse mit von Bedeutung. Jedenfalls darf man angeben, dass für das Zustandekommen der eigentlichen Trockenfäule Abwesenheit directer Nässe erforderlich ist, solche vielmehr bei im Uebrigen sonst günstiger Sachlage durchweg zu Erscheinungen der sogenannten „Nassfäule" führt.

Dass beide Zersetzungsarten ihrem Wesen nach verschiedener Art sind, wird damit bereits nahe gelegt, und wir dürfen sie mit demselben Rechte ebenso scharf aus einander halten, wie beispielsweise die Pilzfäule des Obstes (durch *Penicillium*, *Mucor* etc.) von der unter bestimmten Umständen secundär hinzukommenden Zersetzung durch Bacterien. Treffender wäre vielleicht der Vergleich noch mit der „Weichfäule" des Obstes (durch *Mucor*, *Penicillium*, *Botrytis*) gegenüber der *Monilia*-Fäule, die sich ja factisch unter ganz anderen Erscheinungen abspielt, insofern sie, ebenso wenig wie die „Trockenfäule", nicht zu einer weichen, breiartigen Consistenz des zerstörten Gewebes führt. Wenn im Uebrigen die nasse Fäule der Kartoffelknollen wohl auch durchweg die Wirkung von Bacterien ist, so schliessen doch keineswegs die Begriffe „Nassfäule" und „Trockenfäule" bereits je einen ganz bestimmten Erreger ein, vielmehr können diese Bezeichnungen nur Namen für zwei besonders charakteristische Zersetzungserscheinungen sein, deren jede für sich a priori durch verschiedene Organismenarten veranlasst werden kann. Dass dabei mit Vorliebe ganz bestimmte auftreten, ist damit nicht ausgeschlossen.

In der Praxis stellt sich dann die Sache auch so, dass wir im Ganzen wohl nicht zwei, sondern drei Hauptfälle oder besser Hauptbilder der Knollenzersetzung unterscheiden müssen; es wären das:

1. Totale Verflüssigung des Knolleninnern (mit Ausnahme der Stärke) unter Auftreten des charakteristischen Buttersäuregeruches; äusserlich erscheinen dabei die Knollen meist unverändert, so lange wenigstens die Gasentbindung oder andere gleichwirkende Umstände die Schale prall erhalten (typische „Nassfäule").

2. Mehr oder weniger breiartige Zersetzung des verfärbten Inneren unter stärker oder schwächer ausgesprochenem Fäulnissgeruch. Die geschrumpfte Schale ist gewöhnlich mit ansehnlichen Pilzpolstern besetzt, während gleichzeitig reichlich Hyphenbildungen (neben Bacterien) im Innern vorhanden sind (Fäulniss schlechthin).

3. Zersetzung des Inneren (partiell oder total) in eine anfangs braune und lockere, späterhin jedoch graue compacte Masse unter Schrumpfung der Schale und reichlicher, innerer wie oberflächlicher Pilzbildung (eigentliche „Trockenfäule").

Von diesen drei Fällen ist nur der erste und dritte ohne Weiteres richtig zu deuten, während der zweite complicirter ist, indem hier die eigentliche Ursache der Knollenerkrankung weiter zurückliegt. Während Nr. 1 jedenfalls häufig eine das lebende Gewebe von einer Wundstelle

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aus vernichtende reine Bacterienfäule ist, sind Spaltpilze bei Nr. 2 nur secundär betheiligt, indem sie die weitere Zersetzung des aus anderen Gründen partiell oder total abgestorbenen Gewebes durchführen. Dieser Vorgang unterscheidet sich also nicht wesentlich von vielen ähnlichen, wo todte Materie dem Verfall unterliegt. Anders dagegen stellt sich der dritte Fall, und dieser soll uns hier kurz beschäftigen.

Die eigentliche „Trockenfäule“ ist schon wiederholt beobachtet und erörtert — FRANK und andere lassen *Phytophthora* die Ursache sein —, ohne jedoch bislang auf ihren Verlauf genauer verfolgt zu sein. Es fehlen also in der Litteratur, soweit mir solche bekannt, eingehendere methodische Arbeiten, aus denen hervorgeht, dass die Verfasser wirklich das vor sich hatten, was als „Trockenfäule“ im eigentlichen Sinne zu bezeichnen ist. Was beispielsweise unter anderen auch SORAUER[1]) als solche beschreibt, gehört streng genommen nicht dahin, sondern unter den obengenannten zweiten Fall. Die Litteratur kennt überhaupt nur einen Fall einer relativ „trockenen“ Knollenzerstörung („Zellenfäule“), und das ist die durch *Phytophthora* veranlasste bezw. eingeleitete. Aber auch *Phytophthora* hat, unbeschadet ihres Vermögens, eine Kartoffelerkrankung herbeiführen zu können, mit der „Trockenfäule“ des Praktikers zunächst nichts zu schaffen. Wenn man allerdings die oben unter Nr. 2 genannte Zersetzung mit diesem Namen belegt, so liesse es sich noch halbwegs ermöglichen, Trocken- und Nassfäule mit Bezug auf die Ursache in eins zusammenzuziehen, wie das auch von SORAUER geschah, welcher die eine nur als eine Form des anderen betrachtet. Jener Fall 2 darf als secundäre bacterielle Zersetzung jedoch nicht mit der eigentlichen, bloss zu einer geschrumpften compacten Knolle führenden Trockenfäule verwechselt werden. Uebrigens ergiebt sich auch daraus schon, wie misslich im Grunde genommen diese beiden Bezeichnungen sind und wie sie so lange zu Missdeutungen Veranlassung geben werden, als wir nicht von bestimmten Pilzkrankheiten der Knollen reden, welche je nach Fall einander äusserlich ähnliche Zersetzungsprocesse zur Folge haben können.

Zu einer etwas weiter ausgreifenden Bearbeitung der Kartoffelerkrankung und speciell der „Trockenfäule“ bot sich hier im Herbst des verflossenen Jahres Gelegenheit und wurde dieselbe während des verflossenen Semesters dann im hiesigen Laboratorium von Herrn BORCHERS durchgeführt. Ueber die Einzelheiten der Resultate wird demnächst a. a. O. ausführlicher berichtet werden, so dass ich mich hier, ohne auch auf die Litteratur näher einzugehen, auf einige allgemeinere Angaben beschränke[2]).

---

1) Pflanzenkrankheiten, 2. Aufl., 1886.

2) Einen kurzen Bericht gab ich seinerzeit bereits (Januar d. J.) in einer Sitzung der „Naturhistor. Gesellschaft“.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

So lange man kranke Kartoffeln kennt, sind auch einige Pilzformen bekannt, welche die regelmässige Flora solcher ausmachen. Es sind das insbesondere *Fusarium Solani* (Mart.) Sacc. (= *Fusisporium Solani* Mart.) und *Spicaria Solani* Hartg.[1]), welche in jenen hellen, bläulichen oder fleischfarbenen ansehnlichen Polstern die Schale kranker Exemplare durchbrechen. Diese Pilze sind es nun in der That, und zwar insbesondere das *Fusarium*[2]), welche die unter dem Namen „Trockenfäule" bekannte Erkrankung des Welkwerdens und Schrumpfens der Winterkartoffeln veranlassen. Es widerspricht das allerdings geradewegs der augenblicklichen Ansicht über den Charakter derselben, denn sie gelten nach einstimmigem Urtheil (de Bary, Reinke und Berthold, Frank u. a.) nur als etwas nachträglich Hinzukommendes, das heisst also als Bewohner des aus anderer Ursache (*Phytophthora*, Bac-

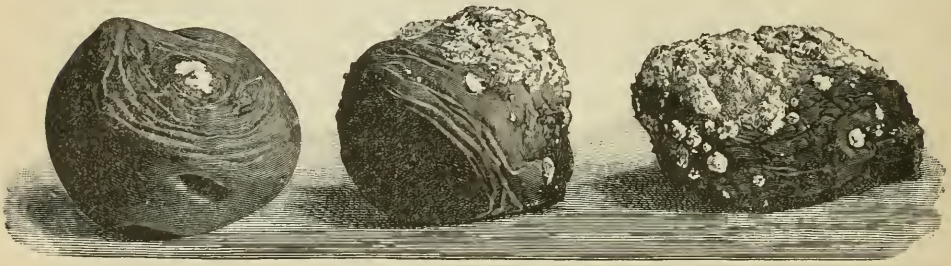

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

„Trockenfäule" der Kartoffel durch *Fusarium Solani*.
(Alles nach Photographie, in ca. $^3/_4$ der natürl. Gr.)

Fig. 1. 10 Tage nach der Impfung; an der Impfstelle erscheint ein helles *Fusarium*-Polster, während das Welkwerden sich peripher ausbreitet. Erstes Stadium.
„ 2. Fortschritt des Welkens: reichlicheres Hervorbrechen von Conidienpolstern.
„ 3. Knolle total abgestorben, mit Pilzpolstern bedeckt und von Hyphen dicht durchsetzt. Drittes Stadium.

terien) abgestorbenen Knollengewebes. Da die beiden Pilzformen (insbesondere *Fusarium*) überdies wiederholt schon auf ihren etwaigen krankmachenden Charakter geprüft sind, so würde unser Ausspruch gewagt sein, wenn er nicht nach jeder Seite hin in befriedigender Weise belegt werden könnte.

Dahin gehört vor allen Dingen der Infectionsversuch. Er hat für

1) Schlauchfrüchte wurden bislang in keiner unserer Culturen beobachtet (ebenso wenig auf den Knollen selbst), so dass für mich zunächst nur die Conidienformen in Betracht kommen.

2) Die auf *Spicaria* bezüglichen Ermittelungen sind noch nicht in allen Punkten abgeschlossen. Besondere Beachtung schenkte übrigens bereits Sorauer diesen Pilzen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

den vorliegenden Fall erwiesen, dass bei Gegebensein einer Verletzung und unter Umständen, wo die ihr gewöhnlich folgende Korkbildung ausbleibt, die Infection gelingt und die inficirte Knolle unter den Erscheinungen der Trockenfäule (Welkwerden) abstirbt, soweit die Hyphen ihr Gewebe (partiell oder total) durchsetzen; Bacterien dringen dabei zunächst in das Innere der Knolle überall nicht ein, und der Process documentirt sich als reine Pilzfäule. Die Infection gelingt aber nicht jederzeit, und ihr Zustandekommen ist offenbar an ganz bestimmte Umstände gebunden; so haben wir sie bei den zum Versuch herangezogenen Sorten leicht in der ersten Hälfte des Winters hervorrufen können, gar nicht oder schwieriger dagegen in der zweiten Hälfte (von Weihnacht an). Dem entspricht auch befriedigend die Thatsache, dass Entwickelung und Ausbreitung dieser Krankheit gerade in die ersten Monate nach der Ernte fällt, und voraussichtlich haben wir hier einen bemerkenswerthen Fall einer durch innere Zustände geschaffenen „temporären“ Disposition voraus. Damit würden sich dann auch die negativen Resultate früherer Forscher ganz befriedigend erklären.

Dass insbesondere *Fusarium* ganz vorwiegend an der als „Trockenfäule“ bezeichneten Erscheinung betheiligt, ergiebt sich dann auch aus dem mikroskopischen Befunde den man bei der Untersuchung partiell erkrankter oder total vernichteter (selbstredend aber noch nicht in „Fäulniss“ übergegangener) Knollen erhält. Man begegnet dort nur unzähligen, die Zellwände durchsetzenden Pilzhyphen (also keinen Bacterien) und zwar ausnahmslos solchen, wie sie diesen Species angehören, also nicht etwa *Phytophthora*-Fäden, die ja morphologisch unschwer von ihnen zu unterscheiden sind. Entsprechende Culturversuche, die mit derartig erkranktem Gewebe angestellt wurden (u. a. Isolirung der Organismen durch das Plattenverfahren), stützen den mikroskopischen Befund hinreichend, soweit er überall noch Einwände zulässt. Man kann thatsächlich nicht zweckmässiger zu Reinculturen derselben gelangen, als durch Aussaat eines aus der inneren Erkrankungszone herauspräparirten Gewebestückchens.

Nachweislich richtet *Fusarium* jährlich einen mehr oder minder beträchtlichen Schaden an. Selbst normalerweise findet sich durchweg ein zwar an sich geringer Procentsatz des Wintervorraths von ihm vernichtet[1]), und es unterliegt keinem ernsten Zweifel, dass in allen jenen bisher wiederholt erörterten Fällen, wo dieser Pilz als überhaupt vorhanden angegeben wurde, derselbe zunächst auch ursächlich an der Erkrankung betheiligt war. Somit kehre ich thatsächlich die bisherige Deutung des Sachverhalts um und messe den anderen gleichzeitig be-

1) Die Befunde wurden übereinstimmend für Material diverser Sorten, das von drei ganz verschiedenen Localitäten stammte, gewonnen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

obachteten Organismen (insbesondere den Bacterien) nur eine secundäre, jenem Pilze aber die primäre Rolle bei. Sobald überall erst Bacterienfäule (also weitergehende Zersetzung des abgetödteten Gewebes) eintritt — und das pflegt bei hinreichender Feuchtigkeit (es ist keineswegs directe Nässe nothwendig) späterhin der gewöhnliche Fall zu sein — ist es mit dem Fortgang der eigentlichen Pilzzersetzung vorbei; der oft beobachtete Antagonismus der beiden Organismengruppen äussert sich wenigstens bis zu einem gewissen Grade auch hier und die Hyphenvegetation stirbt ab; somit kann sie also auch nicht gut erst secundär hinzukommen. Das ist übrigens der oben als Nr. 2 bezeichnete Fall, der somit wesentlich anderer Art ist, aber keineswegs als besondere Erkrankungsart bezeichnet werden kann, selbst wo nunmehr die Bacterien[1]) die Weiterzersetzung des noch gesunden Knollentheils übernehmen (Wundfäule). Die in der Litteratur bei dieser Gelegenheit wiederholt erwähnte Korkbildung darf man übrigens nicht etwa als ausnahmslose Regel ansehen, da auch über ihr Eintreten oder Ausbleiben erst durch bestimmte Umstände entschieden wird. Es ist darauf hier aber nicht näher einzugehen.

Die Einzelheiten der Erkrankung lassen sich im Beginn des Winters leicht verfolgen; späterhin findet man in den Kartoffelvorräthen nur total zerstörte Knollen oder partiell erkrankte mit stagnirender Pilzzersetzung und im Beginn der gewöhnlichen Bacterienfäule. Derartige sind es offenbar auch, die SORAUER den Erörterungen in der 2. Auflage seines Lehrbuches zu Grunde legte, und welche denselben zu der Meinung veranlassten, dass Spaltpilze die wesentliche Rolle bei dieser von *Fusarium*- und *Spicaria*-Vorkommen begleiteten Zersetzung spielten. Auch bei künstlichen Infectionsversuchen gesunder Knollen kann man übrigens gelegentlich leicht constatiren, dass Bacterien späterhin reichlich auftreten und somit das Resultat stören können. Befremdendes liegt in dem Umstande natürlich nicht, vielmehr wäre das Gegentheil befremdender, denn selbst bei weitgehenden Vorsichtsmassregeln (vorheriges Abwaschen event. mit Sublimatlösung, Aufbewahren in möglichst keimfreien feuchten Kammern) lassen sich Spaltpilze von der erzeugten Impfwunde nicht abhalten.

Die Erkrankung geht im Allgemeinen von einer bestimmten Stelle der Oberfläche (offenbar einer geringfügigen Verletzung der Korkschale), bei Vorhandensein einer (an mit dem Spaten ausgegrabenen Kartoffeln nicht seltenen) Schnittfläche auch von dieser aus. Die Schale schlägt alsbald (Fig. 1) im Umkreis derselben Falten (Welken des Gewebes), es erscheinen hellgefärbte, sie durchbrechende Polster, und dieser äusser-

1) Was hier alles an Species in Betracht kommt, dürfen wir wohl dahingestellt sein lassen. Ebenso übergehe ich die meist reichlich vorhandenen thierischen Gäste, unter denen eine helle Milbenart sich durch Individuenzahl auszeichnet.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lich verfolgbare Process schreitet je nachdem in ungefähr 2—3 Wochen über die Hälfte (Fig. 2), im Doppelten der Zeit über die ganze Oberfläche fort. Die Knolle ist jetzt welk, mit reichlichen Falten und Pilzpolstern bedeckt (Fig. 3). Innerlich zeigt sich das Gewebe zunächst stark gebräunt, schwammig locker, ohne jede Spur einer bacteriellen Verflüssigung. Alle Stärkekörner sind intact, trotzdem die Hyphen, dicht alle Zellenwände durchdringend, sie unmittelbar berühren.

Bezeichnend ist auch das an trocken liegenden Knollen in seiner reinen Form keineswegs selten zu beobachtende spätere Stadium; hier sind sämmtliche Zellwände resorbirt, die braune Färbung ist mit ihnen wieder verschwunden, und das Innere der geschrumpften Knollen stellt eine compacte graue Stärkemasse dar; bezüglich seiner Wirkung zeigt das *Fusarium* also dieselbe Eigenthümlichkeit wie manche „Nassfäule"-Erscheinungen hervorrufenden Bacterien: es lässt die Stärke intact, löst dagegen die Zellwände. —

Jenem charakteristischen Bilde der „Trockenfäule" mangelt also die Gegenwart von Bacterien ebenso wie die der *Phytophthora*, es ist eine zunächst durch die oben genannte, vielleicht auch noch durch andere Arten bewirkte reine Mycelpilzfäule, welche aller Wahrscheinlichkeit nach bereits auf dem Felde eingeleitet wird, um erst an den Aufbewahrungsorten der Kartoffel stark um sich zu greifen und sichtbar in Erscheinung zu treten. Genauere Ermittelungen nach dieser Seite werden im kommenden Sommer hier angestellt werden. Da das Eindringen des *Fusarium* in das Knollengewebe bereits auf dem Acker jederzeit ein ergiebiges Umsichgreifen auch bacterieller Knollenfäule zur Folge haben kann, verdient die Art vielleicht einige nähere Beachtung, zumal man bislang unter den wenigen hier in Betracht kommenden nur die *Phytophthora* als einzigen verbreiteteren pilzlichen Zerstörer des Kartoffelgewebes betrachtete. Die *Fusarium*-Fäule ist nach allem aber ungleich verderblicher. Jedenfalls darf die bisher verkannte Pilzspecies als notorischer Schädling dieser Pflanze weiterer Aufmerksamkeit sicher sein.

Hannover, Techn.-chem. Laboratorium der Techn. Hochschule.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: 14

Autor(en)/Author(s): Wehmer Carl Friedrich Wilhelm

Artikel/Article: Ueber die Ursache der sogenannten „Trockenfäule" der Kartoffelknollen. 101-107