

Die
Kartoffelkrankheit

in den Ostseeprovinzen

Kur-, Liv- und Ehstland

in den Jahren 1846 und 1847.

Anatomisch - physiologische Untersuchungen

von

Dr. C. E. von Mercklin.

BIBLIOTH:
ACADEM:
DORPAT:

Karstfeldt, K.

...

(Aus d. Arb. d. nat. Ver. in Riga. Bd. I. 1918.)

2st.

TRU Raamatukogu

3442

Die Kartoffelkrankheit

in den Ostseeprovinzen

Kur-, Liv- und Ehstland

in den Jahren 1846 und 1847.

Anatomisch-physiologische Untersuchungen

von

Dr. C. E. von Mereklin.

Die vorliegenden Untersuchungen waren schon im December 1846 in Riga grösstentheils beendet, nur die Ausarbeitung des Textes und der Abbildungen, besonders aber die Veränderung des Wohnortes des Verfassers nach der Residenz St. Petersburg verzögerten den Abschluss seiner Schrift bis zum April 1847. In diesem Monate wurde das Manuscript mit drei Tafeln colorirter Abbildungen von Sr. Exc. Herrn Director des Kaiserl. botanischen Gartens, von Fischer, der freien öconomischen Gesellschaft zu St. Petersburg mit empfehlenden Worten überschickt. Nach Prüfung der Schrift beschloss die Gesellschaft, sie in russischer Sprache in ihre „Arbeiten“ aufzunehmen und der Verfasser besorgte selbst die russische Bearbeitung, welche, im October beendet, der Gesellschaft zum Druck eingehändigt worden ist.

In der Zwischenzeit hatte der Verfasser das Glück, dass das deutsche Original, dem einige Bemerkungen hinzugefügt worden waren, zwei Ministern des Reichs vorgelegt wurde, da die im Laufe des vorigen Jahres überhandnehmende Kartoffelkrankheit auch das Interesse der russischen Staats-Oeconomie zu gefährden drohte. Auch der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg ist von Sr. Exc. Herrn Akademiker von Baer über diese Arbeit ein günstiger Bericht (Bulletin scientifique. Janvier 1848) abgestattet worden.

Wiewohl diese Theilnahme von der Bedeutsamkeit zeugt, welche man auch bei uns den um sich greifenden Verheerungen der Kartoffelkrankheit beilegt, so sind doch noch keine Untersuchungen in grösserem Massstabe nach dem Beispiele des Auslandes eingeleitet worden. Sollten dieselben in dem laufenden Jahre, wo noch befürchtet werden muss, dass die Epidemie von unsern Feldern nicht gewichen sein wird, zu Stande kommen, so beabsichtigt der Verfasser, die Lücken, welche sich in seiner Arbeit bei der Beschränktheit der frühern Mittel eingefunden haben, nach allen Kräften auszufüllen.

Der naturforschende Verein zu Riga, in dessen Wirkungskreis diese Untersuchungen zunächst gehören und in deren „Arbeiten“ der Verfasser sie veröffentlicht zu sehen wünschte, ist bereitwillig seinem Wunsche entgegengekommen, und hat es sich angelegen sein lassen, sie mit einer von dem Herrn Verfasser selbst getroffenen Auswahl der für diesen Gegenstand ursprünglich bestimmt gewesenen Abbildungen (Tab. IV.) auszustatten. Sehr gern hätten wir sämtliche 26 Zeichnungen, die auf 3 Tafeln vertheilt waren, anfertigen lassen, doch mussten wir in Berücksichtigung der Gesellschaftsmittel davon absehen. Wir hegen jedoch die Hoffnung, auch den Rest dieser instructiven Zeichnungen zugleich mit einer Epicrisis dieser Arbeit, die dann die Erfahrungen über die Kartoffelkrankheit von 1847 und eventualiter von 1848 enthalten wird, in der Folge veröffentlichen zu können.

Riga, Februar 1848.

Die Redaction.

I n h a l t.

Einleitung.

Zur Phytotomie der Kartoffelknolle.

Die kranken Kartoffeln:

A. Aeussere Kennzeichen.

B. Innere Kennzeichen:

1) mit unbewaffnetem Auge betrachtet,

2) mit Hilfe des Mikroskops untersucht.

Untersuchung der kranken Kartoffeln mittelst chemischer Reagentien.

Zur Diagnose der Kartoffelkrankheit.

Ueber die Ursachen der Kartoffelkrankheit.

Ueber die Ansteckungsfähigkeit derselben.

Ueber die gegen dieselben zu ergreifenden Massregeln.

Allgemeine geographische Verbreitung der Kartoffelkrankheit in den Jahren 1845 und 1846.

Vorläufiger Bericht über die Verbreitung und den Character der Kartoffelkrankheit im Jahre 1847.

Erklärung der Abbildungen.

Einleitung.

Im Laufe der drei letzten Jahre haben den Kartoffelbau Missernten getroffen, die nicht durch Fehlschlagen der gesetzten Knollen, sondern durch in der vegetirenden Pflanze entstehende und in den aufbewahrten Producten allmählig fortschreitende Fäulniss verursacht worden sind. Zwar ist die Kartoffel auch in früheren Zeiten von Misswachs nicht verschont gewesen, doch erst seit dem Jahre 1845 hat derselbe eine solche Verbreitung erreicht und in bestimmter, allgemeiner Form sich bald stärker, bald schwächer eingestellt, dass man ihm eine besondere Beachtung, wegen der darunter leidenden Culturpflanze, zu widmen gezwungen ist, und ihn mit Recht eine Krankheit genannt hat. Wie durch sie der Wohlstand grosser Länder gefährdet werden und selbst Hungersnoth an mehreren Orten in ihrem Gefolge sein konnte, bedarf keiner nähern Erörterungen und Beweise, wenn man einen Blick auf das Areal wirft, welches der Kartoffelcultur eingeräumt ist und wenn man erwägt, welche Stelle die Kartoffel unter den allgemeinen Nahrungsmitteln der civilisirten Welt schon seit fast einem Jahrhundert einnimmt.

In Folge der bedeutenden Verheerungen durch diese Krankheit haben die Regierungen des Auslandes es sich angelegen sein lassen, dem Uebel nach allen Seiten zu steuern, und es sind Commissionen*) zur Untersuchung der Krankheitserscheinungen gebildet und Beobachtungen eingeleitet worden, die den Ursachen derselben auf die Spur zu kommen sich bestreben. Wenngleich zur Zeit durch diese Vorsorgen, welche das allgemeine Beste im Auge haben, das Uebel noch keineswegs überwunden und die drohende Gefahr für die nächsten Jahre von unsern Feldern noch nicht abgewendet ist, so steht doch

*) Auch in der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Nürnberg 1845 wurde eine solche niedergesetzt. Vgl. über sie und ihre Thätigkeit die schätzenswerthen Berichte in C. Fr. Saxe's „Allgemeine deutsche naturhistorische Zeitung.“ Jahrg. I. Heft 5. S. 473 — 516.

desselben Jahres war schon das Dasein und die verheerende Gewalt der Kartoffelkrankheit auch bei uns eine vielbesprochene Erscheinung. Mir lagen jedoch, wegen der bereits so weit vorgerückten Jahreszeit, nur frisch geerntete oder schon einige Zeit lang aufbewahrte Knollen zur Untersuchung vor und der ganze Verlauf der Krankheit, namentlich mit den sich häufig auch am Kraute kundgebenden Symptomen, musste mir daher an unsern Kartoffelpflanzungen aus eigener Untersuchung fremd bleiben. Mündliche und schriftliche Nachrichten über dieselben, bei einheimischen erfahrenen Landwirthen eingeholt, und die in Deutschland gemachten Erfahrungen habe ich daher mit den hier zu erörternden Untersuchungen vereinigen müssen, um ein möglichst vollständiges Bild der Kartoffelkrankheit, wie sie sich bei uns gezeigt, entwerfen zu können.

Die hier niedergeschriebenen Beobachtungen beziehen sich daher vorzüglich auf Knollen aus der Ernte des Jahres 1846; ihnen wurden später einige ergänzende Bemerkungen, aus Untersuchung der Knollen des gegenwärtigen Jahres, hinzugefügt. In Bezug auf das Terrain, dessen Knollen zu untersuchen sich mir Gelegenheit bot, bin ich hauptsächlich auf Liv- und Kurland beschränkt gewesen und es gilt daher das entworfene allgemeine Krankheitsbild, sowie die specielleren Angaben über die Modificationen und die Aufbewahrung der Kartoffel, vorzugsweise für die, in diesen beiden Gouvernements, im Jahre 1846 geernteten Knollen.

Da es mein Bestreben gewesen, das Wesen der Krankheit, ihre Symptome und Modificationen genau zu erforschen, so habe ich alle nöthigen Hülfsmittel angewendet, um zu diesem Ziele zu gelangen, und mich dadurch fern gehalten von grundlosen Hypothesen und Speculationen, die entweder die aufgefundenen Thatsachen unberücksichtigt lassend oder nach beliebigem Gutdünken deutend, in vielen Schriften über diesen Gegenstand einen grossen inhaltsleeren Raum einnehmen. Das wichtigste Hülfsmittel war das Mikroskop, das auch hier, wie in so vielen Fällen, uns einen tiefern Blick in die innern Vorgänge des Pflanzenlebens verstattet und uns die kleinsten Formelemente, welche ihr Product sind und auf welches sich alle physiologischen Acte beziehen, kennen lehrt. Aus vergleichenden phytotomischen Untersuchungen zwischen den kranken und gesunden Knollen ergaben sich

characteristische Differenzen und die mikroskopischen Kennzeichen der jetzigen Krankheit der Kartoffel. Diese Untersuchungen bilden den Haupttheil meiner Arbeit; mit ihnen wurden chemische Prüfungen vereinigt, welche ebenfalls auf wesentliche Unterschiede in der Beschaffenheit der Zellmembran, des Zelleninhalts und der qualitativen Beschaffenheit der erkrankten und der nicht kranken Theile in den Knollen hinwiesen.

So weit die Resultate dieser Untersuchungen eine nähere Erkenntniss des Wesens der Krankheit ermöglichten und in Berücksichtigung der atmosphärischen und terrestrischen Verhältnisse auf eine Abhängigkeit von diesen hindeuteten, ist auch auf die so oft aufgeworfene, sehr natürliche und noch gar nicht gelöste Frage über die Ursachen der Krankheit Rücksicht genommen und ein Versuch gemacht worden, Massregeln gegen dieselbe vorzuschlagen oder wenigstens anzudeuten, in welcher Weise wir zu denselben gelangen können. Diese für die Praxis so hochwichtigen Fragen konnten füglich in dieser Schrift nur einen sehr beschränkten Raum einnehmen, da es bei uns zu diesem Zwecke leider noch an umfangreichen, gründlichen Beobachtungen und Versuchen fehlt, von denen allein doch nur Hülfe und Rath zu erwarten ist.

Ich schicke zunächst einige morphologisch-anatomische Angaben über die Kartoffelknolle im Allgemeinen voraus, um die Differenzen zwischen der kranken und gesunden bemerkbarer hervorzuheben.

Zur Phytotomie der Kartoffelknolle.

Die morphologische Deutung der Kartoffelknolle ist, wenn man ihre Entwicklungsgeschichte verfolgt hat, nicht schwierig. Jede Knolle stellt einen mit mehr oder weniger Knospen („Augen“) besetzten Axentheil des unterirdischen Stengels dar. Ursprünglich ist die Knolle eine einfache Axillarknospe, auf deren Axe neue Knospen (die „Augen“ der reifen Kartoffel) entstehen, in Folge dessen die Axe mit ihren Knospen zu einem fleischigen, knolligen Körper, der sogenannten Kartoffel, auswächst. Dieselben phytotomisch und physiologisch verschiedenen Zellschichten, welche sich im Stengel vorfinden, lassen sich

daher auch in der reifen Knolle, die auch ein Stengelgebilde ist, nachweisen und wir können auf dem Durchschnitt derselben einen Rinden-, Holz- und Markkörper deutlich unterscheiden.

Der Rindenkörper nimmt den äussern Umfang der Knolle ein und ist von einer verschiedenfarbigen Schale bedeckt, wonach man rothe, blaue, gelbe und weisse Kartoffeln unterscheidet. Die Färbung rührt theils von dieser Schale her, theils von dem farbigen Zellsafte der unter ihr liegenden Zellen; doch erstreckt sie sich nur auf eine sehr dünne Schicht von Zellen, zwischen denen sich auch farblose eingemengt befinden.

Die obersten Zellen der Rindenschicht sind sehr flach gedrückte, auf dem Durchschnitte sechsseitige, durchscheinende Körper. Zwei ihrer Flächen sind immer grösser als die übrigen und liegen, die eine nach Aussen, die andere nach Innen zum Centrum der Knolle hingekehrt, sodass dadurch die Oberfläche ein tafelförmiges, ebenes Ansehen bekommt. Solcher flach gedrückter Zellen liegen fünf bis zehn über einander, bilden jedoch wegen ihres geringen Durchmessers, in der Richtung von Aussen nach Innen, nur einen sehr unbedeutenden Theil von der Dicke der ganzen Rindenschicht. Sie schliessen so genau an einander, dass sich keine Intercellulargänge zwischen ihnen befinden und auch jede Spur von Spaltöffnungen (stomata) vermisst wird. Nach Schleidens Definition verdient daher diese Schicht, zu Folge ihrer Entwicklung unter der Erde und wegen ihrer Construction, den Namen Epiblema.

Das Epiblema erleidet, da es in unmittelbarer Berührung mit den Medien steht, in welchen sich die Knolle entwickelt, mancherlei Veränderungen. Die ursprünglich glatte Haut der jungen Knolle wird durch längeres Liegen in der Erde oder in feuchten Räumen rau und mit Schüppchen bedeckt, die sich als feine Häutchen ablösen lassen. Es sind dies einzelne, abgestorbene, bräunliche Theile (Zellenportionen) des Epiblema, unter denen sich aber rasch wieder ein neues glattes Häutchen bildet. Am ausgezeichnetsten ist diese Epidermoidalschicht des Rindenkörpers durch den Inhalt ihrer Zellen; dieser besteht aus einem wässrigen farbigen oder farblosen Saft, in dem granulöse stickstoffreiche Körnchen, Zellenkerne und junge Zellen sich befinden, der aber niemals Amylonkörner führt; hin und wieder

finden sich auch in demselben kubische und octaedrische Krystalle von oxalsaurem Kalk.

Den flachgedrückten, dicht an einander schliessenden Zellen folgen, zum Centrum der Kartoffelknolle hin, grössere, farblose, noch amyloarme, polyedrische Zellen, und diesen amyloreiche, grössere, welche den Hauptantheil an der Bildung des Rindenkörpers haben. Zwischen ihnen befinden sich meist dreiseitige Intercellulargänge und eine farblose Intercellularsubstanz, welche die Zellen gleichsam mit einander zusammenkittet. Diese Substanz tritt um so deutlicher als farblos hervor, wenn man die Zellen einer Behandlung mit Jodtinctur und verdünnter Schwefelsäure unterwirft, wodurch die Zellenmembran schön violettblau gefärbt wird, die Gränzlinien zwischen den Zellen aber farblos erscheinen. Das Amylum dieser Zellen unterscheidet sich in Nichts von dem der Markzellen, weder in der Grösse, noch in der Gestalt der Körner, wohl aber werden dieselben, während des Knospentreibens, früher als die der tiefer liegenden Schichten angegriffen, was ich später näher angeben werde.

Den Uebergang vom Rinden- zum Holzkörper bildet eine Schicht von dünnwandigen, kleinen und sehr wenige Amylumkörner führenden Parenchym-Zellen, deren Lumen kleiner als das der an sie gränzenden Rindenzellen ist. Ihnen folgt der Holz- oder Gefässring der Knolle, welcher, der Dicke nach, den kleinsten Theil derselben ausmacht. Er beträgt meist nur $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Linie im Durchmesser. Auf dem Durchschnitt der Knolle, wenn er passend geführt ist, markirt sich der Holzring als eine etwas dunklere, durchscheinende, geschlängelte und in sich selbst verlaufende, krumme Linie. Er besteht, von Aussen nach Innen verfolgt, aus sehr zarten langgestreckten, jüngern Zellen, dann aus wenig verdickten Holzzellen und endlich aus Gefässen, die, zum Markkörper der Knolle hin, von einer dünnen Schicht kleiner Parenchym-Zellen umgeben werden. Verfolgt man die Gefässe des Holzrings, vom Centrum der Knolle zur Peripherie hin, so bemerkt man zuerst, in der Nähe des Markkörpers, schmale Spiralgefässe mit Ringen in weiten Abständen, zuweilen tonnenförmig abgeschnürt, dann eigentliche, abrollbare Spiralgefässe mit weiten Windungen und zuweilen in einem und demselben Gefässe Spiralwindungen und Ringe beisammen, von denen aber die letztern näher über einander stehen als

in den vorhergehenden Gefässen; diesen folgen dann Spiralgefässe mit sehr nahen Windungen, diesen gestreifte Gefässe von grossem Durchmesser, zu dreien und mehr beisammen, und diesen endlich als Schluss des Gefässrings, nach Aussen hin, grosse poröse Gefässe, deren Lumen an Breite das aller andern übertrifft. Zwischen diesen, dem Alter und der Form nach verschiedenen Modificationen der Spiralfaserzelle, finden sich einzelne, dünnwandige, langgestreckte Zellen vertheilt, mit wässrigem farblosen Inhalte und mit kleinen in Häufchen gruppirten Amylumkörnern.

Ueberall da, wo aus der Oberfläche der Knolle eine Knospe hervortritt, erkennt man auf dem Durchschnitt, dass sich der Holzring bis in die Basis derselben fortsetzt und dadurch eine kleine Erhebung bildet, die sich auf dem Durchschnitt als ein in eine Spitze auslaufender Vorsprung des Holzrings markirt. Die Knospen liegen gewöhnlich in einer flachen Vertiefung der Oberfläche, die von einer Seite von einem mehr oder weniger erhabenen Wulste begrenzt wird. Dieser Wulst, an dem noch einzelne Vorsprünge zu unterscheiden sind, stellt das rudimentäre Blatt dar, in dessen Achsel „das Auge“ als Axillarknospe entstand. Ist die Knospe entwickelter, so zeigen sich an ihr, wie an einer kegelförmigen Spitze, der Axe, mehrere Blattansätze *) und in ihren Achseln schon die Anlagen einer zweiten Generation von Knospen.

Den grössten Theil der Knolle, dem Volumen und dem Gewichte nach, nimmt der Markkörper ein, der auch derjenige Theil ist, welcher für die Oeconomie die wichtigste Bedeutung hat, indem alle seine Zellen mit Amylum angefüllt sind, kaum dass noch andere solide Stoffe, selten Krystalle, neben den Amylumkörnern in derselben Zelle vorkommen. Das Zellgewebe desselben besteht aus grossen Parenchymzellen mit dünnen, bisweilen scheinbar porösen Zellenwänden.

Sehr verschieden ist die Grösse der Amylumkörner in der Kartoffelknolle, von $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{100}$ Linie im Durchmesser. Die Grössenunterschiede zeigen sich sowohl an den Körnern einer Zelle als auch an denen verschiedener; die kleinsten beobachtete ich in denjenigen ge-

*) Vgl. meine Schrift: Zur Entwicklungsgeschichte der Blattgestalten. Jena 1846.

streckten Zellen, welche zwischen den Gefässen zerstreut liegen. Ueber den Bau und die Beschaffenheit der Amylumkörner besitzen wir die ausführlichen, geschätzten Untersuchungen von Fritzsche, dessen Verdienst es ist, über diesen, für die Oeconomie der Pflanze, des Thieres sowie des Menschen, wichtigen Stoff geläuterte Begriffe verbreitet zu haben. Die Gestalt derselben in den Kartoffelknollen kömmt der ovalen oder elliptisch abgerundeten, mit seichten Ausbuchtungen sehr nahe; doch findet man auch ganz kugelfunde Stärkekügelchen; vollkommen polyedrische habe ich niemals beobachtet. Häufig bemerkt man in der Kartoffelknolle ovale Amylumkörner, durch deren kleineren Durchmesser eine Linie verläuft, die das Korn halbt, und dann auch solche, die schon wirklich durch eine solche Linie in zwei zerfallen sind. Diese Lagerung der Körner gegen einander, ihre innere Schichtenbildung und die Beschaffenheit der Oberfläche erinnern sehr an die gewöhnliche vegetabilische Zellenbildung und an die Verdickungsschichten secundärer Ablagerung. *)

Die Vertheilung der Amylumkörner in den Zellen ist sehr ungleich; in denen des Markkörpers ist sie am gleichmässigsten und stärksten. Selten findet man hier in einer Zelle nur ein einzelnes Korn, gewöhnlich liegen viele von sehr verschiedener Grösse beisammen. In den zwischen den Gefässen vertheilten, langgestreckten, zarten Zellen habe ich oft beobachtet, dass die Amylumkörner, die hier besonders klein sind, sich um die Peripherie eines grössern, trüben kugligen Körpers gelagert haben. Schon Meyen **) hat auf dieses eigenthümliche Lagerungsverhältniss aufmerksam gemacht und betrachtet den kugligen Körper als Zellenkern (nucleus v. cytoblastus), die Körner aber als die „ersten Anfänge“, die sogenannten Kerne der Amylum-Körperchen. ***)

*) Die ausgezeichneten Untersuchungen von Schleiden, von Münter und die neuesten von Nägeli (Zeitschrift 1847, Heft 3 und 4.) haben abermals den Blick der Forscher auf das Amylon gerichtet, dem ich auch eigne Beobachtungen gewidmet habe, über die ich bei einer andern Gelegenheit das Nähere berichten werde.

**) Physiologie Bd. III. S. 28.

***) Eine ähnliche Gruppierung um einen Kern in der Zelle zeigen auch die Chlorophyll-Kügelchen in den Zellen der Cacteen und anderer Pflanzen.

Beachtenswerth ist für die gesunden Zellen der Kartoffelknolle, dass, wo in ihnen der sogenannte Primordialschlauch (*utriculus primordialis* Mohl) zu erkennen ist, derselbe als eine trübe, wolkige Hülle von graulicher Färbung erscheint, die innere Oberfläche der Zellenmembran continuirlich überzieht, ihr anliegt oder in Folge physiologischer Processe oder besonders auf ihn einwirkender Stoffe, wie z. B. Chlorcalcium — oder gesättigte Zuckerlösung, sich theilweise oder allseitig abgelöst hat und dann als ein faltiges Säckchen die Amylumkörner in sich schliesst. In den jungen Zellen des Rindenkörpers findet er sich am häufigsten und am deutlichsten vor; immer ist er graulich weiss, mehr oder weniger fein granulös und wird durch Jodinctur braungelb oder schmutziggelb gefärbt.

Ein zarter Schnitt aus dem Innern der Knolle erscheint unter dem Mikroskope als ein ausgespanntes, grossmaschiges Netz von Zellen, deren Membranen, in Folge besonders reflectirten Lichts, oft eine gräuliche oder schwach bläuliche Färbung annehmen. In den Maschen, den Zellen, dieses Netzes liegen trübere Haufen, welche aus den zusammengruppirten Amylonkörnern bestehen. Sehr verschieden von diesem Anblick ist der, welchen der Durchschnitt einer kranken Knolle schon dem unbewaffneten Auge, noch mehr aber bei Anwendung des Mikroskops gewährt.

Die kranken Kartoffelknollen.

Die Oberfläche der gesunden Knolle ist mit einer gewöhnlich glatten, einfarbigen Schale bedeckt; kleine Vertiefungen, in denen die Knospen ruhen, machen dieselbe uneben. Die Knolle fühlt sich überall gleich hart und trocken an. Bei den kranken Knollen der diesjährigen Ernte lassen sich schon nach ihrem Aeussern verschiedene Grade und Formen der krankhaften Erscheinung unterscheiden.

A. Aeussere Kennzeichen:

- 1) Die Knolle ist äusserlich scheinbar gesund, nur einzelne Stellen ihrer Oberfläche sind etwas dunkler und verwelkt.
- 2) Die dunkleren Stellen markiren sich als Flecken, welche ein wenig eingefallen sind.

3) Die Flecken, grösser an Umfang, fühlen sich weich und etwas feucht an.

4) Es sondert sich auf ihnen eine trübe klebrige Substanz ab, die beim Berühren sich in Fäden ausziehen lässt. Die Umgebung der Flecken ist missfarbig und auch schon weich geworden.

5) Die Flecken überziehen sich rasch, aber jetzt erst, mit verschiedenfarbigen Schimmelpilzen, meist weissen, und nehmen an Umfang und Tiefe bedeutend zu.

6) Die ganze Oberfläche der Knolle ist mit dunkeln feuchten Stellen bedeckt, die an vielen Punkten in einander übergehen, so dass zwischen ihnen nur sehr wenige gesunde Theile bleiben. Fast die ganze Knolle ist mit Schimmel überzogen, fühlt sich sehr weich und nass an, lässt sich leicht zerquetschen, gibt dann eine Menge trüben Saftes aus und verbreitet einen unangenehmen Geruch, oder

7) die Knolle ist, arm an wässriger Flüssigkeit, ziemlich trocken anzufühlen, hat eine welke runzliche Oberfläche und nur sehr wenige mit Pilzen besetzte Stellen.

Nicht alle Knollen durchlaufen diese Stadien der Krankheit; viele bleiben, meist durch die Art der Aufbewahrung bedingt, auf einem derselben stehen; doch sind die oben angegebenen äusseren Kennzeichen die gewöhnlichsten. Mancherlei Modificationen derselben werden durch besondere Umstände bedingt. Einen wesentlichen Einfluss haben Temperatur und Feuchtigkeit, und Vieles hängt ab von dem Wassergehalte und von dem Grade der krankhaften Entwicklung, in der sich die Knolle zur Zeit der Ernte befand.

Aeusserlich unterscheidbar von diesen mit fleckig nassen, faulen Stellen behafteten Knollen, welche den Character der jetzt so allgemein verbreiteten Krankheit an sich tragen, zeigen sich dagegen diejenigen, welche von den sogenannten Pocken, vom Rost und von der Kräuselkrankheit befallen sind. Knollen mit diesen Krankheiten behaftet finden sich fast in jedem Kartoffelvorrath und sind, nach den Nachrichten landwirthschaftlicher Schriften, zuweilen so allgemein gewesen, dass die in grossen Gebieten gesund (?) geernteten Knollen sich allmählig, während der Aufbewahrungszeit, in fast ganz unbrauchbare verwandelten. Es ist jedoch kaum einem Zweifel unterworfen, dass auch die kranken Knollen dieser Art, so wie diejenigen, von denen in

dieser Schrift als den diesjährig kranken die Rede ist, den Keim ihrer Krankheit schon während der Vegetation in sich trugen, zur Zeit der Ernte nur scheinbar gesund waren und in Folge unzureichender Aufbewahrung schneller in Verderbniss übergegangen sind. Von diesen mit Recht Krankheit genannten Uebeln der Kartoffel sind die Folgen mechanischer und physischer Angriffe wohl zu unterscheiden, denen die Knollen, während ihres Wachstums unter der Erde, durch Insecten und Nagethiere und während ihrer Aufspeicherungszeit, durch die Atmosphärlilien ausgesetzt sind.

Gesunde Kartoffelknollen, welche in feuchten Räumen aufbewahrt oder nicht abgetrocknet aufgespeichert werden, nehmen ein missfarbiges welkes Ansehen an, bedecken sich mit Schimmel, werden weich und übelriechend; oder sie beginnen ihre Knospen zu entwickeln und zehren daher allmählig den Amylum-Vorrath ihrer Zellen auf. In beiden Fällen sind sie dann als Nahrungsmittel, wenigstens für Menschen, unbrauchbar.

Knollen zu trocken, warm und bei geringem Luftwechsel aufbewahrt schrumpfen zusammen oder beginnen zuerst, wenn sie viel wässrige Bestandtheile enthielten, zu treiben, trocken darauf bald ein, indem zugleich die jungen Triebe absterben. Die Knolle wird zuletzt steinhart und zeigt auf der Bruchfläche die feinglänzenden Amylonkügelchen. Ihr Werth als Nahrungsmittel ist in diesem Zustande nur wenig vermindert worden.

Erfrorene Knollen, später aufgethaut, erscheinen von Aussen welk, sind innen breiartig und schmecken abgekocht süsslich; länger aufbewahrt unterliegen sie leicht der gewöhnlichen Fäulniss. Eine Kälte von 10° R tödtet die Kartoffel; sie ist dann steinhart und hinterlässt, abgekocht genossen, keinen süssen Geschmack.

Die äusseren Kennzeichen der fleckig nassen Fäule, wie ich die allgemeine Krankheit der Kartoffeln in den Ostseeprovinzen nenne, sind besonders an den stark von der Fäulniss ergriffenen Knollen verschieden. Es gibt Knollen, an denen die fleckig faulen Stellen im letzten Stadium so erweicht sind, dass sie sich tief einsenken und Gruben bilden, deren Umkreis aus übelriechender Masse besteht; bei andern sieht man Gänge und Spalten im Innern, oder dieses ist ganz ausgehöhlt, bei noch andern ist die Masse so weich und wässrig

geworden, dass sie sich beim Schütteln wie eine mit Wasser gefüllte Blase verhält, deren Wände von Flüssigkeit durchdrungen, kaum Widerstand leisten. In allen Fällen ist aber der Wassergehalt der Knolle vergrößert und scheint hauptsächlich die verschiedenartige, faulige Beschaffenheit hervorzurufen.

Von dieser sich schon sehr bald durch die äussern fleckig faulen Stellen kundgebenden Krankheit, welche ich in den Ostseeprovinzen bis jetzt am häufigsten verbreitet gefunden habe und die auch in Deutschland die allgemeinere gewesen zu sein scheint, ist noch eine andere zu unterscheiden, welche, ihrer Entstehung nach, vielleicht in denselben Ursachen ihren Ursprung nimmt, aber durch den Einfluss der umgebenden Medien einen solchen Character erhält, dass sie nach ihren Producten und ihrem Verlauf als eine besondere betrachtet werden kann. Ihre äussern Kennzeichen bestehen darin, dass sich die kranke Knolle an einzelnen Stellen nicht weich und nass anfühlt, sondern verhärtet und sehr arm an wässrigen Bestandtheilen ist. Das ausgebildete Stadium dieser Krankheitsform bildet einen Gegensatz zu dem der fleckig nassen Fäulniss und ist daher mit dem Namen „Trockenfäule“ belegt worden. Ist die ganze Knolle von der trocknen Fäulniss ergriffen, so fehlen gewöhnlich die secundären Erscheinungen, welche in der nassen so häufig sind: die Pilze auf der Oberfläche und Infusorien im Innern der Knolle.

Die näheren Kennzeichen zwischen diesen beiden Modificationen der Fäulniss können nur durch Anwendung des Mikroskops ermittelt werden und sind sehr beachtenswerth, worüber im Folgenden zu berichten ist. Da ich jedoch nur selten Knollen auf den einheimischen Feldern gefunden habe, die total trockenfaulig waren, häufiger solche, an denen neben nasser Fäulniss trockenere in geringerem Grade sich zeigte, am häufigsten jedoch Knollen, die in totaler nasser Fäulniss sich befanden, so werde ich hauptsächlich über diese letztern das Nähere mittheilen und von den ersteren nur da erwähnen, wo von der innern Beschaffenheit der beiderartigen Knollen die Rede sein wird.

B. Innere Kennzeichen

1) mit unbewaffnetem Auge betrachtet.

Die von der fleckig nassen Fäulniss ergriffenen Knollen bieten auf Durchschnitten ein sehr verschiedenes Ansehen dar, je nach dem Grade ihrer Krankheit. Als den frühesten Zustand möchte ich den bezeichnen, wo man von der äussern Schale der Knolle beginnende, röthlich braune oder gelblich rothe, streifige Flecken durch das hellgelbliche, gleichfarbige Fleisch bis zum Beginn des Holzrings verlaufen sieht. Diese fleckigen Streifen sind entweder wolkig ausgeflossen, oder einigermassen schärfer begränzte, von der Peripherie zum Centrum der Knolle verlaufende Radien. Sie durchziehen allmählig sich mehr ausbreitend und auch mit einander verfließend die einzelnen Schichten der Knolle, und haben sie den Markkörper erreicht, so bietet jede Schicht der Knolle ein von der andern mehr oder weniger verschiedenes Aussehen dem unbewaffneten Auge dar. Die äussere oder Rindenschicht erscheint dann dunkelbraun gefärbt, enthält Höhlungen, und zuweilen in denselben weissliche und röthliche Fadenpilze. Der Holzring ist auch schwach bräunlich gefärbt und tritt dadurch deutlicher gegen den Markkörper hervor, der von hellen wässrigen Streifen marmorirt erscheint und nur stellweise seine Färbung verändert hat. Später nimmt auch er das Ansehen des Rindenkörpers an, wird ausgehöhlt, zerrissen, verflüssigt und nur der Holzring widersteht dann noch den vernichtenden Einflüssen der überhandnehmenden Fäulniss. Sehr häufig zeigt sich die Fäulniss über die ganze Schnittfläche der Knolle ziemlich gleichmässig verbreitet, doch trägt der Rindenkörper auch dann noch die Spuren, dass die Krankheit ihn zuerst ergriffen hat, wogegen der Markkörper von Aussen her durch die eigenthümliche Textur des Holzrings und seiner wasserleeren Gefässe geschützt gewesen zu sein scheint.

Beim Durchschneiden einer fleckig nassfaulen Kartoffel ist die Menge der Flüssigkeit, welche sich rasch auf der Oberfläche ansammelt, sehr bedeutend und ohne das missfarbige Ansehen des Fleisches würde diese schon allein ein sicheres Kennzeichen für die Krankheit abgeben. Characteristisch ist auch die bräunliche Färbung, welche die Schnittfläche der kranken Knolle hat und welche sich sehr bald

dunkler färbt, wenn sie einige Zeit mit der Luft in Berührung gewesen ist. Auch unter Wasser zerschnittene und darin gehaltene kranke Knollen nehmen eine dunklere, bräunliche Färbung auf den Schnittflächen an.

So auffallend auch diese Kennzeichen der fleckig nassen Fäulniss sind, so lassen sich doch nicht alle Modificationen ihrer Producte mit kurzen Worten beschreiben und es müssen daher eines Theils treue Abbildungen von den verschiedensten Stadien der Krankheit diesem Mangel abhelfen, andern Theils darf die Auffassung der wesentlichen Kennzeichen und der sie zufällig oder local modificirenden Einflüsse nicht ausser Acht gelassen werden.

Eine sehr häufig vorkommende Erscheinung ist, dass sich die Fäulniss ganz zerstreut auf der Knolle zeigt, so dass sich noch in den ersten Stadien, zwischen ganz fauligen braunen Stellen gesunde, frische und gelbliche finden, wesshalb der Name fleckige nasse Fäulniss gewählt wurde. Es zeigt sich dann in einigen Fällen, dass die zwischen den nassfaulen befindlichen Stellen nicht gesund sind, sondern auch eine eigenthümliche Veränderung erlitten haben, die man mit dem Namen Trockenfäule bezeichnet hat. Es sind dies graue oder gelbliche, trockne und härtere Stellen, dem Rinden- oder Markkörper angehörig, die mit den nassfaulen gemischt der Knolle auf der Schnittfläche ein marmorirtes Ansehen von Hell und Dunkel, Rothbraun, Grau und Gelb geben. Ueber die Beschaffenheit der Zellen in dieser zweiten Art der Fäulniss wird später das Nähere angegeben werden.

Hat die Krankheit in der Knolle den höchsten Grad ihrer Entwicklung erreicht, d. h. sind alle Theile von derselben ergriffen und in Fäulniss übergeführt worden, so ist ihr inneres Ansehen nach der Art und Dauer der Aufbewahrung sehr verschieden.

An kranken Knollen, die bis zur Zeit der Untersuchung unter der Erde gelegen hatten, bemerkte ich folgende Eigenthümlichkeiten: sie waren sehr weich, schwammig, mit Flüssigkeit überfüllt und daher an vielen Stellen so erweicht, dass die oberen Schichten daselbst eingefallen, zerrissen oder verflüssigt waren. Das Innere hat eine bräunliche Färbung und verbreitete einen sehr üblen Geruch. Ihre andern Eigenschaften konnten nur mit Hülfe des Mikroskops genauer untersucht werden.

Lagen die Knollen dagegen trocken an der freien Luft, so zeigte sich an ihnen diejenige Beschaffenheit, welche ich oben beschrieben habe: zwischen den braunen, eintrocknenden nassfaulen Stellen befanden sich hellere, graugelbliche mit eigenthümlichen, mikroskopischen Kennzeichen. Diese beiden, schon dem Aeussern nach verschiedenen Producte der Fäulniss zeigen sich an den verschiedenartig aufbewahrten Knollen, und ich glaube daher, dass die trockenfauligen Stellen in Folge der durch die luftige trockne Aufbewahrung gehemmtten nassen Fäulniss sich gebildet haben, und dass solche Knollen, die noch wenig von der nassen Fäulniss ergriffen waren, aus der Erde genommen und dann in luftig trockne Räume gebracht wurden, diese zweite Krankheitsform anzunehmen oder in diese sogenannte Trockenfäule überzugehen gleichsam gezwungen sind. In den Kartoffelvorräthen, welche luftig und trocken lagen und deren Knollen, nach den Aussagen von Landwirthen, zur Zeit der Ernte fast gesund waren, zeigte sich nach einiger Zeit die Trockenfäule, aber gewöhnlich nur partiell, sehr selten total über ein und dieselbe Knolle verbreitet.

Einer dritten, nur selten angetroffenen eigenthümlichen Form der nassen Fäulniss muss ich hier noch erwähnen. Im Aeussern zeigten die Knollen, welche von ihr befallen waren, nichts Besonderes; die Oberfläche war an einzelnen Stellen gebräunt oder überall gleichfarbig hell, so dass die Knolle gesund erschien, nur durch eine etwas grössere Weichheit beim Anfühlen einen Verdacht erregen konnte.

Auf dem Durchschnitt zeigte sich, dass ein grosser Theil des Markkörpers eine bräunlich schwarze oder schwärzlich violette Färbung erlitten hatte, die gegen den Holzring hin abnahm. Dieser selbst war bräunlich und trat sehr deutlich gegen den Rindenkörper hervor, der fast unverändert d. h. gesund erschien, doch an einigen Stellen von einer schwach bräunlichen Färbung durchdrungen war. Diese eigenthümliche Beschaffenheit der Knolle, bei welcher die Krankheit ihren Sitz in den innersten Theilen derselben zu haben und sich vom Markkörper aus auf die übrigen zu verbreiten scheint, hat auf den ersten Blick viel Verschiedenes von den nassfaulen Knollen, in denen die Krankheit den entgegengesetzten Weg nimmt. Lässt man jedoch nicht ausser Acht, dass auch bei den eben beschriebenen, im Innern schwarzgefärbten Knollen eine, wenn auch nur sehr schwache Far-

benveränderung im Rindenkörper vor sich gegangen ist, so gewinnt die Annahme, dass auch bei ihnen, wie bei den gewöhnlich nassfaulen Knollen, die Krankheit von den äussern Theilen zu den innern fortschreitet, einige Wahrscheinlichkeit. Nur die viel bedeutendere und schnellere Verderbniss des Markkörpers, so wie seine schwärzlich violette Färbung machen diese Modification der Krankheit beachtenswerther. Hierzu kömmt noch ein anderer Umstand. Wurde eine solche Knolle durchschnitten und dann an die freie Luft gelegt, so sonderte sich auf der schwärzlichen Schnittfläche eine ebenso gefärbte, klebrige, fadenziehende Substanz in grossen Tropfen ab; dasselbe fand auch statt, wenn die Schnittflächen auf einander gelegt wurden und Luft durchstreichen konnte. Eine grössere Menge von den so beschaffenen Knollen, als wie sie mir zu Gebote stand, und aus den verschiedensten Stadien, wäre meinen Untersuchungen sehr zu Statten gekommen. Ich kann mich daher nicht mit Gewissheit darüber aussprechen, ob auch in diesen Knollen der Gang der Krankheit von Aussen nach Innen fortschreite und ob sie den Keim derselben schon während der Vegetation in sich tragen, doch hat die mikroskopische Untersuchung auch auf diese Fragen vorläufige Antwort gegeben.

Alle in dem Früheren angegebenen Kennzeichen der kranken Kartoffeln, die Symptome derselben, sind sehr leicht mit unbewaffnetem Auge zu erkennen, genügen aber nicht bei einer wissenschaftlichen Untersuchung, der andere Hülfsmittel zu Gebote stehen, um die Bestandtheile und Eigenschaften der Krankheitsproducte, sowie die nähern Ursachen derselben zu erforschen. Dies führt uns zu den Resultaten der mikroskopischen und chemischen Untersuchung.

2) Die kranken Knollen mit Hülfe des Mikroskops betrachtet.

Die drei, schon im Aeussern sich von einander unterscheidenden, oben beschriebenen Formen der jetzt herrschenden Kartoffelkrankheit: 1) die am meisten verbreitete fleckig nasse, 2) die partiell trockne und 3) die besonders im Markkörper entwickelte, schwarzfarbige Fäule offenbaren noch bedeutendere Unterschiede, wenn man feine Schnitte aus den inficirten Theilen der Knolle mit dem Mikroskop untersucht.

Die nassfauligen Stellen haben ein bräunliches oder bräunlich rothes und gelbes Aussehen. Unter dem Mikroskope erkennt man

genau die einzelnen Zellen, aus denen sie bestehen. Gehört die Stelle dem innern Rindenkörper an, so sind die Zellen Polyeder mit abgerundeten Ecken und dünnen Wänden; ihr Inhalt ist nicht reich an Amylum, noch seltner finden sich in ihm Krystalle. Ist die Stelle aus dem Markkörper genommen, so zeichnen sich die Zellen durch ihre Grösse und besonders durch ihren Reichthum an Amylum aus. In beiden Arten von Zellen ist zunächst die eigenthümliche, bräunlich rothe Färbung auffallend, welche von einer so gefärbten, granulösen Masse herrührt, die entweder der innern Zellenfläche anliegt, sie mit einer dünnen, ziemlich gleichmässigen Schicht continuirlich bedeckt oder sich schon an einigen Stellen von ihr abgelöst hat. Es ist dies der von H. v. Mohl benannte Primordialschlauch (utriculus primordialis), welcher zugleich die jüngste, ursprünglich um den Zellkern sich bildende Membran darstellen soll und sehr reich an Stickstoff ist. Ausser diesem bräunlich rothen Schlauche finden sich auch ähnlich gefärbte, amorphe Körnchen im Zellensaft der kranken Knolle suspendirt oder auf erstem abgelagert vor. Diese bräunliche Färbung der Zellen bleibt längere Zeit das einzige Kennzeichen für die Krankheit der Knolle und erstreckt sich auch in geringerem Grade auf die Zellenmembran selbst, was in mehreren Fällen ganz unzweifelhaft zu beobachten ist. Auch wenn die Krankheit ein höheres Stadium erreicht hat, ist die bräunliche Schicht noch immer in der Zelle vorhanden; sie scheint dann aber an Dicke verloren zu haben und liegt nicht mehr an allen Punkten der innern Zellenoberfläche an, ein Umstand, der sie deutlich als einen, das Zellenlumen zunächst umschliessenden, Schlauch erkennen lässt. Noch später hat sich mir gezeigt, dass dieser Schlauch eingefaltet, an einigen Stellen zerrissen oder aufgelöst war oder nur noch kleine Rudimente desselben im Zellensaft aufzufinden waren. Im höchsten Stadium der nassen Fäulniss gibt sich folgende Beschaffenheit des Zellgewebes zu erkennen: während in der gesunden Knolle alle Zellen durch Intercellularsubstanz mit einander vereinigt sind und sich gewöhnlich nur kleine dreieckige Zwischenräume (Intercellulargänge) zwischen ihnen befinden, hat in der gänzlich faulen Knolle der Zusammenhang der Zellen an vielen Stellen aufgehört. Zwischen ihnen befinden sich Spalten und kleine Höhlen, und das noch festere Gewebe des Centrums ist auch aufgelockert und

von der flüssigen, übelriechenden Materie, welche die ganze Knolle erfüllt, durchdrungen. Die Zellen selbst sind zum Theil an einigen Stellen zerrissen und durchbrochen, zum Theil nur als Rudimente vorhanden, und wo sie sich auch in ihrer Integrität erhalten haben, muss man ihnen doch das Leben absprechen. Letzteres lässt sich aus der Veränderung ihrer Membran und aus dem Umstande erschliessen, dass Stoffe, welche sich sonst Jahrelang in der Zelle unverändert erhalten, hier in allmählicher Umwandlung begriffen sind und dass die stickstoffhaltige Schicht, der Primordialschlauch, welcher im Leben der Zelle eine so wichtige Rolle spielt, selbst sich aufzulösen beginnt.

Die Flüssigkeit oder die dickflüssige Materie, in welcher sich die Zellen in diesem Stadium befinden, enthält Amylum und Schleimkörner, ganz unbestimmt geformte, granulöse Klumpen, Zellenrudimente, in Molecular-Bewegung befindliche Körperchen, zahlreiche sich entwickelnde Pilzsporen und wimmelt von verschiedenartigen Infusorien. Noch zu dieser Zeit der höchsten Fäulniss ist von den drei anatomisch geschiedenen Theilen der Knolle einer, der Holzring, fast in vollständiger Integrität nachweisbar. Sein Zusammenhang mit dem Mark- und Rindenkörper ist zwar sehr locker, da diese zum grössten Theil schon zerstört sind, doch hängen die ihn zusammensetzenden Gefässe noch fest an einander und haben die Configuration ihrer Wände, welche bräunlich gefärbt erscheinen, vollständig beibehalten.

Einer besondern Berücksichtigung sind die Pilzbildungen werth, welche sich auf und in den kranken Knollen zeigen. Ich habe schon früher angegeben, dass sich erst dann eine Vegetation von Pilzen auf der Knolle zeigt, wann sich die fleckigen Stellen der Oberfläche vergrössern und feucht werden. Von den Pilzfäden dringen einige tiefer in das Innere der Knolle ein, das unter den fleckig nassen Stellen, auf denen sich zuerst das Hyphasma der Pilze ausbreitet, erweicht ist, und verzweigen sich allmählig durch das ganze Zellgewebe, so dass man ein Gewirr von feinen, gewöhnlich farblosen, zuweilen graubraunen oder röthlich braunen Pilzfäden in der schon stark verdorbenen Knolle mit dem Mikroskope erkennen kann. Dabei kommt es vor, dass die Pilzfäden, nicht allein durch die Intercellulargänge, wenn die Zellen noch in regelmässigem, unversehrten Zusammenhang sind, sich ziehen, sondern auch, in einem spätern Stadium der Krankheit, die Zellen-

membran selbst, vielleicht durch eine locale Resorption derselben begünstigt, durchwachsen. Mehrere auf diese Weise durchbohrte Zellmembranen haben mir über dieses Factum, das auch andere Beobachter bestätigen, jeden Zweifel benommen. Zuweilen sah ich auch, dass die in die Zelle gedrunghenen Pilzfäden verzweigt und mit Sporen versehen waren.

Ich habe in vielen Fällen den weissen Schimmelpilz früher auf der Schale und namentlich auf den fleckig nassfaulen Stellen gesehen und erst viel später im Innern der Knolle, so dass ich der Ansicht bin, er dringe von Aussen nach Innen in die Knolle ein. Dies wird auch dadurch wahrscheinlicher, dass sich einzelne Fäden des Pilzes von Aussen bis ins Innere der Knolle verfolgen lassen und hier stumpf endigen. Wenn die Knolle jedoch schon ganz von Pilzen in Besitz genommen ist, dann lässt sich allerdings nicht mehr erkennen, von woher die Pilze eingedrungen sind.

Unger ist der Meinung, dass der Pilz der Knolle in ihrem Innern entstehe und zwar durch generatio originaria, der auf den Blättern erscheinende aber, in den Intercellulargängen, und er hält das Eindringen der Pilze durch die Spaltöffnungen des Blattes für sehr unwahrscheinlich, da diese nicht grösser als die Sporen von jenem sind und Unger keine auf der Epidermis der Blätter keimende Sporen, wohl aber Pilzfäden, zu dreien aus einer Spaltöffnung hervorzwachsend, angetroffen hat. Wiewohl ich dieses letzte Factum bestätigen kann, so glaube ich doch nicht, dass es schon hinreichend beweist, dass die Sporen des Pilzes im Innern des Blattes oder der Knolle entstanden sind; auch findet man unter den auf den Blättern der kranken Kartoffelpflanze liegenden Sporen solche, die bedeutend kleiner als das Lumen der Spaltöffnung sind und andere, die so in jener eingeklemmt liegen, dass sie dieselbe ganz ausfüllen. So sehr ich bemüht gewesen bin, wenn ich auf der Oberfläche der Knolle keine Spur von Pilzen entdecken konnte, dieselben in ihrem Innern zu suchen, so waren doch immer diese Bemühungen vergeblich. Die kleinen Bläschen, welche im Innern der kranken und auch der gesunden Zelle, doch hier in geringerer Menge, schwimmen, für die Anfänge von Pilzen zu halten, schien mir nicht zulässig und begründet genug zu sein, indem ich an ihnen keine Entwicklung zu Pilzen be-

obachten konnte. Erst dann, wann die Knolle in grössere Fäulniß übergegangen ist, zeigen sich sehr zahlreiche Entwicklungsbildungen von Pilzen und Zellen; zu dieser Zeit sind aber auch schon die äussern Theile der Knolle mit Pilzen dicht überzogen. Nach diesen Thatsachen ist es viel wahrscheinlicher anzunehmen, dass sich die Pilze erst in Folge der Fäulniß auf den faulenden Stellen einfinden und dann nach Innen sich verbreiten.

Wie rasch die Verbreitung der Pilze vor sich geht, das zeigt sich in den Versuchen, bei welchen eine kranke und eine gesunde Knolle halbirt auf einander gelegt wurden. Selbst wenn nur eine kleine Stelle auf der kranken Knolle mit Pilzen bedeckt ist, so erscheint schon nach einem Tage eine solche Menge von weissem Schimmel auf beiden Hälften, dass sie davon ganz überzogen sind und durch die mit einander verwickelten Fäden auf den Schnitflächen zusammengehalten werden. Auch auf dem Kraute verbreiten sich die Pilze sehr rasch. Die Verbreitung findet schneller auf den äussern Theilen als im Innern statt und geht niemals so weit, dass man ein continuirliches Herabwachsen der Pilzfäden von den Blättern durch den Stengel zu den Knollen verfolgen kann — eine, in Folge der Annahme, dass die Krankheit vom Kraut auf die Knollen übergehe und diesen durch Pilze übertragen werde, entstandene, sehr unhaltbare Ansicht. Dagegen erscheint nicht unbegründet, dass durch die rasche Verbreitungsfähigkeit der Pilze in gewissem Grade auch eine raschere Verbreitung, wenn auch keine Entstehungsursache der Krankheit bedingt wird. Denn durch das parasitische Wachsthum dieser Vegetabilien auf den, durch die Fäulniß dem kräftigeren Lebensprozesse entzogenen, Theilen werden diese nur um so rascher ihrer Säfte und Functionen beraubt und unterliegen gänzlich der Vernichtung. Letzteres bestätigt sich auch durch die Versuche, Pilze von kranken Knollen auf gesunde zu übertragen, namentlich auf die frischen Schnittflächen derselben. Wo sich der Pilz auf diesen einige Zeit fortentwickeln konnte, wurde das Zellgewebe wässrig und bekam einen säuerlichen Geruch, doch erzeugte sich niemals in den Zellen die bräunliche Färbung des Primordialschlauchs und der übrigen stickstoffhaltigen Theile, welche im Zellensaft gelöst oder suspendirt sind. Die Zelle wird daher nicht in den Zustand der nassen Fäule versetzt

und somit ist auch hierdurch wieder der Ansicht widersprochen, dass die Pilze als Ursache der Krankheit angesehen werden müssen.

Der am häufigsten auf dem Kraute der kranken Kartoffel vorkommende Pilz ist ein dünner, schwachbläulicher oder grauer Fadenpilz, dessen Hyphasma sehr verworren bis in die Zellen des Diachyms sich verfolgen lässt, aus dem sich aber oft einzelne Stämmchen erheben und aus den Spaltöffnungen hervortreten, nachdem sie sich in zwei bis drei Fäden verzweigt haben. Die Sporen, welche an diesen Fäden zuerst als Auftreibungen, dann als ovale Körper auftreten, sind etwas zugespitzt und haben ein kurzes Stielchen. Man nennt diesen Pilz jetzt ziemlich allgemein *Botrytis Solani*, obwohl er eigentlich, wie Unger *) erwähnt, eher zur Gattung *Peronospora* zu bringen ist, deren Character nach Corda Fäden ohne Querscheidewände sein sollen. Dieser Character hat jedoch in diesem Falle keinen Werth für die Unterscheidung der Gattungen *Botrytis* und *Peronospora*, denn ich habe sehr oft in dem dreigablig verzweigten Fadenpilze Querscheidewände beobachtet, welche entweder an allen seinen Fäden und an den jüngsten Verzweigungen sich zeigten, aber auch in vielen Fällen nur an einzelnen Verzweigungen derselben und hier nur auf kleinen Strecken sich gebildet hatten, so dass sehr wohl derselbe Pilz, welchen Unger *Peronospora trifurcata* nennt, zu einem *Botrytis* nach Corda geworden sein könnte oder umgekehrt; daher beide Formen nur verschiedene Entwicklungsstufen eines und desselben Pilzes zu sein scheinen.

Mannichfaltiger ist die Farbe und Form der Pilze in und auf den kranken Kartoffelnollen. Man hat hier vorzüglich folgende zu unterscheiden: *Polyactis alba*, *Fusisporium Solani* var. *album* et var. *flavum*, *Capillaria rosea* und *Oidium violaceum*. Ueber diesen letzten Pilz, welchen Harting so benannt hat, muss ich Einiges bemerken. Harting *) gibt an, dass er in einer Varietät der gelben Kartoffel schwarzviolette Flecken beobachtet habe, aus denen feine Schnitte, unter das Mikroskop gebracht, zeigten, dass ihre Zellen von einem

*) Botanische Zeitung, Jahrg. 5, Stück 18.

**) Annales des sciences naturelles, 3. série, Botanique Tom. 6. pag. 42 jusqu'à la 62.

Gewirr violett gefärbter Pilzfäden angefüllt waren, welche die Ursache der dunkeln Färbung wurden. Ich glaube in diesen schwarz gefärbten Stellen diejenigen zu erkennen, welche das Product der unter Nr. 3 beschriebenen schwarzen nassen Fäule sind, bin aber durch meine Beobachtungen zu einer von Harting verschiedenen Ansicht in Bezug auf die Entstehung der schwarzvioletten Färbung gelangt, wodurch jedoch die von ihm angeführte Thatsache nicht im Mindesten verdächtigt werden kann. Ich fand in solchen Stellen nicht, dass die Zellen mit schwarzvioletten Pilzfäden angefüllt waren und daher diesen ihre Färbung verdankten, sondern dass die Zellen selbst, in Folge einer auf ihrer innern Zellenwandfläche abgelagerten, fein granulösen Schicht, wahrscheinlich derselben, welche in den gewöhnlich nassfaulen Zellen bräunlich roth gefärbt ist und vorzüglich dem Primordialschlauche angehört, schwärzlich violett gefärbt waren. Da ich ferner beobachtet habe, dass die Pilzfäden, welche in den kranken Zellen liegen, anfangs gewöhnlich farblos sind, später aber auch die Farbe des in Umwandlung begriffenen Primordialschlauchs angenommen haben, indem sich wahrscheinlich auch ihre stickstoffhaltigen Bestandtheile zu verändern beginnen, so bin ich in Bezug auf die schwärzlich violette Farbe des sogenannten *Oidium violaceum* der Meinung, dass dieselbe eine später entstandene ist und dass daher nicht die Zellen dieser schwarzvioletten Stellen in der Knolle den so gefärbten Pilzen, sondern umgekehrt, diese jenen ihre Färbung verdanken. Wenn viele solcher Pilze in der schon dunkeln Zelle liegen, so muss sie natürlich noch dunkler erscheinen; ich habe jedoch in diesen Zellen keine Gelegenheit gehabt, die besprochenen Pilze zu beobachten.

Den wesentlichsten Inhalt der Kartoffelknolle, das Amylum, haben die Beobachter einer besondern Untersuchung zu würdigen. An den mit fleckig nasser Fäulniss behafteten Knollen hat sich mir ergeben, dass in denjenigen Knollen, welche länger unter der Erde lagen und erst beim Ausgraben mit der Luft in offene Berührung kamen und dann gleich untersucht werden konnten, der Amylumvorrath im Allgemeinen unverändert war; sowohl die Zellen der Rinden-, als des Markkörpers enthielten ganz unversehrte grosse und kleine Stärkemehlkörner in reichlicher Menge. Das Stärkemehl, welches ich aus den kranken, besonders ausgeschnittenen Stellen durch Auswaschen

gewann, hatte dieselbe Verwandtschaft zum Jod, verhielt sich gegen heisses Wasser und gegen Säuren ganz ebenso, wie das aus gesunden Knollen dargestellte. Auch zeigten die einzelnen Körner dieselbe mikroskopische Schichtenbildung und Gestalt wie die aus gesunden Kartoffeln; es war daher ganz normal gebildetes und unversehrtes Amylum aus den kranken Stellen gewonnen worden. Zugleich war auch der durchschnittliche Stärkegehalt der faulenden, keine Knospen entwickelnden Knolle, von dem der gesunden nicht verschieden. Hatte jedoch die kranke Knolle unter der Erde ihre Knospen schon zu entwickeln begonnen, was bei Zunahme der Fäulniss und Feuchtigkeit häufig stattfindet, so zeigten sich an der Gestalt der Körner diejenigen Veränderungen, auf welche Fritzsche*) zuerst aufmerksam gemacht hat; auch war dann der Amylumvorrath der ganzen Knolle vermindert, weil ein Theil desselben in Dextrin umgewandelt worden war. Die angegriffenen Körner erschienen gewöhnlich nur an einem Ende wie abgerieben oder abgespült, so dass ihre Gestalt eine zugespitzte wurde und sich die Anzahl der continuirlichen Schichten an der Spitze bedeutend vermindert hatte.

Wurden dagegen Knollen, zur Zeit der Ernte nur in geringem Grade krank, wie dies in den Ostseeprovinzen der häufigere Fall gewesen ist, in luftigen und trocknen Räumen aufbewahrt, eine Vorsichtsmassregel, die allgemein beobachtet zu werden verdient, und trat dann partielle trockne Fäulniss in ihnen ein, so offenbarte sich diese durch die Medien modificirte Richtung des Fäulnissprocesses auch an der veränderten Beschaffenheit der Stärkemehlkörner, worauf ich im Folgenden zu sprechen kommen werde.

Brachte man endlich die geernteten inficirten Knollen in Räume, wo die Luft keinem starken Wechsel unterworfen war, und lagen sie dort hoch aufgeschichtet über einander, ohne von Zeit zu Zeit umgeschaufelt zu werden, oder waren die Kartoffeln bei der Einfuhr in Keller und Gruben nicht völlig abgetrocknet, so erlitt die nasse Fäulniss keine Unterbrechung und keine Modification. Die von ihr schon ergriffenen Knollen gingen allmählig gänzlich in Verderbniss über, wurden für Menschen und Thiere ungeniessbar, verbreiteten einen un-

*) Poggendorff: Annalen d. Physik u. Chemie, Bd. 32. 1834.

erträglichen Geruch, ihr Amylumgehalt blieb jedoch unverändert, wenn nicht auch in diesem Falle die Knospen der Knolle zu treiben begonnen hatten, wo alsdann die Regionen des Rindenkörpers, welche der Basis der Knospen zunächst liegen, eine Verminderung ihres Amylums erlitten hatten. Dieselbe Verminderung und endlich gänzliche Erschöpfung an Amylum findet jedes Mal bei der Setzkartoffel statt, nachdem sich ihre Knospen entwickelt und über die Erde erhoben haben, worauf sie dann als eine schwammige, lockere, todte Masse', alles Amylums beraubt, zurückbleibt und allmählig in Verwesung übergeht.

Nach der Zahl der von mir untersuchten Knollen, von sehr verschiedenen Localitäten und aus verschiedenen Aussaaten, waren diejenigen, welche in Folge der Fäulniss keinen, in Folge ihrer Knospenentwicklung nur einen geringen Verlust an Amylum erlitten haben, die häufigsten. Dass aber diejenige Art der Aufbewahrung, welche die während der Vegetation der Knolle begonnene nasse Fäulniss begünstigt, in den Ostseeprovinzen allgemein ist, glaube ich schon wegen der Sorgfalt, welche man dort auf die so wichtige Cultur der Kartoffel verwendet, verneinen zu können.

In den Knollen der zweiten Krankheitsform zeigt sich ein Gemenge von nass- und trockenfaulen Stellen; doch herrschen die ersteren ihrem Umfange nach bedeutend vor und haben die oben beschriebene Beschaffenheit. Das Zellgewebe der trockenfauligen Stellen ist viel heller als das der nassfauligen, es ist gewöhnlich hellgelblich oder grau, schwammig, ziemlich fest oder noch nicht ausgetrocknet, breiartig und von unangenehm säuerlichem Geruche. Unter dem Mikroskope erscheinen die Zellen desselben in vollkommener Verbindung, ihre Membran ist homogen und scheinbar gesund, aber im Innern der Zelle hat eine sehr merkwürdige Veränderung stattgefunden: es ist die innere Oberfläche der Membran mit einer eigenthümlichen, erweichten, weisslich grauen oder gelblichen, oder mit einer dunkelgrauen, härteren Masse belegt, durch welche sie sich bedeutend verdickt hat. Die Verdickung wird aber nicht, wie in verholzten Zellen, durch continuirliche, auf einander liegende, unterscheidbare Ablagerungsschichten hervorgebracht, sondern besteht in einer ganz ungleichmässig hier und da in grösserer Menge abgelagerten Substanz, die zuweilen so reichlich vorhanden ist, dass durch sie das Zellenlumen auf ein Mini-

mum reducirt wird. Noch auffallender ist, dass aus den so beschaffenen Zellen fast alles Amylum verschwunden ist, und wo es sich noch in ihnen findet, nur aus kleinen in der Gestalt veränderten, angegriffenen Körnchen besteht. Dieser letzte Umstand, sowie gänzlichliches Fehlen von Amylum in einigen dieser Zellen und namentlich in solchen, welche dem Markkörper angehören, macht die Annahme wahrscheinlich, dass die in den Zellen vorhandene, abgelagerte, formlose Masse aus einer Umwandlung von Amylum besteht, wiewohl sie jetzt nicht mehr in ihren chemischen Eigenschaften, auf eine Verwandtschaft mit demselben hindeutet.

Knollen, in dieser Art, durch trockne Fäule verdorben, sind bei Ueberhandnehmen derselben für die Wirthschaft völlig nutzlos. Zwischen den trockenfaulen Stellen finden sich zwar auch noch gesunde und nassfaule, doch es würde nicht die Mühe lohnen, die einen von den andern zu trennen und das noch Benutzbare herauszuschneiden.

Die dritte eigenthümliche Form der Krankheit, welche ich als die schwarze, besonders im Innern des Markkörpers sich entwickelnde nasse Fäule bezeichnen möchte, zeichnet sich mikroskopisch wesentlich aus. Alle Zellen, welche im schwarzviolett gefärbten Markkörper liegen, haben eine ihrer innern Zellenoberfläche aufliegende, schwärzliche, granulöse Hülle, die, wie schon erwähnt, nichts anders als der in Umwandlung begriffene Primordialschlauch ist; zu gleicher Zeit sind auch die im Zellensaft suspendirten, amorphen Körnchen von schwärzlicher Färbung. Die Stärkemehlkügelchen dieser Zellen waren unversehrt und wurden durch Jod veilchenblau gefärbt, auch der übrige Inhalt der Zelle zeigte nichts Ungewöhnliches. Der Wassergehalt der Knollen solcher Art war besonders gross, so dass sich die frische Schnittfläche mit einer fast $\frac{1}{4}$ Linie hohen Schicht trüber Flüssigkeit bedeckte, die rasch aus den zerschnittenen Zellen austrat.

Die eigenthümliche, schwärzlich klebrige Masse, welche von diesen Knollen beim Liegen an freier Luft ausgeschieden wurde, war ein Product der Zersetzung, welches sich auf Kosten des Amylum, das aus den obern Zellen verschwunden war, gebildet hatte. Seine schwärzliche Färbung rührte von beigemengten Theilen der granulösen im Zellensaft schwimmenden Körnchen her und seine Klebrigkeit deutete auf eine Verwandtschaft mit Gummi hin.

Bevor ich die Resultate der chemischen Behandlung kranker Kartoffelknollen und ihrer Theile anführe, muss ich zuvor bemerken, dass die Angaben sich auch nur auf solche kranke Knollen beziehen, welche von der jetzt so allgemein herrschenden Krankheit befallen sind. Es fanden sich unter den Knollen dieses und des vorigen Jahres auch solche, die schadhafte oder verdorben waren, ohne den Character der jetzigen epidemischen Seuche an sich zu tragen. Solche waren dann entweder von Insecten oder Nagethieren angegriffen, oder durch andere, im Früheren bereits angeführte krankhafte Zustände inficirt, oder durch den gewöhnlichen Fäulnissprocess, dem unter gewissen Umständen alle vegetabilischen und animalischen Stoffe unterliegen, zerstört worden. In jedem durch diese Eingriffe hervorgebrachten Zustande ist das Aeusserere, noch mehr aber das Innere der Knolle auffallend verschieden von den bereits angeführten äussern, innern, mikroskopischen und hier folgenden chemischen Kennzeichen der trocken- und der nassfaulen Knollen.

Untersuchung der kranken Kartoffeln mittelst chemischer Reagentien.

Am Auffallendsten stellen sich die Unterschiede zwischen gesunden und kranken Kartoffelknollen heraus, wenn man Theile derselben mit denselben chemischen Reagentien behandelt.

Wendet man Jodtinctur an, so stellen sich in den gesunden Zellen folgende Veränderungen ein: die flachen, plattenförmigen Zellen der Rindenschicht werden am dunkelsten braun gefärbt, die Färbung erstreckt sich sowohl auf ihren Inhalt als auch auf ihre Membran. Die nach Innen folgenden Schichten, zunächst die, welche kein Amylum enthalten, nehmen eine hellbraune oder gelbliche Färbung an, desto dunkler färben sich aber ihre Cytoblasten; die noch tiefer liegenden Zellen färben sich nur sehr schwach graugelblich und erscheinen wie punctirt oder wie mit einer trüben granulösen Masse bestreut. Diese ist der Primordialschlauch, welcher auf der innern Zellenfläche liegt, und durch das Jod gebräunt als trübe Substanz durchschimmert. Der Inhalt dieser Zellen, welcher sehr reich an Amylum ist, nimmt mit

Ausnahme dieses, das schön dunkelviolettl sich färbt, keine andere Färbung an. Der Holzkörper bleibt gewöhnlich farblos; nur die kleinen langgestreckten Zellen, welche ihn umgeben und zwischen den Gefässen liegen, bräunen sich ein wenig. Die Zellen des Markkörpers nehmen durch Jod nur sehr langsam eine gelbliche Färbung ihrer innern granulösen Schicht an, viele bleiben aber auch, selbst längere Zeit in Jodtinctur aufbewahrt, unverändert. Dies ist das Verhalten der gesunden Kartoffelzellen gegen Jodtinctur.

Die bräunliche Färbung, welche bei Anwendung von Jod auf die Zellen erfolgt, und nicht in einer mechanischen Ablagerung der Jodtheilchen, sondern in einer innigen Durchdringung der sich färbenden Substanzen besteht, gilt nach den jetzigen Ansichten für ein sicheres Zeichen, dass wir es mit stickstoffhaltigen Verbindungen zu thun haben. Wir können hiernach annehmen, dass die äusseren Theile der Knolle, als die am dunkelsten durch Jod sich färbenden, die stickstoffreichern, und von allen in der Zelle vorkommenden Substanzen, die Zellenkerne (Cytoblasten) die stickstoffreichsten sind. Dies stimmt auch mit der Ansicht überein, dass in jungen Pflanzentheilen sich reichlicher Stickstoff vorfindet, als in älteren; die Zellen des Rindenkörpers und die Zellenkerne überhaupt gehören aber zu den jüngsten Theilen der ganzen Knolle so wie der einzelnen Zelle.

Die Zellen der von der fleckignassen Fäulniss ergriffenen Knollen bieten folgende Erscheinungen nach der Behandlung mit Jodtinctur dar. Sobald dieselbe auf den röthlich braunen oder schwärzlichen (in der dritten Krankheitsform) Primordialschlauch dieser Zellen eingewirkt hat, nimmt er ein rothbraunes, dunkelbraunes oder pomeranzenfarbiges Colorit an und wird undurchsichtiger. Alle Zellen, in denen er sich vorfindet, erscheinen dann mit seiner Farbe, und die Zellenmembranen selbst sind von demselben Farbstoffe in geringerem Grade durchdrungen; der Inhalt der Zellen jedoch wird, wenn er aus Amylum besteht, ebenso wie bei den gesunden Zellen violett gefärbt. In keiner Schicht der nassfaulen Knollen ist das Verhalten gegen Jod ein anderes, nur dass auch hier die Zellen des Rindenkörpers am dunkelsten gefärbt werden, wahrscheinlich weil sie am stickstoffreichsten sind und Jod auf sie am stärksten einwirken konnte.

Bei Anwendung von Jod und Schwefelsäure auf die Zellmembran der gesunden Knolle stellt sich diejenige Farbenveränderung ein, welche zuerst von Payen beobachtet und später von Schleiden *) und Mohl **) genauer untersucht worden ist. Man muss dabei so verfahren, dass man nicht eher die Säure auf das Object bringt, als bis das früher darauf getropfte Jod abgetrocknet oder das überflüssige mit einem Pinsel entfernt worden ist; alsdann stellt sich eine grünlich blaue oder dunkelblaue Färbung, wie die der Jodstärke, auf der vorher farblosen Membran ein und es treten alsdann die Configurationen der secundären Ablagerungsschichten deutlicher zum Vorschein. Es finden sich nämlich unter den Zellen des Markkörpers einige, welche eine scheinbar oder wirklich durchlöchernte Membran haben. In beiden Fällen erscheint die Stelle, wo eine wirkliche Oeffnung oder nur eine mit einer sehr zarten Haut überzogene verdünnte Stelle der Zellenmembran ist, farblos, weiss, wie die Intercellularsubstanz. Ueber die Beschaffenheit dieser feinen, die scheinbaren Poren überziehenden Membran und über ihr relatives Alter sind die Ansichten noch getheilt. Ihr Verhalten gegen Jod und ihre homogene feste Textur geben sie als eine von der innersten Schicht der Zellmembran verschiedene chemische Verbindung zu erkennen und machen wahrscheinlich, dass sie als eine ältere Bildung betrachtet werden muss.

Die nassfaulen gebräunten Zellen verhalten sich gegen die gemeinschaftliche Wirkung von Jod- und Schwefelsäure insofern indifferent, als sie sich nicht blau färben, sondern der bräunliche in ihnen abgelagerte Stoff wird nur rothbraun oder orangefarbig, woraus hervorzugehen scheint, dass die Membranen dieser Zellen sowie ihr Primordialschlauch eine Veränderung erlitten haben.

Wenn man einen Streifen blaues Lackmuspapier an die Schnittfläche einer nassfaulen Knolle hält, so wird dasselbe zuweilen schwach röthlich gefärbt; in einigen Fällen stellte sich jedoch keine Farbenänderung ein, weil vielleicht durch den überschüssigen Wassergehalt der Knolle die Säure zu sehr geschwächt worden war. Dass gerö-

*) Beiträge zur Botanik u. a. a. O.

**) Vermischte Schriften botanischen Inhalts u. a. a. O.

thetes Lackmuspapier beim Anhalten an die Knolle immer gebläut wurde, habe ich bei meinen Versuchen nicht immer bestätigt gefunden und ich muss daher verneinen, dass die kranken Knollen auf Lackmuspapier entschieden alkalisch reagieren; auch die saure Reaction ist oft schwächer als bei gesunden Knollen.

Bei Anwendung von Essigsäure stellte sich sowohl bei gesunden als bei kranken Knollen eine grössere Durchscheinbarkeit in den abgelagerten, granulösen Stoffen ein.

Schnitte aus braunen, nassfaulen Stellen im Zuckerwasser aufbewahrt, zeigten nach einiger Zeit eine Coagulation des Primordialschlauchs, der sich dann von der Zellwandung abgelöst und dicht um die Häufchen des Amylums gelegt hatte, so dass man ihn deutlich als einen Sack und zugleich auch die schwach bräunliche Färbung der Zellenmembran selbst erkennen konnte.

Ein mit verdünnter Salzsäure befeuchtetes Glasstäbchen über die frische Schnittfläche einer kranken Knolle gehalten wurde ebenso stark von Dämpfen verhüllt, wie bei einer gesunden. Es fand hiernach keine stärkere Exhalation von Ammoniakgas, wie einige Beobachter annehmen, bei den darauf untersuchten Knollen statt.

Wurde eine kranke Knolle zerquetscht, so nahm sie schon während dieses Acts eine röthlichere Färbung an; ein Gleiches fand beim aufgesammelten Saft statt, welcher bei längerem Stehen an der Luft sich bräunte, dann röthete und endlich schmutzig grau und trübe wurde. Tauchte man einen Streifen blaues Lackmuspapier in denselben, so röthete es sich, verlor aber wieder bald seine Färbung.

Aus dem kochenden Saft des kranken Knollen schied sich das Eiweiss in brännlichen oder schwärzlichen Flocken aus, während es aus der gesunden Knolle schmutzigweiss erhalten wurde.

Den zwischen den Zellen sich ausbreitenden Pilzfäden theilte Jod eine gelbliche oder bräunliche Färbung mit, zuweilen blieb jedoch ihr Inhalt völlig farblos.

Ein besonderes Verhalten gegen einige der oben angeführten Reagentien zeigen die Zellen aus trockenfaulen Knollen. Ihre durch den Ablagerungsstoff verdickten Membranen werden durch Jod und Schwefelsäure nicht blau gefärbt; Jod allein brachte nur eine schwach bräunliche Färbung hervor. Durch concentrirte Schwefelsäure, Salpe-

tersäure oder Kalilauge wird der Ablagerungsstoff nicht angegriffen oder aufgelöst; doch bläht er sich ein wenig auf, so dass man noch deutlicher erkennen kann, dass er nicht schichtenweise liegt, sondern ganz formlos und ungleichmässig, wie ein Brei, die innere Zellwandfläche bedeckt. Das in diesen Zellen hin und wieder sich vorfindende Amylum wird durch Jod zwar blau gefärbt, doch niemals so dunkel als wie das in gesunden Zellen.

Qualitative Analysen der gesunden, sowie der kranken Kartoffelknollen aus den Ostseeprovinzen habe ich aus Mangel an den erforderlichen Hilfsmitteln nicht anstellen können. Da jedoch die Krankheit unserer Knollen nach dem Aeussern und nach der mikroskopischen Untersuchung mit der in Deutschland „nasse Fäule“ genannten Seuche ganz übereinstimmt, so dürften die Resultate folgender Analysen deutscher Chemiker auch für diejenigen nicht ohne Interesse sein, welche nur die einheimischen Knollen zu untersuchen Gelegenheit hatten.

Nach C. E. Janssen und H. Schacht *) enthalten

	gesunde	kranke Knollen	
Wasser	74, 5	76, 56	Theile
Stärke	21,31	17, 27	—
Faser	2,00	3, 35	—
Gummi	0,49	0, 61	—
Eiweiss	0,67	0, 60	—
Zucker	0,20	0, 55	—
Fett	0,04	0,125	—
Asche	—	0, 83	{ 0,17 unlösliche Salze 0,66 lösliche Salze.

*) Erster Jahresbericht der naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Hamburg. Ueber Kartoffelkrankheit (mit 3 Tafeln Abbildungen). Eine sehr bündige und gründliche Untersuchung. M.

Nach Elsner und von der Mark *) enthalten

	gesunde			kranke Knollen.		
Stärkemehl	2 Unz.	3 Drachm.	13 Gr.	2 Unz.	2 Drachm.	— Gr.
Eiweiss	— —	1 —	47 —	— —	— —	48 —
Pflanzenschleim mit Extractivstoff, pflanzensauren Salzen und freier Säure	— —	5 —	12 —	— —	3 —	20 —
Faser	1 —	1 —	— —	1 —	— —	— —
Summa der festen Bestandtheile	4 —	3 —	12 —	3 —	6 —	8 —
Wasser	11 —	4 —	48 —	12 —	1 —	52 —
Summa	16 Unzen	— —	— —	16 Unzen	— —	— —

Nach Dr. Thomae und Dr. Fresenius **) soll in den kranken Knollen

1) das Stärkemehl unverändert, nur durch die Fäulniss um $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{5}$ vermindert;

2) der Faserstoff aber wenig oder gar nicht vermindert sein und

3) die Zersetzung vorzugsweise den Zellensaft betreffen. Das Pflanzeneiweiss ist angegriffen und in der Weise verändert, dass es theilweise braun und unlöslich wird; die nicht stickstoffhaltigen Bestandtheile werden in ein braunes humusartiges Fäulnissproduct verwandelt.

4) Solanin ***) fand sich nicht in 30 untersuchten Knollen.

Obgleich in diesen Analysen ziemlich bedeutende Differenzen vorkommen, die in der Untersuchungsmethode und in der Beschaffenheit der dazu benutzten Knollen begründet sein können, so ergeben sich aus ihnen doch folgende übereinstimmende Resultate:

1) dass in den kranken Knollen eine Verminderung des Amylum (bei den nassfaulen wohl nur in Folge der Knospenentwicklung), des Eiweisses und nach einigen auch des Faserstoffs, dagegen aber

2) eine Zunahme an Zucker, Gummi und an Wasserstoff gefunden hat.

*) Vgl. J. Münter: die Krankheiten der Kartoffel, insbesondere die im Jahre 1845 pandemisch herrschende nasse Fäule. Berlin 1846. S. 91.

**) Ebend. S. 121.

***) Nach der Analyse kranker Knollen, angestellt von von der Mark gaben 10 Pfund Schnitzel von kranken Knollen (grösstentheils kranke Stellen) 3 Gran Solanin. Ebend. S. 91.

Zur Diagnose der Kartoffelkrankheit.

Es hat sich die nasse sowie die trockne Fäule, welche ich beide für Modificationen ein und desselben chemischen Processes halte, auf jeglichem Boden, in den verschiedensten Stadien der Entwicklung und an allen Spielarten der Kartoffel gezeigt; auch Pflanzen aus Samen gezogen oder aus über Meer erhaltenen Knollen aufgewachsen, waren von ihr nicht verschont geblieben.

Der Boden, auf dem sich kranke Kartoffelpflanzungen befanden, war von der verschiedensten Beschaffenheit und keiner schloss die Krankheit ganz aus; doch ist allerdings zu bemerken, dass auf hochliegendem, trockenem und leichtem Boden die Pflanzen weniger gelitten hatten. An einigen Orten, in Deutschland, war noch zur Zeit der Ernte die Bodenoberfläche so fest, wahrscheinlich in Folge der starken Gewitter und der ungewöhnlichen, darauffolgenden, anhaltenden Hitze, dass die Communication zwischen der freien und eingeschlossenen Luft sehr vermindert sein musste und die Feuchtigkeit nur langsam verdunstet und sich nicht einziehen konnte.

Sowohl an den Früh- als auch an den Spätkartoffeln waren dieselben Krankheitszeichen nachweisbar, doch offenbarten sich Unterschiede in den Stadien ihrer Entwicklung und in dem Quantum der überhaupt erkrankten Knollen. An einigen Orten hatten besonders die Frühkartoffeln, an andern die Spätkartoffeln gelitten.

Was sich zuerst am Kraut der vegetirenden Kartoffel als etwas Abnormes, keineswegs aber als das erste Zeichen der Krankheit überhaupt und als Beweis, dass das Kraut immer zuerst und früher als die Knollen angegriffen werde, kund gibt, ist Folgendes: man bemerkt in vielen Fällen kleine, bräunliche oder gelbliche Flecken auf den Blättern, namentlich auf ihrer untern Fläche und auch auf dem Stengel. Es nimmt die Zahl und Grösse derselben rasch überhand, so dass die Blätter ein krauses, missfarbiges Aussehen bekommen und zu welken anfangen, der Stengel aber wässrig hell wird und leicht zusammenbricht. Sehr bald, oft schon in 2—3 Tagen, ist das welkende Kraut schwarz geworden, liegt, wie von Frost *) getödtet, zu

*) An mehreren Orten in Deutschland war in der That, in den ersten Tagen des Septembers schon, das Kraut erfroren. Vgl. Münter S. 138.

Boden und verbreitet einen sehr unangenehmen Geruch. In einzelnen Fällen sah ich auf grossen, verheerten Kartoffelfeldern kleinere Stellen frei von aller Spur der Krankheit im frischesten Grün. An diesen verschont gebliebenen Stellen, die wie Oasen in der Wüste standen, waren keine Unterschiede im Boden, in der Beschattung, in der Ortshöhe u. s. w. zu beobachten. Sie erinnerten an die einzelnen, in Mitten grosser Gebiete von der Cholera übergangenen Orte, mit welcher Epidemie die unter den Kartoffeln verbreitete, manche Analogie zeigt, ohne dass jedoch dadurch eine nähere Erkenntniss der einen oder andern vermittelt wird.

Untersuchte man die Knollen einer welken, schwärzlichen Kartoffelpflanze, so zeigte sich in vielen Fällen, dass auch diese schon ein fleckiges Aussehen, wie ich es oben beschrieben habe, angenommen hatten. Es war aber auch der Fall gar nicht selten, dass, bei welchem Kraute, die Knollen gesund und umgekehrt, bei gesundem Kraute, die Knollen krank waren, so dass daher die Annahme, es gehe immer eine Erkrankung des Krautes der der Knollen voraus, sehr bestritten werden muss. Genauer zu bestimmen, in welche Zeit der Entwicklung der Kartoffelpflanze die ersten Zeichen der Krankheit fallen, möchte es sehr schwierig sein, da in dieser Beziehung die Beobachtungen zuerst variiren, doch glaube ich im Allgemeinen angeben zu können, dass vor der Blüthe, in den meisten Fällen, keine Spur von Krankheit an den Knollen zu erkennen ist. An Knollen von der Grösse einer Haselnuss und etwas grösser sieht man nichts Krankes. Oft treten aber die ersten Spuren der Krankheit sehr spät ein und sind anfangs so unscheinbar, dass man sie sehr leicht übersehen kann, daher man aus vielen Orten zur Zeit der Ernte die besten Nachrichten erhielt und bald darauf die Klage, die Vorräthe seien sehr rasch in Fäulniss übergegangen. Die Anzahl der an einem Stocke erkrankten Knollen ist sehr verschieden und man kann desshalb nicht nach ein paar untersuchten Pflanzen auf den Gesundheitszustand des ganzen Feldes und auf die zu erhaltende Ernte schliessen. Die der Erdoberfläche zunächst liegenden Knollen scheinen früher angegriffen zu werden, wenigstens war in ihnen die Fäulniss immer weiter fortgeschritten.

Die mikroskopische Untersuchung der fleckigen Stellen auf dem Kraute der kranken Kartoffelpflanzen ergab, dass dieselben aus abgestorbenen faulenden Zellen bestanden, die eben solche Veränderungen ihrer Membran und ihres Inhaltes erlitten hatten wie die kranken Zellen der Knollen. Erst nachdem Fäulniss in den Blattzellen eingetreten ist, finden sich Fadenpilze ein, die das Blattdiachym durchdringen, aus den Spaltöffnungen verzweigt hervortreten und sich rasch über die ganze Pflanze verbreiten.

Den Verlauf der Fäulniss an den unter der Erde und an den in luftigtrocknen oder in feuchten Räumen aufbewahrten Knollen habe ich bereits im Frühern angegeben und hebe hier besonders diejenigen Erscheinungen noch hervor, welche die einzelnen Stadien der Krankheit characterisiren und zur Diagnose derselben beitragen können. Zuerst bemerkt man die Oberfläche der Knolle fleckig, welk, eingefallen, grössere Weichheit an einzelnen Stellen, auf der Schnittfläche bräunliche, rothe, streifige Flecken, von Aussen nach Innen fortschreitend; schnelles Dunkelwerden der Schnittfläche und des ausgepressten Saftes. Der Primordialschlauch ist bräunlich rothgefärbt und liegt der Zellmembran dicht an. Von Pilzen zeigt sich weder aussen noch innen eine Spur. Dann, im zweiten Stadium, feuchte, faulige, weiche Stellen auf der Oberfläche, zum Theil mit Pilzen bedeckt; im Innern bräunliche, dunklere Färbung, am stärksten im Rindenkörper, am schwächsten im Mark, das von hellen wässrigen Streifen und dunklern Stellen durchzogen ist; die Knolle sehr brüchig, reich an Wasser. Der Primordialschlauch hat sich an mehreren Stellen von der Zellenwand abgelöst und scheint im Allgemeinen an Dicke abgenommen zu haben. Das Amylum hin und wieder angegriffen, in Folge der sich zu entwickeln beginnenden Knospen (unwesentliches Kennzeichen). Endlich, im dritten Stadium, gänzliche Zerstörung des innern Baues: Höhlen mit Pilzen und Infusorien, grosse Menge Flüssigkeit, die trübe ist und schwach säuerlich reagirt, der Zellenzusammenhang zerstört, die Zellen selbst zum Theil aufgelöst. Der Primordialschlauch nirgends mehr in seiner Integrität anzutreffen, Rudimente desselben finden sich in der Flüssigkeit, welche die Knolle so übelriechend macht. In den beiden ersten Stadien haben gewöhnlich die Knospen zu treiben begonnen, im dritten sterben sie schon wieder ab, nachdem

von ihnen ein Theil des Amylum consumirt worden ist; der grösste Theil desselben bleibt jedoch, durch die Fäulniss unverändert, in der kranken Knolle zurück und bewahrt ihnen einen, wenn auch etwas geminderten Werth für die Oeconomie.

Tritt Trockenfäule ein, in den vorigen Jahres in den Ostseeprovinzen geernteten, von mir untersuchten Knollen, gewöhnlich nur partiell entwickelt, so erscheinen die bräunlichen, nas-faulen Stellen trockner und zwischen ihnen befinden sich die trockenfaulen, hellgrauen oder gelblichen. Die Schale der Knolle blättert sich leicht ab, bekommt Risse, die in das Fleisch dringen und in denen sich, bei nicht gänzlichem Mangel an Feuchtigkeit, zahlreiche Pilze entwickeln. Der Wassergehalt der Knolle ist sehr vermindert. Die Zellen stehen in regelmässigem Zusammenhang, enthalten aber fast gar kein Amylum; dieses ist in eine breiartige, gelbliche Masse verwandelt, die oft die ganze Zelle ausfüllt. Letzteres Kennzeichen ist besonders characteristisch, scheint jedoch von vielen Beobachtern übersehen worden zu sein, die mit Trockenfäule, einem Namen, der leicht zu Missverständniss Anlass geben kann, den Zustand bezeichnen, in welchen die nassfaulen Knollen versetzt werden, wenn sie schnell an warme Orte gebracht werden, wo dann eine natürliche Folge ist, dass die nassen Stellen eintrocknen. In ihnen erzeugt sich aber niemals diejenige Substanz, welche sich aus der Umwandlung des Amylums gebildet hat, dieses hingegen bildet in jenen trocknen Knollen den Hauptbestandtheil, indem das Zellgewebe auf ein Minimum zusammengeschrumpft ist. Zum Unterschiede von der wirklichen Trockenfäule könnte man diesen Zustand die trocknende nasse Fäule nennen, wenn es überhaupt noch einer besondern Bezeichnung für eine so natürliche Veränderung bedürfte.

Wegen der Umwandlung des Amylums der trockenfaulen Knollen in einen Stoff, der zu demselben keine Verwandtschaft mehr zeigt, haben sie ihren Werth für die Oeconomie gänzlich eingebüsst.

Durch die oben angegebenen Diagnosen unterscheidet sich die jetzt herrschende Kartoffelkrankheit „die nasse Fäule“ von allen bisher bekannten, von denen einige allerdings mit ihr Aehnlichkeit gehabt zu haben scheinen, doch fehlen uns leider über sie genaue mikroskopische und chemische Untersuchungen, sowie uns für alle das

Leben der Pflanze zerstörende Erscheinungen, welche den Namen Krankheiten verdienen!, die ihnen zu Grunde liegenden Entstehungsursachen völlig unbekannt sind.

Ueber die Ursachen der Kartoffelkrankheit.

Es scheint mir bei unsern jetzigen Erfahrungen und Beobachtungen über die Kartoffelkrankheit angemessener zu sein, bei einer Erörterung ihrer Ursachen zwischen nähern und entfernten zu unterscheiden. Unter Ersteren verstehe ich diejenigen Thatsachen, welche sich uns unzweifelhaft durch die Beobachtung ergeben haben und die wir nach dem jetzigen Standpunct unseres Wissens als diejenigen betrachten müssen, durch welche die Fäulniss der Kartoffel entstanden ist; die entfernten sind aber diejenigen, welche den nähern Ursachen zu Grunde liegen und die eigentliche Entstehungsursache aller in der Krankheit sichtbaren Symptome zu sein scheinen. Vielfach ist über diese letztern in der so grossen Literatur der Kartoffelkrankheit gestritten und geträumt worden; doch Phantasien und Hypothesen, welche jeder sichern Basis entbehren, gehören durchaus nicht in das Gebiet der Wissenschaft und Wahrheit. Es trifft den Pflanzenphysiologen in Bezug auf diese Beschränktheit seiner Einsicht in das Leben der Pflanze und der auf sie continüirlich oder local einwirkenden Kräfte mit nichten ein verdienterer Tadel als den Physiologen im Allgemeinen und den Arzt, welcher, wenn er die Wahrheit bekennt, ebenso wenig die eigentliche Ursache oder den Ursprung der so oft wiederkehrenden Epidemien anzugeben im Stande ist. Aus diesem Gesichtspuncte erscheint es besser über diese Ursachen, die wir noch nicht ergründet haben und deren Ergründung uns vielleicht nie gelingen wird, vorläufig zu schweigen, leicht zu widerlegende Ansichten nicht als die einzig und unumstöslich wahren hinzustellen und sich dagegen strenger an die durch Beobachtung erwiesenen, nach richtigen Principien zu deutenden Thatsachen zu halten.

Alle Beobachtungen, sowohl mikroskopische als chemische, haben ergeben, dass die erkrankten Knollen und ebenso das Kraut der Kartoffel eine eigenthümliche Veränderung der die innere Zellenwandfläche

auskleidenden, stickstoffhaltigen Schicht, des Primordialschlauchs und der im Zellsaft vertheilten Stickstoffverbindungen erlitten haben und dass dies die erste und zunächst durch unsere Sinne und jetzigen Hülfsmittel erfassbare Veränderung ist. Man hat aber allen Grund anzunehmen, dass diese stickstoffhaltige Schicht insbesondere, sowie alle Stickstoffverbindungen überhaupt, für das Leben der Zelle und somit auch für das der ganzen Pflanze von der wichtigsten Bedeutung sind und dass alle chemischen Vorgänge in derselben durch sie hervorgerufen oder vermittelt werden. Die Eigenschaften dieser Stoffe, in Contact mit andern neue chemische Verbindungen einzuleiten, das Bedürfniss der Pflanzen nach ihnen und ihr, wenigstens zu bestimmten Entwicklungsperioden, constantes Vorkommen in denselben haben zu diesen Ansichten geführt. Auch hat die Untersuchung ausser der Veränderung jener Stoffe selbst neue Producte chemischer Umbildungen nachgewiesen. Hierher gehören die grössere Menge an Gummi und Zucker, an Faserstoff und Wasser, und die Bildung des eigenthümlichen, aus der Umwandlung des Amylums, in den trockenfaulen Knollen entstandenen Ablagerungsstoffes. Ob in diesen Fällen das Plus der einen Stoffe aus dem Minus der andern entstanden und auf welche Weise, ist noch nicht entschieden, doch steht das Factum über die relativen Quantitäten beider unzweifelhaft fest.

Mit Recht hat man die jetzt herrschende Kartoffelkrankheit eine Fäulniss genannt, weil die in den Zellen befindlichen stickstoffhaltigen Verbindungen eine Umwandlung erleiden, neue Verbindungen in den Zellen entstehen und übelriechende Substanzen gebildet werden. Der Process der Fäulniss erlitt aber in den Kartoffeln nach den Medien, in denen er vor sich ging, zweierlei Modificationen, welche genauer zu unterscheiden sind. Bei reichlichem Zutritt von Wasser und bei gehindertem Luftwechsel, in welchem Zustande die unter der Erde liegenden, in Fäulniss begriffenen Knollen des vorigen Jahres sich befanden, nahm die Fäulniss den Character der Vermoderung an, durch welche der Faserstoff aufgelockert und in eine weiche, verflüssigte Substanz verwandelt wird. Dies zeigte sich auch an den nassfaulen Knollen, welche unter der Erde lagen: ihre Zellen standen nur in lockerem Verbande, die Membranen waren an vielen Stellen aufgelockert oder verflüssigt, das Amylum jedoch, wiewohl es mit der Holzfaser

oder dem Membranenstoff isomer ist, hatte der Fäulniss gänzlich (?) widerstanden.

Wurden dagegen die faulenden Knollen an die Luft gelegt, so ging die Vermoderung in Verwesung über; es findet dann (nach Liebig) eine allmähliche Oxydation oder Verbrennung der in der Zelle vorhandenen Stoffe statt, wobei ebenfalls neue Verbindungen sich bilden. Zu letztern ist, meines Erachtens, der eigenthümliche Ablagerungsstoff zu rechnen, der in den trockenfaulen Zellen seine Entstehung dem umgewandelten Amylum zu verdanken scheint.

Als die nähere Ursache der Kartoffelkrankheit ist daher nach den obigen Thatsachen, die Fäulniss oder die Veränderung der stickstoffhaltigen Zelltheile und die durch sie hervorgerufene chemische Zersetzung zu betrachten.

Was die nähere Ursache dieser chemischen Veränderungen und somit die Entstehungsursache der Kartoffelkrankheit überhaupt gewesen, das ist die Frage, zu deren Beantwortung wir zur Zeit nur im Stande sind, Thatsachen muthmasslich zusammenzustellen, ohne nachweisen zu können, dass sie in der That die allgemeinen Urheber der ihnen zugeschriebenen Erscheinungen gewesen sind. Aber nur eine sorgfältige Prüfung und naturgemässe Combination hierher bezüglicher Thatsachen kann uns die Aussicht auf eine Lösung des Problems verschaffen; jede Speculation ohne Kenntniss des Thatbestandes führt gewiss auf Irrwege. Aus diesem Gesichtspuncte wird hier auch nur auf die, bisher als Ursache der Kartoffelkrankheit angeführten Thatsachen Rücksicht genommen werden, welche sich durch Beobachtung unzweifelhaft als solche erwiesen haben und sowohl intensiv als extensiv so beschaffen sind, dass sie zur Erklärung eines über so grosse Räume und mit solcher Energie sich verbreitenden Phänomens zulässig erscheinen.

Von vielen Seiten werden die Witterungsverhältnisse während der letzten Jahre und namentlich während der Vegetationszeit der Kartoffel als die Urheber ihrer Krankheit betrachtet. Anhaltende excessive Hitze, starke Gewitter und darauf plötzlich eintretende, niedere Temperaturen wurden an vielen Orten als Vorgänger der Erkrankung der Kartoffeln bezeichnet und wegen der rasch ihnen folgenden, oft sehr plötzlichen Verwüstung bis dahin gesunder Kartoffelpflanzungen als die Grundursachen der Krankheit angesehen. Aller-

dings haben diese Agentien auf die Pflanzen einen sehr bedeutenden Einfluss und sind auch an vielen Orten gleichzeitig beobachtet worden, dennoch bleibt unerklärt, dass hauptsächlich nur die Kartoffel unter denselben gelitten hat und es ist nicht erwiesen, dass überall da, wo die Krankheit sich zeigte, dieselben Witterungsverhältnisse zur derselben Zeit oder später stattgefunden haben. Wiewohl nun diese zur Erklärung der Krankheit angeführte Ursache wirklich vorhanden gewesen ist, so kann man ihr doch nicht ausschliesslich allgemeinen Werth beilegen, vielmehr scheint sie uns darauf hinzuweisen, dass bei einer Erforschung über die Entstehung der Kartoffelepidemie wir nicht nach einer einzigen Ursache zu suchen haben, sondern wahrscheinlich ein Complex von Ursachen, theils in der Pflanze selbst liegend, theils von Aussen auf sie einwirkend, die Mannichfaltigkeit und die dem Raume und der Zeit nach grosse Verschiedenheit der Erscheinungen hervorgebracht hat, welche wir mit dem Namen Krankheit belegt haben.

Ein zweiter Umstand, den man nicht minder geneigt war, als die ausschliessliche Ursache der Kartoffelkrankheit anzusehen, ist die so allgemeine Verbreitung von Pilzen auf und in den kranken Pflanzen. Es ist jedoch zur Zeit die Frage über das Verhältniss dieser Organismen zu der viel besprochenen Krankheit als beantwortet zu betrachten und ganz zu Ungunsten derer, die sie aufgeworfen haben. Für viele Fälle hat man mit Bestimmtheit erwiesen, dass die Pilze nicht durch *generatio originaria* in den kranken Pflanzen entstehen, sondern dass sie aus Sporen, welche zunächst auf den faulenden Stellen sichtbar werden, sich entwickeln. Dass die Pilze aber nicht die Urheber der Kartoffelkrankheit sein können, das wird durch folgende drei Beobachtungen bestätigt:

- 1) dass Pilze in vielen Fällen, weder auf dem Kraute noch auf oder in den kranken Knollen bemerkt worden sind,
- 2) dass sie erst dann, wann solche Spuren der Fäulniss deutlich vorhanden sind, bemerkt werden, und
- 3) dass sich die Krankheit nicht durch Pilze übertragen lässt.

Aber selbst, wenn auch die Pilze wirklich Ursache der Krankheit wären, so ist doch mit Auffindung dieser Thatsache für die Erklärung der Krankheit Nichts geschehen, denn man muss unwillkürlich gleich wieder eine andere Frage aufwerfen: was ist die Ursache, dass die

Pilze auf einmal in solcher Menge entstanden sind? Somit würde dann eine Kette von Fragen entstehen, deren Endglied immer von einer Seite ohne Zusammenhang mit den frühern bleibt, und wir würden auch hier, wie in so vielen Fällen, erkennen, dass die Gränze unseres Geistes auch die Gränze für die Erforschung der Grundursachen jeder Erscheinung in der Natur ist.

Nach den jetzigen Beobachtungen können wir die Pilze nur als secundäre Folgen der Kartoffelkrankheit oder der Fäulniss betrachten und ihnen nur die Kraft zuschreiben, die, durch jene erzeugten, Wirkungen zu verstärken, indem diese Organismen durch ihr parasitisches Wachstum die schon entkräfteten Theile der kranken Pflanze einer schnellern und unausbleiblichen Verderbniss zuführen.

Der dritte, bei Erforschung jener Ursachen zu ermittelnde Umstand, welcher vor allen der wichtigste zu sein scheint, ist die Cultur der Kartoffel. Ich erlaube mir hier nur einige Gesichtspuncte, theils schon besprochene, theils neue in Betracht zu ziehen. Wohl keine andere Pflanze wird auf so naturwidrige und so öconomische Weise dem Boden zur Vervielfältigung übergeben, als die Kartoffel. Nicht dass allein die Knolle der Setzkartoffel halbt und geviertheilt wird, ja sogar jede einzelne Knospe (Auge) derselben ausgeschnitten und in die Erde gesetzt, kann und wird an vielen Orten als Vermehrungspflanze benutzt. Es unterliegt aber gewiss keinem Zweifel, dass ein knospentragender Knollentheil oder eine einzelne Knospe, in die Erde gelegt, viel eher den schädlichen Einflüssen von Temperatur und Feuchtigkeit unterliegen wird als eine unzertheilte mit fester Schale versehene Knolle, und ferner, dass die nackte Schnittfläche einer getheilten Setzkartoffel nicht auf dieselbe Weise gegen die sie umgebenden Medien reagiren kann, dass durch sie die Nahrungssäfte, in anderer Weise verarbeitet, der Knospe und jungen Pflanze zugeführt werden müssen, als dies bei einer ungetheilten Knolle geschieht.

Berücksichtigt man ferner die Vegetationszeit der Kartoffel auf unseren Feldern, so ergibt sich, dass dieselbe immer durch die Ernte unterbrochen wird und zwar früher, als die Pflanzen reife Früchte und Samen getragen haben. Wenn auch diese Reife in unserem Klima wegen der so frühzeitig eintretenden Fröste gewöhnlich nicht zu Stande kommen würde, bleibt dennoch die Möglichkeit eines schäd-

lichen Einflusses durch die den Samen zukommenden, stickstoffhaltigen Bestandtheile nicht ausgeschlossen, welche ihnen zur Zeit unserer Ernte noch nicht zugeführt und in ihnen noch nicht abgelagert sind, und von denen ein Theil, wahrscheinlich in den vegetativen Organen der Pflanze circulirt und hier die Ursache ungewöhnlicher schädlicher Zersetzungen werden kann.

Erwägt man endlich, dass die Setzkartoffeln oder ihre Theilstücke, um einen reichern Ertrag zu liefern, — denn die Consumption steigt von Jahr zu Jahr — nicht selten in frischen, mit animalischem Dünger befürhten Boden gelegt werden und daher in einem stickstoffreichen Medium vegetiren, aus denen ihnen, vielleicht in zu reichlichem Masse, gelöste stickstoffhaltige Verbindungen zufließen, so kann der Annahme, dass sich durch diese Art der Cultur die schon seit Jahren fortgesetzt wird, eine widernatürliche Säftemasse oder Abnormitäten in der Structur der Kartoffel und ihrer Entwicklung möglicher Weise erzeugen können, einige Wahrscheinlichkeit nicht abgesprochen werden. Es kann alsdann in der Mutterknolle eine krankhafte Anlage sich bilden, die im Laufe der Zeit, von Generation auf Generation sich fortpflanzend, sich verstärkt und endlich nur geringfügiger Umstände bedarf, um zu einer allgemeinen Krankheit auszubrechen. Ob als solche die Witterungsverhältnisse überhaupt, und insbesondere die der vorigen Jahre zu betrachten sind, wiewohl nach genauen meteorologischen Beobachtungen über kleine Erdoberflächen grössere Maxima von Feuchtigkeit und Wärme nachgewiesen wurden, ist zur Zeit ebenso wenig zu entscheiden, als es wahrscheinlich ist, dass die angeführten Umstände, wenngleich ihnen Thatsachen zu Grunde liegen, sich schon jetzt als die wesentlichen, allgemeineren und entferntern Ursachen der herrschenden Kartoffelkrankheit werden erweisen lassen.

Ueber die Ansteckungsfähigkeit der Kartoffelkrankheit.

Es ist erwiesen, dass gesunde Knollen, die unter kranken lagen und mit ihnen in denselben Räumen überwinterten, sich äusserlich und innerlich frei von allen Spuren der fleckignassen Fäulniss erhalten und

und zur Aussaat benutzt, Knollen geliefert haben, deren Producte theils erkrankten, theils gesund blieben; ebenso hat man von kranken Setzkartoffeln, die noch zur Aussaat taugten, theils gesunde, theils kranke Kartoffeln geerntet — Thatsachen, die mehr zu Gunsten der Ansicht sprechen, dass die Krankheit keine ansteckende ist. Auch das häufig sporadische Auftreten der Krankheit und das Vorkommen gesunder und kranker Knollen an ein und demselben Stocke bestärken diese Ansicht. Versuche, die ich mit nassfaulen Knollen vorjähriger Ernte anstellte, sprechen ebenfalls gegen die Ansteckungsfähigkeit, namentlich während der Zeit der Aufbewahrung. Ich legte zu diesem Zwecke die Schnittflächen kranker und gesunder Knollen auf einander und bewahrte sie entweder an einem trocknen und kalten, oder an einem feuchten und warmen Orte auf, fand aber in keinem Falle, nachdem die Knollen acht bis zehn Tage so mit einander in Berührung gewesen waren, dass sich auf den gesunden Schnittflächen ein ähnliches Aussehen und dieselbe mikroskopische Beschaffenheit, die den kranken Knollen eigen waren, erzeugt hatten. Bei den in feuchten Räumen aufbewahrten, halbirtten, nassfaulen Kartoffeln war die Fäulniss weiter fortgeschritten und der Geruch sehr unangenehm geworden; die gesunden hatten dagegen nur eine grössere Weichheit durch die aufgesogene Feuchtigkeit erhalten. Die Zellen des Innern und die Oberfläche der Schale zeigten keine krankhaften Erscheinungen, doch hatten sich auf letzterer Fadenpilze in Menge entwickelt.

Aus diesen Angaben ist jedoch keineswegs zu entnehmen, dass man nassfaule und gesunde Knollen unbeschadet mit einander aufbewahren könne, denn schon durch die grössere Feuchtigkeit der kranken Knollen leiden auch die gesunden und werden bald der Sitz überhandnehmender Schimmelpilze, gehen auch selbst bei übergrosser Feuchtigkeit in eine Fäulniss über, die aber einen andern Character an sich trägt. Es zeigen sich nämlich bei ihr keine braunen Flecken und keine bräunlich rothen Zellen, das Zellgewebe wird nur lockerer, wässriger, und die leicht zerdrückbare Knolle verbreitet einen übeln Geruch. Ein frühzeitigeres Treiben der Knospen findet an solchen faulenden Knollen, welche sich am Ende des Frühjahrs fast in jedem Kartoffelvorrath finden, nicht statt, während bei den gesunden, um

diese Zeit, die Entwicklung derselben sehr zunimmt und zu rascherem Verbräuche nöthigt.

Von andern Seiten *) wird die Contagiosität der Kartoffelkrankheit sehr bestimmt ausgesprochen und namentlich sollen während der Vegetationszeit die Pilze die Träger des Krankheitsstoffes sein. Ueber das Verhältniss dieser ist schon im Früheren die Rede gewesen. Dass die Trockenfäule entschieden contagiös ist und die Keimfähigkeit gänzlich tödtet, habe ich nicht Gelegenheit gefunden, zu bestätigen, doch geht schon aus dem Character derselben, der grossen Trockenheit, hervor, dass eine wichtige Bedingung zur Entwicklung der Knospen fehlt. Gesunde Knollen an sehr trocknen und warmen Orten aufbewahrt, entwickeln jedoch sehr bald und sehr eigenthümliche Formen von Knospen, die, wenn die Feuchtigkeit der Knolle erschöpft ist, absterben.

Ueber die gegen die Kartoffelkrankheit zu ergreifenden Massregeln.

So lange wir nicht die Grundursachen der Kartoffelkrankheit erforscht haben, wird es uns auch nicht möglich sein, Mittel gegen sie anzuwenden, deren Erfolg wir bestimmen und deren Wirksamkeit wir verstärken können. Die Theorie kann daher zur Zeit noch keine Panacee für dieses Uebel ersinnen und die Praxis sowie der Zufall haben auch noch keine solche in unsere Hände geliefert. Sowie wir die Ursachen der Krankheit in nähere und entferntere unterschieden, so werden sich auch die gegen sie zu ergreifenden Massregeln unter zwei Gesichtspuncten betrachten lassen: Erstens, als solche, die den nähern Ursachen der Krankheit entgegenwirken, d. h. die Fäulniss und ihre krankmachenden Einflüsse aufheben oder schwächen, und zweitens, als solche, welche den als entferntere, muthmassliche Ursachen der Kartoffelkrankheit betrachteten Verhältnissen eine andere

*) Der Widerspruch über die Contagiosität der Kartoffelkrankheit finden ebenfalls seine Analogie in der Cholera, welche in dieser Beziehung eine so originelle Auffassung in der pseudoanonymen Schrift von Dr. Mises: „Schutzmittel für die Cholera“ gefunden hat.

Gestaltung zu geben, sie selbst abzuändern oder vor ihren schädlichen Potenzen zu schützen suchen. Unter diesen letztern ist als besonders wichtig die jetzige Culturmethode der Kartoffeln angeführt worden, und auf diese werden sich daher die vorzunehmenden Operationen, von denen wir Abhülfe erwarten, beziehen.

Die Massregeln der ersten Art betreffen hauptsächlich die Operationen bei der Ernte und Aufbewahrung der Kartoffel und bezwecken eine Aufhebung oder Hemmung der Fäulniss, in welcher sich die Knollen schon befinden. Als wirksame Mittel gegen dieselbe ist eine grosse Menge von Stoffen in Vorschlag gebracht worden, von denen bereits bekannt ist, dass sie überhaupt Antiseptica sind. Unter diesen verdienen jedoch nur die einer Beachtung, welche sich auch zur praktischen Anwendung im Grossen eignen, und denen wir es verdanken, dass nicht der grösste Theil der geernteten kranken Kartoffelknollen für die Oeconomie gänzlich verloren gegangen ist.

Verschiedene Salze in Auflösungen, Schwefelräucherungen und Chlordämpfe sind erprobte, fäulnisswidrige Mittel und haben sich auch als solche bei der Anwendung gegen die nasse Fäulniss der Kartoffel erwiesen. Die geernteten Knollen, schon mit Spuren der nassen Fäulniss behaftet, werden gewiss vor gänzlicher Verderbniss gesichert, wenn man sie einem dieser Mittel unterwirft und da dieselben meist sehr billig und allgemein sind, so steht ihrer Anwendung im Grossen Nichts im Wege. Versuche mit denselben sind aber, so viel mir bekannt, in den Ostseeprovinzen noch nicht angestellt worden, da man im vorigen Jahre die Krankheit erst dann bemerkte, als sie schon sehr bedeutende Verwüstungen in sehr kurzer Zeit angerichtet hatte. Man gab daher meistens die in Fäulniss übergegangenen Vorräthe für verloren, benutzte sie weder zum Futter, noch zum Düngen, und doch war ihr Werth gar nicht gänzlich vernichtet, selbst nicht im höchsten Stadium der Fäulniss. Denn, wie aus dem Frühern sich ergeben hat, erleidet der wesentlichste Bestandtheil der Knolle, das Amylum, während der Zersetzungen der übrigen Theile keine bedeutende Veränderung. Es hätten daher die als werthlos betrachteten Knollen noch sehr vortheilhaft auf Amylum ausgebeutet werden können. Wie lange dieser Stoff, unter gewissen Bedingungen, der Fäulniss zu widerstehen vermag, zeigte sich später auch noch in den, längere

Zeit in Gruben eingeschüttet gewesen, als nutzlos bei Seite geschafften Knollen, in denen man bei zufälliger Umgrabung im Frühjahre grosse Mengen reinen, unversehrten Stärkemehls fand.

Wird mit der Anwendung dieser fäulnisswidrigen Mittel zugleich auf eine zweckmässige Aufbewahrung der Kartoffelknollen geachtet, so ist der Ertrag der Ernte als gesichert zu betrachten. Die Cultur der Kartoffel ist schon so alt und wird als eine so wichtige Quelle des Wohlstandes betrachtet, dass es nur eine Stimme über die zweckmässigste Aufbewahrung ihrer Producte geben kann und nur nach den Localitäten Abänderungen in derselben werden vorgenommen werden müssen. Im Allgemeinen ist anzurathen, die Kartoffeln bei trockenem und kühlem Wetter auszugraben, dann auszubreiten, damit sie abtrocknen, die kranken und beschädigten von den gesunden zu sondern und sie dann in niedern Schichten, mit Zwischenlagen von Stroh oder Sand in dunklen, trocknen, kühlen und luftigen Räumen aufzubewahren, wo sie von Zeit zu Zeit umgeschäufelt und ausgelesen werden müssen. Eine noch grössere Sicherheit gegen völlige Verderbniss, sowohl gesunder als kranker Kartoffeln, gewährt die an manchen Orten gebräuchliche Methode, die für die Nahrung bestimmten Kartoffeln in Scheiben zu zerschneiden, wodurch sie schneller trocknen, ohne an Werth zu verlieren.

Alle bisher in Vorschlag gebrachten Mittel, welche das Entstehen der jetzigen Kartoffelkrankheit verhindern und ihre Verbreitung aufheben sollen und unter den zweiten Gesichtspunct der zu ergreifenden Massregeln gehören, haben leider noch keinen sichern und noch viel weniger einen entschiedenen, allgemeinen Erfolg gehabt. Bei den verschiedenen Ansichten über die Ursachen der Krankheit mussten sich auch ebenso viele verschiedene Mittel zu ihrer Heilung und Vernichtung ersinnen lassen, von denen wir unter ersteren hauptsächlich die Cultur und die Witterungsverhältnisse als die wahrscheinlichsten angenommen haben, auch nur diejenigen einer Erwähnung werth erachten, bei denen diese beiden Factoren in Rechnung gezogen sind.

Das Abschneiden des Krautes sowohl von gesunden als kranken Kartoffelpflanzen, was von Einigen als Radicalmittel empfohlen ist, kann weder vor dem Entstehen, noch vor der Verbreitung der Krank-

heit auf die Knollen schützen, und schützt auch in der That nicht, wie die Erfahrung gelehrt hat. Denn wir wissen, dass die Knollen oft unabhängig vom Kraut erkranken, und umgekehrt, dass bei krankem Kraute die Knollen völlig gesund bleiben können. Durch den gewaltsamen Eingriff dieser Operation in das Wachstum der ganzen Pflanze stehen vielmehr andere schädliche Folgen zu befürchten. Wichtiger erscheint, das Blühen der Pflanze zu beschleunigen, theils um die Möglichkeit zum Reifen der Samen zu geben, theils um die bei den Spätkartoffeln meist um die Zeit der Blüthe zuerst auftretenden Anzeichen der Krankheit in eine trockenere Jahreszeit zu verlegen oder sie dadurch vielleicht ganz zu unterdrücken. Es würde dann auch die Ernte der Spätkartoffeln in eine günstigere Zeit fallen und das trocken Einführen der Knollen häufiger stattfinden können.

Man hat auch das Bestellen grosser Flächenräume ausschliesslich mit Kartoffeln für eine Ursache der Krankheit angegeben, mit der Bemerkung, dass ein gesellschaftliches Vorkommen derselben im wilden Zustande nicht angetroffen wird. Wenngleich das Letztere schon aus der Art der Knollenbildung und der Analogie mit andern Knollengewächsen nicht anzunehmen ist, so möchte doch, da man über die Ansteckungsfähigkeit der Krankheit noch so verschiedener Ansicht ist, es mindestens eine zu beachtende Vorsichtsmassregel sein, Kartoffelpflanzungen mit andern Culturgewächsen in kleinen Beständen abwechseln zu lassen.

Die grösste Beachtung verdienen aber gewiss die Methoden der Aussaat der Kartoffel, die Bodenverhältnisse und die in bestimmten Entwicklungsperioden vorherrschenden Zustände der Atmosphäre. In Bezug auf die ersteren erscheint es nach dem Frühergesagten als unzweifelhaft besser und natürlicher, nur Setzkartoffeln in ganzen Knollen und nicht zertheilt auszupflanzen. Die Zucht aus Samen und Stecklingen verdient gewiss auch den Vorzug vor der Aussaat von einzelnen Knospen oder Knollentheilen, wenngleich der Ertrag geringer und die Cultur schwieriger ist, doch ist diese letztere Methode natürlicher und benimmt daher die Möglichkeit, dass durch sie selbst schon ein Keim zur Krankheit in die durch sie erzielten Producte gelegt werde.

Ueber die Bodenbedingungen für die Kartoffel hat auch die Erfahrung schon anerkannte Lehren gegeben, gegen die nur in Folge der steigenden Consumption der so sehr geschätzten Knollen gesündigt worden ist. Frisch gedüngter, schwerer und feuchter Boden ist nicht der für die Kartoffel naturgemässe, wenn auch ihr Ertrag in demselben ergiebiger ist. Man kann nur anrathen, wenn man alle möglichen schädlichen Einflüsse beseitigen will, einen trocknen, sandigen und hochliegenden Boden für die Cultur der Kartoffel auszuwählen und Zusatz von animalischem Dünger möglichst zu vermeiden.

So wenig es auch in unserer Macht liegt, eine absolute Abänderung der Witterungsverhältnisse hervorzurufen, so müssen doch dieselben der Cultur der Kartoffel angepasst werden, und zwar in der Weise, dass man für diese die Epochen in der für ein bestimmtes Klima möglichen Vegetation auswählen soll, welche nach mehrjährigen meteorologischen Beobachtungen sich als die gewöhnlich trockneren herausgestellt haben, vorausgesetzt, dass sie auch zugleich die anderen für das Gedeihen der Pflanzen nöthigen Bedingungen in sich schliessen.

Wiewohl alle im Obigen angeführten Verhältnisse sich durch die Erfahrung als wesentlich und nützlich für den Kartoffelbau ergeben haben und den Landwirthen hinlänglich bekannt sind, so musste ihrer doch hier in der Kürze gedacht werden, da man sie nicht immer, und namentlich nicht in neuerer Zeit, in praxi beachtet hat, und es doch darauf ankömmt, wenn man gegen eine Krankheit kämpfen will, zuerst das Object unserer Behandlung, welches von jener befallen ist, in eine seiner Natur entsprechende, günstige Lage wieder zu versetzen, wodurch allein nicht selten schon die Krankheit selbst ertödtet wird. Aus diesem Gesichtspuncte sind die hier für den Kartoffelbau bekannten Verhältnisse zugleich als Massregeln gegen die herrschende Krankheit derselben betrachtet worden.

Eine genauere Angabe der in der Cultur der Kartoffel zu befolgenden Grundsätze, angepasst bestimmten Localitäten, eine kritische Erforschung des Schädlichen in den verschiedenen Culturmethoden, eine Prüfung der durch den Boden, die Witterung u. s. w. bedingten Einflüsse und endlich neue Vorschläge zu Verbesserungen, zur Abhülfe des herrschenden Uebels können nur aus umfassenden, anhaltenden Beobachtungen, angestellt von Sachkundigen an den betheiligten Lo-

calitäten erwartet werden. Bei derartigen Untersuchungen, wie sie leider durch die jetzt so verheerende Krankheit, wenigstens im Auslande, zeitgemäss geworden sind, dürften, wenn sie auch auf unsere Provinzen ausgedehnt würden, folgende Fragen eine besondere Beachtung verdienen.

- 1) Unter welchen Witterungsverhältnissen vegetirte die Kartoffel in dem Laufe eines Jahres und zeigten dieselben entschiedenen Einfluss auf bestimmte Entwicklungsperioden derselben?
- 2) Wie war der Boden beschaffen, physisch und chemisch, in dem die Kartoffel ihre Vegetation vollendete?
- 3) Zeigten sich krankhafte Erscheinungen, zu welcher Zeit und an welchen Organen?
- 4) Welches war der Verlauf der Krankheit?

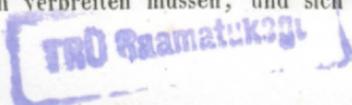
Auch wären folgende Versuche in Ausführung zu bringen:

- 1) Verschiedene Düngmittel, Salze u. s. w. dem zur Kartoffelcultur bestimmten Boden beizumischen,
- 2) Boden von entgegengesetzter Beschaffenheit und Lage mit Kartoffeln zu bestellen.
- 3) Das Keimen kranker und gesunder Kartoffeln zu beobachten.
- 4) Kartoffeln zu sehr verschiedenen Zeiten auszupflanzen,
- 5) Alle Arten der Vermehrung an der Kartoffel zu versuchen,
- 6) Zu ermitteln, welche Kartoffelsorte sich für ein bestimmtes Klima oder eine bestimmte Localität besonders eignet.

Insofern diese Versuche zu einer Zeit angestellt würden, wo die Kartoffelkrankheit noch epidemisch herrscht, wären auch folgende Fragen einer genauern Prüfung werth:

- 1) Wie werden die Knollen an verschiedenen Orten aufbewahrt?
- 2) In welchem Zustande befinden sich die aufbewahrten kranken Kartoffeln?
- 3) Können sie zur Nahrung, zum Futter, zur Branntweinsbrennerei benutzt werden, und wie lange?
- 4) Hat das Stärkemehl Veränderungen erlitten?
- 5) Welche Mittel halten die eingetretene Fäulniss am schnellsten auf?

Zu allen diesen Untersuchungen, welche doch, wenn sie auch nur einen kleinen Landstrich betreffen, über ein grosses Feld von Beobachtungen sich verbreiten müssen, und sich so wichtige Fragen



für Wohlstand und Oeconomie zur Beantwortung vorlegen, können nur die Regierungen oder Corporationen, welche die agronomischen Verhältnisse des Landes überwachen, dem einzelnen Forscher die erforderlichen Mittel und Wege eröffnen.*). Und wenn sich auch noch nicht vorausbestimmen lässt, welche Resultate sich aus denselben ergeben, und ob sie zur Beseitigung der Ursache der Kartoffelkrankheit, in deren Bezug sie unternommen, beitragen werden, so wird doch jeder Sachkundige zugestehen müssen, dass sie, mit Umsicht angestellt, nicht ohne Erfolg bleiben können, indem hauptsächlich die Potenzen, welche auf das Leben der Pflanze entschiedenen Einfluss haben, hier in das Bereich der Beobachtung und der Versuche gezogen werden sollen.

**Allgemeine
geographische Verbreitung der Kartoffelkrankheit
in den Jahren 1845 und 1846.**

Will man eine farbige, graphische Darstellung des Verbreitungs-kreises der Kartoffelkrankheit entwerfen, so würde derselbe fast ganz Europa und einen grossen Flächenraum des Welttheils umfassen, aus dem uns die schätzbare Knolle als Nahrungsmittel zugeführt worden ist. Es würden dann mit dunklerer Farbe, wozu man am passendsten eine röthlich braune wählen könnte, welche auch die der kranken Knollen ist, diejenigen Länder zu bezeichnen sein, in denen die Kartoffelcultur eine intensivere Verbreitung erreicht hat, wie namentlich das nördliche und mittlere Europa, und nur die Gebiete, auf denen wegen der ungünstigen Bodenbeschaffenheit, der Lage u. s. w.,

*.) Ein kurzer Bericht über die Verheerungen der Kartoffelkrankheit im Auslande, in den Ostseeprovinzen, über ihre überhandnehmende Verbreitung im übrigen Russischen Reiche und über die gegen sie zu ergreifenden Massregeln wurde von dem Verf. bei dem gelehrten Comité der Reichsdomänen eingereicht und von diesem geprüft und begutachtet dem Minister vorgelegt. Ein zweiter Bericht, der zugleich die auf einer Inspectionsreise durch Livland wegen der Kartoffelkrankheit anzustellenden Untersuchungen bespricht, ist durch Sr. Exc. Herrn Academiker v. Baer der Livl. öconom. Gesellschaft eingesandt worden.

dieselbe nicht möglich ist, und endlich die kleinen Flecken, auf welchen sich die Krankheit nicht gezeigt hat, würden ungefärbt bleiben.

Es dürfte von einigem Interesse sein, diejenigen Gebiete und Orte, wo die Krankheit in höherem Grade auftrat, oder von wo uns über dieselbe nähere Nachrichten zugekommen sind, namhaft gemacht zu sehen. Hierbei ist zuvor im Allgemeinen zu bemerken, dass die Verbreitung der Krankheit von Norden nach Süden, von Westen nach Osten fortgeschritten ist und dass sie sich bis jetzt am verheerendsten im Norden, wo auch der Kartoffelbau am ausgedehntesten, gezeigt hat.

Unter den nördlichen Gebieten hat Irland am meisten und am längsten von der Kartoffelkrankheit zu leiden gehabt, besonders die Umgehenden von Dublin und Cork; sie zeigte sich auch auf andern Inseln Englands, namentlich auf Wight, ferner in Altengland selbst, um London, und in Schottland.

Dänemark ist grösstentheils verschont geblieben; doch brach die Krankheit im benachbarten Schweden, in der Umgegend von Malmö und Lund, in so hohem Grade aus, dass die Ausfuhr der Kartoffeln verboten wurde.

In Frankreich war die Krankheit sehr bedeutend in der Umgegend von Paris, um Rouen, Caen, Chartre und im Departement der Rhone.

Aus Deutschland sind uns die ausführlichsten Nachrichten zugekommen. Zuerst (?) scheint sich die Krankheit bei Königsberg, Danzig und Stettin gezeigt zu haben, später bei Rostock, Hamburg, in Hannover, Berlin, in Oberschlesien, in den sächsischen Staaten, in Westphalen, am Rhein, in Baden, auch ein grosser Theil der Königreiche Belgien und Holland hatte unter ihr zu leiden. Sie war ferner ausgebrochen in den Oesterreichischen Staaten, um Prag, Wien und Grätz; ferner in der Schweiz in mehreren Cantons, im nördlichen Italien, in Sicilien, um Palermo. Auch in Spanien und Portugal, um Lissabon, waren die Kartoffeln heimgesucht worden.*)

*) Vgl. Münter: die Krankheiten der Kartoffel, 1846. S. 59.

Ich habe Gelegenheit gehabt, die Kartoffelkrankheit im Herbste 1845 bei Wien, 1846 im Sächsisch-Weimarischen und bei Hamburg und Kiel zu beobachten.

In den Ostseeprovinzen hat man erst im Herbste des vorigen Jahres die ersten Spuren der nassen Fäule bemerkt, die jedoch sehr rasch sich verbreitete. Aus folgenden Orten erhielt ich Knollen aus der Ernte des Jahres 1846 zur Untersuchung: Riga, Wolmar, Pernau, Dorpat, von mehreren Gütern in Livland, ferner aus Libau und aus der Umgegend von Goldingen. In Ehstland ist, wie es scheint, die Krankheit im vorigen Jahre noch nicht bemerkt worden.

**Vorläufiger Bericht
über die Verbreitung und den Character der Kartoffelkrankheit im Jahre 1847.**

Ueber das Ergebniss der diesjährigen Kartoffelernte im Auslande lässt sich zur Zeit (Monat August), wegen der noch nicht beendeten Einfuhr und wegen Mangels specieller Nachrichten, kein sicheres Urtheil fällen. Die darüber publicirten Zeitungsnachrichten widersprechen sich oft und geben keine ausführliche Auskunft. Doch steht so viel fest, dass auch in diesem Jahre die Kartoffelfelder von der Krankheit nicht verschont geblieben sind, von welcher man an Kraut und Knollen dieselben Kennzeichen wieder bemerkt hat, die sie im vorigen Jahre characterisirten. Die Ernte der Frühkartoffeln scheint im Allgemeinen eine gute gewesen zu sein.

In Irland, im nördlichen Frankreich und Deutschland, namentlich in Preussen, auch sporadisch im übrigen deutschen Staatenbunde, Baden, Württemberg und in Belgien hat sich die Kartoffelkrankheit in diesem Jahre wieder gezeigt. Sie ist jedoch nicht so verheerend wie früher aufgetreten, und der Schaden kann, wegen des so reichen Ausfalls der Getreide- und Obsternte, nicht so bedeutend angeschlagen werden, wie in dem vorigen Jahre, wo an vielen Orten Misswuchs herrschte.

Aus ähnlichen Ursachen kann der abzustattende Bericht über die betreffenden Verhältnisse im Russischen Reiche nur ein vorläufiger und

unvollständiger sein. Im Allgemeinen ist bei uns die Kartoffelernte erst im Monat October als gänzlich beendet zu betrachten. Es sind jedoch schon jetzt sehr betrübende Nachrichten von den verschiedensten Orten des Reichs über die Verheerungen durch die Kartoffelkrankheit eingegangen, welche von Westen nach Osten fortschreitend, vorzüglich die westlichen Gouvernements: das Grodnosche, Kownosche, Wilnasche, Minksche, Mohilewsche, Witebsksche, Pskowsche und Nowgorodsche heimgesucht hat. Am Nachdrücklichsten sind aber von ihr die an der Ostseeküste gelegenen Länderstriche, vorzüglich die deutschen Ostseeprovinzen verheert worden, von wo sie sich auch auf das Petersburgsche Gouvernement und das Grossherzogthum Finnland erstreckt hat. Der angerichtete Schaden ist für Ehst-, Liv- und Kurland um so empfindlicher, als dort die Kartoffelcultur eine so wichtige Nahrungsquelle geworden ist und fast $\frac{1}{5}$ von dem Ertrag der Felder auf die Kartoffel gerechnet wird. Im übrigen Russischen Reiche hat dieselbe noch nicht die Bedeutung erreicht, welche ihr in jenen Provinzen und im östlichen und nördlichen Deutschland zuerkannt werden muss, indem das Volk noch durch ein Vorurtheil von dem Genuss der Kartoffelknolle abgehalten wird und diese daher vorzüglich nur zum Branntweinsbrande benutzt werden kann.

An den im Umkreise der Stadt St. Petersburg liegenden Kartoffelfeldern habe ich, so oft mir im Laufe des gegenwärtigen Sommers die Gelegenheit wurde, sie zu besichtigen, keine allgemeinen Krankheitszeichen am Kraute beobachtet, und die frühzeitig zu Markt getragenen Knollen zeigten sich im Allgemeinen gesund, wiewohl an mehreren ganz unzweifelhafte Spuren der nassen Fäulniss zu erkennen waren. Zu Ende des Herbstes häuften sich jedoch die Klagen über rasch in nasse sowohl als trockne Fäulniss übergegangene Kartoffelvorräthe, welche zur Zeit der Ernte völlig gesund gewesen zu sein schienen. An mehreren Orten hatte man auch das Welken und Schwarzwerden des Krautes auf grossen Strecken beobachtet.

Von den deutschen Ostseeprovinzen sind vorzüglich Liv- und Ehstland, das noch im vorigen Jahre verschont geblieben war, von der Seuche heimgesucht worden. Nach schriftlichen und mündlichen Nachrichten, welche ich bis jetzt habe einziehen können, ergibt sich, dass der Schaden im Allgemeinen viel bedeutender ist als im vorigen

Jahre. Sachkundige melden, dass sie auf der grossen Strecke zwischen den Städten Riga und Dorpat viele Felder mit schwarzem, faulen Kartoffelkraute bedeckt gefunden haben, und dass sich an den ausgegrabenen Knollen die Fäulniss sehr deutlich zeigte.

Ueber den Character und Verlauf der diesjährigen Krankheit der Kartoffeln in den Ostseeprovinzen kann ich vorläufig mittheilen, dass die Erscheinungen an dem Kraute, auf die man jetzt aufmerksam gewesen ist, dieselben waren, dass das Aussehen und die Beschaffenheit der kranken Knollen denen des vorigen Jahres glichen und dass die nasse Fäulniss auch wieder die allgemein herrschende gewesen ist. Mein Vater, dem ich nähere Angaben verdanke, schreibt (Monat August), nach Besichtigung der Kartoffelfelder bei Riga und nach Untersuchung der Knollen: „Es zeigen sich auf dem Kraute Flecken, es welkt schnell ab, riecht unangenehm narkotisch und sieht dann wie vom Frost ergriffen aus. Die Knollen haben auch Flecken von braungelber Farbe; einige waren schon erweicht und verbreiteten einen übeln Geruch. Ich habe auch Knollen gefunden, die äusserlich ganz gesund aussahen, aber unter der Schale eine dunklere Färbung zeigten.“ Eine spätere Nachricht (Monat September) von meinem verehrten Freunde J. B u h s e meldet über seine Kartoffelpflanzungen: „Die Fäulniss zeigt sich auf denselben in allen möglichen Gestalten. Die Knollen sind zuweilen voll Wasser, das beim Anfassen herausspritzt, bei andern zeigen sich nur einzelne Stellen, die angegriffen sind; endlich finden sich ganz trockne Kartoffeln, die beim Durchschneiden einen Ring zeigen, und auch solche, bei denen sich von der Schale ins Innere hinein braune harte Streifen ziehen. Bei vielen habe ich gefunden, dass das Uebel von dem Punkte ausging, wo sie mit dem Strang am Stengel befestigt sind, so dass es scheint, als hätte die Krankheit erst die Blätter, dann den Stengel und endlich die Knollen ergriffen. — Die Sache ist sehr bedenklich und ich sinne darauf, womit wohl die Kartoffel zu ersetzen wäre.“

Wiewohl diese äussern Zeichen dieselben sind, wie die der Krankheit des vorigen Jahres, und sich auch Trockenfäule in stärkerer Ausbildung gezeigt zu haben scheint, so ist es doch sehr wünschenswerth, dass auch wieder mikroskopische und chemische Untersuchungen angestellt werden, dass man ferner die meteorologischen Beob-

achtungen dieses und des verflossenen Jahres vergleiche, namentlich in Bezug auf die wichtigern Perioden in der Entwicklung der Kartoffel, woraus sich vielleicht übereinstimmende Momente, die eine tiefere Bedeutung haben, ergeben könnten. Gewiss haben auch die umsichtigen und wissenschaftlich gebildeten Landwirthe der Ostseeprovinzen schätzbare Beobachtungen über die viel besprochenen Krankheitserscheinungen angestellt und dürften mit ihrer langjährigen Erfahrung über Vieles Aufklärung geben; doch fehlt es leider bei uns noch an einem Organe, durch welches diese wünschenswerthen Beiträge zur Kenntniss des Publicums gebracht werden.

Indem ich diese Schrift beschliesse, welche eine so wichtige Tagesfrage trotz ihrer schon so reichen Literatur *) abermals und spät in Betracht zieht, glaube ich sie doch denen widmen zu dürfen, welche

*) Ausser den im Früheren angeführten Schriften über Kartoffelkrankheit erlaube ich mir die einheimischen Landwirthe noch auf folgende aufmerksam zu machen:

J. Decaisne: Sur la maladie des pommes de terre. Ann. d. sc. nat. 1845.

Payen: in den Comptes rendus 1845. Nr. 10—14.

H. v. Mohl: Landwirthschaftliche Zeitung für Holstein 1845. Nr. 41. (aus Münters: Die Kartoffelkrankheiten etc.).

Ehrenberg: Berichte über die Verhandlungen der Academie der Wissenschaften zu Berlin 1845.

Göppert: in der Schlesischen Zeitung, Oct.—Novbr. 1845. (aus Münters: Die Kartoffelkrankheiten etc.).

Schleiden: Bericht der Commission: in Sachs's naturhistorischer Zeitung Heft 5. 1846. Ein Manuscript mit schönen Abbildungen wurde von demselben Verfasser dem Könige der Niederlande gewidmet und ist, so viel mir bekannt, noch nicht im Druck erschienen.

Focke: Die Kartoffelkrankheit (?), Bremen 1846.

Mauz: Versuche und Beobachtungen über den Kartoffelbau, Stuttgart 1845.

Petzholdt: Die sogenannte Kartoffelfäule, 1846.

Bei uns sind bisher nur in den inländischen Zeitschriften kurze Notizen über das Erscheinen und die Verwüstungen der Kartoffelkrankheit, sowie einzelne Verhaltungsmaassregeln publicirt worden. Der erste wissenschaftliche Bericht findet sich in den Correspondenzblättern des naturf. Vereins zu Riga, October 1846, Nr. 13. und November, Nr. 14 und 15. Ein zweiter officieller Bericht vom November, ebenfalls Knollen aus Livland betreffend, ist im Auftrage des gelehrten Comité der Reichsdomänen vom Herrn Academiker C. A.

zu ihrer Belehrung Beobachtungen und constatirte Thatsachen verlangen. Zu gleicher Zeit möge sie auch eine Aufforderung dazu sein, dass auch bei uns ernstere und umfassendere Untersuchungen zur Erforschung des uns auch ferner noch bedrohenden Uebels unternommen würden, selbst auf die Gefahr hin, dass es uns nicht gelingen sollte, die für die Praxis hochwichtigen Fragen über die Ursachen und die Heilung der Kartoffelkrankheit genügend zu beantworten, und wir uns auch hier, wie in so vielen andern Fällen, zu Seneca's Spruch bekennen müssten:

Rerum natura sacra sua non simul tradit. Initiatos nos credimus,
in vestibulo ejus haeremus.

Erklärung der Abbildungen.

Tab. IV.

Fig. 1. Schnittfläche einer äusserlich scheinbar gesunden Kartoffelknolle. Im Innern des Markkörpers die sogenannte schwarze nasse Fäulniss (die dritte im Text beschriebene Modification). Der Holzring gebräunt; der Rindenkörper nur theilweise schwach röthlich braun.

Fig. 2. Schnittfläche einer fleckig nassfaulen Knolle. Erstes Stadium der Krankheit schon weit vorgeschritten

Fig. 3. Dieselbe Knolle (Fig. 2.) von Aussen. Die dunkeln Flecken etwas klebrig; es haben sich schon Pilze eingefunden, welche die weichen Stellen mit einem weissen Flaum überziehen.

Fig. 4. Nassfaule Knolle im zweiten Stadium. Die braunen Stellen sind bis in den Markkörper zu verfolgen, in dessen Aushöhlungen sich Pilze von weisslicher Farbe entwickeln.

Fig. 8. Schnittfläche einer nassfaulen Knolle im dritten Stadium der Krankheit. Im Innern Höhlen mit verschiedenartigen Pilzfäden.

Fig. 11. Schnittfläche einer partiell trockenfaulen Knolle. Zwischen den bräunlich rothen, nassfaulen Stellen bbb befinden sich hellere

Meyer verfasst worden, der in diesem Jahre, im Bulletin scientifique der Academie der Wissenschaften, Nr. 141. 142, seine fortgesetzten Beobachtungen, vorzüglich die Trockenfäule betreffend, veröffentlicht hat.

härtere, aa, welches die trockenfaulen sind; c der Holzring theilweise sichtbar.

Fig. 12. Zellen aus den schwarzfaulen Theilen der Knolle (Fig. 1.). Die innere Zellenoberfläche ist mit einem granulösen schwarzbräunlichen Stoffe dicht bedeckt, welcher den Primordialschlauch darstellt. Die Zellen reich an unversehrten Amylumkörnern. Vergrößerung 300 Mal im Durchmesser.

Fig. 13. Zellen aus ganz faulen Theilen. Die Zellenwand zum Theil resorbirt, zum Theil zerrissen. Das Amylum, unversehrt, ist aus den Zellen getreten, und schwimmt in der Jauche, welche die Knolle erfüllt. Die Zellenmembran erscheint schwach gelblichbraun gefärbt. Vom Primordialschlauche keine deutliche Spur.

Fig. 15. Zellgewebe aus dem Rindenkörper einer fleckig nassfaulen Kartoffelknolle, aa gesunde Zellen, bb kranke Zellen mit bräunlich rothen Primordialschläuchen; in der Zelle c hat sich der Primordialschlauch schon etwas von der eigentlichen Zellenmembran entfernt, in den andern Zellen liegt es ihr noch fest an.

Fig. 18. Zellgewebe aus einer trockenfaulen Stelle. aaa die durch einen eigenthümlichen, ungleichförmig abgelagerten Stoff verckten, angefüllten Zellen. bb Cytoblasten in den gesunden Zellen. Sehr sparsames, schwach bläuliches, durch Jod gefärbtes Amylum.

*Krankhafte Zustände
der Kartoffel.*

H. 3 Tab. IV.



*Berichtigung. Die Nummern 5 mit 8, 6 mit 11, 7 mit 12, 8 mit 13,
9 mit 15, und 10 mit 18, sind übereinstimmend.*