

61. F. Esmarch: Die Phloëmnekrose der Kartoffel.

(Eingegangen am 25. November 1919.)

Die Begriffe „Nekrose“ und „Nekrobiose“ wurden vor 60 Jahren von VIRCHOW zur Bezeichnung bestimmter Absterbeerscheinungen von Organen oder Geweben des menschlichen Körpers geprägt. Später sind sie dann auf die Pflanzenwelt übertragen worden, wobei sie nicht immer scharf unterschieden wurden. Eine genaue Abgrenzung der beiden Begriffe verdanken wir BELJERINCK¹⁾; nach ihm kommen bei der Nekrose sämtliche Lebensfunktionen des betroffenen Teiles zum Stillstand, während bei der Nekrobiose einzelne, z. B. enzymatische Funktionen nach dem Absterben des Plasmas weitergehen, die normalen Lebensvorgänge also durch eine tödliche Schädigung in ungewöhnliche Bahnen gelenkt werden.

Erscheinungen, die unter den Begriff der Nekrobiose fallen, liegen z. B. bei der Gummibildung der Amygdaleen vor, die von absterbenden Gewebepartien ausgeht, bei der Rotfärbung verschiedener Pflanzen, die durch Verwundung, Gifte, Befall mit Pilzen und Bakterien u. dergl. angeregt wird, bei der unter dem Namen „Kringerigheid“ bekannten Verkorkung von Zellgruppen im Innern der Kartoffelknollen usw.

Einen Fall von typischer Nekrose beobachtete QUANJER²⁾ vor einigen Jahren im Phloëm der Kartoffelpflanze. Diese Phloëmnekrose gewinnt dadurch ein besonderes Interesse, daß sie von ihrem Entdecker mit der vielgenannten Blattrollkrankheit in ursächlichen Zusammenhang gebracht wurde.

Das mikroskopische Bild der Phloëmnekrose ist nach QUANJER folgendes: Die Wandungen der Siebröhren und Geleitzellen quellen unter Gelbfärbung auf, engen das Lumen mehr und mehr ein und fließen schließlich mit den Resten des Plasmas zu einer strukturlosen Masse zusammen. Gegenüber konzentrierter Schwefelsäure und den üblichen Holzreagentien verhalten sie sich wie stark ver-

1) BELJERINCK, Necrosis and Necrobiosis, Kon. Ak. van Wet. te Amsterdam, reprinted from Proc. of the meeting of Saturday, June 30, 1900, S. 114 (zitiert nach QUANJER 1913).

2) H. M. QUANJER, Die Nekrose des Phloëms der Kartoffelpflanze, die Ursache der Blattrollkrankheit. Wageningen 1913.

holzte Membranen. Durch ihre Schrumpfung und Verholzung wirken die abgestorbenen Zellen zerrend auf das benachbarte Parenchymgewebe ein, so daß dieses sich oft strahlig um die Phloëmstränge herum anordnet.

Die Entwicklung der Nekrose läßt sich besonders in den markständigen Phloëmsträngen des Stengels und des Blattstieles gut verfolgen. Sie beginnt an den Ecken, die den begleitenden Bastfasergruppen zunächst liegen, mit einer leichten Quellung der Zellwände. Die Quellung greift allmählich auf sämtliche Siebröhren und Geleitzellen über, während das Parenchym unverändert bleibt. Dann werden die Wände zusammengedrückt, der Zellinhalt verschwindet bis auf geringe Reste. Schließlich sind gar keine Lumina mehr zu unterscheiden und die gequollenen, inzwischen gelblich verfärbten Membranen scheinen zusammengeflossen zu sein.

Es liegt auf der Hand, daß ein derartig verändertes Phloëm seiner Aufgabe nicht mehr genügen kann. Wenn die Mehrzahl der Phloëmstränge eines Stengels in dieser Weise außer Funktion gesetzt wird, muß in der Ableitung der Assimilate aus den Blättern und in ihrer Zuleitung zu den Vegetationspunkten und Reservestoffbehältern eine Stockung eintreten, die unter Umständen für den Ablauf der Lebensvorgänge in der ganzen Pflanze entscheidende Bedeutung gewinnen kann.

QUANJER beobachtete die Phloëmnekrose ausschließlich in blattrollkranken Pflanzen und zog daraus den Schluß, daß die Nekrose die nächste Ursache der Krankheit sei. Die bekannten äußeren Merkmale der Blattrollkrankheit, wie das Kleinbleiben des Krautes, der geringe Knollenertrag, das Ausdauern der Mutterknolle usw. finden in der Tat durch die Sperrung der Leitungsbahnen der Assimilate eine plausible Erklärung.

Eine Nachprüfung der QUANJERSchen Befunde durch SCHANDER und v. TIESENHAUSEN¹⁾ ergab aber, daß die als Nekrose beschriebene Erscheinung nicht nur in blattrollkranken, sondern auch in bukettkranken, kräuselkranken und von *Phytophthora* befallenen Pflanzen, ferner in gesunden Pflanzen, deren Blättchen künstlich gerollt waren, und in fast allen gesunden Pflanzen zur Zeit der Reife auftreten kann. Sie ist demnach kein spezifisches Merkmal der Krankheit und kann, da die Theorie QUANJERS mit dieser Voraussetzung steht und fällt, zur Erklärung nicht heran-

1) R. SCHANDER und M. v. TIESENHAUSEN, Kann man die Phloëmnekrose als Ursache oder Symptom der Blattrollkrankheit der Kartoffel ansehen? Mitt. d. Kaiser-Wilh.-Inst. in Bromberg VI, S. 115—124. 1914.

gezogen werden. Die Phloëmnekrose ist nach SCHANDER und V. TIESENHAUSEN nicht die Ursache, sondern allenfalls eine Folge des Blattrollens. Sie scheint immer dann aufzutreten, wenn in den Blättern irgendwelche, äußerlich vielleicht gar nicht bemerkbare Funktionsstörungen Platz greifen, die im Zusammenhang mit sehr verschiedenen Krankheiten stehen können.

Diese schwerwiegenden Einwände haben QUANJER nicht vermocht, von seinem Standpunkte abzugehen. Vielmehr hat er in einer zweiten Arbeit¹⁾ seine Theorie weiter ausgebaut. Er unterscheidet hier zwei Formen der Blattrollkrankheit. Bei der einen, der „sekundären“ Form, zeigt sich das Rollen bereits im Frühsommer, und zwar zuerst an den untersten, später an den mittleren und obersten Blättern; die andere „primäre“ Form äußert sich erst im Spätsommer, wobei das Rollen an den obersten Blättern beginnt. Die primäre Form wird von QUANJER auf eine vom Boden ausgehende Infektion mit einem hypothetischen Organismus (virus) zurückgeführt. Bei sehr schwachem Befall soll sie äußerlich gar nicht in Erscheinung treten, also die Blätter nicht zum Rollen veranlassen. Die Knollen solcher „primär“ erkrankten Pflanzen liefern im nächsten Jahre „sekundäre“ Krankheitsformen. In beiden Fällen geht nach QUANJER das Auftreten und Fortschreiten der Nekrose den äußeren Merkmalen parallel: Bei den sekundär erkrankten Pflanzen zeigt sie sich zuerst in den unteren, später in den oberen Stengelteilen, bei den primär erkrankten umgekehrt, zuerst oben, dann unten.

Es sei hier eingeschaltet, daß QUANJERS Unterscheidung von zwei Formen oder Entwicklungsstadien der Blattrollkrankheit mit unseren Beobachtungen und den Befunden der meisten übrigen Forscher nicht vereinbar ist. Die typische Blattrollkrankheit zeigt sich immer zuerst an den unteren Blättern und schreitet nur in extremen Fällen bis zu den obersten fort. Wenn das Rollen an den Wipfelblättern beginnt, liegt nach unseren Erfahrungen immer eine Erkrankung des Stengelfußes oder der Wurzeln vor, sei es durch Bakterien (Schwarzbeinigkeit), Pilze wie *Fusarium*, *Verticillium*, *Rhizoctonia* (Welkekrankheit), mechanische Beschädigungen oder Bodeneinflüsse. Dieses „Wipfelrollen“ unterscheidet sich von der typischen Blattrollkrankheit auch dadurch, daß es durch die Knollen nicht oder nur ausnahmsweise übertragen wird; aus den Knollen gehen meist gesunde, nur selten blattrollkranke

1) H. M. QUANJER, Nature, mode of dissemination and control of phloem-necrosis (leaf roll) and related diseases. Wageningen 1916, S. 91—138.

Pflanzen hervor. Es besteht demnach keinerlei Zusammenhang zwischen dem Wipfelrollen, d. h. der „primären“ Form QUANJERS, und der eigentlichen Blattrollkrankheit, die QUANJER als „sekundäre“ Form bezeichnet. Sollten wirklich Fälle von Wipfelrollen vorkommen, bei denen keine der eben genannten Ursachen festzustellen ist, so würde u. E. eine ganz neue Krankheit vorliegen.

Gegen die Untersuchungsergebnisse von SCHANDER und V. TIESENHAUSEN wendet QUANJER¹⁾ ein, daß die als gesund angesprochenen Pflanzen nicht wirklich gesund gewesen seien; es habe sich um primär erkrankte Pflanzen gehandelt, bei denen die Krankheit äußerlich nicht erkennbar gewesen sei. Wenn die Nekrose auf dem Bromberger Versuchsfeld so allgemein zu finden sei, wie TIESENHAUSEN angebe, so müsse der Boden in hohem Grade verseucht sein.

Demgegenüber müssen wir betonen, daß unsere langjährigen Beobachtungen für eine Verseuchung des Versuchsfeldes mit den (übrigens einstweilen ganz hypothetischen) Erregern der Blattrollkrankheit keine Anhaltspunkte ergeben. Wir haben z. B. mehrere Jahre hintereinander auf ein und demselben Schlag stark rollkranke Stämme von „*Alma*“ und „*Magnum bonum*“ neben gesunden Stämmen von „*Imperator*“ und „*Wohltmann*“ angebaut und immer nur bei ersteren typische Blattrollkrankheit beobachtet. Wenn QUANJERS Annahme zuträfe, hätte bei der unmittelbaren Nachbarschaft unbedingt eine Infektion der gesunden Stämme eintreten und zunächst die „primäre“, dann die „sekundäre“ Form der Krankheit erscheinen müssen. Ferner konnten wir häufig die Erfahrung machen, daß Parzellen, die in einem Jahre stark rollkranke Pflanzen trugen, in den folgenden Jahren — bei Verwendung von gesundem Saatgut — ausnahmslos gesunde Pflanzen hervorbrachten.

Es geht daraus hervor, daß die Blattrollkrankheit keinen infektiösen Charakter hat, vor allem aber, daß der von QUANJER gegen SCHANDER und V. TIESENHAUSEN erhobene Einwand bezüglich der Zuverlässigkeit der Untersuchungsmaterials hinfällig ist.

Die Nekrose-Untersuchungen sind von uns seit 1914 alljährlich wiederholt worden. Es wurde eine große Anzahl von Pflanzen geprüft, die teils vom Versuchsfeld, teils aus verschiedenen Gegenden der Provinz Posen stammten. Das Ergebnis war immer das gleiche: Wir fanden die Nekrose nicht nur bei der Rollkrankheit, sondern auch bei anderen Krankheiten (zu den oben genannten

1) A. u. O., Seite 133—135.

kamen noch Schwarzbeinigkeit und Blattbräune hinzu) und ebenso in gesunden, sich der Reife nähernden Pflanzen.

Daß wir mit unseren Beobachtungen nicht allein stehen, geht aus einer brieflichen Mitteilung von Geheimrat APPEL hervor, nach der von 33 im August 1918 auf dem Gute Kleschewo bei Posen geernteten Stauden 2 rollkranke, 3 wipfelrollende, 2 bukettkranke und ein Kümmerer Nekrose zeigten, während in den übrigen (teils gesunden, teils kranken) Stauden das Phloëm normal war.

Wir haben auch QUANJER selbst Gelegenheit gegeben, sich von der Richtigkeit unserer Auffassung zu überzeugen, indem wir ihm im Herbst 1916 eine Reihe von nur mit Nummern versehenen Stengelstücken gesunder und kranker Pflanzen zugehen ließen¹⁾. Er stellte bei 3 Proben die Diagnose auf „gesund“, bei 11 Proben auf „krank“ nach Maßgabe der Beschaffenheit des Phloëms. Von den letzteren waren aber 4 gesund, 1 bukettkrank, 1 wipfelrollend, 1 braunfleckig und nur 4 typisch blattrollkrank.

U. E. ist damit schlagend bewiesen, daß die Phloëmnekrose kein spezifisches Merkmal der Blattrollkrankheit ist und weder einen diagnostischen Wert besitzt noch zur Erklärung der Krankheit dienen kann. Wenn QUANJER sich auch in seiner letzten Veröffentlichung¹⁾ noch gegen diesen Schluß sträubt, so ist das schwer verständlich. Ein weitere Diskussion über die Frage erscheint zwecklos, zumal nach neueren Arbeiten von NEGER²⁾, ESMARCH³⁾ und HILTNER⁴⁾ die Blattrollkrankheit auf physiologischen Ursachen beruhen dürfte.

Was aber hat es mit der zweifellos festgestellten Phloëmnekrose für eine Bewandnis?

Verschiedene Beobachtungen sprechen dafür, daß wir es hier mit einer, der Kartoffel eigentümlichen Alterserscheinung, einem Symptom der Reife zu tun haben. Wie schon SCHANDER und v. TIESENHAUSEN⁵⁾ hervorheben, tritt die Nekrose im Frühsommer nur ganz vereinzelt, im Herbst dagegen fast in jeder Staude auf. Häufig ist sie in den unteren, älteren Stengelteilen stärker aus-

1) H. M. QUANJER, Phloëmnekrose und Mosaik usw. Jahresbericht d. Ver. f. angewandte Bot. XIV, S. 128 - 145. 1917.

2) F. W. NEGER, Die Blattrollkrankheit der Kartoffel. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. XXIX, S. 27 - 48. 1919.

3) F. ESMARCH, Zur Kenntnis des Stoffwechsels in blattrollkranken Kartoffeln. Z. f. Pflanzenkrankh. XXIX, S. 1—20. 1919.

4) L. HILTNER, Versuche über die Ursachen der Blattrollkrankheit der Kartoffel. Prakt. Bl. f. Pflanzenschutz 1919 S. 15—19, n. 39—48.

5) A. u. O., S. 121.

geprägt als in den oberen, also jüngeren. In den frühzeitig angelegten intraxylären Phloëmsträngen läßt sie sich eher feststellen als in den später gebildeten extraxylären Strängen. Ferner nimmt sie, wie oben geschildert, innerhalb des Phloëms ihren Ausgang von den ältesten, an die Bastfasern angrenzenden Teilen, während sie auf die jüngsten Elemente des sekundären Bastes nicht oder nur ausnahmsweise übergreift¹⁾. Vor allem aber hat die Nekrose eine große Ähnlichkeit mit der in der Rinde mancher Holzpflanzen beobachteten und als „Obliteration der Siebröhren“ beschriebenen Alterserscheinung.

DE BARY²⁾ gibt von der Obliteration folgende Schilderung; „Die obliterierten Siebröhren erscheinen bis zum Schwinden des Lumens von den Seiten her zusammengedrückt. Ihr Bau, auch der der siebtragenden Gliedenden, wird undeutlich, bis zur völligen Unkenntlichkeit; ihre Wände erscheinen wie leicht aufgequollen; doch liegen keine Messungen vor, welche die Quellung wirklich erweisen. Wo die Röhren einzeln stehen, sind sie nach dem Zusammensinken leicht zu übersehen, sie scheinen auf den ersten Blick ganz verschwunden. Wo sie zu größeren Gruppen zusammengestellt sind, erscheint die Gesamtheit ihrer Membranen auf Durchschnitten wie eine homogene, gelatinöse Masse, in welcher die komprimierten Lumina als enge, krumme Spalten oder Striche, die ursprünglichen Seitengrenzen als undeutliche Linien sichtbar sind“. — „Die Obliteration der Siebröhren beginnt in den ältesten äußeren Rindenzonen und schreitet in zentripetaler Richtung fort“. Als Ursache der Obliteration sieht DE BARY den beim Dickenwachstum wirksam werdenden tangentialen Zug und radialen Druck an, fügt aber hinzu, daß vielleicht eine davon unabhängige Veränderung der obliterierenden Organe, speziell ihres Inhalts, die primäre und der Druck nur eine mitwirkende Ursache der Erscheinung ist.

Auch TSCHIRCH³⁾ berührt die Obliteration der Siebröhren; er sagt darüber: „Bei weitem häufiger als der Verschuß durch Kallus kommt es vor, daß die Siebröhren, welche aus dem Verkehr ausgeschaltet werden sollen, obliterieren. Dies geschieht dadurch, daß die Siebröhren samt Geleitzellen und Kambiform⁴⁾, nachdem

1) Vgl. QUANJER 1913, S. 53—54. .

2) DE BARY, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne, 1877, S. 557.

3) TSCHIRCH, Angewandte Pflanzenanatomie, 1889, S. 337.

4) Das Phloëmparenchym beteiligt sich also nicht daran.

sie ihren Inhalt verloren haben, durch den Turgor der benachbarten Zellen derartig zusammengedrückt werden, daß die eine Wand die andere vollständig berührt oder doch nur ein außerordentlich feines spaltenförmiges Lumen zurückbleibt“.

Am eingehendsten hat sich BLIESENICK mit der Obliteration beschäftigt. Er kommt zu folgenden Schlüssen¹⁾: „Den definitiven Verschuß der Siebröhrenelemente bei den dikotylen Holzpflanzen bildet die Obliteration, und zwar tritt der Zusammenfall dieser Organe erst nach Entleerung des Inhalts ein und schreitet allmählich, wie der Inhalt fortgeht, vor, indem der Druck der umgebenden Gewebe die sekundäre Ursache ist. — Bei Angiospermen verfallen der Obliteration in der sekundären Rinde; die Siebröhren nebst Geleitzellen und das Kambiform, nicht das Phloëmparenchym. Im Herbst, wenn die Entleerung der Siebelemente stattfindet, werden die äußeren derselben durch Obliteration aus dem Verkehr ausgeschieden. In allen Rinden obliterieren die Siebelemente früher oder später, das Protophloëm zuerst“.

Vergleicht man diese Schilderungen der Obliteration mit dem, was oben über die Nekrose gesagt wurde, so ergibt sich Übereinstimmung in folgenden Punkten:

1. Von der Desorganisation werden nur die Siebröhren und die Geleitzellen, nicht das Phloëmparenchym betroffen.
2. Sie schreitet von den ältesten zu den jüngeren Teilen fort.
3. Der Inhalt der Siebelemente verschwindet.
4. Die Wandungen werden zusammengedrückt, bis von dem Lumen höchstens noch schmale Spalten übrig bleiben.
5. Die Wandungen quellen auf.

Als besondere Eigentümlichkeiten der Nekrose verbleiben demnach die gleichzeitige Gelbfärbung und Verholzung²⁾ der verquellenden Membranen. Diese Begleitumstände deuten darauf hin, daß die Nekrose mit Stoffwechselstörungen zusammenhängt, die bei der Obliteration nicht vorliegen. Wenn die Nekrose nur bei blattrollkranken Pflanzen aufträte, läge die Annahme nahe, daß sie eine Folgeerscheinung von physiologischen Störungen ist, die das Wesen der Krankheit ausmachen. Da die Nekrose aber, wie oben auseinandergesetzt, auch bei anderweitig erkrankten und bei

1) H. BLIESENICK, Über die Obliteration der Siebröhren, Diss. Erlangen 1891, S. 26—27.

2) SCHANDER und V. TIESENHAUSEN (a. a. O., S. 122) konnten eine solche Verholzung in den meisten Fällen nicht feststellen; es erscheint demnach fraglich, ob sie als wesentliches Merkmal der Nekrose aufzufassen ist.

gesunden, sich der Reife nähernden Pflanzen vorkommt, muß es sich um Stoffwechselfvorgänge handeln, die allgemein dem Absterben des Kartoffelkrautes vorausgehen.

Demnächst dürfte die Phloëmnekrose als eine, der Kartoffel eigentümliche Alterserscheinung zu betrachten sein; ihr häufigeres und früheres Auftreten an kranken Pflanzen wird dann als Symptom einer Notreife ohne weiteres verständlich.

Bromberg, Oktober 1919.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1919

Band/Volume: [37](#)

Autor(en)/Author(s): Esmarch Ferdinand

Artikel/Article: [Die Phloemnekrose der Kartoffel. 463-470](#)