Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 47 (1863)

Artikel: Ueber die Natur der Pflanzenkrankheiten

Autor: Liebig, Justus v.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-89931

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

VIII.

Ueber die Natur der Pflanzenkrankheiten,

von Justus v. Liebig, Prof. in München.

Schreiben des Freiherrn J. v. Liebig an den Jahres-Secretär d. Schweiz. Naturforsch. Gesellschaft.

Empfangen Sie meinen besten Dank für Ihre freundlichen Zusendungen, die ich mit grossem Vergnügen gelesen habe. Ihre so interessanten Beschreibungen des Engadins, so wie Ihre «Ostrhätischen Studien» haben mein Bedauern sehr vermehrt, dass ich mit meinem Freunde Wöhler im vorigen Herbste mich abhalten liess, diese merkwürdige Gegend näher kennen zu lernen. Wir trafen in Chur Kälte und Regen an, und Jedermann behauptete dort, dass in Samaden alles voll Schnee liege und wir von einer Gegend kaum etwas sehen würden. Dadurch wurden wir denn veranlasst über den Splügen nach Lugano zu gehen.

Meine Reise in Oberitalien gab mir Gelegenheit über die Trauben- und Seidenraupenkrankheit eine grosse Anzahl Beobachtungen zu sammeln und mit andern, die ich über die Kartoffelkrankheit bereits besass, wurde dadurch meine Ueberzeugung befestigt, dass eine Hauptursache derselben im Boden liege; dass die Witterung dabei eine Rolle spielt (namentlich bei der Kartoffelkrankheit) ist selbstverständlich. Ihr energischer Protest (S. 39 Ihrer Schrift über die Futterpflanzen der Fagara-Raupe) gegen die Ansicht der Pflanzenphysiologen, welche in den Pilzen die Ursache der Pflanzenkrankheiten erblicken, war mir

höchst interessant, so wie denn Ihre Ansichten*) mit den meinigen in der Hauptsache übereinstimmen. Wenn ich sie gekannt hätte, so würde es mir ein Vergnügen gemacht haben, sie zu erwähnen.

Alle diese Krankheiten lassen sich auf zwei Ursachen zurückführen: auf die Grösse einer äussern störenden Ursache und die Stärke des innern Widerstandes des Pflanzenorganismus. Eine der äussern Schädlichkeiten ist immer vorhanden — Sporen von Pilzen —, sie wirkt aber nur dann, wenn der Organismus an sich krank ist oder durch ungünstige Witterungsverhältnisse krank gemacht wird. Ungünstige Witterungsverhältnisse wirken aber auf einen schwächern Organismus stärker ein, und da die Richtung und Stärke der organischen Thätigkeit der Pflanzen wesentlich durch die Nahrung bestimmt wird, so kann der Mensch offenbar nur durch den Boden diese Krankheiten bekämpfen oder ihren schädlichen Einfluss schwächen.

Mit den Maulbeerblättern verhält es sich bei der Seidenraupe wie mit dem Klee in manchen Gegenden, mit welchem ernährt, die Kühe (überhaupt das Rindvieh) knochenbrüchig werden. Ich will damit nicht sagen, dass es den Maulbeerblättern an Knochenerde fehlt, denn meine eigentliche Ansicht ist, dass es in den Blättern im Verhältniss zur Cellulose, welche für die Seidenraupe unwesentlich ist, an allen andern Bestandtheilen mangelt. In ein paar Monaten werde ich darüber durch die Untersuchung der Maulbeerbaumblätter Gewissheit erhalten.

---

*) Vergl. Chr Brügger von Churwalden: Die Futterpflanzen der Fagara-Raupe (Bombyx Cynthia Dr.) und die Ursachen der in Europa herrschenden Krankheiten des Seidenwurms, der Weinrebe und der Kartoffelpflanze. Vortrag bei der 45. Versammlung der Schweiz. Naturf. Gesellsch. zu Lausanne d. 21. Aug. 1861. Zürich, in Commission bei Orell, Füssli & Comp. 44 S. in 8⁰.

Ich bin im Augenblick mit der 8. Ausgabe meiner Naturgesetze des Feldbau's, sowie mit einer in Brüssel erscheinenden französischen Ausgabe dieses Buches beschäftigt und von den Verlegern so gedrängt, dass ich nicht daran denken kann, meine Beobachtungen über Pflanzenkrankheiten zusammenzustellen, sonst würde ich sie Ihnen für Ihre «Verhandlungen» gerne senden; ich kann Ihnen aber eine Reihe von Versuchen über die Vegetation der Kartoffelpflanze schicken, welche von Hrn. Prof. Dr. Naegeli und Zöller in dem hiesigen botanischen Garten im vorigen Sommer ausgeführt wurden; aus diesen ergibt sich auf die klarste Weise der Einfluss, den der Boden auf das Vorkommen der Kartoffelkrankheit ausübt; es sind dies die Versuche, die ich in meiner akademischen Rede erwähnte.

Mit der Bitte, mich Herrn von Planta angelegentlich zu empfehlen und mit dem Ausdrucke der vollkommensten Hochachtung

Ihr ergebener

München, den 18. Januar 1864.

J. v. Liebig.

Vegetationsversuche mit Kartoffeln. 1863.

Von Justus v. Liebig.

Die Aufgabe in diesen Versuchen war die Untersuchung des Wachsthums-Verhältnisses einer Pflanze, welche, wie die Kartoffelpflanze, Alkalien und alkalische Erden in überwiegend grosser Menge zu ihrer Entwickelung bedarf, in Bodensorten von ungleichem Gehalt an diesen Nährstoffen.

Die Versuche wurden im botanischen Garten in München unter der Leitung der Herren Professoren Dr. Nägeli und Dr. Zöller angestellt, in drei Kästen, die mit gröblich gemahlenem Torf angefüllt und im freien Lande eingegraben waren; jeder Kasten hatte 1½ Meter Länge, 1,2 Meter Breite und 0,45 Meter Tiefe und fasste 720 Liter Torf, welche 238 Kilogr. = 476 Zollpfund wogen; zwei von diesen

Kästen II. und III. wurden gedüngt, der dritte I. enthielt rohen Torf. Dem Torf in dem Kasten II. wurden zugesetzt 863 Grm. phosphorsaures Ammoniak, 383 Grm. schwefelsaures Ammoniak und 378 Grm. kohlensaures Ammoniak. Dem Torf in dem Kasten III. wurden zugesetzt: 600 Grm. phosphorsaures Natron, 250 Grm. phosphorsaures Kali, 790 Grm. kohlensaures Kali, 500 Grm. Gyps. Diese Düngmittel wurden auf das Sorgfältigste und Innigste mit dem Torfe gemischt und das Verhältniss derselben war so gewählt, dass der Torf etwa halb damit gesättigt war; man konnte demnach sicher sein, dass keine bemerkliche Menge davon beim Begiessen mit Wasser aufgelöst und in eine solche Tiefe geführt werden würde, wo sie für die Wurzeln der Kartoffelpflanze nicht mehr erreichbar sind. In jeden Kasten wurden am 9. Mai 9 Knollen 8 Zoll tief gepflanzt; die Knollen hatten fast das gleiche Gewicht, durchschnittlich wog eine Knolle 36,8 Grm.. die neun Knollen in einem der Kästen mithin 331 Grm. Der Torf war von dem Hochmoor zu Haspelmoor, und damit angestellte Culturversuche zeigten, dass Gerste darin vortrefflich fortkam. Die chemische Zusammensetzung der Asche dieses Torfs liefert hierüber genügenden Aufschluss.*) Der Torf hinterliess nach dem Einäschern 10,59 Proc. Asche und jeder Kasten enthielt demnach im Torf 25,2 Kilogr. oder 50,4 Zollpfunde Aschenbestandtheile.

Der Torf in den drei Kästen enthielt demnach folgende Bestandtheile, in Tausendtheilen der Torfmenge ausgedrückt:

---

*) **Analyse des Torfes von Haspelmoor.**

100 Theile lufttrockener Torf enthalten:

Wasser	17,26
Verbrennliche und flüchtige Bestandtheile	72,14
Stickstoff	2,46
Asche	10,59
	100,00

100 Theile Torfasche bestanden aus:

Natron	0,22
Kali	1,04
Magnesia	0,90
Kalk	10,45
Eisenoxyd, Thonerde	21,23
Chlor	0,37
Phosphorsäure	2,07
Schwefelsäure	1,14
Kieselsäure	21,18
Sand, Thon, Kohlensäure etc.	41,40
	100,00

Kasten I. mit rohem Torf		Kasten II. enthält die Bestandtheile des Kastens I. plus		Kasten III. wie Kasten I. plus	
Phosphorsäure	2,20	1,96		0,93	Phosphorsäure
Kali	1,10	—		2,83	Kali
Natron . . .	0,23	—		0,44	Natron
Kalk	11,08	—		0,68	Kalk
Chlor	0,39	—		—	
Kieselsäure . .	22,45	—		—	
Schwefelsäure .	1,21	0,98		0,98	Schwefelsäure
Magnesia . .	0,95	—		—	
Eisenoxyd u. Thonerde .	26,4	—		—	
Stickstoff . .	24,6	—		—	
Ammoniak		1,83		—	

Die Entwickelung der Kartoffelpflanzen war in den drei Kästen sehr ungleich. In dem Kasten mit rohem Torf und dem Kasten III., welcher kein Ammoniak empfangen hatte, waren die Keime ausserhalb des Bodens am 10. Juni sichtbar; in dem Kasten II. zeigten sie sich erst 5 Tage später. In dem Kasten III. eilte die Vegetation der einzelnen Pflanzen der in den beiden anderen weit voraus; im Anfange Juli übertrafen sie die anderen in der Stärke und Höhe der Stengel beinahe um das Doppelte; gegen das Ende der Vegetationszeit erschien das Kraut der Kartoffeln in dem Kasten II. (mit Ammoniak gedüngt) ebenso üppig als in dem Kasten III. Die Farbe der Blätter und Stengel der Pflanzen in dem Kasten III. war heller, mehr gelblich grün, als die in den beiden anderen.

Am 3. Juli wurden die Stöcke gehäufelt, am 9. August erschienen Blüthenknospen an den Pflanzen im Kasten II., im Kasten III. vier Tage später. Gegen Ende September fingen die Stengel an welk zu werden und am 3. October wurden die Stöcke ausgenommen; die Knollen und das Kraut gewogen lieferten folgende Erträge:

Knollen.

Kasten I. roher Torf		Kasten II. mit Ammoniak (s. oben)	Kasten III. ohne Ammoniak (s. oben)
in Grammen .	2520	3062	7201 Grammen
Verhältniss .	100	121	285 »
Gewicht d. Saat-Kartoffeln = 1	7,6	9,7	21,7 »

Kraut.

	Kasten I.	Kasten II.	Kasten III.
in Grammen	1837	3535	2870 Grammen
Verhältniss	100	192	156 »

Auf 1 Hektare oder 10000 □ Meter berechnet, würde die Ernte an Knollen betragen:

Ertrag per Hektare.

	Kasten I.	Kasten II.	Kasten III.
Kilogrammen	14000	17011	40006 Kilogr.

Die Beschaffenheit des Bodens in dem Kasten III. war demnach so günstig, dass sie die des besten Ackerlandes weit übertraf, da auf einem solchen, nach gewöhnlichen Angaben, der Maximal-Ertrag 450 Zoll-Ctr. (22500 Kilogr.) Knollen nur selten übersteigt.

Wenn man die Erträge an Kraut und Knollen im trockenen Zustande berechnet, so ergeben sich etwas geänderte Verhältnisse. Nach der Bestimmung des Wassergehaltes des Krautes und der Knollen wurde geerntet:

		Kraut.		Knollen.	
	Grammen	feste Substanz	Wasser	feste Substanz	Wasser
I.	»	462,36	1374,64;	386,27	2133,43
II.	»	716,22	2818,78;	696,3	2365,7
III.	»	672,85	2197,15;	1427,24	5773,76
		in Procenten:		in Procenten:	
I.		25,17	74,83;	15,34	84,66
II.		20,53	79,42;	22,74	77,26
III.		23,45	76,55;	19,82	80,18

Aus diesen Zahlen scheint sich ein einfaches Gesetz zu ergeben, was fortgesetzte Versuche zur Gewissheit bringen müssen, in Beziehung auf den Gehalt an Wasser und trockener vegetabilischer Substanz in den Blättern und den Knollen der Kartoffelpflanze; zwischen beiden stellt sich aus obigen Versuchen das umgekehrte Verhältniss heraus. Dem an Trockensubstanz reicheren Kraut der Pflanzen des Kastens I. und III. entsprachen an Wasser reichere Knollen, und die Pflanzen des Kastens II., deren Kraut reicher war an Wasser, lieferten an vegetabilischer Substanz reichere Knollen.

Unser Torfboden enthielt in jedem Kasten im Ganzen 277 Grm. Kali, von welchen eine volle Gerstenernte 9 Grm. (also $^1/_{30}$) einer Fläche von 1,8 □ Meter (der Oberfläche

unserer Kästen) entzieht; diese Quantität reicht nahe hin, um $^2/_3$ einer vollen Kartoffelernte in Kraut und Knollen das erforderliche Kali zu liefern. An Phosphorsäure war doppelt so viel, wie das Kali betrug, im Torfe vorhanden, aber ungleich vertheilt, denn durch Vermehrung der Phosphorsäure stieg der Knollenertrag um 21 Procent, der Krautertrag um 92 Procent des Ernteertrags vom rohen Torf.

Unser Torfboden enthielt zehnmal so viel Kalk und beinahe eben so viel Bittererde als Kali. Das Kartoffelkraut ist reich an Kalk und Bittererde und arm an Kali, denn es enthält in 100 Gewthln. Asche 60 Gewthle. alkalische Erden und nur 4 Gewthle. Kali; die Knollen hingegen sind sehr reich an Kali und arm an alkalischen Erden, ihre Asche enthält nahe an 86 Procent Alkalien und lösliche Alkalisalze und nur 14 Procent alkalische Erden.

In den im rohen Torfe gewachsenen Kartoffelpflanzen verhielt sich das Erntegewicht der Knollen zum Kraut wie:

	Knollen		Kraut
Kasten I. (roher Torf) . .	10	:	7,2
Kasten II. (Ammoniaksalze und Phosphorsäure) . . .	10	:	11.

In dem letzteren wurden 542 Grm. Knollen und 1698 Grm. Kraut mehr geerntet als im rohen Torf. Dies gibt als Verhältniss im Mehrertrag:

	Knollen		Kraut
Kasten II.	10	:	31.

Die Düngung mit Phosphorsäure und Ammoniaksalzen hatte unzweifelhaft gewisse Mengen Kalk, Bittererde und Kali wirksam gemacht, die es vorher nicht waren; der Mangel an Kali hinderte aber eine gleichmässige Entwickelung der Knollen, der Ueberschuss an Kalk und Bittererde begünstigte die Krautbildung. Es erklärt sich hieraus die enorme Vermehrung des Krautertrages und die geringe Zunahme an Knollen durch die Düngung. Ganz anders verlief die Vegetation der Kartoffelpflanze in dem Kasten III., in welchem der Torf mit Alkalien, Kalk und Phosphorsäure gedüngt, die Menge des Kalis vermehrt und das Ammoniak vollkommen ausgeschlossen worden war. Obwohl der Torf nur halb so viel Phosphorsäure empfangen hatte als im Kasten II., so brachte das zugefügte Kali, dessen Menge nur $^3/_{10}$ Procent der Bodenmasse ausmachte, dennoch ein gänzlich verändertes Verhältniss in den Erträgen an Knollen und Kraut hervor.

Zieht man von der Ernte des Kastens III. den vom rohen Torf gewonnenen Ertrag ab, so wurden im ersteren mehr geerntet

1038 Grm. Kraut und 4681 Grm. Knollen.

Das Verhältniss zwischen Knollen und Kraut war:

	Knollen		Kraut
im ganzen Ertrag . . .	10	:	4
im Mehrertrag . . .	10	:	2.

Die gewonnenen Thatsachen stellen, wie ich glaube, fest, dass das Ammoniak als Bestandtheil eines Düngers für Kartoffeln in Ackererde von gewöhnlichem Stickstoffgehalte, ohne die Ernte zu beeinträchtigen, ausgeschlossen werden kann; dass ferner in einem kalireichen Boden die Zufuhr von Phosphaten, und in einem kaliarmen, welcher eine hinlängliche Menge von Phosphorsäure enthält, die Zufuhr von Holzasche unbedingt nothwendig ist, um eine Steigerung des Knollenertrages zu erzielen.

Die Theorie setzt zwar diese Bedingungen in dem gegebenen Falle voraus, und zur Feststellung des Grundsatzes, dass alle Nährstoffe der Kartoffelpflanze in dem richtigen Verhältniss und hinlänglicher Menge im Boden zugegen sein müssen, um eine Maximalernte hervorzubringen, wären diese Versuche nicht nöthig gewesen; was ihren Werth ausmacht, ist, dass man damit einen bestimmten Begriff über die Grösse des Einflusses gewonnen hat, welchen der Mangel oder Ueberfluss an einem Nährstoff auf die Richtung der vegetativen Thätigkeit auszuüben vermag, sowie sich denn ebenfalls durch die Theorie nicht voraussehen liess, dass unter den günstigsten Verhältnissen der Ertrag eines Feldes an Kartoffelknollen weit über den Maximalertrag hinaus gesteigert werden kann, den man bis jetzt auf den Feldern erzielt hat, ohne Anwendung von Ammoniak, des Hauptbestandtheils des thierischen Düngers.

Es geht aus diesen Versuchen unzweifelhaft hervor, dass der Landwirth in der Kartoffelkultur den thierischen Dünger ausschliessen und mit dem grössten Vortheil ersetzen kann durch ein richtig gewähltes Verhältniss von Phosphaten, Gyps und Holzasche.

Obwohl an und für sich bedeutungsvoll genug, ist dies dennoch nicht das wichtigste Ergebniss dieser Versuche; es wurde noch ein wichtigeres erzielt:

Alle Knollen nämlich, die in den zwei Bodensorten gewachsen waren, welche die Bedingungen des Wachsthums

der Kartoffelpflanze in unzureichender Menge und unrichtigem Verhältnisse enthielten, verfielen der Kartoffelkrankheit. Von den Knospen, welche schwarz wurden, trat schon nach wenigen Wochen eine Zersetzung ein, welche nach innen hin sich verbreitete. Diese Zerstörung zeigte sich, wie bemerkt, an den Knollen, welche im rohen und in dem mit Ammoniaksalzen gedüngten Torf gewachsen waren. Alle Knollen hingegen, die in dem mit den fixen Aschenbestandtheilen gedüngten Boden sich entwickelt hatten, sind bis jetzt vollkommen gesund geblieben, an Keinem zeigte sich eine Spur von der Wirkung, die man gewohnt ist, dem Kartoffelpilz zuzuschreiben. Es folgt aus diesen Versuchen unwidersprechlich, dass die Bedingungen, welche die normale Entwickelung der Pflanzen beförderten, die nämlichen sind, welche die Krankheit verhüten, und dass demnach, da die gleichen äusseren Schädlichkeiten auf die Pflanzen der drei Felder einwirkten, die nächste Ursache der verderblichen Krankheit in dem Boden gesucht werden muss. Wenn der Boden die zu der organischen Thätigkeit oder Arbeit der Pflanze erforderlichen Elemente in ausreichender Menge und richtigem Verhältnisse darbietet, so empfängt die Pflanze dadurch das Vermögen, den auf sie von aussen einwirkenden Schädlichkeiten einen Widerstand entgegenzusetzen, gross genug um die Wirkung derselben vollkommen aufzuheben. Diese Thatsachen verbreiten das hellste Licht über die Natur der Pflanzenkrankheiten überhaupt, namentlich über die sogen. Traubenkrankheit, und ich bin nicht zweifelhaft darüber, dass diese und die sogen. Seidenraupen-Krankheit auf eine veränderte Beschaffenheit oder Erschöpfung des Bodens zurückgeführt werden müssen.

Nirgendwo und an keinem Orte ist es bis jetzt gelungen, durch alle seither üblichen Mittel die Wiederkehr der Traubenkrankheit zu verhüten; da wo in den ersten Jahren das einmalige Bestäuben mit Schwefel den Traubenpilz vertrieb, reicht die viermalige Anwendung desselben nicht mehr hin, um die Traubenernte zu retten, und mit Bestimmtheit lässt sich voraussehen, dass in einer Reihe von Jahren das Schwefeln völlig erfolglos sein wird.

Die Seidenraupenkrankheit beruht wesentlich darauf, dass die Maulbeerblätter diejenigen Bestandtheile, welche zur Ernährung des Thieres nothwendig sind, nicht mehr in der richtigen Menge und Beschaffenheit enthalten, oder was das nämliche ist, dass der Boden die zur Erzeugung derselben nothwendigen Bedingungen nicht mehr abzugeben

vermag, indem man sie demselben seit Jahrhunderten, ohne Wiederersatz, entzogen hat; die Seidenwürmer, mit diesen Blättern ernährt, sterben vor dem Einspinnen, und so hat denn die Seidenernte in Oberitalien an Qualität und Quantität seit 16 Jahren stetig abgenommen. In Oberitalien fand ich, dass an allen Orten, wo die Traubenkrankheit herrscht, auch der Maulbeerbaum keine Seide mehr liefert, und da, wo der Seidenwurm Seide spinnt, war auch der Weinstock gesund. Die Seidenraupe wird nicht krank und liefert Seide, wenn sie mit Blättern von neugepflanzten Bäumen oder Sträuchern ernährt wird, von Orten, wo nie ein ähnlicher Baum gewachsen ist und wo der Boden seinen vollen Gehalt an Pflanzennährstoffen noch besitzt . . . . . .

Das ist das grosse Geheimniss, dass der Mensch, aus Erde geschaffen, wenn er seine Fortdauer sichern will, die Erde in der rechten Weise pflegen muss, welche ihm die wichtigsten Elemente seines Leibes geliefert hat, und dass die Verletzung dieses grossen Gesetzes in der mannigfaltigsten Weise sich an seinen Kindern und Nachkommen rächt, bis in's tausendste Glied.