

Die Abhängigkeit phanerogamer Parasiten von der Ernährung der Wirtspflanzen.

Von HELENE MELHARDT (München - Giessen).

I. RÜCKBLICK AUF BISHERIGE VERSUCHE ÜBER DEN EINFLUSS DER WIRTSCHAFTSPFLANZENDÜNGUNG AUF PARASITEN.

Über einen Einfluss der Düngung der Wirtspflanze auf den pflanzlichen Schmarotzer liegen mancherlei Beobachtungen vor. Meistens handelt es sich dabei um Parasiten aus niedrigen Entwicklungsformen. Versuche in dieser Richtung in grösserer Ausdehnung und wissenschaftlicher Form hat vor allem LAURENT ausgeführt. ¹⁾ Er infizierte Erdfrüchte, vor allem Kartoffeln, die von Pflanzen aus verschiedenen gedüngten Böden stammten, im Laboratorium mit Bakterien und beobachtete auf diese Weise unmittelbar die grössere oder geringere Widerstandskraft gegen den bakteriellen Angriff. Die oft wiederholten Versuche zeigten für die meisten der untersuchten Kartoffelsorten - die sich übrigens sehr verschieden verhielten - eine deutliche Schwächung der Resistenz durch Kalkdüngung gegenüber den zum Versuch benutzten Bakterien. Phosphatdüngung zeigte eine schützende Wirkung, sofern die Virulenz der Bakterien nicht künstlich stark gesteigert worden war. Im Feldversuch mit bekannten Pflanzenparasiten erhielt er ebenfalls deutliche Einwirkung der Düngungsmittel, so eine deutlich für die Krankheit disponierende Wirkung der Ammoniumsulfat-Düngung.

Auch die Literatur der Praxis bringt immer wieder Berichte über erfolgreiche Bekämpfung pflanzlicher Parasiten durch indirekte Düngungswirkung. So wurde zur Bekämpfung des amerikanischen Stachelbeermehltaus wiederholte Ätzkalk- und Phosphatdüngung empfohlen. ²⁾, oft der Nutzen der Kalkanwendung gegen die Kohlhernie beobachtet, jedoch auch eine Schwächung der Widerstandskraft ("Verweichlichung") durch Stickstoffdüngung gegen Infektionen überhaupt.

Andererseits zeigen ausführliche Versuche von HILTNER ³⁾ die ausserordentliche Herabsetzung des Befalls durch Steinbrand bei Getreide durch Düngung mit Kalkstickstoff. Doch sieht HILTNER die Ursache des Erfolges in der Einwirkung auf die Steinbrand-Sporen nicht in der Stickstoffzufuhr. So versagt auch diese Düngung gegen den Flugbrand.

Die meisten dieser Angaben können aber zu keinem Fortschritt in der Erkenntnis der physiologischen Vorgänge führen, weil bei der Versuchsanordnung der Praxis zu viele Faktoren in Rechnung zu ziehen sind. Die begleitenden Nebenumstände sind oft nur zum Teil beobachtet, sodass Wiederholungen von anderen Untersuchern nicht immer Bestätigung der angezeigten Erfahrung bringen. So lehnt G.GASSNER ⁴⁾ nach einer langen Reihe von Versuchen eine "wirkliche" Schutzwirkung der Phosphatdüngung und eine disponierende Wirkung der Stickstoff-Düngung auf Getreide für Befall durch Rostarten, wie sie immer wieder behauptet wird, ab. Er gibt nur eine indirekte Schutzwirkung zu in so fern als Phosphat-Düngung die Entwicklung der Pflanzen beschleunigt.

1) E. LAURENT, Recherches experimentales sur les maladies des plantes. Ann. de l'Institut Pasteur 1899.

2) L. HILTNER und KORFF, Praktische Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz 1916 S. 73, Band 14.

3) L. HILTNER, Jahrb. der Deutsch. Landwirt. Ges. 1912, S. 156 und Mitt. der Deutsch. Landw. Ges. 1922, S. 253, Stück 16.

4) GASSNER, Centralblatt für Bakteriologie 1916, II. Abt. Bd. 44, S. 512.

TUBEUF 1) hat durch verschiedene Düngung bei Kiefern keine Veränderung der Empfänglichkeit für die Schüttekrankheit beobachten können, abgesehen davon, dass gut ernährte Pflanzen jene leichter überstehen. So kommt WAWILOW 2) zu der Ansicht, dass er zwar eine Veränderlichkeit der mechanischen, nicht aber der physiologischen Immunität durch äussere Umstände anerkennt, die Düngung verkürze oder verlängere nur die Zeit der Infektionsperiode. Eben durch Begünstigung oder Beschleunigung des Wachstums kann aber die Düngung einige der wichtigsten Faktoren für das Zustandekommen der Infektion beeinflussen, z.B. den Zucker- oder Wassergehalt, die Dicke der Zellwände, die Azidität des Saftes etc.

Viel unwahrscheinlicher dagegen mutet eine Behauptung über einen Einfluss der Düngung auf den Angriff phanerogamer Parasiten, wie *Orobanche*, *Cuscuta*, *Viscum*, an, da diese Schmarotzer ihrer höheren Entwicklung zufolge grössere Regulationsfähigkeit der physiologischen Vorgänge besitzen.

Jedenfalls sind Angaben über Düngungswirkung auf höhere Parasiten, da sie von grösster Bedeutung für das praktische Leben wären, näher zu untersuchen.

OROBANCHE-BEFALL UND DÜNGUNG DES KLEES.

Über den Einfluss der Düngung auf *Orobanche* (Kleewürger) wird von der Landwirtschaftlichen Versuchsstation Karlsruhe 3) berichtet: Die dort ausgeführten Düngungen des Klees mit Phosphaten, besonders Superphosphat, zum Zwecke des Widerstandes gegen *Orobanche*-Befall hatten unzweifelhaft günstige Ergebnisse. TUBEUF bemerkt dazu: "Hierbei hat man an eine Beeinflussung des Wassergehaltes der Wirtspflanzen und der Zartheit der Membranen als einen mechanisch wirkenden Dispositionszustand gedacht. Weiter ist man in dieser Frage aber noch nicht gekommen." Man findet in landwirtschaftlichen Blättern immer wieder die Phosphatdüngung gegen Klee-*Orobanche* empfohlen. KORFF 4) führt näher aus, dass der Schädling zwar nicht auf den mit Phosphorsäure (und Kali) gedüngten Feldern verschwinde, dass er aber von dem üppig wachsenden Klee so überwuchert werde, dass man ihn zunächst garnicht sieht (sonst sind die ganzen Flächen braun) und man seiner erst beim Auseinanderbiegen des Klees gewahr wird. Der Klee überholt also den Parasiten so sehr im Wachstum, dass es zu grösserer Schädigung nicht kommt; das läuft auf das von WAWILOW über die Verkürzung der Zeit der Infektionsperiode Gesagte hinaus.

MISTELVORKOMMEN UND KALKGEHALT DES BODENS.

E. LAURENT 5) hat auf statistischem Wege grössere Häufigkeit der Mistel bei gesteigertem Kalkreichtum des Bodens für Belgien festgestellt, KLEIN tat dies für Luxemburg: wenn der Boden unter 0,1 % Kalk enthält, soll die Mistel nicht mehr vorkommen. In derselben Arbeit berichtet LAURENT auch über einen Einfluss der Düngung auf die Kleeseide, worauf weiter unten zurückgekommen wird.

Nun hat TUBEUF die Frage nach der Abhängigkeit der Mistel vom Kalkgehalt des Bodens näher untersucht, und seine Befunde dienen nicht dazu, LAURENTs Behauptung zu bestätigen. Zudem stellte er fest, dass diese überhaupt nur für eine Rasse der Mistel zutreffend sein könne, nämlich für die Laubholzmistel, da nur diese in Belgien vorkommt, und dass überdies bekannt sei, dass die Kiefernmistel auf Sand-, Lehm- und Kalkboden vorkomme, die Tannenmistel der Tanne jedoch sowohl auf Eruptivgestein- und Silikat-reichen Böden im Schwarzwald, kalkarmen, tertiären Lehmbü-

1) v. TUBEUF, Düngungsversuche an Kiefern auf Hochmoor; Naturw. Zt. für Forst- u. Landwirtschaft, 1908, Bd. 6, S. 395.

2) WAWILOW, Immunität der Pflanzen gegen Inf.-Krankheiten. Moskau 1919 (Bericht im Bot. Centralbl. für Bakteriologie, II. Abt. 1923, 59. Bd., S. 367).

3) cit. TUBEUF, Monographie der Mistel, München 1923, S. 559.

4) Prakt. Blätter f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz 1916, Bd. 14, S. 78.

5) LAURENT, De l'influence du sol sur la Dispersion du Gui et de la Cuscuta en Belgique. Bulletin de l'agriculture, Bruxelles 1900.

geln und kalkreichen Voralpen-Böden folge. Doch auch für die Laubholzmistel lässt sich die Kalkabhängigkeit nicht festhalten. TUBEUF¹⁾ fand nämlich einen Ort mit ganz besonders üppiger Mistelentwicklung, den Hammersberg bei Oberstein, Fürstentum Birkenfeld, der durch seine geographische Lage, durch die Untersuchung des Bodens, besonders aber durch seine Vegetation, sich als sehr kalkarm zeigte. Es gedieh hier die "kalkfliehende" Leguminose *Spartium Scoparium* und das "kalkfliehende" Moos *Polytrichum piliferum*. Die Mistel war massenhaft auf Apfelbaum, *Crataegus*, *Prunus spinosa* und auf dem kalkfliehenden *Spartium Scoparium* selbst. Allein das Vorkommen der Mistel auf diesem - und sie erreicht auch darauf beträchtliche Grösse, wenn dasselbe, wie im nordwestlichen Frankreich selbst gross wird - genügt eigentlich, um die Sage von der Kalkabhängigkeit der Mistel zu beseitigen, denn *Spartium Scoparium* findet nur schwer auf natürlichen Kalkböden sein Fortkommen. TUBEUF²⁾ hat auch Birken auf dem typischen rohen Hochmoorboden von Bernau mit Misteln infiziert, welche sehr gut dort gedeihen.

Kann nun auch die Kalkfrage für die Mistel als erledigt gelten, so war sie es nicht für die ganz parasitische *Cuscuta*, deren Physiologie bedeutend von der der Mistel abweicht.

LAURENTS DÜNGUNGS-VERSUCHE MIT CUSCUTA UND EINIGES AUS DER PHYSIOLOGIE DER CUSCUTEN.

LAURENT hatte mit *Cuscuta* Düngungsversuche angestellt und zwar zuerst als Feldversuch, darauf als Topfversuch. Beide Versuche ergaben ein ausserordentlich gutes Gedeihen des Parasiten auf Klee, welcher Kalk- und Stickstoffdüngung, ein kümmerliches auf solchem, welcher Phosphordüngung erhalten hatte. Im Feldversuch war diese Kalkdüngung als Calciumoxyd oder -Carbonat (was aus der Arbeit nicht deutlich hervorgeht) gegeben worden; im Topfversuch wurde die Erde des Feldes vom vorhergehenden Versuch benutzt, das Calcium aber als Gips zugeführt. Die Phosphordüngung war einerseits als Kalksuperphosphat, andererseits als Natriumphosphat angewendet worden.

Ein Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf die höheren Parasiten kann auf verschiedene Weise zustande kommen:

1) durch die in den Gefässen der Wirtspflanzen circulierenden Bodenlösungen selbst oder

2) durch Veränderungen des Wirtskörpers durch verschiedene Ernährung. Jedenfalls schliesst *Cuscuta* sowohl als *Viscum* ihre Wasserleitbahnen direkt an die der Wirte an und erhält hier eine durch die Wahlmöglichkeit der Wirtswurzel modifizierte Bodenlösung. Wie weit dieser gegenüber den Parasiten Wahlmöglichkeit eigen ist, ist nicht bekannt; man weiss nur, dass die Asche des Parasiten von der des Wirtes abweicht. Es ist aber allerdings, wie TUBEUF bemerkt, die Asche des Parasiten nicht immer mit der des Wirtes vergleichbar, wie z.B. die Asche des Mistelkörpers, der von mehr krautartiger Beschaffenheit ist, nicht mit der des Holzstammes des Wirtes verglichen werden kann.

Was die zweite Möglichkeit der Düngungswirkung auf den Schmarötzer betrifft, so wurde in unserm Versuch, um zur Klärung dieser Frage beizutragen, die Abhängigkeit einiger Verhältnisse der Wirtspflanze von der Beschaffenheit des Substrates näher ins Auge gefasst.

Der Übersichtlichkeit halber sollen diese Untersuchungen im Anschluss an die Vegetationsversuche behandelt werden. -

Es ist zweckdienlich, vor Besprechung derselben sich an einige Tatsachen aus der Physiologie der Cuscuten zu erinnern, um sich eine Vorstellung bilden zu können von der Möglichkeit einer Einwirkung der Wirtsernährung auf den Schmarötzer:

Trotz der bekannten Arbeiten KOCHs³⁾ über die Seiden und die neueren aus-

1) u.2) v. TUBEUF, Monographie der Mistel. München 1923, S. 548.

3) KOCH, Die Klee- und Flachsseide, Heidelberg 1880.

fürhlichen Untersuchungen ZENDERS¹⁾ verdanken wir die meisten Kenntnisse über die chemisch-physiologischen Vorgänge beim Parasitismus der *Cuscuta* vornehmlich MIRANDE²⁾, welcher sowohl die europäischen als auch die grossen aussereuropäischen Arten untersucht hat.

Die Cuscuten durchbohren die Zellen der Wirtspflanzen durch Auflösen der Zellwände, besitzen also ein Cellulose-lösendes Ferment, ebenso ein diastatisches, wie schon PEIRCE³⁾ feststellte. An das Vorhandensein dieser und vielleicht noch anderer Fermente knüpfte LAURENT den Versuch einer Erklärung der Düngungswirkung auf den Parasiten. Sie führen, wenigstens *Cuscuta europaea*, wie WEHMER⁴⁾ feststellte, kein Calciumoxalat, (nach STAHL⁵⁾ kann beim Vorhandensein von Milchröhren, wie sie die Cuscuten besitzen, Fehlen der Calcium-Exkretion vorkommen), weisen aber einigen Ca-Gehalt auf. *Cuscuta spithymum*, deren Varietät *Cuscuta trifolii* ist, kommt übrigens auf *Calluna* vor, einer Pflanze, welche keineswegs Kalkböden bevorzugt. Die den Wirtspflanzen spezifischen Stoffe, wie Atropin, Berberin, Frangulin, Salicin oder andere werden von den Haustorien der Cuscuten nicht aufgenommen, gleichviel ob sie unschädlich oder ihnen schädlich sind. Im ersten Falle bringen sie aber die eingedrungenen Haustorien (deren Eindringen in das Gewebe sie zwar erschweren, aber nicht ganz verhindern können) zum Absterben.

Dass auch andere Stoffe nicht unverändert in die Haustorien übergehen, zeigt die verschiedene Farbtonung der Gewebe von Wirt und Parasit bei Behandlung von Schnitten durch beide mit Osmiumsäure, Ammonium-Molybdat, Schwefelsäure u. a. Nur die Trommersche Probe mit alkalischer Kupfersulfat-Lösung gab für beide die gleiche Reaktion. MIRANDE spricht die Substanz, welche diese Reaktion ergab, als Glykose an und hat den Eindruck, "als ob diese direkt aus dem Wirt durch die Haustorien in den Parasiten übergehe". Er führt weiterhin als sehr wahrscheinlich an, dass das Gedeihen der Cuscuten von dem Reichtum der Wirte an Glykose abhängt und unterstützt diese Vermutung durch vergleichende Bestimmung des wirklichen oder vermeintlichen Glykosegehaltes. Diese Bestimmungen ergaben eine Abnahme des besten Wachstums mit abnehmendem Glykosegehalt. Es wird später gezeigt werden, dass das nicht immer zutreffen muss.

Es ist übrigens MOLLIARD⁶⁾ gelungen, *Cuscuta Gronovii* in Lösungen mit Zucker und Nährsalzen zu ziehen, sofern er nur Sorge trug, dass die jungen Cuscuten mit ihrer ganzen Oberfläche mit der Lösung in Berührung kamen.

II. EIGENE VERSUCHE IN DEN JAHREN 1923 UND 1924 IM MÜNCHENER PFLANZENPATHOLOGISCHEN INSTITUT.

a) DIE ANORDNUNG DER VERSUCHE.

Da LAURENT weder die Beschaffenheit noch die Reaktion seiner Böden angibt, auch nicht, worin sich die Schädigung der *Cuscuta* durch Phosphordüngung äusserte, sollte der Versuch im Glashaus, wo sich alle Faktoren und Vorgänge überwachen lassen, wiederholt werden. Zu diesem Zwecke hat im Sommer 1914 Herr STANESCU aus Rumänien im Glashaus des Pflanzenpathologischen Institutes verschiedene Serien Flachs und Rotklee gezogen. Er musste nach Kriegsausbruch Deutschland verlassen;

1) ZENDER, Les haustorioms de la cuscute et les réactions de l'hôte, Thèse Genève 1924 (V. Bull. Soc. Bot. Genève 1924, 16). - Derselbe: Sur l'état rhizopodial des haustorioms du *Cuscuta europaea*.

2) MIRANDE, M., Recherches physiol. et anatom. sur les Cuscutacées, Thèse, Paris 1900.

3) PEIRCE, Ann. of Botan., 1894, vol. 8, 105.

4) WEHMER, Zur Frage nach dem Fehlen oxalsaurer Salze in jungen Frühjahrsblättern, wie bei einigen phanerogamen Parasiten; Landw. Versuchsstation 1892.

5) STAHL, Zur Physiol. und Biologie der Exkrete, Flora 1920, 13. Band.

6) MOLLIARD, Cultures saprophytiques de *Cuscuta monogyna*; Compt. rend.

Über seine Arbeit liegt nur der Bericht über den Einfluss der verschiedenen Düngungen auf die Wirtspflanzen vor.

Deshalb wurde im Sommer 1923 in der gleichen Anordnung die Arbeit wiederholt. Als Böden wurden benutzt: Feiner Quarzsand, Torfmoor und ein kalkarmer, grobkörniger Quarzsand. Es wurden vier Serien aufgestellt und jede dieser Serien mit einer anderen Nährlösung begossen, deren Zusammensetzung durch Steigerung und Fortlassung von Ca-Salzen und N-Düngung in verschiedener Form variiert wurde. Die fünfte Serie erhielt die nötigen Salze dem Boden beigegeben, überdies noch Tricalciumphosphat, die sechste Serie eine vollständige Nährsalzdüngung (ebenfalls dem Boden beigegeben). In jeder Serie, welche vier Töpfe umfasste, erhielten zwei Töpfe je 10 g CaCO₃. Mangels keimfähiger Samen von *Cuscuta trifolii* führte in diesem Jahre nur der Versuch mit *Cuscuta epilinum* auf Lein zu einem Ergebnis, weshalb im Sommer 1924 ein anderer, nach den gemachten Erfahrungen verbesserter und erweiterter Versuch, aufgestellt wurde. Es sollten steigende Mengen von Calcium als Carbonat und Sulfat gegeben werden, um zu sehen, ob bei einem und bei welchem Grade der Kalkung sich eine Wirkung auf den Schmarotzer zeige, und ob die Reaktion des Bodens eine Rolle spiele. Ausserdem wurden Serien aufgestellt, welche saures oder neutrales Natriumphosphat, ferner einige, welche physiologisch saure oder physiologisch alkalische Stickstoffdüngung (welches nach LAURENT ebenfalls dem Gedeihen der *Cuscuta* förderlich ist), sowie einige, welche mit steigenden Kalkcarbonatmengen steigende Mengen Phosphor, Stickstoff oder Kalium enthielten.

Das Bodenmaterial.

Am schwierigsten war es, ein Kulturmedium zu finden, welches kalkarm war (die ganze Umgebung Münchens hat bekanntlich kalkreichen Boden, bis auf das Vorkommen einiger Lehmböden, welche aber bearbeitet werden) und doch die physikalischen Eigenschaften eines natürlichen Bodens hatte. Zu diesem Zwecke wurde ein lehmiger Sandboden aus einer Sandgrube bei Freising gewählt, der einigermaßen die physikalischen Eigenschaften eines Ackerbodens hatte und doch kalkarm war. (Salzsäureauszug ergab 0,02 % Calciumgehalt als CaO berechnet). Dazu wurde, um möglichst unabhängig von unberechenbaren Faktoren des Bodens die Wirkung der Düngung zu studieren, eine Serie reiner, feinstkörniger Quarzsande (0,004 % CaO) aufgestellt.

Die Grunddüngung.

Die überall gleichgehaltene Grunddüngung war die bei PFEIFFER ¹⁾ als "arm an Stickstoff-freien Salzen" angegebene für Quarzsand-Kulturen:

0,272 g KH₂PO₄ 0,075 g KCl 0,096 g MgSO₄,

dazu noch etwas FeCl₃; statt der angegebenen Menge Kalknitrat wurde, um die Reaktion in keiner Weise zu beeinflussen, folgende Mischung des physiologisch sauren Ammoniumchlorides (NH₄Cl) und des physiologisch alkalischen Natriumnitrates (NaNO₃) gegeben: 0,383 g NH₄Cl + 1,13 g NaNO₃, bei welchem Verhältnis (nach CARSTEN OLSEN) sich die Reaktions-Beeinflussungen ungefähr aufheben.²⁾

Diese Salze wurden behufs möglichst gleichmässiger Verteilung einzeln in angemessenen Mengen aq. dest. gelöst, dem trockenen Boden zugesetzt und gut mit ihm durchmischt. Diese Mischung erfolgte in einem Schaff für je eine Serie. Eine Serie umfasste drei gleich behandelte Gefässe. Der Freisinger Boden war vorher durch Sieben von grösseren Steinen befreit worden.

1) PFEIFFER, Der Vegetationsversuch. Berlin 1918.

2) CARSTEN OLSEN, Studies on the Hydrogen Ion-Concentrations of the soil and its significance to the vegetation. Compt. rend. Laboratoire Carlsberg, Copenhagen 1923 Band 13, Nr. 1.

Die Gefässe.

Die Gefässe konnten, da es nicht den Erntehöchstwert der Düngungen festzustellen galt, ziemlich klein sein. Es waren gewöhnliche Blumentöpfe, 15 cm hoch, 13 cm breit (oberer Durchmesser), sog. Ananas-Töpfe. Sie fassten 1800 g trockenes Bodenmaterial. Der Versuch des Vorjahres hatte gezeigt, dass man mit dem normalen Nährsalz-Zusatz auch in so geringem Bodenvolumen normale Pflanzen erhalten konnte, was für unsern Versuch genügte.

Die Serien waren, je in Quarzsand und Freisinger Boden, folgende:

I) 0	% Calciumcarbonat (CaCO ₃)	0,5	% Calciumcarbonat (CaCO ₃)	
	0,02 %	"	4	% "
	0,1 %	"	8	% "
II)	Dieselbe Anordnung für Gips (CaCO ₄).			
III)	Zusatz zur Grunddüngung			
	von 0,2 g prim. Calciumphosphat (Ca H ₄ PO ₄),)	Ungefähr berechnet nach	
	" 0,2 g Gips (Ca SO ₄))	LAURENTs Düngungsversuch.	
	" 0,5 g prim. Natriumphosphat. (NaH ₂ PO ₄).)		
IV)	1,3 g Chilisalpeter (Na NO ₃), physiologisch alk.))	Beide Gaben erwiesen	
V)	2 g " " " " " " " " " " " ")	sich als zu hoch.	
VI)	1,5 g Ammoniumchlorid (NH ₄ Cl), physiol. sauer)	do.	
VII)	2 g " " " " " " " " " " " ")	do.	

Die folgenden Serien umfassten nun je 2 Gefässe.

VIII)	0,1 % Calciumcarbonat (Ca CO ₃)	+ 0,27 Na H ₂ PO ₄
IX)	0,1 % " " " "	+ (1,81 Na NO ₃ + 0,48 NH ₄ Cl)
X)	0,1 % " " " "	+ (0,29 g KCl)
XI)	0,5 % " " " "	+ 0,54 g Na H ₂ PO ₄
XII)	0,5 % " " " "	+ (2,19 Na NO ₃ + 0,58 NH ₄ Cl)
XIII)	0,5 % " " " "	+ 0,58 KCl
XIV)	4 % " " " "	+ 1,08 Na H ₂ PO ₄
XV)	4 % " " " "	+ (0,76 NH ₄ Cl + 2,86 Na NO ₃)
XVI)	4 % " " " "	+ 2,46 KCl.

Diese Düngungsreihen waren für Klee und Wicke gleichmässig angeordnet.

Die Wasserversorgung.

Die Töpfe waren, um ein Abschwemmen der Salze zu verhindern, unten geschlossen. Während einer heissen und trockenen Witterungsperiode wurden die Töpfe in Untersätze gestellt, welche mit Wasser gefüllt wurden.

Jeder Topf erhielt zunächst täglich 50 - 100 ccm aq. dest. (je nach der Feuchtigkeit der Luft). Später zog ich vor, grössere Mengen (200 - 250 ccm) auf einmal zu geben und nicht täglich zu giessen. Von Wägungen konnte bei unserer Fragestellung Abstand genommen werden. Die erforderlichen grossen Mengen aq. dest. erhielt

 Vermerk: Wenn der Boden weniger als 0,1 % Kalk enthält, soll nach LAURENT die Mittel nicht mehr vorkommen: In der Tat zeigte sich für den Freisinger Boden (lehmi-ger Sand) diese Kalkmenge als eine Art Umschlagzahl, d.h. unterhalb derselben (0,02 %, 0 % Ca CO₃) hatten die Kalkgaben ziemlich gleichförmige Wirkung (wie später noch näher ausgeführt wird) und oberhalb derselben (0,5 %, 4 %, 8 % Ca CO₃) waren die Bodeneigenschaften unter einander in gleicher Weise verändert, d.h. eine Steigerung der Kalkmenge, welche 0,5 % überschritt, änderte die durch diese Menge verursachte Bodenqualität nicht mehr wesentlich.

ten wir - zum grössten Teil dank der gütigen Bewilligung Herrn Geheimrats WILLSTÄTTER - kostenlos vom Staats-Laboratorium geliefert. Die Reaktion des Wassers wurde, wenn nötig, durch Mischen mit CO_2 gesättigtem Wasser dem des Regenwassers (pH_5 , 6) gleich gemacht.

Die Aussaat der angekeimten Wicken- und Kleesamen erfolgte Mitte Mai.

Bestimmung der Bodenreaktion in den Serien.

Ungefähr 10 Tage nach der Aussaat wurde die aktuelle Azidität der Böden der wichtigsten Serien festgestellt.

Die Messung des pH unserer Böden wurde mit dem von SALLINGER verbesserten ARRHENIUSschen Apparat (Indikator-Methode) ausgeführt. Ich benützte diese Gelegenheit, Herrn Dr. DALLINGER vom Bodenkundlichen Institut für seine freundliche Hilfeleistung bei diesen Bestimmungen sowie Unterstützung in sonstigen chemischen Fragen herzlichst zu danken.

b) DIE ERGEBNISSE DES VEGETATIONSVERSUCHES.

Die Versuchspflanzen waren: im ersten Versuch Lein mit *Cuscuta epilinum*, im zweiten Rotklee mit *Cuscuta trifolii* und *Vicia sativa* mit *Cuscuta viciae*. Die Wickenseide tritt im Ries bei Nördlingen sehr häufig auf und richtet in Bohnen- und Wickenfeldern oft bedeutenden Schaden an. Es soll dort unter den Bauern die Ansicht bestehen, dass die Wickenseide nur auf manchen Böden vorkomme. Da die Böden dortselbst (nach der liebenswürdigen Auskunft von Landwirtschaftsrat ZELLER) meist Lehmböden von geringem bis mittlerem Kalkgehalt sind, Anbauversuche aber mit *Cuscuta viciae* in der Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz im kalkreichen Münchener Boden wenig Erfolg hatten, lag die Vermutung nahe, dass die Wickenseide im Gegensatz zur Kleeseide kalkfliehend sei.

Einwirkung der Dünger auf den Boden.

Der feine Quarzsand ($\text{pH } 7,48$) und der Freisinger Boden ($\text{pH } 5,2$) reagierten ausserordentlich verschieden auf die sogenannten Düngungen. Der Freisinger Boden gehört, trotz seiner sauren Eigenschaften, zu jenen Böden, auf welche, wenigstens für manche Pflanzen, höhere Gaben von Kalkcarbonat (CaCO_3) sehr ungünstig einwirken, welche dagegen sehr dankbar für Ca-Zufuhr in Form von Gips (CaSO_4) sind. Dieser letztere wirkte sowohl für Klee als auch für Wicke sehr günstig, während die schädigende Wirkung von CaCO_3 nur bei Klee zutage trat; 0,02 % CaCO_3 und besonders 0,1 % förderten zwar noch den Klee im Vergleich zu dem ganz ohne Kalkdüngung belassenen Freisinger Boden. Eine Gabe aber von 0,5 % förderte nicht mehr; 4 % CaCO_3 erzeugte vollkommenen Zwergwuchs; der Boden erschien ganz versteinert. Dagegen hat eine Zugabe von saurem Natriumphosphat (1,08 g) auch bei 4 % CaCO_3 ein ausgezeichnetes Wachstum ermöglicht.

Erwähnenswert ist ferner, dass bei 0,1 % CaCO_3 -Gabe, die allein gegeben nur geringe Besserung des Wachstums wie erwähnt ergeben hatte, eine Zugabe von 0,27 gr. saurem Natriumphosphat des Maximum des Klees für diese Bodenart erzielte. Aber auch mit Kalium oder Stickstoff kombiniert brachte diese Kalkgabe guten Wuchs hervor. Das pH (die aktuelle Säure) des Bodens hatte hier nicht eine ausschlaggebende Bedeutung, denn jene Serien, deren Düngung ohne jede Hemmung den Pflanzen sehr gutes Wachstum ermöglichten, hatten, gemessen nach 10 Tagen Vegetation, folgendes pH:

4 % Gips		pH 5,05)	
0,1 % CaCO_3 + 0,27 NaH_2PO_4		pH 6,04)	gutes Wachstum.
4 % CaCO_3 + 1,08 gr "		pH 8,15)	
hingegen:				
4 % CaCO_3	allein	pH 8,15)	
8 % CaCO_3	allein	pH 8,15)	schlechtes Wachstum.

Änderung der Reaktion im Boden.

Ich habe eine Änderung der Reaktion im Laufe der Vegetation sowohl für Gips als auch Calciumcarbonat beobachtet. Diese Änderung ging, sowohl im Quarzsand als Frs Bd. auf einen in der Nähe von 6,0 pH gelegenen Punkt zu, gleichviel ob die Reaktion anfänglich mehr alkalisch (wie bei CaCO_3) oder mehr sauer (wie bei Gips) gewesen war, ein Umstand, welcher beachtenswert ist. Diese Neigung haben HOAGLAND¹⁾ und ARRHENIUS²⁾ auch für Nährlösungen anderer Zusammensetzungen angegeben. ARRHENIUS gibt z.B. für seine Nährlösungen den Punkt pH 6 an. (Es ist beachtenswert, dass der ziemlich konstante Wert des gefundenen Aziditätsgrades im Safte der Pflanzen bei meinen Kulturen pH 6,4 war. Diese Beobachtung erinnert an die in der tierischen Physiologie gemachte, nach der lebende Objekte (z.B. lebende Muskeln) das pH der sie umgebenden Lösung auf ein bestimmtes, ihnen eigentümliches einzustellen suchen.

Die festgestellten Änderungen waren:

TABELLE I.

Änderung der Bodenreaktion im Laufe der Vegetation.

4 % Gips	27. Mai	pH 5,05	4 % Gips	27. Mai	pH 7,15
	10. Juli	" 6,07		28. Juli	" 6,2
4 % CaCO	27. Mai	" 8,13	4 % CaCO	27. Mai	" 8,04
	10. Juli	" 7,93 +)		28. Juli	" 7,03

+) Das Wachstum des Klees war hier so schwach, dass die Änderung der Reaktion vielleicht auch deshalb weniger gross war.

Einwirkung der Dünger auf die Wirtspflanzen.

a) Klee.

Im Quarzsand gedieh der Klee trotz dessen ausserordentlich geringen Kalkgehalts (0,004 %) auch ohne jeden Ca-Zusatz vorzüglich. Es dürfte das die sich durch die Arbeit von ARRHENIUS³⁾ aufdrängende Vermutung bestätigen, dass der Ca-Bedarf einer Pflanze nicht eine gleichbleibende Grösse, sondern eine Funktion der Reaktion des Substrates und wahrscheinlich vieler anderer Faktoren ist. Aber auch 4 % Gips wirkte hier vorzüglich und selbst 4 % CaCO_3 brachte anfangs keine Schädigung hervor. Nach ungefähr 8 Wochen trat ein Hellgrün- und Gelblichwerden der Blätter in allen Quarzsandserien ein. Es ist wahrscheinlich, dass in dieser Zeit die Knöllchenbildung sich vollzog; denn auch im Quarzsand trat, wie ich auch schon in Versuchen des Vorjahres beobachtet hatte, ohne Impfung schwache Knöllchenbildung ein, im Freisinger Boden jedoch ging diese Periode fast unmerklich vorüber. Nach und nach wurden die Blätter wieder grün, was ungefähr 3 Wochen in

1) HOAGLAND, Relation of nutrient solution to composition and reaction of cell sap of barley (Botan. Gazette 1919, Bd. 68).

2) ARRHENIUS, Absorption of nutrients and plant growth in relation to Hydrogen-Ion-Concentration (Journ. of Gen. Physiol. 1922. Vol.5).

3) ARRHENIUS, wie vor.

Anspruch nahm. Nur die Serie 4 % CaCO_3 erreichte nur ein sehr helles Grün. Viele Blätter wurden wieder gelb, der Nachwuchs war ausserordentlich spärlich. Dennoch habe ich auch an dieser Serie, wenn auch in geringem Masse, Knöllchen gefunden. Aber auch an sehr gut gedeihenden Pflanzen, z.B. in 8 % Gips, war die Knöllchenbildung sehr gering; so hat auch KAPPEN ¹⁾ festgestellt, dass in seinen Versuchen die Knöllchenbildung bei der Chlorose der Lupine keine Rolle gespielt habe. Kalkkarbonat-Düngung (wenigstens bei Anwendung des chemisch-reinen Praecipitats) hatte demnach bei keiner der beiden Bodenarten guten Erfolg. Die Phosphatdüngung war, wie schon erwähnt, etwas zu hoch gegeben worden (in Quarzsand machte überhaupt jede höhere Salzkonzentration gutes Wachstum unmöglich). Nach längerer Zeit starker Hemmung der Pflanzen brachte sie jedoch im Freisinger Boden recht gute Wirkung im Vergleich zu ungedüngtem Boden hervor. Doch konnten sich die Pflanzen von diesen Serien nicht mit denen der Serien, welche Gips oder Kalk + Phosphor-Düngung erhalten hatten, messen. Der Unterschied zwischen der Wirkung des sauren Phosphats ($\text{Na H}_2 \text{PO}_4$) und dem alkalischen Phosphat ($\text{Na}_2 \text{H PO}_4$) war bei Klee gering, ein wenig zu Gunsten des alkalischen Phosphats sprechend. Die saure Phosphatdüngung gab dem Klee ein saftiges Aussehen, wie überhaupt die verschieden gedüngten Kulturen sich oft so sehr an Höhe, Blattzeichnung und Blattformen unterschieden, dass man verschiedene Arten vor sich zu haben glaubte, bis gegen Ende der Vegetation sich diese Unterschiede mehr verwischten.

b) Wicke.

Die Wicken waren im allgemeinen viel toleranter gegen die Düngung, sie wuchsen auch bei höheren CaCO_3 -Gaben noch recht gut, erreichten aber ihr Maximum im Quarzsand und Freisinger Boden durch Gips. Im Freisinger Boden überdies auch noch (nach anfänglicher Hemmung) durch die Düngung mit saurem Phosphat (NaH_2PO_4) und mehr noch mit alkalischem Natriumphosphat (Na_2HPO_4). Stickstoff-Düngungen als $\text{NH}_4 \text{Cl}$ wirkten sehr ungünstig. Diese beiden Serien, welche neben einander standen, fielen durch ihr verschiedenes Aussehen auf: die Wicken mit NH_4Cl saftig und breitblättrig, die mit Na NO trocken und schmalblättrig.

Dieser Art hatte sich der Einfluss der Düngung auf die Wirtspflanzen (des Hauptversuches) gezeigt. Es folgt nun ein Überblick über die Ergebnisse des Vegetationsversuches mit dem Parasiten.

Einwirkung der Düngung auf die Parasiten.

1. Der erste Versuch, Sommer 1923, mit *Cuscuta epilinum*.

Es war weder zwischen den verschiedenen Serien, noch innerhalb derselben zwischen den gekalkten und kalkfreien Gefässen irgend ein auffälliger Unterschied zu merken. Die Seide wuchs bald am Flachs in diesen, bald in jenen Serien besser, ohne dass sich ein Schluss über die Düngungswirkung daraus hätte ableiten lassen, z.B.

Tabelle II.

Cuscuta epilinum an Flachs in Sandkultur mit oder ohne Kalkdüngung.

Düngung	Zugabe von 10 g Ca CO_3 .	Topf Nr.	Wachstum der <i>Cuscuta</i> .
Serie II mit Knop'scher Nährlösung gegossen	ja	3	schwach
	nein	4	schwach
	ja	8	gut
	nein	7	gut

1) KAPPEN und JAPPE, Die Azidität d. Pfl.-Säfte unt. d. Einfl. e. Kalkdüng. Ldw. V. S. Berl. 1919.

Tabelle II cont.

Düngung.	Zugabe von 10 g Ca CO ₃ .	Topf Nr.	Wachstum der Cuscuta.
Serie III	ja	3	schwach
Nährlösung ohne Ca, aber mit Stickstoff	nein ja nein	4 8 7	mittel mittel gut
Serie I	ja	3	mittel
Nährlösung ohne Ca und ohne Stickstoff	ja nein nein	8 7 4	sehr gut gut gut

In allen Serien war das Wachstum der *Cuscuta* stark genug, den Flachs zu töten. das bessere oder schlechtere Wachstum war in der Mehrzahl der Fälle bedingt durch den besseren oder schlechteren Stand der Wirte; es wurde aber auch oft an Pflanzen in ein und demselben Gefäss durch den Wirt oder Parasiten individuelle, nicht feststellbare Eigenschaften beeinflusst. Dass die Flachsseide den Kalk nicht zum Wachstum braucht, ist jedenfalls aus Serie I (in Tabelle II) zu ersehen. Es wäre dies auch wahrscheinlich, da der Flachs zu den gegen höhere Kalkungsgrade empfindlichen Pflanzen gehört, doch konnte das Gegenteil auch nicht festgestellt werden. Meist erreichte die Seide annähernd das Doppelte an Länge ihres Wirtes, gemessen von einer Haustorienansatzstelle der *Cuscuta* aus.

Tabelle III.

Erreichte Längenmasse von *Cuscuta trifolii* an verschieden gedüngten Leinpflanzen im Verhältnis zur Länge derselben.

Boden.	Düngung.	Wirtslänge.	Cuscutalänge.
Sand	Nährlösung ohne N und Ca	35	70
Sand	" + 10 g Ca CO ₃	30	59
Torf	Volldüngung	59	82 (sehr dick)
Torf	" + Ca ₃ (PO ₄) ₂	52	90

Der Flachs war insofern nicht normal, als er an Stäben aufgebunden werden musste. Die *Cuscuta* erreichte an ihm jedenfalls ausserordentliche Länge von einem Ernährungspunkt aus (90 cm und mehr), war aber trotzdem grünlich gefärbt.

Der neue Versuch im Sommer 1924 enthielt, wie angegeben, die fraglichen Faktoren in Staffeln, eine grössere Anzahl gleich behandelter Gefässe und genaue Feststellung der Bodenreaktion.

2. Der Versuch mit *Cuscuta viciae*.

Cuscuta viciae gehört nach den Feststellungen KINZLS¹⁾ zu den Pflanzen, deren Samen nur nach Einwirkung von Frost reichlich keimen. Die Samen wurden daher auf feuchter Unterlage in mit Papier umhüllte Schalen dem Frost ausgesetzt und

1) KINZI Frost und Licht bei der Samenkeimung, Stuttgart 1916.

waren längere Zeit hindurch festgefroren. Sie keimten sehr reichlich. Dass die Wirkung des Frostes in diesem Falle in einer Einwirkung auf die Schale besteht, wird dadurch wahrscheinlich gemacht, dass auch Beizung mit konzentrierter H_2SO_4 (20 bis 30 Minuten lang) schon nach 8 Tagen reiche Keimung herbeiführte. KINZL¹⁾ hat ferner für *Cuscuta europaea* beobachtet, dass die Beschaffenheit der Unterlage nicht ohne Einfluss auf die Keimung ist; mindestens hat diese Beschaffenheit nach Durchbrechung der Samenschale Einfluss auf die Lebensdauer und Weiterentwicklung des Keimlings. Es war daher zu untersuchen, ob die Düngung vielleicht hier schon einen Einfluss nehme. Es wurden deshalb einige der Samen in den wichtigsten Serien (4 % $CaCO_3$; 4 % $CaSO_4$; $NH_4 Cl$; $Na NO_3$) des Freisinger Bodens in den Boden gelegt und mit einer ganz geringen Bodenschicht überdeckt. Sie sind überall aus dem Boden herausgekeimt. Die Keimung selbst wurde also nicht gehemmt. Bei NaH_2PO_4 wurde der Versuch in der Petri-Schale ausgeführt; es ergab sich ebenfalls keine Keimungshemmung.

Die Wicken waren 8 - 10 Tage alt, als die erste Infektion ausgeführt wurde, welche nach Bedarf wiederholt wurde.

Das Anlegen der *Cuscuta*-Keimlinge an die Stämmchen vollzog sich besonders in den Quarzsand-Serien ohne Schwierigkeit, nur in einzelnen der Serien des Freisinger Bodens, besonders in $NH_4 Cl$ und $Na NO_3$ mussten die Keimlinge immer wieder erneuert und den Stämmchen genähert werden. Die Farbe der Cuscuten war in den Sandserien an der Ansatzstelle der Haustorien meist ein leuchtendes Rot, was sich weiter entfernt davon wieder verlor und in schwaches Gelblichgrün überging. An den Wicken des Freisinger Bodens, auch wo dieselben mehr im Licht standen, war das Grün etwas intensiver und das Rot etwas blasser. Später verlor sich in allen Sorten die rote Farbe. Diese Grünfärbung zeigt, dass hier trotz guten Wachstums irgend ein Umstand der Wickenseide nicht bekömmlich war. Es dürften wohl die Licht- und Temperaturverhältnisse im Glashauss gewesen sein. Das Wetter war während des ganzen Versuches sehr warm. Die Infektion wurde am 23. Mai ausgeführt; Haustorienbildung trat meist um den 3. Juni ein. Nach ungefähr drei Wochen, bald etwas früher, bald etwas später, trat als Symptom der Schädigung ein Gelbwerden der Blätter bei den befallenen Wicken auf, bald darauf Welken und Blattfall. Ähnlich beschreibt MIRANDE die Symptome bei *Deutzia orenata*, welche von *Cuscuta* befallen war. Unmittelbar darauf wurden auch die Cuscuten schlaff und welk und gingen nach vorheriger, nicht sehr reichlicher, Blütenbildung ein. Es folgt eine Übersicht über die wichtigsten Serien. Die Staffeln unterschieden sich nicht besonders von den in der Tabelle angeführten Serien.

Tabelle IV.

Cuscuta viciae an *Vicia sativa*. Frs. Bd.

Düngung.	Boden-Reaktion.	Topf-Nr.	Höchstmass des Wirtes		Stand d. Wirtes.	Stand d. Parasiten.
			Stamm	Blatt		
Grunddüngung ohne $CaCO_3$	pH 6,4 " "	1	43 cm	3-4,5 cm	normal gt.	1 Expl. gut,
		5	35 "	" "	teilweise eingegang.	and. gehen ein
			35 "	" "	schwach	entspr. spärlich.
Grunddüngung + 4% $CaCO_3$	pH 8,13 " "	3	43,4"	4 "	norm. gut	reich
		5	28 "	4 "	kräftig	mittel
		4	39 "	4 "	kräftig, ab.trock.	schwach

1) KINZL, Über einige bemerkenswerte Keimungsverhältnisse der Seidesamen. Naturw. Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, Bd. 1, S. 104.

Tabelle IV cont.

Düngung.	Boden-Reaktion.	Topf-Nr.	Höchstmass des Wirtes		Stand d. Wirtes.	Stand d. Parasiten.
			Stamm	Blatt		
Grunddüngung	pH 5,08	3	51 cm	5,5 cm	schön	reich
+ 4 % Gips	" "	1	49 "	4,8 "	schön	mässig
"	" "	2	50 "	4,5 "	schön	mässig
Grunddüngung	" 5,71	2	42 "	4 "	schön	anf. gehemmt,) dann reich u.) stark.)
"	" "	3	58 "	4,5 "	sehr)	s. schlecht,)
"	" "	1	45 "	4 "	schön)	welkt imm. wd.) erst gehemmt,) später gut.)
Grunddüngung	" 6,5	3	45 "	4 "	sehr	sehr reich, ab.
+ Na ₂ HPO ₄	" "	2	60 "	5 "	schön	auch erst geh.
"	" "	1	45 "	5 "	dto.	dto.
"	" "	1	45 "	5 "	dto.	dto.
Grunddüngung	" 6,04	1	36 "	3 "	klein u.	nicht ganz
+ Na NO ₃	" "	3	43 "	3,8 "	spärl.	schlecht +)
"	" "	4	30 "	3 "	dto.	kräftlich +)
"	" "	4	30 "	3 "	dto.	dto.
Grunddüngung	" 6,36	4	38 "	4,5 "	erst star-	einige starke
+ NH ₄ Cl	" "	2	39 "	5 "	kes Zurück-	Expl., andere
"	" "	1	39 "	5 "	bleiben,	gehen immer
"	" "	1	39 "	5 "	spät. Bess.	wieder ein.
Grunddüngung	pH 8,21	2	51 "	3,8 "	gut, aber	schwach
+ 4 % CaCO ₃)	"	1	44,4 "	4 "	etw. hoch	mässig
+ 2,46 g)	"				u. trock.	
KCl)	"					

+) Hier überlebte je eine Pflanze den Parasiten.

Es ist schwer, sich aus den angeführten Daten ein Urteil über den Einfluss der Düngung zu bilden, schon deswegen, weil immer wieder individuelle Hemmungen bei den Parasiten auftreten und in Glashaus-Versuchen nicht genügend Pflanzen zur Verfügung stehen, um eine Durchschnittsurteil zu bilden. Dass individuelle Unterschiede, etwa der Wirtspflanzen, bedeutende Änderungen der Zusammensetzung der Pflanzen hervorbringen können, zeigen die Untersuchungen von HURD¹⁾, welche die Unterschiede, z.B. im Säuregehalte, von Pflanzen aus gleichen Gefässen, aber mit verschieden gutem Wachstum, grösser fand, als die von verschiedenen Sorten. Überdies hat der Glashausversuch bei dem Vorteil der besseren Überwachung den Nachteil, dass er unnatürliche Verhältnisse in Licht und Temperatur schafft, welche

1) HURD, Azidity of corn and its relations to vegetation vigor, Journal Agricult. Research 1923, Bd. 25.

das Ergebnis stark beeinflussen.

Immerhin hatte ich während der Kultur den Eindruck, dass, wo die Düngung einen harten, trockenen Wickentypus hervorbrachte (Natriumnitrat, 4 % Calciumcarbonat, 4 % Calc.-Carbonat + Kaliumchlorid) der Schmarotzer etwas gehemmt war. Diese Hemmung liesserte sich durch die geringe Länge und Stengeldicke des Schmarotzers, welchen ohne erkennbare Ursache und Eingehen eines Triebes, dem aber meist Wiederaustrieb an einer anderen Stelle folgte; jedoch auch Phosphat- und Ammoniumchlorid-Düngung (letz des saftigen Charakters der damit behandelten Wicken) führten ebenfalls eine solche Hemmung herbei. Die Hemmung kann hier aber überwunden werden und man konnte dann zum Teil sehr gutes Wachstum des Parasiten in diesen Serien beobachten. Diese Ergebnisse stehen in keinem Widerspruch mit den Ergebnissen LAURENTs, wenn sie dieselben auch nicht gerade auffällig bestätigen. Auch in seinem Versuch zeigte die Wirtspflanze (dort Klee) durch Phosphatdüngung einen veränderten Habitus (dem, wie später ausgeführt wird, auch innere Veränderungen entsprechen), und das Wachstum des Parasiten eine bedeutende Verzögerung gegenüber dem der anderen Serien. Schliesslich erlagen aber auch diese Pflanzen der Kleeseide, woraus zu ersehen ist, dass die Hemmung überwunden worden war. - Ebenso wie er habe auch ich für die Gipsdüngung einen günstigen Einfluss auf Wirt und Schmarotzer festgestellt. Hingegen weichen meine Versuchsergebnisse darin von denen LAURENTs ab, dass im Glashausversuch die Unterschiede viel weniger augenfällig waren, als LAURENT sie beschreibt. Festzuhalten ist jedenfalls, dass Phosphatdüngung bei Wicke keine durchgängige und andauernde Immunität gegen Seidenbefall herbeiführen kann. Ob das auch für den Feldversuch gilt, ist nicht zu entscheiden. Was den Kalkgehalt des Bodens und den Zusammenhang mit dem Wachstum der Wickenseide in freier Natur betrifft so war Landwirtschaftsrat ZELLER von Nördlingen so liebenswürdig, mitzuteilen, dass bei 0,29 % sowie 0,6 % Kalkgehalt des Bodens (Reaktion schwach sauer und neutral) noch starker Befall durch *Cuscuta viciae* aufgetreten ist. Auch zwischen Bodenreaktion und Befall konnte er bisher keinen Zusammenhang feststellen.

Von den Serien in Quarzsand eine Übersicht zu geben, kann unterbleiben, da sie sich nur in wenigen Punkten von denen im Freisinger Boden (was die Vegetation des Parasiten anbetrifft) unterschieden. Die *Cuscuta* war durchaus am reichsten an den mit Gips behandelten Pflanzen entwickelt. Die Hemmung der *Cuscuta viciae* durch Stickstoff sowie durch Phosphatdüngung war bei den Pflanzen der Quarzsandreihen noch weniger auffallend als bei denselben im Freisinger Boden. Das Wachstum der Wirtspflanzen selbst war übrigens in den mit Stickstoff und Phosphat gedüngten Sandserien schlecht, sodass sie zum Vergleich wenig geeignet waren.

VERSUCH MIT *CUSCUTA TRIFOLII*.

Das Wachstum des Klees, der am 15.5 gesät worden war, ging zunächst sehr langsam und wenig freudig vor sich; es waren so grosse Unterschiede zwischen den Serien, dass man den Einfluss der Düngung auf den Schmarotzer bei dem ungleichen Stand der Wirtspflanzen nicht von dem durch das Wachstum der Wirte bedingten Einfluss hätte unterscheiden können. Erst Anfang Juli trat ein Umschwung ein, und die meisten Serien hatten normale, zum Teil sehr gute Pflanzen. Von Mitte bis Ende Juli wurde angekeimte Kleeseide unter sie gebracht. Auch hier hatte Phosphatdüngung keinen Einfluss auf die Keimung gehabt, wie in einem separaten Versuch festgestellt wurde. Die ganze Zeit vor und während der Infektion herrschte trübes, kühles Wetter. Die Seidenkeimlinge legten sich auch an und bildeten Haustorien, gingen aber entweder gleich danach wieder ein oder bildeten aus dieser Ansatzstelle heraus zahllose, ganz dünne Seitentriebe. Diese verbreiteten ein dünnes Geflecht zwischen den Stengeln am Boden und verblieben in diesem Zustand ohne kräftiger zu werden und sich weiter auszubreiten. Untersuchung von Schnitten zeigte, dass die Haustorien das Wirtsgewebe vollkommen durchdrungen hatten, dass also vielleicht Ernährungsverhältnisse ihnen unzutraglich waren. Nachdem immer wieder die Keimlinge erneuert worden waren, gab ich Ende August die Hoffnung auf, auf diese Weise *cuta*-Kulturen zu erhalten. Da man vermuten konnte, die späte Zeit der Infektion

wäre die Ursache dieses Verhaltens, dass etwa die inneren Verhältnisse des Klees um diese Zeit nicht mehr für *Cuscuta*-Keimlinge geeignet seien, wurde von einer üppigen *Cuscuta*-Kultur im Nymphenburger botanischen Garten auf Klee, der meiner Kleekultur gleichaltrig war, Spross-Enden der Kleeseide abgeschnitten und in meine Kleekulturen verteilt. Es ist ja bekannt, dass auf freiem Felde *Cuscuta*-Befall leicht durch verschleppte Spross-Stücke entstehen kann. In der Tat legten sich diese Stücke um die Kleestengel und bildeten zum grössten Teil Haustorien. Danach aber war das Verhalten fast durchweg das gleiche wie das der *Cuscuta*-Keimlinge: Entweder sofortiges oder nach kurzer Vegetation Eingehen, oder Bildung der zahlreichen dünnen Verzweigungen. Die meisten hatten eine hellgrünlich-gelbe Farbe. Ich habe eine *Cuscuta*, welche an einem gesunden Stengel (Serie IV 0 % CaCO_3 + Quarzsand) nach spärlicher Vegetation zu welken anfang, untersucht. Statt des Stärkegehaltes, der in *Cuscuten*, die sich an anderen Pflanzen immerhin längere Zeit am Leben hielten und noch nicht welkten, so hoch war, dass sich das der Haustorien-Ansatzstelle folgende Stück mit Jod-Jodkalium tiefblauschwarz färbte, fand ich die Zellen vollgepfropft mit Tröpfchen, wahrscheinlich Öltröpfchen. MIRANDE beobachtete solche an *Cuscuten*, welche auf *Atropa Belladonna* und *Datura* schwarötzten und sich hier anscheinend gegen einen ihnen schädlichen Faktor wehren mussten, allerdings dabei üppig wucherten. Vielleicht ist dies immer ein Symptom von Ernährungsstörungen.

An den Hauptserien fristeten also einige *Cuscuten* ein spärliches Leben; immerhin vermochten sie noch zu einigen interessanten Beobachtungen zu dienen. Ihr Wachstum war nämlich um nichts geringer am Klee, der mit Phosphor gedüngt war, als auf solchem mit Gips- oder Stickstoff-Düngung oder ganz ohne CaCO_3 . Bei sekundärem Phosphat entwickelte sich sogar ein stärkeres Exemplar. Merkwürdig aber war, dass nur an dem Klee, der in Quarzsand mit 4 % CaCO_3 ein siechendes Wachstum führte, die Seide die ihr angemessene Farbe, ein kräftiges Rot und normale Länge und Dicke erreichte. Allerdings währte ihr Wachstum auch hier bei dem matten Zustande des Wirtes nicht lange, und auch hier überlebte der Wirt den Schwarötzer. Aber selbst an einer ganz hellgelben Pflanze mit fast vertrockneten Blättern brachte die *Cuscuta* es zu einem gesunden, wenn auch nur kurz währenden Wachstum. Dieses auffallende Verhalten auf dem anomalen gegenüber dem gesunden Klee veranlasste mich, den Glucosegehalt der gesunden und kranken Pflanz, dem MIRANDE (siehe oben) so grosse Wichtigkeit für den Parasiten zuschreibt, zu untersuchen, ob er vielleicht bei dieser natürlichen Immunität meiner Kleekultur eine Rolle spiele. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden im Anschluss an die übrigen angeführt werden, welche zur Prüfung der Veränderlichkeit einiger die Zusammensetzung der Pflanze bestimmender Faktoren angestellt wurden.

III. UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN EINFLUSS DER DÜNGUNG, BESONDERS DER CALCIUM-DÜNGUNG AUF DIE ZUSAMMENSETZUNG DER WIRTS-PFLANZEN.

Die Frage nach der Abhängigkeit der Parasiten vom Nährsubstrat des Wirtes interessiert auch besonders dadurch, dass bedeutende Änderungen in der Zusammensetzung des Wirtskörpers dadurch möglicherweise angezeigt würden. Soviel mir bekannt ist, wurde die Frage, welche der inneren Eigenschaften der Pflanze einer Änderung durch das Nährmedium fähig sind, noch nicht näher untersucht. Ich wollte im Wickenversuch diese Frage näher prüfen, doch war dies wegen des starken Befalls und schnellen Erliegens dieser Pflanzen nur in geringem Masse auszuführen möglich. Die anderen Untersuchungen sind am Klee vor dem Befall (mit Ausnahme der Zuckerbestimmung) gemacht worden.

Der grosse Einfluss der Düngung auf unsere Verhältnisse, nämlich Wachstum und Habitus der Pflanzen, ist bekannt; er zeigte sich nach dem Gesagten auch hier sehr deutlich. Da nun das Studium der Veränderungen der inneren Verhältnisse durch die Düngung, namentlich Calcium-Düngung, eine der Aufgaben dieser Arbeit ist, ergibt sich von selbst ein Rückblick auf die Rolle des Calciums in der Pflanze überhaupt.

Rückblick auf die Theorien über die Rolle des Calciums
in der Pflanze.

Über die Rolle des Calciums in der Pflanze herrschen bis jetzt noch geteilte Meinungen. Ich möchte hier nicht eine Zusammenfassung der zahlreichen, dieses Thema behandelnden Arbeiten geben ¹⁾, sondern nur einen kurzen Überblick über die sich aus ihnen ergebenden wichtigsten Anschauungen. Dass keine derselben bis jetzt gültige Anerkennung gefunden hat, sieht man aus der neuesten Auflage von JOST-BENECKE ²⁾ Pflanzenphysiologie: "Worauf aber seine (des Kalkes) Unentbehrlichkeit beruht, worin seine Funktion besteht, wissen wir nicht."

Der Kalk wird als Vehikel für den Stickstoff angesehen, da die Ablagerung von Kalkoxalat an Orten der Eiweiss-Synthese eine solche Aufgabe des Kalkes vermuten lässt: Der in irgend einer Form in die Pflanze aufgenommene Stickstoff soll mit dem aufgenommenen Kalk verbunden und zu den Orten der Eiweiss-Synthese befördert werden, wo der Stickstoff zu derselben benutzt, der Kalk an die beim Stoffwechsel entstehende Säure gebunden wird. Ferner entstand durch die Beobachtung der Stärkestauung bei Kalkmangel (die aber auch beim Fehlen anderer lebenswichtiger Elemente auftritt) und dem unvollständigen Verbrauch der Reservestoffe von Keimlingen, die Calcium entbehrten ³⁾, der zeitweisen Hintanhaltung der Kalkmangel-Symptome durch Zuckergaben ⁴⁾, die Meinung über die Notwendigkeit des Kalkes für den Transport der Kohlehydrate (Auflösung der Stärke). KOHL ⁵⁾ dachte sich diesen Transport sogar direkt als Kalkglycose- oder Dextrose-Verbindung.

Andere Forscher sahen die Hauptaufgabe des Kalkes darin, Bestandteile des Pflanzenkörpers (Mittellamelle der Zellwand) zu bilden. LOEW ⁶⁾ z.B. sah sie darin, einen Bestandteil des Zellkerns zu bilden, legte überdies dem Kalk als Entgifter und Aufrechterhalter des Gleichgewichtes gegenüber Magnesium-⁷⁾ und anderen Salzen eine grosse Bedeutung bei. Er vertrat mit zahlreichen Versuchen die Ansicht, dass für jede Pflanzenart das Verhältnis der im Boden enthaltenen Kalk- und Magnesia-Menge ein bestimmtes sein müsse, was er "Kalkfaktor" nannte und Anlass zu vielen Diskussionen gab.

Während RAUMER und KELLERMANN ⁸⁾ schon 1880 die Frage aufwarfen, "ob der Kalk nicht bei der Lösung der Stärke, etwa bei der Bildung eines Ferments, eine Rolle spiele und dabei selbst erst die Bildung der Oxalsäure veranlasse", sah SCHIMPER ⁹⁾ in den Symptomen des Kalkmangels Vergiftungs-Erscheinungen, entstanden durch die seiner Ansicht nach notwendig beim Stoffwechsel entstehende Oxalsäure, und die Bedeutung des Kalkes darin, sie zu binden. Diese Anschauungen wurden von DE VRIES ¹⁰⁾

1) Ausführliche Zusammenstellung unter anderem bei CZAPEK, Biochemie der Pflanzen, Jena 1920 und bei A.STUTZER, Düngekalk, Berlin 1920.

2) JOST-BENECKE, Physiologie der Pflanzen, Band I, Jena 1923.

3) J.BÜHM, Über den vegetabilen Nährwert der Kalksalze; Sitzungs-Berichte Acad. Wien, 71, 287; 1875.

4) V.GRAFE und L.PORTHEIM, Untersuchungen über die Rolle des Kalkes in der Pflanze, Sitzungsberichte Acad. Wien, Wien 1906.

5) F.G.KOHL, Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze, Marburg 1889.

6) O.LOEW, Über die physiologischen Funktionen der Calcium- und Magnesiumsalze im Pflanzenorganismus, Flora 1892, S. 381.

7) O.LOEW, Die Lehre v. Kalkfaktor, Berlin 1914 und Über die Bedeutung des Kalkes für die Ernährung der Pflanzen, Menschen und Tiere; Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft 1918, Bd. 16.

8) E.v.RAUMER und Ch. KELLERMANN, Über die Funktion des Kalkes im Leben der Pflanzen, Landwirtschaftliche Versuchsstation 25,28, 1880.

9) A.F.W.SCHIMPER, Zur Frage der Assimilation der Mineralsalze durch die grüne Pflanze, Flora 1890.

10) H.DE VRIES, Über die Bedeut. d. Kalkablager. i.d. Pfl., Ldw.Jhrb.1881, Bd.X.

AMAR 1), WEHMER 2), STAHL 3) nicht geteilt und nachdem nachgewiesen worden war, dass die Bildung von Calciumoxalat durch Kultur mit Ca-Salzgaben in hohem Masse gesteigert werden konnte, ohne dass der Lebensprozess anders verlief als bei Pflanzen, bei denen durch Entziehung des Kalkes (bis zu einem gewissen Masse) die Oxalatbildung fast gänzlich verhindert wurde (WEHMER, AMAR), hat man SCHIMPERs Ansicht ihr Gegenteil, die Notwendigkeit der Oxalsäure zur Elimination des Kalkes gegenübergestellt. Die Bildung von Oxalsäure wird jetzt meist zu den regulativen Vorgängen gerechnet. Wenn auch die grössere oder geringere Aufnahme des Kalkes den Stoffwechsel beeinflussen dürfte, so ist es zweifellos auch seine indirekte Wirkung, seine Wirkung auf den Boden, welche ihn zu einem die Vegetation so mächtig beeinflussenden Faktor werden lässt, dass ganze Pflanzengruppen als "kalkliebende" oder -"fliehende" bezeichnet werden. Er beeinflusst die physikalische Beschaffenheit des Bodens, seine Mikro-Organismenwelt, die chemischen Umsetzungen und vor allem die Reaktion, weshalb jetzt öfter die Bezeichnung "basenmeidend" verwendet wird. Doch wird auch diese Bezeichnung als nicht vollkommen das Richtige treffend, nicht allgemein in Gebrauch genommen.

Eine neue Arbeit von MEVIUS 4) über kalkfeindliche Gewächse bringt Licht in die Zusammenhänge von Bodenbeschaffenheit und Reaktionswirkung. Danach ist weder die erstere, noch die letztere allein von ausschlaggebender Bedeutung, sondern das Wachstum von drei in Wechselwirkung stehenden Faktoren: Salzkonzentration, Reaktion, Temperatur abhängig. Eine tiefer gehende Erklärung dieser experimentell gewonnenen Erkenntnisse könnte vielleicht das von E.HILTNER 5) aufgestellte "Kohlensäure-Mineralstoff-Gesetz" bringen.

Nimmt man nun an, es gäbe wirklich auch "kalkfeindliche" und "kalkholde" phanerogame Parasiten, wie LAURENT meint, so ist bei der Untersuchung ihrer "Böden", d.h. der Körper ihrer Wirtspflanzen, vor allem auf die beiden wichtigen Faktoren: Ca-Gehalt und pH des Saftes das Augenmerk zu richten. Aschenanalysen zeigen ziemlich bedeutende Schwankungen im Nährstoffgehalt bei Pflanzen, welche von verschiedenen Substraten stammen.

So haben MALAGUTI und DUROCHER 6) für gleiche Pflanzen von kalkigem oder tonig-schiefrigem Boden (in freier Natur) gefunden, dass erstere reicher an Kalk und Magnesia und - wie die Forscher annehmen - an organischen Säuren seien; letztere reicher an Alkalien, Eisen, Phosphor- und Schwefelsäure. Was den Ca-Gehalt betrifft, so fanden sie bei einigen Arten (*Reseda* und *Scabiosa*) den Ca-Gehalt $1/2$ bis 2 mal so gross bei Pflanzen von Kalkböden (41 % - 48 % gegen 17 % - 21%).

Es ist selbstverständlich, dass bei diesen Untersuchungen auch die physikalische Beschaffenheit der Böden, nicht nur die chemische Zusammensetzung, eine andere war. Es war daher eine Bestimmung des Ca-Gehaltes der Pflanzen wünschenswert, wenn dieser Faktor gleichgehalten wurde. Es wurden daher nach dreimonatiger Vegetation für einige Sorten Klee die aufgenommenen Kalkmengen durch Aschenanalyse bestimmt.

Bestimmung der Menge des Calciums in den Versuchspflanzen.

Die Analysen wurden mit freundlicher Erlaubnis des Privatdozenten Herrn Dr.

1) AMAR, Sur le rôle de l'oxalate de calcium, Annal. des Sciences nat. Botan. 1904, VIII. Serie.

2) WEHMER, Entstehung und physiologische Bedeutung der Oxalsäure im Stoffwechsel einiger Pilze, Botanische Zeitung 1891, Bd. 49.

3) E.STAHL, Physiologie und Biologie der Exkrete, Flora 1920, Bd.19.

4) W.MEVIUS, Wasserstoffionen-Konzentration und Permeabilität bei "kalkfeindlichen" Gewächsen. Zeitschrift für Botanik 1924, 16. Jahrgang.

5) E.HILTNER, Inaugural-Dissertation, München 1922.

6) MALAGUTI und DUROCHER, Recherches sur la repartition des éléments inorganiques dans les principales familles du règne végétal, Ann. de Scienc. nat. 1858, S.219.

KRAUSE in zuvorkommendster Weise von Fräulein REISINGER von der bodenkundlichen Abteilung der Forstl. Versuchsanstalt ausgeführt, wofür ich hiermit meinen allerherzlichsten Dank ausspreche. Es wurden zum Zwecke der Analyse Stengel und Blätter von Klee mehrerer Serien und zwar je 5 g Frischgewicht verwendet.

Tabelle V.

Gehalt an Calcium in der Asche von Klee bei verschiedener Düngung.

B o d e n		Trockengewicht.	P f l a n z e n	
Düngung.	pH (nach 10 Tg. Veget. bestimmt).		Aschengewicht.	CaCO-Gehalt.
I. Freisinger Boden.				
NaH ₂ PO ₄	6,05	0,8950 g	0,0980 g	0,0138 g
4 % Gips	5,05	0,9922 g	0,1338 g	0,0310 g
II. Quarzsand.				
4 % CaCO ₃	8,04	1,1608 g	0,1192 g	0,0414 g
4 % Gips	7,15	0,9438 g	0,1008 g	0,0306 g

Die Verhältnisse von Kalk, Asche und Trockengewicht ergeben sich folgendermassen:

Tabelle VI.

Verhältnisse von Kalk, Asche und Trockengewicht im Klee bei verschiedener Düngung.

Bodendüngung.	Asche in % des Trockengew.	CaCO in % des Aschengew.
I. Freisinger Boden.		
NaH ₂ PO ₄	10,93 %	14,08 %
4 % Gips	13,48 %	23,16 %
II. Quarzsand.		
4 % CaCO ₃	10,27 %	34,73 %
4 % Gips	10,68 %	33,54 %

Leider konnten die Pflanzen vom Freisinger Boden mit 4 % Kalkcarbonat sowie die vom Quarzsand mit Phosphatdüngung wegen zu kümmerlichen Wachstums nicht zur Bestimmung verwendet werden.

In der Tat zeigt sich, was auch nicht überraschen kann, ein grosser Unterschied zwischen dem Ca-Gehalt des Klees aus der Serie, welche nur Phosphat- und garkleine Kalkdüngung erhalten hatte, gegenüber derjenigen, welche Gips erhalten hatte. Hingegen weichen die Kleepflanzen aus verschiedener Bodenart (Freisinger Boden und Quarzsand) trotz gleicher Düngungsmenge (4 % Gips) im Ca-Gehalt von einander ab (in Prozenten des Aschengewichtes betrachtet). Bemerkenswert jedoch ist, dass für die gleiche Bodenart Quarzsand trotz des verschiedenen pH des Bo-

iens, trotz verschiedener Löslichkeit der verwendeten Ca-Salze und verschiedener Nachstunngsrate der Ca-Gehalt bei Gips- und Calciumcarbonatlösung gleich ist, wenn man den Ca-Gehalt in % des Aschengewichtes vergleicht.

Eine neue Methode zur Bestimmung des Gehaltes an Ca-Ionen des Bodens.

Neben dem Gesamt-Ca-Gehalt musste auch die Frage nach der Menge des dissoziierten Ca im Boden, kurz der Ca-Ionen interessieren. Von HAYFORD und SIMON¹⁾ wurde neuerdings ein Verfahren ausgearbeitet, den Ca-Ionen-Gehalt in tierphysiologisch wichtigen Lösungen (z.B. Ringerlösung) nach dem Indikator-Prinzip der (E)-Ionenkonzentrationsmessung mittels des Farbstoffes Dianilblau zu bestimmen. Das Verfahren erwies sich auch zur (Ca)-Bestimmung der Bodenlösung brauchbar.

Die Einführung in die Methoden der (Ca)-Bestimmung der (E)-Messung in Saften und Bestimmung der reduzierenden Substanz verdanke ich dem Privatdozenten Herrn Dr. HAYFORD, welcher auch die Benutzung der dazu nötigen Apparate vermittelte. Ich spreche ihm an dieser Stelle meinen besten Dank dafür aus.

Die Bodenlösung war nach der zur (E)-Ionenmessung üblicher Methode hergestellt.

Tabelle VII.

Ca-Ionen-Gehalt des Bodens bei Düngung mit Calcium in verschiedener Salzform.

<u>Düngung</u>	pH (anf.)	pH (spät.)	Ca-Ionengehalt	Nachstunng & Mess
<u>Freisinger Boden</u>				
4 % Gips	5,05	5,07	1/45 mol	sehr gut
<u>Quarzsand</u>				
4 % Gips	7,15	6,2	1/40 mol	sehr gut
<u>Freisinger Boden</u>				
4 % CaCO ₃	7,13	7,93	1/20000 mol	unbefriedigend
<u>Quarzsand</u>				
4 % CaCO ₃	6,04	7,3	1/20000 mol	anf. gut, später unbefriedigend

Das bessere Nachstunngsfallt mit dem höheren Gehalt an Ca-Ionen zusammen. Eine strenge Proportionalität ist nicht zu erwarten, da ja auch noch andere wichtige Nachstunngsfaktoren wie z.B. in unserem Versuch das Boden-pH, variiert wurden. Die Ca-Menge in der Pflanzenschale ist, wie aus Tabelle V und VI zu ersehen ist, der Ca-Ionen-Menge des Bodens nicht proportional. Letztere könnte aber für die Menge des dissoziierten Ca im Pflanzensaft entscheidend sein und auf diese Weise für die biologischen Prozesse in der Pflanze von Bedeutung sein. Die Menge des Ca in der

¹⁾ Journ. agric. Sci. Camb. 1921, 12, 1-10.

Asche gibt ja noch keinen Aufschluss über die Rolle, welche er in der lebenden Pflanze gespielt hatte. Leider war es nicht mehr möglich, eine Untersuchung in dieser Richtung vorzunehmen.

In Arbeiten von BROOKS ¹⁾ und von ARRHENIUS ²⁾ wird der Reaktion der Nährsubstrate grosse Wichtigkeit für die Menge der aufgenommenen Nährsalze beigelegt.

Was meine Untersuchungen anbetrifft, so kommt, wie aus der Tabelle zu ersehen ist, wiederum dem pH des Bodens keine ausschlaggebende Rolle bei der Grösse der Aschenmenge und Ca-Aufnahme zu, denn trotz verschiedenen pH des Bodens der vier untersuchten Serien ist das Aschengewicht in drei derselben gleich, in einer nur um wenig verschieden (betrachtet in Prozenten des Trockengewichts). Allerdings wurde in diesem Versuch das pH des Nährsubstrates nicht konstant erhalten und konnte, da die Kulturgefässe klein waren, sich allmählig ausgleichen.

Untersuchung der aktuellen und potentiellen Azidität des Zellsaftes.

Wir haben erwähnt, dass der zweite wichtige Faktor für das Pflanzenleben die Reaktion des Nährsubstrates sei; zweifellos auch für das Parasitenleben. Daher war die nächste Aufgabe, zu untersuchen, welchen Veränderungen die Reaktion der Gewebesäfte der Wirtspflanzen durch die Düngung unterworfen ist.

Das Gebiet der Reaktionswirkung auf die Kultur von Parasiten hat TUBEUF schon 1902 durch seine Versuche mit Hausschwamm (*Merulius lacrymans*) eröffnet. Er fand ihn so empfindlich gegen eine das Neutralbereich von Lackmus (nach unserer jetzigen Bezeichnung pH 7 - 8) überschreitenden Alkaleszenzgrad, dass diese Überschreitung durch die Einstellung des Wachstums des Hausschwamms besser gekennzeichnet wurde als durch manches Lackmuspapier. Heute wird die aktuelle Reaktion des Substrates als einer der wichtigsten Faktoren bei der Kultur von Mikroorganismen beachtet. So ist denn auch die Acidität des Zellsaftes von jeher der Punkt gewesen, wo die Spekulation über die Ursache der Resistenz gegen Infektionen ansetzte ³⁾. Auch LAURENT nahm bei seinen Versuchen als selbstverständlich an, dass "die Gewebssäfte notwendigerweise mit der Natur und Quantität der durch die Wurzeln aufgenommenen Stoffe ihre Reaktion ändern müssen", und dass die Absorption der Phosphate die Säure des Zellsaftes steigern müsse". Er erklärte sich damit die durch Düngung mit Phosphaten von ihm erzielte Widerstandskraft mancher Pflanzen gegen niedere und höhere Parasiten. Bei den höheren Parasiten vermutete er, dass deren Fermente einer bestimmten Reaktion zu ihrer Wirksamkeit bedürften.

Indessen finden nach den neueren, mit den modernen Hilfsmitteln ausgeführten Untersuchungen diese Schwankungen der Azidität, mindestens was die aktuelle Reaktion betrifft, nur in sehr geringem Masse statt.

Es wurde gezeigt, dass sowohl aktuelle als totale Säure für verschiedene Teile der Pflanze, verschiedene Pflanzenarten, verschiedene Temperatur- und Lichtverhältnisse und Altersstufen, sowie Wachstumsqualität verschieden sind, dass aber die Düngung nur geringe Schwankungen im pH des Saftes hervorbringt (CLEVENGER ⁴⁾, HAAS ⁵⁾, TRUOG und MEACHAM ⁶⁾, BAUER und HAAS ⁷⁾, HOAGLAND ⁸⁾, KAPPEN ⁹⁾,

1) und 2) ARRHENIUS, Absorption of nutrients and plant growth in relation to hydrogen-ion-concentration, Journ. of Gen. Physiol. 1922, Vol. V.

3) s. ARRHENIUS, Untersuchungen über den Zusammenhang von Gelbrostresistenz u. d. aktuellen u. pot. Acid. d. Zellsaft. u. d. Gewebe. Zt. f. Pflanzenkrankh. 1924, H. 3/4, S. 1.

4) CLEVINGER, The accurate determination of the hydrog-ion-concentration of plant juices; Soil Science 1919, Bd. 8. - 5) HAAS, Reaction of plant juices, Soil Science 1920, Bd. IX. - 6) TRUOG und MEACHAM, Soil Acidity II: Its Relation to Acidity of plant juice, Soil Science 1919, Bd. 7. - 7) BAUER und HAAS, Effect of lime, teaching . . . on plant and soil acidity, ibid. 1922. Bd. XIII. -

8) HOAGLAND, Relat. of nutrient solut. to composit. and reaction of cell-sap of barley, Bot. Gaz. Chicago 1919, Bd. 68. - 9) KAPPEN u. ZAPFE, D. Azid. d. Pfl.-Säfte unt. d. Einfl. einer Kalkdüng. Berlin 1919.

A.M.HURD 1). Die Angaben stimmen ziemlich darin überein, dass die Pflanze Regulationsfähigkeit besitzen müsse und das Bestreben, gleichwie der tierische Organismus, die ihr eigentümlichen Skureverhältnisse dem Nährmedium gegenüber konstant zu erhalten. Nur in pathologischen Fällen, bei Infektion oder kurz vor dem Tode, treten nach WAGNER 2) grosse Veränderungen ein.

Die Grösse der Schwankungen der aktuellen Reaktion des Saftes durch die erwähnten Faktoren kann z.B. durch die Witterungsverhältnisse einen Unterschied im pH von 0,19 Einheiten (TRUOG und MEACHAM) betragen, die Schwankungen im Verlaufe eines Tages bis 0,56 (CLEVINGER), die durch Kalkdüngung bedingte jedoch nur 0,17 bis 0,20.

ARRHENIUS fand (mit anderer Methode) bei verschiedenen Weizensorten sogar Unterschiede im pH von 0,4 - 0,9 Einheiten, aber keinen Zusammenhang derselben mit der Resistenz gegen Gelbrost 3).

Die erwähnten Kulturversuche TUBEUFs mit Hausschwamm haben allerdings gezeigt, dass auch geringe Unterschiede in der aktuellen Reaktion des Substrates entscheidend sein können, wofür dieselben nur in der Nähe der Grenzen des Reaktionsbereiches liegen, in dem ein Organismus zu leben vermag. Für phanerogame Parasiten können wir leider diese Grenzen nicht feststellen, da deren Kultur nicht oder nur schwer künstlich zu ermöglichen ist. Indessen liegt wenig Wahrscheinlichkeit vor, dass das natürliche Substrat der Parasiten an den Grenzen ihrer Ertragsfähigkeit liegen sollte.

Immerhin waren die Reaktionsverhältnisse im vorliegenden Falle zu prüfen.

Alle diese angeführten Untersucher haben mit Press-Saft der Pflanze gearbeitet, welcher meist zentrifugiert, und dessen Wasserstoffzahl elektrometrisch gemessen wurde. Für Objekte, von denen nur wenig Press-Saft zu gewinnen ist, ist diese Methode mit grösseren Schwierigkeiten verbunden, oft überhaupt nicht möglich. Ich versuchte deshalb mittels Indikatormethode zu brauchbaren Resultaten zu gelangen. Als erstes versuchte ich Querschnitte der Pflanzenstängel in alkoholische oder wässrige Indikator-Lösungen zu legen oder auch ganze Spross-Stücke in solche zu stellen, um Färbung der Pflanzenteile in den, dem pH des Pflanzensaftes entsprechenden Farben zu erhalten. Die damit erhaltenen Resultate befriedigten aber nicht.

Die meisten der von mir benutzten CLARKschen Indikatoren, überdies noch Lakmus, Methylorange und Neutralrot wurden vom Plasma bei Wicke und Klee nicht aufgenommen. Nur Bromphenolblau machte hierin eine Ausnahme und färbte das Plasma. Die anderen Indikatoren färbten den Holzteil und die Wände des Siebteils, meist die Sklerenchymfasern, Zellwände und Epidermis, sodass der Schnitt im ganzen ein farbiges Bild gab. Der Holzteil hatte eine etwas andere Färbung als der Siebteil. Des letzteren Färbung stimmte mit der des austretenden Zellsaftes überein und zwar zeigte sie ein höheres pH an als die des Holzteiles, welcher also sauer reagierte. Es würden sich aber geringe Unterschiede, etwa durch die Düngung hervorgerufen, mit der nur schätzungsweise Beurteilung des Farbtons nicht feststellen lassen.

O.ARRHENIUS 4) hat allerdings diese Methode in einer Arbeit, welche erst nach den von mir gemachten und noch nicht veröffentlichten Versuchen erschien, zur Skurebestimmung von Weizensorten benutzt. Er hatte aber ziemlich grosse Unterschiede pH vor sich.

1) A.M.HURD, Acidity of corn and its relation to vegetation vigor, Journ. Agric. Res. Bd. 23, 1923.

2) R.J.WAGNER, Wasserstoffionenkonzentrat. und Immunität der Pflanzen, Centralblatt für Bakteriologie 1916, 44. Bd, II., Abt.

3) O.ARRHENIUS, Untersuchungen über den Zusammenhang von Gelbrostresistenz und der akt. und pot. Azidität des Zellsaftes und der Gewebe, Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten 1924, H. 3/4.

4) ARRHENIUS, Untersuchungen über den Zusammenhang von Gelbrostresistenz und die akt. und pot. Azidität des Zellsaftes und der Gewebe. Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten und Gellenkde. 1924, Heft 3/4.

Zum Ziel gelangte ich mit einer anderen Methode, bei der ich die Tatsache benutzte, dass Puffer-Lösungen - und beim Zellsaft handelt es sich (wie auch hier noch mehr gezeigt werden wird) um gut gepufferte Lösungen - bei mässiger Verdünnung mit dest. Wasser ihre pH nicht ändern. Es wurden abgewogene Mengen Pflanzenmaterials (0,1 g) mit dem Rasiermesser in Scheiben geschnitten und mit 3 ccm aq. dest. versetzt und dann das Präparat durch Paranitrophenol mittels des MICHAELIS-schen Apparates bestimmt. Diese Methode hat den Vorzug, dass der Zellsaft im Vergleich zu dem, durch Auspressen und Zentrifugieren gewonnenen, in einem fast unveränderten Zustand zur Bestimmung gelangt. Die ganze Prozedur ist überdies so vereinfacht, dass sie nur kurze Zeit in Anspruch nimmt. Auch ist das Phenol, im Gegensatz zu einigen der obigen Indikatoren sehr wenig empfindlich gegen im Zellsaft vorkommendes Eiweiss.

Tabelle VIII.

Aktuelle Azidität des Saftes von Wicke (Freisinger Boden).

Bodendüngung.	Ursprüngl. pH des Bod.	pH des Saftes der Wicke.	Wachstum d. Wicke.	Wachstum d. Cuscuta.
4 % Gips	5,05	6,05	sehr gut	gut
NaH ₂ PO ₄	5,71	6,3	erst gehemmt, dann gut.	gehemmt, dann gut.
NaNO ₃	6,04	6,35	schwach	schlecht
NH ₄ Cl	6,26	5,95	schwach	schlecht
0,5% CaCO ₃ + NaNO ₃ +NH ₄ Cl	8,21	6,3	trockener Typus	mittelmässig

Schätzungsweise denselben Wert habe ich auch für den austretenden Saft mit den CLARK'schen Indikatoren erhalten und ähnliche Werte haben z.B. HOAGLAND für Gerste und CARSTEN OLSEN für verschiedene Pflanzen (pH des Saftes 6,1 bis 6,3) angegeben. Das pH des Bodens, das ziemlich extreme Werte (pH 5,05 und 8,21) hatte, übte keinen Einfluss aus, was auch HOAGLAND fand. Den sauersten Saft haben die mit Ammoniumchlorid (NH₄Cl) gedüngten Pflanzen, was mit einer Beobachtung CARSTEN OLSEN's übereinstimmt. Phosphatdüngung hatte hier die Säure nicht verändert. Es erscheint wenig wahrscheinlich, dass solche unbedeutende Unterschiede auf einen Parasiten, zumal einen phanerogamen, einen Einfluss haben sollten.

Bestimmungen am Klee ergeben ebenso geringfügige Unterschiede, nur waren hier die mit Phosphat gedüngten Pflanzen etwas sauer.

Darauf folgte Untersuchung der potentiellen Reaktion.

Die Reaktionsverhältnisse einer Lösung werden durch 3 Faktoren charakterisiert: die "aktuelle" Reaktion (welche schon weiter vorn definiert wurde), die "potentielle" und die "Pufferung".

Die "potentielle" Reaktion ist bestimmt durch die Gesamtkonzentration an Säure oder Lauge, also durch die Summe: dissoziierte + indissoziierte H bzw. OH, wie sie sich bei der gewöhnlichen Titration mittels Säure oder Lauge ergibt.

Die "Pufferung" (Alkali- und Säurereserve) soll ausdrücken, um welchen Betrag die "aktuelle" Reaktion bei Änderung der "potentiellen" Reaktion verschoben wird; sie lässt sich vollständig nur durch eine H- bzw. OH-Bindungskurve darstellen. Für die meisten Fragen genügt jedoch, dass man die Säure- oder Laugenmengen bestimmt, die notwendig sind, um das ursprüngliche pH der Lösung bis zu dem Umschlagspunkt des Phenolphthalein (pH 8,5) einerseits, andererseits auf den des Methylorganes (bei 4,5 pH) zu verschieben.

Schon LAURENT hat die potentielle Reaktion des Presssaftes der Kartoffeln, die

sich durch Düngung verschieden resistent gezeigt hatten, festgestellt, fand aber keinen Zusammenhang der Resistenz mit den erhaltenen, ziemlich bedeutenden Unterschieden in der potentiellen Reaktion. Er vermutete daher, wie erwähnt, die Ursache in der Menge der "gelösten" Säuren, d.h. unserer jetzigen "aktuellen Reaktion".

GERTZ¹⁾ hat unter den das Wachstum seiner *Cuscuten* schädigenden Faktoren eine starke Gesamtazidität des Wirtes gefunden. Er fand eine starke Schädigung der *Cuscuta Gronovii* bei *Begonia metallica*, deren Titrationsäure (saures Kalium-Oxalat) 12 mal so gross als die der Wirtspflanze der Ausgangs-*Cuscuta*-Kultur war, ebenso bei *Oxalis valdiviensis*, deren Säure 24 mal so gross war. Hingegen ertrug die *Cuscuta* den Wechsel des Säuregehaltes (Isocapfelsäure) bei *Bryophyllum calycinum*, das (nach KRAUS) 11 mal so sauer bei Nacht als bei Tag sein soll, sehr gut. Die aktuelle Säure (pH) des Saftes war leider nicht untersucht worden.

Zur Feststellung der potentiellen Reaktion unserer Pflanzen wurden die zerschnittenen Pflanzen in aq. dest. mittels eines Glasstäbchens zerdrückt und mit n/100 NaOH gegen Methylorange titriert. Bei dieser Bestimmung zeigten sich die mit Phosphat gedüngten Pflanzen bedeutend (ungefähr 70 %) säurereicher, als die mit Gips behandelten. Hier fällt also die berichtete, anfängliche Wachstumshemmung der Wickenseide mit der grösseren potentiellen Azidität der Wirtspflanzen zusammen. Bemerkenswert ist, dass diese beiden im Säuregehalt ziemlich differierenden Serien in der Güte des Endresultats der Vegetation (die Wicken hatten auf Phosphatboden eine anfängliche Hemmung zu überwinden), gleichwertig waren, sodass sich hier wirklich eine Steigerung der potentiellen Azidität durch die Düngung vermuten lässt. Wicken von den Serien mit Natriumnitrat (NaNO₃), Ammoniumchlorid (NH₄Cl), 4% Gips, deren Säuregehalt fast gleich war, wichen hingegen ausserordentlich in Wachstum und Habitus von einander ab, und ebenso verschieden war auch das Wachstum der Wickenseide an ihnen (in den Serien mit Gips sehr gut, mit den beiden Stickstoffdüngungen schlecht).

Weitere Bestimmungen wurden von Klee gemacht und zwar wurden jetzt nur Stengel verwendet. Das pH des Saftes der Kleepflanzen lag bei allen untersuchten Serien wieder um den Punkt 6,4, nur das vom Klee mit Phosphatdüngung etwas tiefer. Diesmal wurde nicht nur die Säure, sondern auch die Alkali-Reserve bestimmt. Als Indikatoren wurden Methylrot und Phenolphthalein verwendet.

Tabelle IX.

Säure- und Alkalireserve des Zellsaftes von Klee.

Freisinger Boden.

Düngung.	B o d e n.		P f l a n z e.	
	pH d. Bod. (anfangs)	Säureverbrauch (Alkali-Reserve)	Laugenverbrauch (Säure-Reserve)	
Na ₄ Cl	6,26	0,18 cem n/100 HCl	0,2-0,225 n/100 NaOH	
NaNO ₃	6,04	0,1-0,13	0,2	
4 % Gips	5,05	0,22	0,225	
Na H ₂ PO ₄	5,71	0,1-0,13	0,55	

Die Pflanzen mit Phosphatdüngung sind wiederum ungefähr 60 % säurereicher als die mit Gipsdüngung. In den übrigen Serien ist die Säure-Reserve ziemlich gleich.

1) O.GERTZ, Über die Schutzmittel einiger Pflanzen gegen schmarotzende *Cuscuta*, Jahrb. für wiss. Botan. 1915, 56 Bd., S.123.

was mit KAPPENs 1) Feststellung, dass die totale Azidität sich in der gleichen Richtung wie die aktuelle bewege, übereinstimmt.

Dieser säurereichste Klee ist aber arm an Alkali-Reserve. Sein Wachstum wurde erst nach langer Hemmung ein mittelmässiges. (Der Einfluss der Phosphatdüngung auf die potentielle Azidität ist hier also insofern weniger deutlich als bei Wicke, da auch (nach HURD) die Wachstumsqualität die potentielle Reaktion beeinflussen könnte. Indessen zeigt ein Vergleich mit der ebenfalls mittelmässigen NaNO-Klee-Serie, welche keinen höheren Säuregehalt zeigt, dass diese Steigerung doch wohl der Phosphat-Düngung zuzuschreiben ist.)

Es scheint nach alledem, dass, ausser bei Phosphat-Düngung, die Säurereserve ziemlich konstant ist. Die Alkali-Reserve scheint verschieblicher. Wegen des schlechten Wachstums bei 4 % Ca CO₃ war es nicht möglich, Klee vom Freisinger Boden mit 4 % Ca CO₃ mit Klee von solchem mit 4 % Gips zu vergleichen. Daher wurden diese beiden Düngungs-Serien am Klee vom Quarzsand verglichen. Beide hatten ungefähr gleiche Grösse der Blätter und Stiele, nur zeigte der Klee mit 4 % Kalk schon eine hellere Farbe und verminderten Zuwachs, war also nicht mehr normal. Das pH des Saftes war wieder fast gleich, die Titrationsunterschiede bedeutend.

Tabelle X.

Vergleich der potentiellen Reaktion von Klee im Quarzsand mit 4 % Ca CO₃ und 4 % Gips.

Düngung	B o d e n.		P f l a n z e.	
	pH des Bodens (zu Vegetationsbeginn)		Säureverbrauch.	Laugeverbrauch.
4 % CaCO ₃	8,04		0,08 HCl	0,14 NaOH
4 % Gips	7,15		0,16	0,26

Hier sind die Unterschiede auf beiden Seiten bedeutend: Der vorzüglich gedeihende Klee mit Gipsdüngung besitzt ungefähr das Doppelte an Alkali- und Säure-Reserve als der stagnierende Klee mit Kalkcarbonat. Dieser ist übrigens, wie die vorhergehende Analyse gezeigt hat, reicher an Trockensubstanz; die Verhältnisse von CaO zur Asche und Aschengewicht zu Trockengewicht waren jedoch, wie erwähnt, fast gleich für Gips- und Kalkklee. Der einzige Unterschied zwischen den im Wachstum so differierenden Pflanzen war hier also die verschiedene Grösse der Alkali- und Säure-Reserve. Dennoch dürfte nicht ohne weiteres ein Schluss daraus gezogen werden, denn es ist erinnerlich, dass beim Versuch mit Wicke gleiche Wachstumsgüte im Endresultat bei grossem Unterschied im Säuregehalt gefunden wurde. Allerdings waren hier die Verhältnisse des Aschen- und Ca-Gehaltes nicht bekannt. Es ist möglich, dass auch diese in einem bestimmten Verhältnis zur Alkali- und Säure-Reserve stehen müssen.

Die Einwirkung der Düngung auf die Menge an reduzierenden Substanzen in den Pflanzen (Glykose-Gehalt).

Wie bei den Versuchsergebnissen besprochen, hatte die Kleeseide das verhältnismässig gesundeste Aussehen immerhin noch an dem Klee der Quarzsandserie mit 4% Ca CO₃, welcher, wie Tabelle X zeigt, eine so ausserordentlich niedere Alkali- und Säure-Reserve aufwies hatte.

Dieses Verhalten der *Cuscuta* hat auch zur Untersuchung des "Glukose-Gehaltes" Anlass gegeben, den MIRANDE für so wichtig für das Wachstum der Cuscuten hält. Es

1) H. KAPPEN und M. ZAPFE, Die Azidität der Pflanzensäfte unter dem Einfluss einer Kalkdüngung.

wurden Stengel von 5 Serien untersucht. Die Bestimmung der reduzierenden Substanzen geschah mittels der Mikromethode von BANG¹⁾. Die Untersuchung aller Serien geschah gleichzeitig. Frisch gewogene Stengelteile wurden mit dem Rasiermesser in kleine Scheibchen zerschnitten, im Reagenzglas mit 2 ccm Wasser angesetzt, mit einem Glas-Stab zerquetscht und zerrieben, noch eine Stunde bei niedriger Temperatur (40° C) gehalten und dann die Reduktionskraft der Flüssigkeit bestimmt.

Es wurden jeweils Doppelbestimmungen gemacht; 0,5 ccm der Flüssigkeit wurden nach den BANGschen Vorschriften¹⁾ für Zuckerbestimmung im Blut mit Kupfer-Sulfat Jodat-Lösung im Dampfstrom gekocht, das nicht reduzierte Jod mittels n/100 Thiosulfat titriert und durch Abzug des Titerwertes von dem eines Leerversuches die reduzierte Menge Jod erhalten; unter den angewandten Versuchsbedingungen entsprechen 2,8 ccm der n/100 Thiosulfat-Lösung 1 mg Traubenzucker. Der Titerwert muss also mit 2,8 dividiert werden, um den der Reduktionskraft entsprechenden Dextrosewert zu erhalten. Bei diesen Werten muss man, am pflanzlichen Objekt vielleicht noch mehr als an tierischen, im Auge behalten, dass sie, wie dies bei allen Reduktionsbestimmungen des Zuckers der Fall ist, neben dem Zucker auch noch andere reduzierende Substanzen umfassen.

Die Ergebnisse der Bestimmung waren:

Tabelle XI.

Menge der reduzierenden Substanzen im Klee
bei verschiedener Düngung.

Bodendüngung.	Anfangs-pH d. Bodens.	Unters. Subst. in mg (frisch)	Red. Subst. in ccm n/100 Thiosulfat.	Dextro- se in mg	Dextro- se geh. in %
0 % CaCO ₃ Quarzsand	7,48	154	2,72	0,97	0,72
NaH ₂ PO ₄ Frs. Boden	5,71	142,5	0,84	0,30	0,21
4 % Gips Frs. Boden	5,05	142,5	2,08	0,74	0,52
4 % Gips Quarzsand	7,15	198	2,80	1,00	0,51
4 % CaCO ₃ Quarzsand	8,04	110	0,30	0,11	0,10
4 % CaCO ₃ +1,08 Na ₂ PO ₄ Frs.Bod.	8,02	158	0,64	0,23	0,15

Betrachtet man die erhaltenen Zahlen in der Tabelle, so ergibt sich anscheinend ein Einfluss der Calcium-Düngung auf die Menge der reduzierenden Substanz: Klee aus Quarzsand ohne jede Calcium-Zufuhr hat den höchsten Gehalt daran (Wachstum gut), nächst dem die mit 4 % CaSO gedüngten Pflanzen (und zwar gleich für Quarzsand und Freisinger Boden). Wachstum ebenfalls gut. Einen sehr niederen Gehalt haben die

1) Dr. BANG, Methoden z. Mikrobestimmung einig. Blutbestandteile, 1916, S.44 ff.

Pflanzen vom Freisinger Boden mit 4 % Ca CO₃ + Phosphat (ebenfalls gutes Wachstum), den niedrigsten die Pflanzen vom Quarzsand nur mit 4 % CaCO₃ (Wachstum anfangs gut, später chlorotisch). Wie die Serie mit 4 % CaCO₃ + Phosphat zeigt, hängt der Gehalt an reduzierender Substanz nicht mit dem besseren oder schlechteren Gedeihen der Pflanzen zusammen. Auch das Wachstum der Klee-*Cuscuta* scheint nicht von diesem Gehalt an reduzierender Substanz beeinflusst zu werden (was eine so nahe liegende Vermutung wäre), da sie in allen untersuchten Serien kein Fortkommen fand. Die Ursache dieser beobachteten Immunität bleibt also unbekannt.

ZUSAMMENFASSUNG.

I. Wirkung der Calciumdüngung auf das Wachstum von Wirt und Parasit. Kalkdüngung als Kalkcarbonat hatte in den untersuchten Bodenarten im Topfversuch weder auf Wicke noch ihre *Cuscuta* eine fördernde Wirkung. Kalkdüngung als Gips begünstigte beide.

II. Ca-Ionen im Boden. Der Gehalt des Bodens an Calcium-Ionen war nicht der Calcium-Menge in der Asche der Pflanzen proportional.

III. Phosphatdüngung und *Cuscuta viciae*. LAURENTS Angabe einer Hemmung der Kleeseide durch Phosphatdüngung wurde in gewissem Masse auch für Wickenseide beobachtet. Die Hemmung kann aber überwunden werden.

IV. Änderungen der Zusammensetzung der Wirtspflanzen. Die Aschenmenge in der Pflanze und deren Gehalt an Calcium sowie ihre Alkali- und Säurereserve sind, wie die Wachstumsqualität, durch die Düngung einer Veränderung fähig.

V. Gehalt an reduzierender Substanz im Klee. Der Gehalt an rezudierender Substanz in Kleepflanzen zeigte sich anscheinend von der Art der Calcium-Düngung beeinflusst.

VI. Bodendüngung und Pflanzen-Zusammensetzung zeigten in unserem Versuch den durch die beigefügte Zeichnung illustrierten Zusammenhang.

Zum Schlusse erlaube ich mir, Herrn Geheimrat v. TUBEUF für die Anregung und Leitung der Arbeit, sowie die Erlaubnis, die Einrichtungen des pflanzenpathologischen Laboratoriums in weitgehendem Masse benutzen zu dürfen, meinen besten Dank auszusprechen.

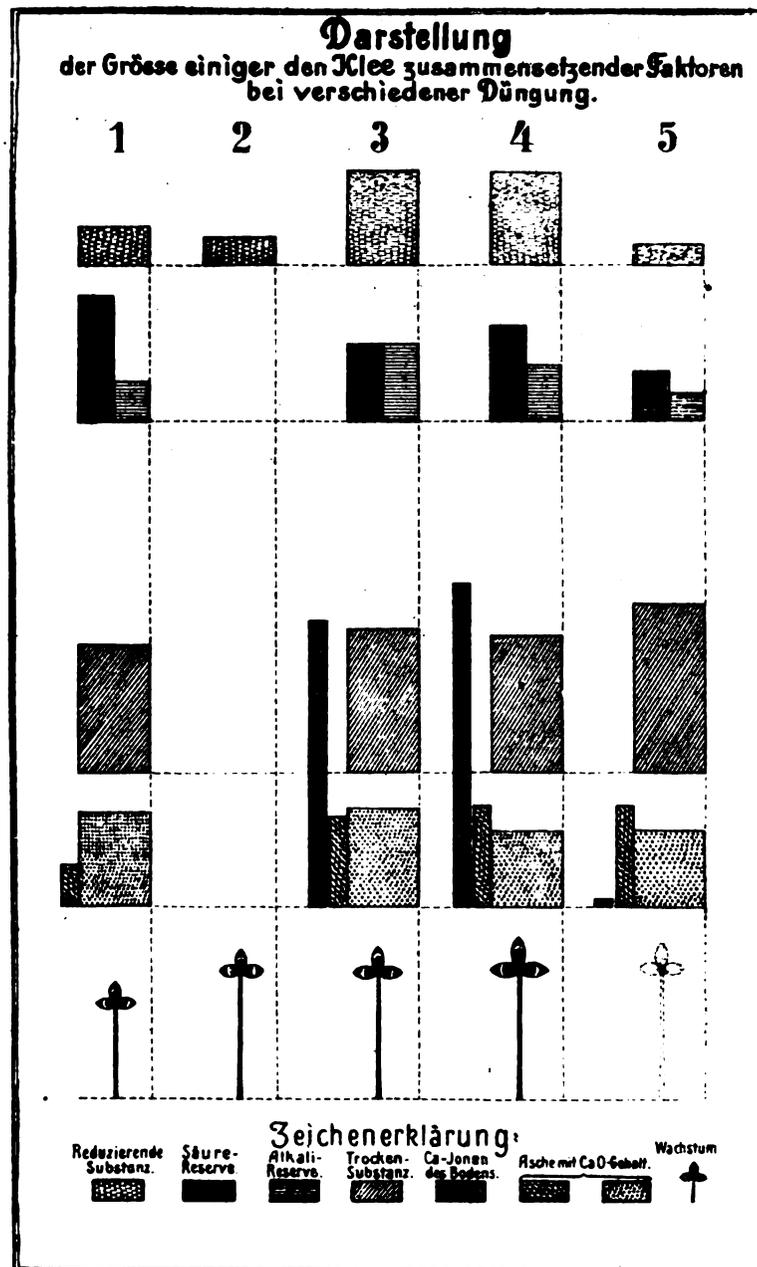
MITTEILUNGEN DES HERAUSGEBERS.

Das Botanische Archiv nimmt dauernd Manuskripte aus allen Gebieten der Botanik zu baldiger Veröffentlichung entgegen. Es zeichnet sich durch besondere Liberalität in der Gewährung von Abbildungen aus, wenn diese in der vorgeschriebenen Art (Zeichnung genau in der Grösse der Reproduktion mit Tusche auf durchscheinendem Papier, am besten BAYER, München, Theresienstrasse 19, Marke Bavaria) geliefert werden. - 30 Separat-Abzüge werden kostenfrei gegeben. Die Lieferung weiterer Exemplare findet nur bei Dissertationen statt und geschieht zu billigen Selbstkosten-Preisen. - Die weite Verbreitung unserer Zeitschrift sichert wirkungsvollste Veröffentlichung aller Arbeiten; die Billigkeit der Herstellung und des Verkaufspreises lässt den Autoren die Möglichkeit, bei der Darstellung ihrer Ergebnisse ausführlicher zu werden, als dies anderswo gern gesehen wird.

Erklärung der Figur.

No. 1 - 3 stellen Pflanzen aus Freisinger Boden dar und zwar aus folgenden Serien: No. 1 gedüngt mit NaH PO_4 . No. 2 mit 4 % CaCO_3 + 1,08 g NaH PO_4 . No. 3 mit 4 % CaSO_4 . Bei No. 2 wurde leider nur die Menge der reduzierenden Substanz bestimmt. Diese No. musste aber trotz ihrer Unvollständigkeit wegen ihrer Wichtigkeit (sie zeigt, dass der Gehalt an reduzierender Substanz nicht mit der Wachstumsgüte zusammenfällt) hier eingefügt werden.

No. 4 und 5 stellen Pflanzen der Quarzsandserien dar und zwar No. 4 mit 4 % CaSO_4 , No. 5 mit 4 % CaCO_3 . Das Wachstum der Pflanzen ist durch die Grösse der gezeichneten Kleeplänzchen (welche nach erreichten Höchstmassen von Stengeln und Blättern bestimmt wurde) gekennzeichnet. Die Schraffierung zeigt das tiefere oder hellere Grün der Blätter an. Neben der Darstellung der Calciummenge der Pflanzenasche ist die Menge der Calcium-Ionen des Bodens angegeben.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Melhardt Helene

Artikel/Article: [Die Abhängigkeit phanerogamer Parasiten von der Ernährung der Wirtspflanzen 449-474](#)