

## Anhang.

## H. Hellriegel und H. Wilfarth: Erfolgt die Assimilation des freien Stickstoffs durch die Leguminosen unter Mitwirkung niederer Organismen?

Mittheilung einiger neuerer Culturversuche.

Es sei erlaubt an den vorhergehenden Aufsatz noch eine kurze Mittheilung zu knüpfen. Wie dort schon erwähnt wurde, gelang es uns lange Zeit ebenso wenig wie FRANK, Lupinen in Gefässen von verhältnissmässig geringem Raumgehalt und in künstlichen Bodenmischen jederzeit sicher zu einem normalen Wachstum zu bringen. Wir waren dadurch genöthigt, uns in dem ausführlichen Berichte über die zahlreichen Versuche, welche wir in den Jahren 1883—1887 über die obenstehende Frage ausgeführt hatten<sup>1)</sup>, hauptsächlich auf die Resultate zu stützen, welche mit anderen leichter zu behandelnden Leguminosen (*Pisum* und *Ornithopus*) erhalten waren. Nachdem aber die entgegenstehenden Schwierigkeiten überwunden waren, ist auch die Lupine von uns als Versuchsfrucht in ausgedehnterem Maasse herangezogen worden, und nachdem uns jetzt auch eine grössere Anzahl von chemischen Analysen der Ernteproducte vorliegt, halten wir uns für berechtigt, zu behaupten, dass auch die Lupine bezüglich der Stickstoffaufnahme sich nicht anders verhält, als die übrigen der von uns geprüften Leguminosen, d. h. dass sie in einem stickstofflosen, (oder nahezu stickstofflosen) Boden verhungert, wenn man die Gegenwart von niederen Organismen ausschliesst, und dass sie sicher normal wächst und bedeutende Mengen freien atmosphärischen Stickstoffs assimiliert, wenn man dies unterlässt, oder den Zutritt geeigneter Arten der letzteren absichtlich fördert.

Es wird hinreichen, hier folgende vorläufige Angaben aus unseren Versuchen vom Jahre 1888 zu machen:

Eine Anzahl gläserner Culturgefässe von 40 cm Höhe und 15 cm Durchmesser wurden mit je 8 kg Quarzsand gefüllt, welchem folgende Nährstofflösung beigemischt war:

1) Untersuchungen über die Stickstoffnahrung der Gramineen und Leguminosen von H. HELLRIEGEL und H. WILFARTH. — Beilageheft zu der Zeitschrift d. Vereins f. d. Rübenzucker-Industrie d. D. R. November 1888. Berlin, Buchdruckerei der „Post“.

1,394 g Dikaliumphosphat,  
 0,480 g Magnesiumsulphat,  
 0,444 g Calciumchlorid,

und mit je 2 Samen von *Lupinus luteus* besät.

Das Einfüllen des Sandes, die Aufstellung der Gefässe, das Be-  
 giessen, Sterilisiren und die Bereitung der Bodenaufgüsse erfolgte  
 genau in derselben Weise, wie ich sie a. a. O. bei dem Berichte über  
 unsere 1887er Versuche detaillirt beschrieben habe, worauf ich mir  
 Kürze halber zurückzuweisen erlaube.

Zur Aussaat, welche am 18. April geschah, wurden Samen von je  
 0,117 g Gewicht abgewogen. Die Ernte erfolgte am 14. August.

Der Stickstoffgehalt des benutzten Quarzsandes schwankte nach  
 einer grösseren Zahl von Analysen zwischen Spuren bis höchstens  
 0,678 mg pro Kilo Sand; in je einem Lupinensamen waren 7,50 mg  
 Stickstoff enthalten und in den Bodenaufgüssen wurden gefunden:

Aufguss von Lupinenboden (Nr. 1)	0,42 mg Stickstoff	} in je 20 ccm Aufguss, ent- sprechend 8 g trockenem Boden
desgl. (Nr. 2)	0,54 mg „	
Aufguss von Rübenboden	0,57 mg „	

Ein Theil der Gefässe wurde sterilisirt, ein anderer nicht; ein Theil  
 erhielt eine Zugabe von Bodenaufguss, der andere nicht; die Planlage  
 war kurz folgende:

### I. Lupinen in nicht sterilisirtem Boden

1. mit Zugabe von einem aus 4 g Lupinenboden bereiteten Auf-  
güsse,
2. ohne diese, wie überhaupt ohne jeden weiteren Zusatz.

### II. Lupinen in sterilisirtem Boden

3. mit Zugabe von einem aus 40 g Lupinenboden bereiteten Auf-  
güsse,
4. mit Zugabe von einem aus 80 g Lupinenboden bereiteten Auf-  
güsse,
5. ohne jeden Zusatz,
6. mit Zugabe von einem aus 80 g Lupinenboden bereiteten  
Aufgüsse, (wie 4), der aber vorher bei 100° sterilisirt war,
7. mit Zugabe von einem aus 40 g Lupinenboden bereiteten Auf-  
güsse, (wie 3), der aber vorher  $\frac{1}{2}$  Stunde lang auf 70° C.  
erhitzt worden war,
8. mit Zugabe von einem aus 16 g Lupinenboden bereiteten Auf-  
und 8 g kohlenurem Kalk,
9. mit Zugabe von einem aus 16 g Rübenboden bereiteten Aufgüsse,
10. mit Zugabe von einem aus 80 g Rübenboden bereiteten Aufgüsse,
11. mit Zugabe von einem aus 80 g Rübenboden bereiteten Aufgüsse  
(wie 10), der aber vorher bei 100° sterilisirt war.

Jeder Versuch wurde behufs Controlle doppelt angestellt.

Das Resultat war in voller Uebereinstimmung mit unseren früheren Versuchen folgendes:

Ueberall da und nur da, wo ein frischer Aufguss von Lupinenboden dem Sande zugesetzt war, entwickelten sich die Lupinen in jeder Beziehung normal, producirten eine befriedigende Menge Trockensubstanz, brachten eine reichliche Anzahl vortrefflich ausgebildeter Samen, trugen an den Wurzeln die bekannten Knöllchen und enthielten bei der Ernte eine sehr bemerkenswerthe Quantität Stickstoff mehr, als ihnen in Boden, Saatgut und Aufguss gegeben worden war.

Ueberall da, wo dieser Aufguss weggelassen, oder wo derselbe, sei es bei 100° C. oder bei 70° C. sterilisirt war, blieb die Entwicklung der Lupinen abnorm, die Production minimal, Knöllchenbildung fehlte absolut, und die Pflanzen enthielten bei der Ernte weniger Stickstoff, als ihnen in Boden, Saatgut und Aufguss gegeben war.

Ein Zusatz von kohlensaurem Kalk beeinträchtigte das Wachstum der Lupinen resp. die Wirkung des Bodenaufgusses in hohem Grade.

Die aus einem guten Rübenboden, auf welchem Lupinen noch nie gebaut waren, bereiteten Aufgüsse erwiesen sich frisch genau ebenso vollständig wirkungslos für das Wachstum der Lupine, wie in sterilisirtem Zustande.

Das Sterilisiren des als Bodenmaterial benutzten Quarzsandes änderte an den Resultaten dieser Versuche absolut nichts.

Die nachstehenden wenigen Zahlenangaben mögen zum Beweise dienen:

Pro Culturgefäß d. i. von je zwei Pflanzen in Summa			
wurde geerntet an Trockensubstanz	darin gefunden Stickstoff	gegeben war in Boden, Saat, Aufguss Stickstoff	mithin Stickstoff Gewinn oder Verlust
<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>
I. in nicht sterilisirtem Sande,			
1. mit Lupinenboden-Aufguss (4 <i>g</i> )			
a)	37,651	1,1251	0,0206 + 1,104
b)	28,172	0,7042	0,0206 + 0,684
2. ohne Zusatz			
a)	1,029	0,0144	0,0204 – 0,006
b)	0,927	0,0126	0,0204 – 0,008
II. in sterilisirtem Sande,			
3. mit Lupinenboden-Aufguss (40 <i>g</i> )			
a)	33,919	0,9979	0,0225 + 0,975
b)	33,755	0,9806	0,0231 + 0,958
4. mit Lupinenboden-Aufguss (80 <i>g</i> )			
a)	40,574	1,0749	0,0258 + 1,049
b)	42,681	1,1684	0,0258 + 1,142

	wurde geerntet an Trockensubstanz	darin gefunden Stickstoff	gegeben war in Boden, Saat, Aufguss Stickstoff	mithin Stickstoff Gewinn oder Verlust
	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>
5. ohne Zusatz				
a)	0,933	0,0126	0,0204	- 0,008
b)	0,989	0,0159	0,0204	- 0,004
6. mit Lupinenboden-Aufguss (80 <i>g</i> ) bei 100° C. sterilisirt.				
a)	1,008	0,0141	0,0258	- 0,012
b)	0,926	0,0143	0,0258	- 0,012
7. mit Lupinenboden-Aufguss (40 <i>g</i> ) bei 70° C. sterilisirt.				
a)	0,828	0,0113	0,0225	- 0,009
b)	0,993	0,0156	0,0225	- 0,007
8. mit Lupinenboden-Aufguss (16 <i>g</i> ) und kohlenurem Kalk.				
a)	0,710	0,0171	0,0213	- 0,004
b)	2,013	0,0455	0,0213	+ 0,024
9. mit Rübenboden-Aufguss (16 <i>g</i> )				
a)	0,923	0,0133	0,0216	- 0,008
b)	0,971	0,0136	0,0216	- 0,008
10. mit Rübenboden-Aufguss (80 <i>g</i> )				
a)	0,915	0,0128	0,0262	- 0,013
b)	1,053	0,0151	0,0262	- 0,011
11. mit Rübenboden-Aufguss (80 <i>g</i> ) bei 100° C. sterilisirt.				
a)	0,830	0,0126	0,0262	- 0,013
b)	0,828	0,0141	0,0262	- 0,012

Ausdrücklich sei hier noch erwähnt, dass derselbe Aufguss von Rübenboden, welcher sich auf die Entwicklung der Lupine (und *Ornithopus sativus*) als gänzlich unwirksam erwies, nach einer grossen Anzahl von Versuchen bei verschiedenen anderen Leguminosen z. B. *Pisum sativum*, *Vicia sativa* etc. ausnahmslos reiche Knöllchenbildung, normales Wachstum und lebhaftes Stickstoffassimilation hervorrief.

Könnte das Mitgetheilte hinreichen als Beweis, dass es sich bei unseren Versuchen um einen irreleitenden Einfluss, den das Sterilisiren auf den Quarzsand ausübte, bestimmt nicht handelte, — sowie dass die von uns behaupteten Resultate in der That erhalten werden, wenn man nur die Versuchsbedingungen so stellt, dass eine normale Entwicklung der Pflanzen überhaupt möglich ist, so mag es doch erlaubt sein, noch eines anderen Experimentes kurz zu gedenken, das wir neben dem obigen im Jahre 1888 ausführten:

Vier etwas weitere Culturefässer, ebenfalls 40 *cm* hoch aber 20 *cm* im Durchmesser, wurden mit je 16 *kg* Quarzsand der oben angegebenen Nährlösung ganz in der gleichen Weise wie dort beschickt, aufgestellt und sterilisirt. Dann erhielten zwei davon einen Zusatz von je 80 *ccm*

Aufguss von dem oben benutzten Rübenboden und zwei von dem Lupinenboden (immer entsprechend 16 g trockenem Boden). Schliesslich wurden gleichzeitig in jedes Gefäss Samen von folgenden Pflanzenarten zusammen eingesät: *Avena sativa*, *Brassica rapa annua*, *Helianthus annuus*, *Cannabis sativa*, *Trifolium pratense*, *Vicia sativa*, *Pisum sativum*, *Ornithopus sativus* und *Lupinus luteus*. Sämmtliche neun Pflanzenarten befanden sich also hier in einem Gefässe auf einen kleinen Raum zusammen, immer unter absolut gleichen Ernährungsverhältnissen. Wenn irgend eine Eigenthümlichkeit des Bodenmaterials oder das Sterilisiren desselben einen Einfluss auf die Entwicklung der Pflanzen äusserte, so traf derselbe alle Arten in gleicher Weise. Der einzige Unterschied war der, dass der beigegebene Bodenaufguss in den Gefässen *a* und *b* von einem Rübenfelde, in *c* und *d* aber von einem Lupinenfelde stammte. Das Bodenmaterial konnte in allen Fällen ohne erheblichen Fehler als stickstofflos angenommen werden.

Auch hier befand sich das Resultat mit allen unseren früheren Versuchen in Uebereinstimmung. Den detaillirten Bericht darüber werde ich später an einem anderen Orte geben, jetzt wird es genügen, vorläufig folgendes zu erwähnen:

Sämmtliche Nicht-Leguminosen hungerten in allen vier Gefässen.

*Ornithopus* und *Lupinus* verhielten sich in beiden Gefässen *a* und *b*, welche Aufguss von Rübenboden erhalten hatten, genau wie die Nicht-Leguminosen; Knöllchenbildung war an ihren Wurzeln nicht zu finden. In den beiden Gefässen *c* und *d* aber bildeten sie reichlich Wurzelknöllchen und entwickelten sich zu normalen Exemplaren.

Im Gegensatz zu diesen beiden Pflanzenarten entwickelte sich *Trifolium* nur in den Gefässen *a* und *b* mit Rübenbodenaufguss frühzeitig und gut, blieb aber in *c* und *d* mit Lupinenbodenaufguss lange Zeit in vollem Hungerzustande und fing erst sehr spät an, wenig energisch zu assimiliren.

*Vicia* und *Pisum* endlich zeigten in allen vier Gefässen reichliche Bildung von normalen Knöllchen und wuchsen überall so rasch wie befriedigend.

Unter absolut gleichen Versuchsbedingungen wirkte also der Aufguss von Rübenboden auf die Nicht-Leguminosen sowie auf *Ornithopus* und *Lupinus* schlecht, auf *Trifolium*, *Vicia* und *Pisum* vortrefflich; der Aufguss von Lupinenboden aber blieb nur auf die Nicht-Leguminosen wirkungslos, beeinflusste dagegen das Wachstum und die Stickstoffassimilation fast sämmtlicher benutzter Leguminosen günstig, nur bei *Trifolium* blieb seine Wirkung einigermaassen zweifelhaft.

Die Aussaat der Versuche war am 18. April erfolgt; am 2. August wurden die beiden Gefässe *a* und *c*, am 20. August *b* und *d* geerntet.

Die Entwicklung, welche die verschiedenen Pflanzenarten zu dieser Zeit erreicht hatten, war natürlich eine sehr verschiedene; die mit

einer kurzen Vegetationszeit zufriedenen Erbsen waren vollständig reif, Wicken und Lupinen zum Theil, Serradella noch gänzlich grün, der mehrjährige Rothklee befand sich noch im ersten Stadium seines Wachstums.

Das Gewicht an Trockensubstanz, welches je eine Pflanze bis dahin gebildet hatte, wurde wie folgt gefunden:

	Mit Aufguss von			
	Rübenboden		Lupinenboden	
	Gefäss	Gefäss	Gefäss	Gefäss
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	
<i>Brassica</i> . . . . .	0,010	0,017	0,006	0,015
<i>Cannabis</i> . . . . .	0,025	0,055	0,047	0,046
<i>Helianthus</i> . . . . .	0,305	0,493	0,330	0,644
<i>Avena</i> . . . . .	0,257	0,153	0,140	0,238
<i>Ornithopus</i> . . . . .	0,015	0,010	2,002	2,560
<i>Lupinus</i> . . . . .	0,093	0,155	17,133	30,597
<i>Trifolium</i> . . . . .	2,213	3,241	0,363	1,589
<i>Vicia</i> . . . . .	15,971	6,132	6,678	5,181
<i>Pisum</i> . . . . .	12,282	32,640	16,152	6,021

Herzogliche Landes-Versuchsstation Bernburg.

## 17. Erich Schmidt: Ein Beitrag zur Kenntniss der secundären Markstrahlen.

(Mit Tafel VI.)

Eingegangen am 28. März 1889.

In den folgenden Zeilen beabsichtigt der Verfasser eine vorläufige Mittheilung einer Arbeit zu geben, die er demnächst in grösserem Umfange zu veröffentlichen gedenkt. Es handelt sich um die Bearbeitung einer Frage, die von VELTEN in einem Aufsatz in der Bot. Zeitg. von 1875, Nr. 50, S. 809 ff. und S. 841 angeregt wurde. In diesem Aufsatz theilt VELTEN mit, was er über die Entstehung der secundären Markstrahlen zur Kenntniss gebracht hatte. Einmal handelt es sich dabei

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Hellriegel Hermann, Wilfarth Hermann

Artikel/Article: [Erfolgt die Assimilation des freien Stickstoffs durch die Leguminosen unter Mitwirkung niederer Organismen? 138-143](#)