Die landwirthschaftlichen

Versuchs-Stationen.

Organ

für

wissenschaftliche Forschungen auf dem Gebiete
der Landwirthschaft.

Vierter Band.

Dresden,
Verlag von G. Schönfeld's Buchhandlung (C. A. Werner).
1862.

Inhalt.

Mittheilungen aus der Station Dahme.

I.

Die Vertheilung der Mineralstoffe und des Stickstoffs über die Organe des Rothklees in den verschiedenen Perioden seines Wachsthums

von

R. Ulbricht, Assistenten.

(Schluß.)

Die folgenden Zahlenreihen enthalten die mineralischen Kleebestandtheile, mit Ausnahme des Eisenoxyds und der Kieselsäure, auf 100 Gesammtmineralstoffe berechnet. Letztere beiden Körper ließ ich fort, weil voraussichtlich sich keine Reihe für sie ergeben konnte, und weil die erhaltenen Zahlen für beide aus früher erwähnten Gründen in ihrem Werth nicht hoch anzuschlagen sind.

In nachstehenden Tabellen bedeutet

A. = Reihe 2, Jahrgang 1, Schnitt 1.
B. = „ 1, „ 2, „ 1.
C. = „ 2, „ 2, „ 1.
D. = „ 1, „ 2, „ 2.
E. = „ 2, „ 2, „ 2.

Die procentische Zusammensetzung der Gesammt-Mineralstoffe.

100 Gesammtmineralstoffe enthalten:	Periode 1.							Periode 2.										
	Blattstiele.			Blätter.				Stengel.			Blattstiele.				Blätter.			
	A.	C.	E.	A.	C.	D.	E.	B.	C.	E.	B.	C.	D.	E.	B.	C.	D	E.
Kali	45,2	54,8	56,1	34,6	40,3	27,0	36,4	58,1	59,3	58,8	44,4	55,5	33,1	49,9	23,6	36,2	25,2	32,8
Natron	3 3	4,3	1,0	2,5	2,0	0	1,1	1,5	1,1	1,4	0,9	1,3	2,4	1,9	0	1,9	0,6	1,4
Kalkerde	20,7	15,2	17,9	33,2	30,5	36,8	35,5	17,4	12,3	15,6	29,7	17,3	29,0	22,9	48,2	34,5	42,1	40,3
Talkerde	9,3	7,6	7,7	10,2	7,4	10,5	8,8	8,0	6,7	9,2	9,6	7,5	15,8	9,6	8,7	8,5	10,4	9,3
Phosphorsäure	13,6	13,1	10,7	13,6	16,1	17,4	13,0	8,9	12,2	11,2	9,9	12,3	13,5	10,5	15,8	14,7	14,9	12,8
Schwefelsäure	0,4	0,3	2,0	0	0	0	1,4	1,8	3,4	1,9	0,4	0,6	0	0,7	0	0	0	Spur
Chlor	5,7	3,5	3,2	3,0	1,1	4,1	1,8	3,5	4,5	1,1	3,1	4,2	4,6	3,2	0,9	2,3	2,4	1,7

100 Gesammtmineralstoffe enthalten:	Periode 3.														
	Stengel.				Blattstiele.			Blätter.				Blüthen.			
	B.	C.	D.	E.	B.	C.	E.	B.	C.	D.	E.	B.	C.	D.	E.
Kali	19,4	58,8	48,1	46,8	23,2	52,5	53,6	14,9	41,5	28,6	29,3	39,0	34,9	41,1	41,1
Natron	3,1	1,7	3,0	2,4	1,8	1,7	1,5	0,3	2,2	2,5	1,4	0,2	3,1	2,7	1,0
Kalkerde	34,0	15,8	19,1	24,1	41,9	22,6	19,2	61,4	33,8	40,0	44,7	24,7	23,8	16,6	23,1
Talkerde	24,3	6,2	10,2	10,1	16,8	5,8	7,0	11,3	8,7	9,5	8,4	9,4	9,1	9,9	8,65
Phosphorsäure	10,0	11,5	9,6	11,8	8,7	11,6	13,6	7,5	8,9	11,5	12,4	17,8	18,7	20,0	19,2
Schwefelsäure	Spur	1,2	1,2	0,5	Spur	Spur	0,1	0,2	0	0,2	0,3	0,3	Spur	1,2	Spur
Chlor	6,2	4,4	7,7	2,3	5,1	4,0	4,0	2,3	2,4	3,5	1,7	6,6	5,3	5,9	4,1

100 Gesammtmineralstoffe enthalten:	Periode 4.							
	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Blüthen.			Samen.	
	B.	B.	B.	B.	C.	E.	C.	E.
Kali	7,2	9,4	4,3	30,9	20,1	27,0	31,4	34,5
Natron	3,7	0	1,3	1,0	2,1	0,8	2,1	0,3
Kalkerde	40,9	50,0	70,4	28,7	41,7	34,7	7,9	6,2
Talkerde	33,1	20,6	12,2	10,6	10,3	10,3	12,9	13,5
Phosphorsäure	9,2	11,8	8,3	20,2	20,1	22,4	41,9	43,4
Schwefelsäure	Spur	0	?	0,3	0,04	0,2	0,2	Spur
Chlor	2,3	3,3	0,4	3,0	1,2	1,8	1,0	1,3

100 Gesammtmineralstoffe enthalten:	Stengel.								Blattstiele.										
	Periode 2.			Periode 3.				Per. 4.	Periode 1.			Periode 2.				Periode 3.			Per. 4.
	B.	C.	E.	B.	C.	D.	E.	B.	A.	C.	E.	B.	C.	D.	E.	B.	C.	E.	B.
Kali	58,1	59,3	58,8	19,4	58,8	48,1	46,8	7,2	45,2	54,8	56,1	44,4	55,5	33,1	49,9	23,2	52,5	53,6	9,4
Natron	1,5	1,1	1,4	3,1	1,7	3,0	2,4	3,7	3,3	4,3	1,0	0,9	1,3	2,4	1,9	1,8	1,7	1,5	0
Kalkerde	17,4	12,3	15,6	34,0	15,8	19,1	24,1	40,9	20,7	15,2	17,9	29,7	17,3	29,0	22,9	41,9	22,6	19,2	50,0
Talkerde	8,0	6,7	9,2	24,3	6,2	10,2	10,1	33,1	9,3	7,6	7,7	9,6	7,5	15,8	9,6	16,8	5,8	7,0	20,6
Phosphorsäure	8,9	12,2	11,2	10,0	11,5	9,6	11,8	9,2	13,6	13,1	10,7	9,9	12,3	13,5	10,5	8,7	11,6	13,6	11,8
Schwefelsäure	1,8	3,4	1,9	Spur	1,2	1,2	0,5	Spur	0,4	0,3	2,0	0,4	0,6	0	0,7	Spur	Spur	0,1	0
Chlor	3,5	4,5	1,1	6,2	4,4	7,7	2,3	2,3	5,7	3,5	3,2	3,1	4,2	4,6	3,2	5,1	4,0	4,0	3,3

100 Gesammtmineralstoffe enthalten:	Blätter.													Blüthen.							Samen.	
	Periode 1.				Periode 2.				Periode 3.				Per. 4.	Periode 3.				Periode 4.				
	A.	C.	D.	E.	B.	C.	D.	E.	B.	C.	D.	E.	B.	B.	C.	D.	E.	B.	C.	E.	C.	E.
Kali	34,6	40,3	27,0	36,4	23,6	36,2	25,2	32,8	14,9	41,5	28,6	29,3	4,3	39,0	34,9	41,1	41,1	30,9	20,1	27,0	31,4	34,5
Natron	2,5	2,0	0	1,1	0	1,9	0,6	1,4	0,3	2,2	2,5	1,4	1,3	0,2	3,1	2,7	1,0	1,0	2,1	0,8	2,1	0,3
Kalkerde	33,2	30,5	36,8	35,5	48,2	34,5	42,1	40,3	61,4	33,8	40,0	44,7	70,4	24,7	23,8	16,6	23,1	28,7	41,7	34,7	7,9	6,2
Talkerde	10,2	7,4	10,5	8,8	8,7	8,5	10,4	9,3	11,3	8,7	9,5	8,4	12,2	9,4	9,1	9,9	8,65	10,6	10,3	10,3	12,9	13,5
Phosphorsäure	13,6	16,1	17,4	13,0	15,8	14,7	14,9	12,8	7,5	8,9	11,5	12,4	8,3	17,8	18,7	20,0	19,2	20,2	20,1	22,4	41,9	43,4
Schwefelsäure	0	0	0	1,4	0	0	0	Spur	0,2	0	0,2	0,3	?	0,3	Spur	1,2	Spur	0,3	0,04	0,2	0,2	Spur
Chlor	3,0	1,1	4,1	1,8	0,9	2,3	2,4	1,7	2,3	2,4	3,5	1,7	0,4	6,6	5,3	5,9	4,1	3,0	1,2	1,8	1,0	1,3

100 Gesammtmineralstoffe enthalten:	Ganze Pflanze.									
	Periode 1.			Periode 2.			Periode 3.			Periode 4.
	A.	C.	E.	B.	C.	E.	B	C.	E.	B.
Kali	40,8	47,1	46,0	42,0	51,2	45,8	22,9	52,0	42,6	16,3
Natron	3,0	3,1	1,1	0,8	1,4	1,6	1,2	1,9	1,7	1,8
Kalkerde	26,0	23,3	26,9	31,8	20,4	27,7	43,2	21,6	27,8	42,5
Talkerde	9,7	7,5	8,3	8,6	7,5	9,3	14,8	7,0	9,0	18,9
Phosphorsäure	13,6	14,7	11,9	11,8	13,0	11,6	10,8	11,4	13,8	13,7
Schwefelsäure	0,2	0,1	1,7	0,8	1,6	0,8	0,1	0,7	0,3	?
Chlor	4,6	2,2	2,5	2,4	3,7	2,0	4,7	3,9	2,8	2,3

In der Kleeasche nehmen Kali und Kalkerde die erste Stelle ein, ersteres vorwiegend den gefäßreicheren Stengeln und Blattstielen, letzteres den parenchymreicheren Blättern zufallend.

Für dieselbe Periode ist die Asche der Blätter immer am ärmsten an Kali, die der Stengel in der jüngeren Pflanze am reichsten, zur Zeit der Blüthe jedoch stellen sich diese den Blattstielen fast gleich, und in der vierten Periode ist sogar die Asche des Blattstieles um eine Kleinigkeit reicher an Kali. In Periode 3 stehen die Blüthen zwischen den Blattstielen und Blättern, zur Reifezeit aber enthalten sie im Mittel circa 3—4 mal mehr Kali in der Asche, als die übrigen Organe.

In Periode 4 enthalten die Aschen der Stengel, Blattstiele, Blätter und der ganzen Pflanze nur noch wenige Procente Kali, doch hat diese starke Abnahme erst zwischen Blüthe- und Reifezeit statt, denn in den früheren drei Perioden zeigen die Kleepflanze, wie ihre Organe, nur einen bedeutenden Ausfall an Kali. Die Blüthenasche ist zur Zeit der Reife nur mäßig niedriger im Kaligehalt, als in der vorhergehenden Periode, bedingt durch die Ausbildung des kalireichen Samens.

Die Kleeorgane unter einander verglichen, ergiebt sich für ihren Kalkgehalt fast genau das Umgekehrte von dem, was eben vom Kali gesagt ist: es enthält die Stengelasche die geringste, die Blätterasche die höchste Kalkmenge, die Blattstiele stehen etwas über, die Blüthen wenig unter den Stengeln (zur Zeit der Reife), oder um ein Kleines höher (zur Blüthezeit).

Auch beim Kalk ist die Zunahme zur Reife hin am stärksten von der dritten zur vierten Periode.

Die Talkerde läßt in der Asche für die verschiedenen Organe keine erheblichen Unterschiede erkennen; verglichen mit den drei ersten Perioden tritt sie in Periode 4 mit der höchsten Procentzahl in der Asche auf.

Den größten Gehalt an Phosphorsäure zeigen in der Jugend der Pflanze die Aschen der Blätter, ihnen folgen die Blattstiele. Zur Blüthezeit sind die Aschen beider Organe und der Stengel im Phosphorsäuregehalt wenig verschieden, erheblich reicher daran aber jetzt die der Blüthe. Die größte Phosphorsäuremenge ergiebt die Asche des Samens (42—43 %).

Die Stengel- und Blattstielaschen verlieren bis zur Reife hin unerheblich an Phosphorsäure. Bei den Blättern ist der Austritt be-

deutender. Die Blüthenasche wird mit der fortschreitenden Reife des Organs reicher an Phosphorsäure.

Den durchschnittlich höchsten Gehalt an Chlor zeigen die Organe der Kleepflanze in der Zeit der Blüthe.

Sehen wir ab von Periode3. B., so zeigt sich, daß die ganze Kleepflanze während der ersten drei Vegetationsperioden keine bedeutenden Differenzen in der Zusammensetzung ihrer Asche zeigt, dasselbe Resultat, zu welchem E. Wolff gelangte. Meine Untersuchung läßt nicht einmal die „regelmäßige, wenn auch nur unbedeutende Steigerung im Magnesiagehalt" erkennen, und die ganz junge Pflanze zeigt bei mir in keinem Fall „einen fast doppelt so hohen Gehalt der Asche an Phosphorsäure, als später", wie Wolff es beobachtet hat. —

Ich gehe jetzt zur Betrachtung der directen Verhältnisse einzelner Mineralstoffe im Rothklee zu einander über, die ich berechnete, weil es mir zu wissen wichtig schien, ob auch der Gesammtgehalt eines Körpers in der Kleepflanze und ihren Organen, im Vergleich mit einem zweiten, einem bestimmten Gesetz der Aufnahme und Assimilation unterworfen sei, oder ob vielleicht, wie spätere Untersuchungen lehren werden, nur die im Zellsaft gelösten oder unlöslich abgelagerten Stoffe hierin Gesetzmäßigkeit erkennen lassen.

Die Alkalien und die Kalkerde.

Es kommen auf 100 Theile Alkalien in	an Kalkerde:														
	in Periode 1.				Periode 2.				Periode 3.				Periode 4.		
	A.*	C.*	D.*	E.*	B.*	C.	D.	E.	B.	C.	D.	E.	B.	C.	E.
Stengel . .	—	—	—	—	29	20	52	26	151	26	37	49	376	—	—
Blattstiel . .	43	26	57	31	65,5	30	82	44	167	42	58	35	529	—	—
Blatt . . .	90	72	136	95	204	90	163	118	404	77	128	146	1274	—	—
Blüthe . .	—	—	—	—	—	—	—	—	63	63	38	55	90	188	125
Samen . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24	18
Ganze Pflanze	59	47	100	57	74	39	107	58	179	40	55	63	235	—	—

*) Die Bedeutung von A—E. ist hier und in der Folge dieselbe wie früher.

Wir sehen hier nochmals recht deutlich das Vorherrschen der Kalkerde in den Blättern; das Verhältniß derselben zu den Alkalien zeigt sich (einzig ausgenommen E. in Periode 3) für dies Organ 2—2½—3 mal größer, als in den Blattstielen, und 2½—3—3½—4½, einmal selbst 7 mal höher, als in den Stengeln.

Zieht man aus obigen Zahlen für die correspondirenden Versuchsreihen (B. und D. einerseits, C. und E. andererseits) die Mittel, so ergeben sich die folgenden Mengen von Kalkerde für 100 Alkali:

	Periode 1.		Periode 2.		Periode 3.*		Periode 4.	
	Reihe 1	Reihe 2	Reihe 1	Reihe 2	Reihe 1	Reihe 2	Reihe 1	Reihe 2
Stengel . . .	—	—	40,5	23	37	37,5	376	—
Blattstiele . .	57	28,5	74	37	58	38,5	529	—
Blatt	136	83,5	183,5	109	128	111,5	1274	—
Blüthe . . .	—	—	—	—	38	59	90	156,5
Ganze Pflanze .	100	52	90,5	48,5	55	51,5	235	—

und sprechen diese Zahlen ohne Schwankungen mit ziemlicher Schärfe wiederholt dafür, daß in den im Gartenboden gewachsenen Pflanzen und ihren Stengeln, Blattstielen und Blättern das Verhältniß des Kalks zu den Alkalien ein niedrigeres, als in den im Ackerboden gewachsenen ist, während das Umgekehrte bei den Blüthen statt hat.

Nach der Untersuchung E. Wolff's (Mittheilungen aus Hohenheim, Heft 5. 1860) war die Relation der Alkalien zur Kalkerde für die ganze Kleepflanze in

Periode 1.	Periode 2.	Periode 3.
100:53.	100:50.	100:50.

Diese Verhältnisse stimmen sehr gut mit den von mir für im Gartenboden gewachsenen Klee erhaltenen überein. Der von Wolff ausgeführten Analyse zufolge scheint sein Klee in einem durchschnittlich mindestens eben so reichen Boden gewachsen zu sein, wie der von mir untersuchte.

*) Schnitt 1 erster Reihe ausgenommen, wegen der entschieden abnorm ernährten Pflanzen.

Die Alkalien und die Talkerde.

100 Alkalien entsprechen	an Talkerde:														
	in Periode 1.				Periode 2.				Periode 3.				Periode 4.		
	A.	C.	D.	E.	B.	C.	D.	E.	B.	C.	D.	E.	B.	C.	E.
Stengel . .	—	—	—	—	13	11	36	15	108	10	20	21	305	—	—
Blattstiele . .	19	13	40	13	21	13	45	18	67	11	28	13	218	—	—
Blatt . . .	28	18	39	23	37	22	40	27	74	20	30,5	27	220	—	—
Blüthe . .	—	—	—	—	—	—	—	—	24	24	22,5	21	33	47	37
Samen . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39	39
Ganze Pflanze	22	15	39,5	18	20	14	40	20	62	13	23	20	104	—	—

Auch das Verhältniß der Talkerde zu den Alkalien ist am größten in den Blättern, niedriger in den Blattstielen, denen die Stengel folgen. Die unreife Blüthe schwankt, die reife stellt sich tief unter den Stengel der vierten Periode, dem das höchste Verhältniß zuzukommen scheint.

Mit dem Auftreten der Stengel wird das Verhältniß der Magnesia zu Kali und Natron in Blattstiel und Blatt um sehr wenig höher und sinkt dann wieder ebenso unbeträchtlich mit der Bildung der Blüthe. Zur Zeit der Reife enthalten alle Organe sehr viel mehr Talkerde auf 100 Alkali, als in jeder der früheren Perioden.

Es zeigt in der nämlichen Versuchsreihe der erste Schnitt ein niedrigeres Talkerdeverhältniß als der zweite, oder beide sind gleich. Dies gilt für die ganze Pflanze wie ihre Organe, ausgenommen die Blüthen, bei denen das Verhältniß sich umkehrt. Dagegen ist die Proportion der Talkerde zu den Alkalien für Reihe I. und II. gleich, wie in den jungen Blüthen, oder in Reihe I. höher, als in den übrigen Organen und der ganzen Pflanze.

Es mögen zum Vergleich die aus E. Wolff's Untersuchungen der ganzen Rothkleepflanze berechneten Verhältnisse der Alkalien zur Magnesia neben die von mir für den im Gartenboden gewachsenen Klee gefundenen gestellt werden.

	Wolff.	Ulbricht.
Periode 1.	100 : 13.	100 : 16,5.
Periode 2.	100 : 13.	100 : 17.
Periode 3.	100 : 15.	100 : 16,5.

Die Kalk- und Talkerde.

Es kommen auf 100 Kalkerde in:	an Talkerde:														
	in Periode 1.				Periode 2.				Periode 3.				Periode 4.		
	A.	C.	D.	E.	B.	C.	D.	E.	B.	C.	D.	E.	B.	C.	E.
Stengel . . .	—	—	—	—	46	54	70	59	71	39	54	42	81	—	—
Blattstiel . .	45	50	70	43	32	44	54,5	42	40	26	47	36	41	—	—
Blatt . . .	31	24	29	45	18	25	25	23	18	26	24	19	17	—	—
Blüthe . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	38	38	59	37	37	25	30
Samen . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	164	216
Ganze Pflanze	37	32	40	31	27	37	37	34	34	32	42	33	45	—	—

Die Stengel zeigen für die nämliche Periode das größte Verhältniß der Talkerde zur Kalkerde; ihnen folgen absteigend die Blattstiele, diesen die Blätter. Die Blüthen schwanken, stehen aber, wenigstens in Periode 3, stets über den Blattstielen und Blättern.

Mit zunehmendem Alter der Pflanze sinkt das Verhältniß der Magnesia zur Kalkerde bis zur vollen Blüthe hin in den Stengeln um 15—17 pro 100, in den Blattstielen durchschnittlich um 9, endlich in den Blättern im Durchschnitt um nur 1½. Die ganze Pflanze schwankt unbedeutend und ergiebt im Mittel für die drei ersten Perioden Constanz. Ob zur Zeit der Reife für die Magnesia ein Wachsen oder Sinken sich geltend macht, muß fraglich bleiben, doch fällt diese jedenfalls mit der Reife der Blüthen, trotzdem daß im Kleesamen die Bittererde gegen die Kalkerde 64—116 % mehr beträgt. Dies Verhältniß erklärt sich dadurch, daß die Blüthe der vierten Periode 0,6—1,0 % Kalkerde, dagegen nur 0,05—0,08 % Magnesia mehr enthält, als die der dritten, und daß dieses Plus sonst nur in den Samenhüllen abgelagert ist, in denen auf 100 Kalkerde kommen an Talkerde in C. 20, in E. 18.

Im Mittel ergiebt sich aus den obigen Zahlen für die Kleepflanze des Gartenbodens ein Verhältniß der Kalkerde zur Magnesia

	für Periode 1.	Periode 2.	Periode 3.
von	100:31,5.	100:35,5.	100:32,5.

Nach E. Wolff's Angaben berechnen sich die folgenden Verhältnisse:

1857.	100:24.	100:26.	100:29.
1859.	100:27.	100:24,5.	100:34.

Wie bei so vielen anderen Samen von Pflanzen der verschiedensten Familien, beträgt auch im Samen des Rothklee's die Magnesia mehr, als die Kalkerde. Nach den Analysen Th. Siegert's (die landwirthschaftlichen Versuchsstationen, 1859, Seite 262) berechnen sich für den Samen des Rothklee, steyrischen Klee und Weißklee die folgenden Verhältnisse der Kalk- zur Talkerde:

Weißklee = 100 : 159.
Steyr. Klee = 100 : 199.
Rothklee = 100 : 246.

Weitere Untersuchungen müssen lehren, welche Zellen oder Zellencomplexe im Samen den größeren Procentgehalt an Talkerde bedingen, und welche Bedeutung dieselbe für die Ausbildung einzelner Theile des Samens hat.

Der Stickstoff und die Gesammtmenge der Mineralstoffe.

Es kommen auf 10 Stickstoff in	an Gesammtmineralstoffen:														
	in Periode 1.				Periode 2.				Periode 3.				Periode 4.		
	A.	C.	D.	E.	B.	C.	D.	E.	B.	C.	D.	E.	B.	C	E.
Stengel . .	—	—	—	—	51	39	?	36	22	39	32	40	22	—	—
Blattstiel . .	45	40	?	44	33	38	34	38	33	34	?	37	30	—	—
Blatt . . .	21	16	15	19	19	15	16	18	24	20	19	18	31	—	—
Blüthe , . .	—	—	—	—	—	—	—	—	16	16	17	18	12	13	14
Samen . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,5	7,8
Ganze Pflanze	30	23	?	26	29	26	?	27	21	28	?	26	19	—	—

Sieht man ab von den Zahlen für die Stengel von B. in Periode 2 und 3, dann dürfte es wohl erlaubt sein, nach obigen Verhältnissen anzunehmen, daß für jedes Kleeorgan in seinen verschiedenen Vegetationsperioden ein bestimmtes, eng begrenztes Verhältniß des Stickstoffs zu den Mineralstoffen bestehe, das sogar wenig abhängig davon zu sein scheint, ob das Organ dem ersten oder zweiten Schnitt angehört, ob letzteres von Pflanzen auf reicherem oder ärmeren Boden gewachsen genommen ist, mit einem Wort, daß in vorliegendem Fall die Aufnahme der Mineralstoffe die des Stickstoffs direct bedingt habe, oder umgekehrt.

Folgende sind die Durchschnittsverhältnisse obiger Tabelle.

Auf 10 Theile Stickstoff	an Mineralstoffen in			
	Periode 1.	Periode 2.	Periode 3.	Periode 4.
Stengel	—	37,5	37	22
Blattstiel	43	36	35	30
Blatt	18	17	20	31
Blüthe	—	—	17	13
Ganze Pflanze . .	26	27	27 ?	19

Nach Th. Siegert's Analyse ergiebt sich für den Rothkleesamen die Proportion:

Stickstoff : Mineralstoffe = 10 : 7,7.

Der Stickstoff und die Gesammtmenge der Alkalien und alkalischen Erden.

Die enge Beziehung, welche für die von mir untersuchten Kleepflanzen zwischen Stickstoff und Mineralstoffen besteht, ist überraschend. Wegen des Fehlens einiger Chlor- und Schwefelsäurebestimmungen ließ sich in drei Fällen (Periode 1, 2 und 3, D.) das Verhältniß nicht genau ermitteln. Die fehlenden Reihen nun mit den übrigen vergleichbar zu machen, dann aber auch um zu sehen, ob vielleicht schon zwischen den Alkalien + den alkalischen Erden einerseits und dem Stickstoff andererseits eine bestimmte Beziehung sich ergäbe, berechnete ich die Summe des Kali's, Natron's, der Kalkerde und Magnesia für 10 Theile Stickstoff. Die so gefundenen Größen mußten kleiner sein, als die vorstehender Tabelle, sie mußten aber unter sich in demselben, mindestens in einem nur ganz wenig abweichenden Verhältniß stehen, wie die voriger Zahlenreihe, wenn für Stickstoff zu Alkali und alkalischer Erde dasselbe Gesetz der Aufnahme und Assimilation gelten solle, das oben für Stickstoff und Mineralstoff ausgedrückt ist. In der That finden wir eine so genügende Uebereinstimmung, als nur immer sich erwarten ließ. So

ist zum Beispiel die Relation des Stickstoffs zu den Mineralstoffen in den Blättern der dritten Periode für:

$$\begin{array}{ccccc} & B. & C. & D. & E. \\ = 10 & : 24 & : 20 & : 19 & : 18, \end{array}$$

das des Stickstoffs zu den Alkalien und alkalischen Erden im nämlichen Organ

$$= 10 : 21 : 17 : 16 : 15.$$

Setzt man nun an

$$\begin{array}{c} B. \\ 24 \end{array} : \left(\begin{array}{ccc} C. & D. & E. \\ 20 & 19 & 18 \end{array}\right) = \begin{array}{c} B. \\ 21 \end{array} : \left(\begin{array}{ccc} C. & D. & E. \\ & x & \end{array}\right)$$

so ergeben sich für C. D. und E. auf 10 Theile Stickstoff 17,5—15,8 und 15,0 Theile obiger vier Basen: Mengen, die mit den aus den analytischen Resultaten direct berechneten genügend übereinstimmen. Die größte Differenz, die sich bei solcher Vergleichung der Zahlen vorhergehender und folgender Tabelle ergab, betrug 2 (in Periode 3. D., wo sich für die Blüthe 14 Theile Basen berechnen, während nur 12 Theile gefunden sind).

Es kommen auf 10 Stickstoff in	an Kali, Natron, Kalk- und Talkerde:														
	in Periode 1.				Periode 2.				Periode 3.				Periode 4.		
	A.	C.	D.	E.	B.	C.	D.	E.	B.	C.	D.	E.	B.	C.	E.
Stengel . .	—	—	—	—	44	32	34	31	18	32	26	33	18	—	—
Blattstiel .	36	33	26	36,5	28	31	28	32	28	28	26	30,5	24	—	—
Blatt . . .	17	13	11	15,5	15	12	13	16	21	17	16	15	27,5	—	—
Blüthe . .	—	—	—	—	—	—	—	—	12	12	12	14	8,5	9,4	10
Samen . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,6	4,3
Ganze Pflanze	24	18	14	22	24	21	18	22,5	18	24	19	21	14	—	—

Es scheint hiernach schon zwischen Stickstoff und Alkali nebst alkalischer Erde für den Rothklee derselbe innige Zusammenhang zu bestehen, wie zwischen Stickstoff und der Gesammtmenge der Mineralstoffe. Daß in Folge abnormer Entwickelung eines Organs oder einer Pflanze diese Beziehungen Schwankungen unterliegen, darf nicht Wunder

nehmen. So zeigte B. in Periode 3 auch nach anderen Richtungen hin so große Abweichungen, daß anzunehmen war, in seinen Pflanzen, besonders im Stengel, sei in Folge unbekannter Ursachen eine ganz anormale Nährstoffassimilation erfolgt. Auch der Stengel B. in Periode 2 steht in seinem Verhältniß der Mineralstoffe zum Stickstoff etwas zu hoch, die ganze Pflanze D. in Periode 1 dagegen den anderen von A. C. und E. gegenüber zu niedrig. Bei den folgenden Vergleichungen sind die angeführten vier abweichenden Verhältnisse ausgeschlossen.

Sehen wir zuvörderst, welchen Einfluß die Verschiedenheit des Schnittes auf die mehrerwähnten Beziehungen ausübt.

In der zweiten Versuchsreihe ist in den Stengeln des ersten und zweiten Schnittes (C. und E.) das Verhältniß der Alkalien und alkalischen Erden zum Stickstoff so wenig verschieden, daß man wohl Gleichheit annehmen darf; die Blattstiele von C. und E. differiren ebenfalls in allen drei Perioden nur unbedeutend, noch weniger die von B. und D. in Periode 2 und 3. Die Blätter schwanken um ein Kleines; in Periode 1 und 2 ist E. größer, als C., in Periode 3 kleiner. Im Mittel aller drei Perioden ergiebt sich für die Blätter die Proportion:

Schnitt 1.	Schnitt 2.
C.	E.
10:14,0.	10:15,5.

Der erste Schnitt erster Versuchsreihe zeigt in Periode 2 und 3 ein größeres Verhältniß als der zweite. Die Blüthen sind unreif und reif in beiden Schnitten unerheblich verschieden und die ganze Pflanze schwankt in Reihe II., wie die Blätter.

Beziehung der Versuchsreihen zu einander.

Reihe I. mit Reihe II. verglichen, schwanken die Stengel, Blätter und ganzen Pflanzen; Blattstiele und Blüthen ergeben entweder Constanz oder unbedeutendes Mehr in Reihe II. Für Periode 2 und 3 ergiebt sich folgendes Durchschnittsverhältniß:

Für:	Mittel aus:	Größe der Schwankung.	Mittelzahl für	
			Reihe I.	Reihe II.
Stengel . . .	D. u. E. (Per. 2 u. 3)	26—34	30	32
Blattstiel . .	B. u. C., sowie D. u. E. (Per. 2 u. 3)	26—32	27,5	30,4
Blatt	B. u. C., sowie D. u. E. (Per. 2 u. 3)	12—16	16	15
Blüthe . . .	B. u. C., sowie D. u. E. (Periode 3)	12—14	12	13
Ganze Pflanze	D. u. E. (Per. 2 u. 3)	18—22,5	18,5	22

Einfluß des Alters auf das Verhältniß des Stickstoff's zu den Alkalien und alkalischen Erden.

Für die ersten drei Perioden lassen allein die Blattstiele mit dem Aelterwerden ein Sinken der Alkalien und alkalischen Erden gegenüber dem Stickstoff erkennen. Zur Zeit der Reife ist das Verhältniß der Basen sehr wahrscheinlich niedriger, als in allen früheren Perioden bei den Stengeln, Blattstielen, Blüthen und der ganzen Pflanze, bei den Blättern dagegen beträchtlich höher. Die nachfolgenden Zahlen drücken das mittlere Verhältniß für jedes Organ in den vier verschiedenen Perioden aus.

Periode.	Stengel.			Blattstiel.			Blatt.			Blüthe.			Ganze Pflanze.		
	Mittel aus:	Größe der Schwankung.	Mittel.	Mittel aus:	Größe der Schwankung.	Mittel.	Mittel aus:	Größe der Schwankung.	Mittel.	Mittel aus:	Größe der Schwankung.	Mittel.	Mittel aus:	Größe der Schwankung.	Mittel.
I.	—	—	—	C. E.	33—36,5	34,8	C. E.	13—15,5	14,3	—	—	—	C. E.	18—22	20
II.	C. D. E.	31—34	32,3	B. C. D. E.	28—32	29,8	B. C. D. E.	12—16	14	—	—	—	C. D. E.	18—22,5	20,5
III.	C. D. E.	26—33	32,7	B. C. D. E.	26—30,5	28,1	B. C. D. E.	15—21	17,3	B. C. D. E.	12—14	12,5	C. D. E.	19—24	21,3
IV.	B.	—	18	B.	—	24	B.	—	27,5	B. C. E.	8,5—10	9,3	B.	—	14

Nach den von E. Wolff (a. a. O.) ausgeführten Analysen der ganzen Rothkleepflanze berechnet sich das folgende Verhältniß des Stickstoff's zu den hier besprochenen vier Basen:

für Periode 1.	Periode 2.	Periode 3.
10:11.	10:20.	10:20.

Die Beziehungen der beiden letzten Perioden stimmen gut mit den von mir berechneten; in Periode 1 hatte Wolff 4,8 % Stickstoff gefunden, eine Menge, die fast genau das Mittel meiner Bestimmungen (4,5—4,6—5,1 %) ausdrückt, wogegen seine Pflanzen bedeutend weniger an Kalkerde (1,7 %), Talkerde (0,4 %) und Alkalien (3,2 %) enthielten, als vorliegende Untersuchung ergab: an ersterer Basis 2, 4—2,9 %, an Talkerde 0,8—1,1 % und an Alkalien 2,8—5,1 %. Die auffallend geringe Aufnahme der vier Basen in Wolff's Periode 1 hat ihr Verhältniß zum Stickstoff so tief herabgedrückt.

Einige Kleepflanzen zweiter Periode, die im Jahre 1859 in Gartenboden im Glastopfe gezogen waren, enthielten — mitsammt der Wurzel untersucht — auf 10 Theile Stickstoff 18 Theile Alkalien und alkalische Erden.

Weitere Analysen des Rothklee's werden zeigen, ob der aus den vorstehenden wenigen Untersuchungsresultaten gefolgerte Schluß: — „Stickstoff und Mineralstoffe, respective Alkalien und alkalische Erden werden in bestimmten Verhältnissen assimilirt, die verschieden sind in den verschiedenen Organen und nach deren Alter, die aber nur wenig modificirt werden durch die Verschiedenheit der Boden und welche nicht erheblich davon abzuhangen scheinen, ob die Pflanze dem ersten oder zweiten Schnitt angehört" — Geltung behalten kann. Vielleicht gewinnt dieser auf den Rothklee angewandte Satz, wenigstens theilweise, auch für andere Pflanzen Bedeutung. Aus einer Reihe vorliegender Untersuchungen habe ich das Verhältniß des Stickstoffs zu den Alkalien und alkalischen Erden berechnet und lasse hier die resultirenden Proportionen folgen, zuvörderst die aus E. Wolff's Analysen mehrerer Halmfrüchte (a. a. O.) sich ergebenden.

Es berechnen sich auf 10 Theile Stickstoff an Kali, Natron, Kalkerde und Magnesia:

	Für die ganze Pflanze:		Zur Zeit der Halmbildung.	Zur Zeit der Blüthe.	Zur Zeit der Reife.
Winterhalmfrüchte.	Gerste. 4zeilige Wintergerste . . .	1856	—	17	22
		1857	13	19	12
	Weizen. Winteriegelweizen	1856	—	—	13
		1857	15	19	13
	Talaveraweizen	1857	16	17	16
Sommerhalmfrüchte.	Gerste. Jerusalemgerste	1856	27	25	15
		1857	22	17	16
	Chevaliergerste	1856	—	24	14
		1857	25	25,5	16
	Hafer. Weißer, ungegrannter Fahnenhafer	1856	—	30	18
		1857	20	30	20
	Früher weißer Rispenhafer . .	1857	24	25	20
	Brauner Rispenhafer	1856	29	42	21,5
		1857	25	39	22

Gewiß sprechen vorstehende Zahlen ebenso gut für die von mir angedeutete Beziehung des Stickstoffs zu den Mineralstoffen, als darunter sich findende erheblichere Differenzen das Gegentheil beweisen können. Ich lasse es dahin gestellt sein, ob die obigen Zahlen dadurch, daß bedeutend verschiedene Spielarten derselben Pflanzenart verglichen und daß die gewonnenen Verhältnisse aus Pflanzen gezogen wurden, die unter sehr abweichenden Witterungsverhältnissen sich entwickelt hatten, an Werth verlieren oder gewinnen.

Auf Anregung v. Liebig's wurden von der Station des Generalcomitee's des bayerischen landwirthschaftlichen Vereins Versuche*)

*) Ergebnisse landwirthschaftlicher und agriculturchemischer Versuche an der Station des Generalcomitee des bayerischen landwirthschaftlichen Vereins. 2 Heft, Seite 110. — Hoffmann, Jahresberichte über Agriculturchemie. 1859 und 1860.

„über die Beziehung der organischen zu den unorganischen Bestandtheilen in der Gerste und über den Einfluß, welchen Boden und Dünger auf deren Zusammensetzung äußern" ausgeführt. Die beiden verwendeten Halmgewächse, Gerste und Weizen, wurden auf den Versuchsfeldern von Bogenhausen, Schleißheim und Weyhenstephan angebaut und die gewonnenen Ernteproducte genauen Analysen unterworfen. Der hierbei gewonnenen Resultate bediente ich mich, das Verhältniß des Stickstoffs zur Gesammtmenge der Mineralstoffe, resp. zu Alkali und alkalischer Erde im Gerste- und Weizenkorn, sowie Stroh — unter Einfluß verschiedener Bodenarten und Düngemittel gewachsen — zu berechnen. Die erhaltenen Zahlen scheinen eine Stütze meiner Annahme der Abhängigkeit der Stickstoff- und Mineralstoffassimilation von einander zu seiu.

Die zweite Colonne folgender Tabelle enthält die Menge der Gesammtmineralstoffe, die auf 10 Th. Stickstoff sich berechnet; Colonne III. das Verhältniß des letzteren zu den Alkalien und alkalischen Erden.

Es kommen in	Auf 10 Theile Stickstoff	
	an Mineralstoffen.	an Alkalien und alkalischen Erden.
I. den Gerstenkörnern:		
A. Von Bogenhausen.		
1. Saatfrucht	14,6	4,7
2. Gedüngt mit Guano	14,4	4,8
3. Gedüngt mit schwefelsaurem Ammoniak . .	13,8	3,8
4. Ged. mit schwefels. Ammon. und Kochsalz	14,5	4,5
5. Gedüngt mit gedämpften Knochen . . .	14,3	3,95
6. Ged. mit Superphosphat und Stickstoff .	13,7	4,1
7. Ged. mit gefälltem Phosphorit und Gyps	14,35	3,8
B. Von Schleißheim.		
8. Saatfrucht	13,9	4,5
9. Gedüngt mit Superphosphat	13,4	4,4
10. Gedüngt mit Superphosphat, Kochsalz und schwefelsaurem Ammoniak	14,0	4,8

Es kommen in	Auf 10 Theile Stickstoff	
	an Mineralstoffen.	an Alkalien und alkalischen Erden.
I. den Gerstenkörnern:		
C. Von Weyhenstephan.		
11. Saatfrucht	14,3	5,2
12. Gedüngt mit Natronsalpeter	14,8	5,2
13. Gedüngt mit Kalisalpeter	15,1	5,2
14. Gerste, vorzüglich zur Brauerei geeignet	14,5	5,2
II. den Weizenkörnern:		
Von Bogenhausen.		
15. Ungedüngt	9,3	4,1
16. Gedüngt mit Superphosphat	8,8	3,9
III. dem Gerstenstroh:		
A. Von Schleißheim.		
17. Stroh von Nr. 9.	120,5	30,4
18. Stroh von Nr. 10.	109,9	29,5
B. Von Weyhenstephan.		
19. Stroh von Nr. 12.	109,9	30,5
20. Stroh von Nr. 13.	117,6	32,7

Fehling und Faißt (Dingler's polytechnisches Journ. CXXIV, 223) fanden endlich auf 10 Theile Stickstoff an Asche:

in 7 Roggensorten: 10—8,
in 6 Gerstensorten: 15,4—12,8 (einmal 11,5),
in 8 Hafersorten: 17,5—14,3 (einmal 12,3),
in 2 Waizensorten: 10,1—9,6.

Der Stickstoff und die Phosphorsäure.

Es kommen auf 10 Theile Phosphorsäure in:	An Stickstoff:														
	in Periode 1.				in Periode 2.				in Periode 3.				in Periode 4.		
	A.	C.	D.	E.	B.	C.	D	E.	B.	C.	D.	E.	B.	C.	E.
Stengel	—	—	—	—	22	21	17	25	45	22	32	21	50	—	—
Blattstiele . . .	16	19	19	21	31	21	21	25	35	25	19	20	28	—	—
Blatt	35	38	38	40	34	45	41	42	56	57	45	46	38	—	—
Blüthen	—	—	—	—	—	—	—	—	35	32	29	28	41	39	31
Samen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28	29
Ganze Pflanze	24	30	32	32	29	29	31	32	43	30	32	28	42	—	—

In den ersten drei Perioden ist das Verhältniß des Stickstoffs zur Phosphorsäure am größten in den Blättern. Die Stengel stellen sich bald unter, bald über die Blattstiele. Die Blüthe steht zwischen Blatt und Blattstiel.

Mit dem Aelterwerden ändern sich die Proportionen in Periode 1—3 wesentlich nur in den Blättern. A. in Periode 1 und B. der dritten Periode, weil nicht vergleichbar, ausgeschlossen, zeigen die Stengel bedeutende Schwankungen, doch möchte ich aus C. und E. schließen, daß zur Zeit der Stengelbildung und Blüthe das Verhältniß beider Körper constant bleibt und erst zwischen Periode 3 und 4 sich ändert weil hier die procentische Abnahme an Phosphorsäure größer zu sein scheint, als die des Stickstoffs. Für den Blattstiel ergiebt sich bis zur Blüthe hin im Durchschnitt ziemliche Gleichheit. In der jungen Pflanze beträgt das mittlere Verhältniß 10:20, für Periode 2=10:24,5 und zur Blüthezeit 10:21. Aus den Blättern tritt mit zunehmendem Alter (bis zur Blüthe hin) die Phosphorsäure rascher aus als der Stickstoff, weshalb das Verhältniß des letzteren zur Säure durchschnittlich am höchsten sich stellt zur Zeit der Blüthe, am niedrigsten in der ganz jungen Pflanze. Für 10,000 Theile wasserfreies Blatt beträgt die procentische Abnahme an

	Phosphorsäure: für		Stickstoff: für	
	Per. 1—2.	Per. 2—3.	Per. 1—2.	Per. 2—3.
in Reihe I. Schnitt 2:	32,5	18,6	89,5	40
in Reihe II. Schnitt 1:	18,4	35,2	19,5 (Zunahme.)	56,5
in Reihe II. Schnitt 2:	15,6	6,6	45,7	9,0 (Zunahme.)
im Mittel:	22,2	20,1	38,6	29,2

Das mittlere Verhältniß der Phosphorsäure zum Stickstoff in den Blättern der ersten Periode ist 10:39, in denen der zweiten 10:40,5, das mittlere Austrittsverhältniß dagegen bis zur zweiten Periode hin 10:17, von da bis zur dritten nur 10:14,5. Diese niedrigere letztere Relation bedingt das Wachsen des Stickstoffs gegenüber der Phosphorsäure mit dem Aelterwerden des Kleeblattes. Die Blüthe ergiebt reif ein höheres Verhältniß, als unreif (10:37 gegen 10:31). Die ganze Pflanze endlich läßt in Periode 1—3 ziemliche Constanz — 10:31—10:30—10:30 — erkennen.

Betrachtet man das ausnahmslose Auftreten von Phosphorsäure in allen Thier- und Pflanzengeweben und Säften neben Stickstoff oder richtiger Proteinstoffen, so drängt sich uns die Ansicht auf, daß zur Bildung der letzteren Phosphorsäure unumgänglich nothwendig sei und die verschiedenen Proteinstoffe sehr wahrscheinlich zu einer bestimmten Menge Phosphorsäure, resp. phosphorsaurer Salze, in enger Beziehung stehen.

Die Untersuchungen Fehling's und Faißt's von Roggen-, Gerste- und Hafersamen, die W. Mayer's, über die nämlichen Getreidekörner und den Weizen ausgedehnt, und eine große Anzahl Analysen anderer Chemiker machen es mehr als wahrscheinlich, daß für ein so abgeschlossenes Ganze, wie es der ausgebildete reife Same darstellt, bestimmte Mittelverhältnisse der Proteinstoffe zu der Phosphorsäure bestehen, und daß diese andere sind, je nachdem der Same den einen oder anderen der stickstoffhaltigen Körper führt, daß also z. B. das Legumin eine andere Menge Phosphorsäure zur Bildung bedarf, als der Kleber oder das Eiweiß. Hiernach muß man annehmen, daß aber auch in den Wurzel-, Stengel- oder Blattgebilden der Pflanze Beziehungen zwischen Proteinstoff und Phosphorsäure bestehen, selbst wenn der Gesammtgehalt eines

Organs oder einer ganzen Pflanze an letztgenannter Säure und Stickstoff kein bestimmtes Verhältniß derselben zu einander erkennen ließe, wenn beide Körper in wechselnden Proportionen aufgenommen und assimilirt würden. Wissen wir doch z. B. noch sehr wenig darüber, ob und wieviel des Stickstoffs eines Pflanzentheils dem Ammoniak oder der Salpetersäure angehört, die im Zellsaft gelöst sind, und weiter — kommen im Blatt, dem Stengel oder einem anderen Organ allermeist mehr Phosphorsäure, resp. phosphorsaure Salze auf dessen Stickstoff, als in den verschiedenen Proteinkörpern an sich gefunden wurde, woraus sich folgern läßt, daß im Pflanzensaft phosphorsaure Salze gelöst sind, die in keiner Beziehung zu seinem Proteingehalt stehen und die im Verlauf der Vegetation in gewissen Theilen der Zelle unlöslich abgelagert werden. Nach dem Allen würde es erklärlich, warum die oben gegebenen Proportionen der Phosphorsäure zum Stickstoff für den Rothklee so beträchtliche Schwankungen zeigen, und daß die von E. Wolff gefundenen so erheblich von den meinigen abweichen können. Er fand für die ganze Pflanze*) auf 10 Theile Phosphorsäure an Stickstoff:

	in Per. 1.	in Per. 2.	in Per. 3.
1857 . . .	46	51	49
1859 . . .	72	74	76

Auch R. Arendt fand bei seiner Untersuchung über die Haferpflanze sehr wechselnde Verhältnisse der Phosphorsäure zum Stickstoff und ist der Ansicht, „daß (wenn überhaupt) nur kleine Mengen von Phosphorsäure zum Bestehen der Proteinkörper erforderlich sind, dagegen die Bildung derselben höchst wahrscheinlich beträchtlich größere Mengen verlange. Arendt zog die getrockneten Organe der reifen Haferpflanze mit Wasser aus und untersuchte Lösung und Rückstand. Hierbei ergab sich, daß der größte Theil der Phosphorsäure — zweimal sogar, bis auf Spuren, alle — dagegen nur 39,5 - 63,1 % der Proteinstoffe in Lösung gegangen waren, so daß es in der That scheinen muß, als könnten die letzteren auch ohne jede Phosphorsäure bestehen.

Ich wiederholte das Experiment beim Rothklee, bediente mich aber zu dessen Ausziehen verdünnter Salpetersäure (1 Th. reine Säure

*) Darin stimmen diese Zahlen mit den oben gegebenen überein, daß sie Unveränderlichkeit der Beziehung der drei ersten Perioden zu einander zeigen.

und 6 Th. Wasser) und gelangte hierbei in Betreff der Phosphorsäure — die löslichen Stickstoffverbindungen wurden nicht bestimmt — zu ähnlichen Resultaten.

Unten stehende Tabelle enthält in zweiter Spalte die Gesammtmenge an Phosphorsäure, in Reihe 3 die im Auszug bestimmte und in vierter die berechnete unlösliche Säuremenge.

Es enthielten 100 Theile, wasserfrei:		an Phosphorsäure:		
		überhaupt	löslich in verdünnter Salpetersäure	unlöslich.
(1860. Jahrg. 2. Schnitt 1.)				
Periode 2.	Stengel	1,131	1,093	0,038
Periode 3.	Stengel	0,733	0,609	0,124
	Blüthen	1,168	0,924	0,244
	Schnitt 2.			
Periode 1.	Blätter	1,263	1,045	0,218
Periode 3.	Blattstiele	1,262	1,085	0,177
	Blätter	1,041	0,453	0,588
	Blüthen	1,208	0,646	0,562

Völlig ist hier in keinem Fall die Phosphorsäure gelöst worden.

Schwefel und Stickstoff.

Es kommen auf 100 Stickstoff in:	an Schwefel:													
	Reihe 1. Jahrgang 2.					Reihe 2.								
	Schnitt 1.			Schn. 2.		1859	1860. Schnitt 1.				1860. Schnitt 2.			
	in Periode			in Periode		Prd.	in Periode				in Periode			
	2.	3.	4.	2.	3.	1.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Stengel . .	?	9,8	12,9	?	16,0	—	—	6,9	7,3	—	—	4,8	11,1	—
Blattstiel . .	?	?	?	?	?	10,3	?	?	9,3	—	5,9	5,7	7,9	—
Blatt . . .	10,4	9,2	?	8,3	8,4	8,9	6,6	7,4	7,2	—	5,7	6,1	5,9	—
Blüthe . .	—	7,9	7,0	—	6,8	—	—	—	6,0	6,9	—	—	6,9	6,8
Samen . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,2	—	—	—	6,1
Ganze Pflanze	?	?	?	?	?	9,4	?	?	7,3	—	5,8	5,7	7,9	—

Die Constitution der Proteinkörper ließ a priori zwischen dem Gesammtstickstoff und Schwefel ein annähernd bestimmtes Verhältniß vermuthen, welches in der That auch in den obigen Zahlen unverkennbar hervortritt, wenngleich es durch den verschiedenen Gehalt der verschiedenen Proteinkörper an Schwefel und das mögliche Auftreten von Ammoniumoxyd und Salpetersäure im Rothklee modificirt sich darzustellen scheint.

Den bisher besprochenen relativen Gehalten der Kleeorgane an ihren entfernteren chemischen Bestandtheilen und den Verhältnissen dieser unter einander müßte jetzt, die Arbeit vollständiger zu machen, die absolute Aufnahme und die Wanderung derselben folgen. Von vorn herein hatte ich mir die Betrachtung der beiden letzten, für die Beurtheilung des Pflanzenlebens so überaus wichtigen Momente zum Vorwurf genommen, kam aber gleich beim Sammeln der ersten Perioden zu der Ueberzeugung, daß es unmöglich sei, unter im Freien gewachsenem Rothklee eine genügende Anzahl Pflanzen zu finden, die in allen ihren Theilen noch unbeschädigt seien. Weiter oben habe ich schon hervorgehoben, daß die Kleepflanze sehr bald einen Theil ihrer Blattorgane verliere. Es beginnen die letzteren von der Spitze der Blättchen her

zu vergilben und zu vertrocknen, so daß am Ende der mäßigste Wind und Regen genügen, sie von der Mutterpflanze loszureißen, zu zerbröckeln und zu humificiren. Es nöthigten mich diese Verhältnisse, die Analysen nur auf die noch lebenden*) grünen Blattorgane auszudehnen. Die Möglichkeit, die absolute Aufnahme und Wanderung der Mineralstoffe im Rothklee zu bestimmen, mußte darum aber gleichfalls aufgegeben werden.

Es enthalten 100 Theile (wasserfrei).	$18^{58}/_{59}$. Schnitt 1. Periode 3.				$18^{59}/_{60}$. Jahrg. 1. Periode 1.			
	Blattstiele		Blätter.		Blattstiele.		Blätter.	
	gesund.	todt.	gesund.	todt.	gesund.	todt.	gesund.	todt.
Organische Stoffe	93,3	93,2	91,8	90,8	89,1	90,2	90,9	89,0
Mineralstoffe .	6,7	6,8	8,2	9,2	10,9	9,8	9,1	11,0
Sa.	100	100	100	100	100	100	100	100
Kali	1,57	0,32	1,23	0,36	4,98	3,61	3,17	1,30
Natron . . .	0,12	0,34	0,02	0,20	0,37	0,08	0,23	0,08
Kalkerde . . .	2,82	4,01	5,06	6,93	2,28	4,02	3,05	7,16
Talkerde . . .	1,13	1,36	0,93	1,04	1,03	1,01	0,94	1,28
Eisenoxyd . .	0,16	0,16	0,06	0,13	0,07	0,14	0,06	0,22
Phosphorsäure .	0,58	0,35	0,62	0,37	1,49	0,37	1,25	0,46
Schwefelsäure .	Spur	Spur	0,01	Spur	0,04	0,02	0	Spur
Kieselsäure . .	0,02	0,19	0,13	0,17	0,11	0,19	0,20	0,30
Chlor	0,34	0,08	0,19	0,04	0,63	0,43	0,28	0,20
	6,66	6,79	8,21	9,23	10,86	9,77	9,12	10,96
Stickstoff . . .	2,04	1,315	3,445	2,41	2,43	0,97	4,35	1,96
Schwefel . . .	?	?	0,32	0,17	0,25	0,08	0,39	0,21

*) Nur in zwei Fällen wurden die noch an der Pflanze sitzenden abgestorbenen Blattstiele und Blätter untersucht, um wenigstens einigen Einblick in

Die Gesetze der absoluten Aufnahme, der Vertheilung und Wanderung der Pflanzennährstoffe aufzufinden, soweit die Chemie allein hierzu beitragen kann, braucht es zweier Factoren, der absoluten Mengenverhältnisse der Organe einer Pflanze und des Procentgehaltes derselben an den in Betracht gezogenen chemischen Bestandtheilen. Sind sie gefunden für dieselbe Pflanze, gewachsen auf den verschiedenartigsten Bodenarten und unter den verschiedensten klimatischen und meteorischen Einflüssen, dann haben wir nur noch einer sehr einfachen Berechnung der Größe der absoluten Aufnahme und Vertheilung nöthig, um aus ihnen auf die Gesetze für diese selbst und die Wanderung der Nährstoffe schließen zu können. Durch die vorliegende Arbeit habe ich versucht, annähernd die Größe des letzteren Factors für Rothklee zu bestimmen, der unter hiesigen abweichenden klimatischen und beträchtlich verschiedenen Bodenverhältnissen gewachsen war.

Die angeführten Mängel meiner Arbeit nur allzuwohl fühlend, sie möglichst zu beseitigen, die erhaltenen Resultate zu controliren und die Größen der Schwankungen in der Zusammensetzung einer Pflanze, in dem nämlichen Boden gewachsen, zu bestimmen, sind an hiesiger Versuchsstation für das Jahr $18^{61}/_{62}$ neue Versuche mit Rothklee in großen hölzernen Culturgefäßen in Gang gesetzt. Sie sind so eingerichtet, daß soviel als irgend thunlich der zerstörende Einfluß der Witterung fern gehalten werden kann, ohne der naturgemäßen Entwickelung der Pflanzen Abbruch zu thun, und hoffen wir durch dieselben mit möglichster Schärfe die absolute Menge der aufgenommenen wichtigsten Nährmittel bestimmen zu können.

Das folgende enthält eine Recapitulation der Resultate meiner Untersuchung. Wenn hier, wie auch früher, die Schlüsse aus derselben etwas peremtorisch hingestellt wurden, so geschah es nur, um mich kürzer fassen zu können, nicht weil ich gemeint, sie seien endgültig. Erst aus größeren Reihen von Analysen derselben Pflanze werden Gesetze der Ernährung erkannt werden dürfen. In Folgendem ist nur auf die

---

die Veränderungen zu erlangen, denen das Kleeblatt beim Absterben unterworfen ist. Die untersuchten Organe gehören einmal der 3. Periode des 1. Schnittes 1. Versuchsreihe ($18^{58}/_{59}$), das andere Mal der 1. Periode des 1. Jahrgangs (1859) der zweiten Versuchsreihe an. Des leichteren Vergleichs wegen sind den Analysen der abgestorbenen Organe die derselben im gesunden Zustande beigefügt.

Beziehung der Bestandtheile des Rothklee's im wasserfreien Zustande Rücksicht genommen.

1. Die Pflanze nimmt an Trockenmasse zu von Beendigung der Keimungsperiode an bis zur vollendeten Ausbildung des Samens.

2. Die Pflanzen des 1. Schnittes zeigen ein größeres absolutes Gewicht, als die des zweiten.

3. Für die organische Substanz gilt nothwendig ganz das Umgekehrte von Dem, was weiter unten über die Mineralstoffe gesagt ist.

4. Am ärmsten an Stickstoff sind die Stengel, am reichsten die Blätter und, zur Zeit der Reife, die Blüthen.

5. Die Blüthe ausgeschlossen, nehmen alle Organe zur Reife hin an Stickstoff ab. Dasselbe gilt für die ganze Pflanze, die jedoch zur Reifezeit wieder einen etwas höheren Stickstoffgehalt zu zeigen scheint.

6. Auf den Gehalt eines Organs an Stickstoff scheint der Boden wenig zu influiren.

7. In der ganz jungen Pflanze gehört den Blattstielen der größte Gehalt an Mineralstoffen; zur Zeit der Stengelbildung ist die Vertheilung derselben über die Organe in den verschiedenen Schnitten und Reihen eine sehr schwankende; Periode 3 und 4 endlich ergiebt folgende Reihe mit procentisch wachsenden Mineralstoffen: Stengel < Blüthe < Blattstiel < Blatt.

8. Mit zunehmendem Alter sinkt der Gehalt an Mineralstoffen in der ganzen Pflanze, den Stengeln, Blattstielen und Blüthen; die Blätter werden daran reicher.

9. Die im Gartenboden gewachsene Rothkleepflanze, ihre Blattstiele, Blätter und Blüthen sind reicher an Mineralstoffen, als die im leichteren Ackerland zur Entwickelung gelangten.

10. Das Kali tritt am reichlichsten in den Stengeln und Blattstielen auf, und in den Blüthen zur Zeit der Reife.

11. Die Asche der Kleeblätter ist immer am ärmsten an Kali, am reichsten hieran für die nämliche der drei ersten Perioden die Stengel und Blattstiele. Zur Reifezeit enthält die Blüthenasche 3—4 mal mehr Kali, als die der übrigen Organe.

12. Mit zunehmendem Alter verliert die ganze Pflanze, ihre Stengel und Blüthen regelmäßig an Kali. Die Blattstiele der jungen Pflanze enthalten die größte, die der reifen die niedrigste proc. Menge,

die beiden mittleren Perioden schwanken. Die Blätter zeigen Schwankungen in den drei ersten Perioden, in der vierten dagegen sind sie ärmer an Kali, als in jeder jüngeren.

13. Stengel, Blattstiel und ganze Pflanze des ersten Schnittes sind reicher an Kali, als die des zweiten.

14. Die Bodenbeschaffenheit ist von bedeutendem Einfluß auf die Aufnahme des Kali's.

15. Der procentische Gehalt der Kleeorgane an Kalkerde zeigt Steigerung in folgender Reihe: Stengel < Blüthe < Blattstiel < Blatt.

16. Zur Zeit der Reife ergiebt sich für alle Organe der größte Gehalt an Kalkerde.

17. Auf leichterem Boden enthält die Kleepflanze mehr Kalkerde, als im Gartenboden.

18. Der Stengelasche kommt die niedrigste, der Blätterasche die höchste Kalkmenge zu; die Blattstiele stehen etwas über, die Blüthen zur Reifezeit wenig unter den Stengeln, zur Zeit der Blüthe aber höher.

19. In Periode 1 und 2 enthalten die Blattstiele immer mehr Talkerde als die Blätter; die Stengel schwanken. Zur Blüthezeit ergiebt sich für Reihe 1 die Folge: Stengel < Blatt < Blattstiel — für Reihe 2: Stengel < Blattstiel < Blatt. Die Blüthe ist immer ärmer an Talkerde, als das Blatt.

20. Die proc. Vertheilung der Talkerde über die verschiedenen Organe und ganze Pflanze nach deren verschiedenen Alterstadien ist eine sehr wechselnde.

21. Stengel, Blattstiel und ganze Pflanze auf Ackerland enthalten erheblich mehr Talkerde, als auf reicherem humoserem Boden.

22. Die proc. Vertheilung der Phosphorsäure über die Kleeorgane schwankt. Der Stengel enthält die geringste, der Same die größte Menge.

23. Bis zum Abschluß der 3. Periode hin sinkt die Menge der Phosphorsäure in den Stengeln, Blattstielen, Blättern und der ganzen Pflanze. Die Stengel und Blüthen der 3. und 4. Periode zeigen Constanz. Blattstiele und Blätter haben in Periode 4 daran unerheblich zugenommen.

24. In der Jugend enthalten die Aschen der Blätter die größte Menge Phosphorsäure, zur Blüthezeit dagegen sind die Aschen dieses

Organs, der Stengel und Blattstiele im Phosphorsäuregehalt wenig verschieden, erheblich reicher daran aber jetzt die der Blüthen.

25. Der Einfluß, den Schnitt und Boden auf den relativen Gehalt der Organe an Phosphorsäure ausüben, ist wenig scharf ausgesprochen.

26. Die Schwefelsäure tritt in relativ größter Menge in den Stengeln und Blattstielen der jüngeren Pflanze auf.

27. Die Kieselsäure scheint nur für die Bildung der Cuticula der Blätter von Wichtigkeit zu sein.

28. Im Gehalt an Chlor stehen die Blätter immer unter den Blattstielen, diesen am nächsten die Blüthen; die Stengel schwanken sehr stark.

29. Zur Zeit der Reife führen alle Organe und die ganze Pflanze die niedrigste Chlormenge.

30. Den durchschnittlich höchsten Gehalt an Chlor zeigen die Aschen der Kleeorgane zur Zeit der Blüthe.

31. Das Kleeblatt bedarf zu seiner Ausbildung vorwiegend Kalkerde. Das Verhältniß dieser zu den Alkalien ist in den Blättern 2 bis 4½ mal so groß, als in den Stengeln und Blattstielen.

32. Die Pflanzen des Gartenbodens, ihre Stengel, Blattstiele und Blätter lassen gegenüber denen des ärmeren Ackerbodens ein niedrigeres Verhältniß der Kalkerde zu den Alkalien erkennen; das Umgekehrte gilt für die Blüthen.

33. In der jüngeren Pflanze (Periode 1—3) kommt den Blättern, in der reifen den Stengeln das höchste Verhältniß der Talkerde : Alkali zu. Letzteres ist in Periode 4 bedeutend höher, als in den drei früheren.

34. Der erste Schnitt zeigt ein gleiches oder niedrigeres Talkerdeverhältniß, als der zweite, nur die Blüthen, bei denen die Relation sich umkehrt, machen eine Ausnahme.

35. Das Verhältniß der Talkerde zu den Alkalien ist das nämliche in beiden Versuchsreihen bei den Blüthen der dritten Periode, oder in Reihe 1 höher bei den übrigen Organen und der ganzen Pflanze.

36. Das größte Verhältniß der Talkerde zur Kalkerde zeigt der Same; ihm folgen die Stengel, Blattstiele und Blätter. Die Blüthen schwanken.

37. Bis zur Vollendung der Blüthenperiode hin sinkt das Verhältniß der Talkerde zum Kalk in den Stengeln, Blattstielen und Blättern; die ganze Pflanze ergiebt im Durchschnitt Constanz.

38. Stickstoff und Mineralstoffe, resp. Alkalien und alkalische Erden werden in bestimmten Verhältnissen assimilirt, die verschieden sind in den verschiedenen Organen und nach deren Alter, welche aber nur wenig modificirt werden durch die Verschiedenheit der Boden, auf denen die Kleepflanze gewachsen ist und nicht erheblich davon abzuhangen scheinen, ob die Pflanze dem 1. oder 2. Schnitt angehört.

39. In der unreifen Pflanze (Periode 1—3) ist das Verhältniß des Stickstoffs zur Phosphorsäure am größten in den Blättern, zur Zeit der Reife aber in den Stengeln.

40. Mit dem Aelterwerden der Rothkleepflanze ändert sich dasselbe für die drei ersten Perioden wesentlich nur in den Blättern. In Periode 4 ergeben die Stengel, Blüthen und die ganze Pflanze eine höhere, die Blätter eine niedrigere Proportion.

41. Im Samen scheint allein ein bestimmtes Verhältniß des Stickstoffs zur Phosphorsäure sich geltend zu machen, wenngleich wohl angenommen werden darf, daß für die Bildung der Proteinkörper überhaupt die Gegenwart von Phosphorsäure unerläßlich sei, und daß mit denselben eine gewisse Menge phosphorsaurer Salze — auch in den verschiedenen Pflanzenorganen — in engere Verbindung treten.

42. Der Schwefel-Gehalt eines Organs steht in directer Beziehung zu dessen Gehalt an Stickstoff, wenigstens soweit der letztere den Proteinkörpern angehört.

43. Das absolute Maximum der Aufnahme von Mineralstoffen, Kali und Phosphorsäure in die Stengel fällt in die Blüthenperiode, von wo ab diese Körper zum Theil wieder austreten und beim Aufbau des Samens thätig sind. Kalkerde, Talkerde und Stickstoff werden vom Stengel bis zur Reife hin aufgenommen. — Mit zunehmender Reife wird die Blüthe an allen den ebengenannten Stoffen absolut reicher.

Die nachfolgende Tabelle enthält zur bequemeren Uebersicht im Zusammenhang noch einmal den Gehalt aller untersuchten Organe an Mineralstoffen, Stickstoff und Schwefel — auf 10000 Theile Trockenmasse berechnet.

Versuchsreihe I. Jahrgang 2.

Es enthalten 10000 Theile wasserfreier Rothklee.	Schnitt 1. Periode 2. Strengl.	Schnitt 1. Periode 2. Blattbl.	Schnitt 1. Periode 2. Blüte	Schnitt 1. Periode 2. Ganze Pflanze	Schnitt 1. Periode 3. Strengl.	Schnitt 1. Periode 3. Blattbl.	Schnitt 1. Periode 3. Blüte	Schnitt 1. Periode 3. Blüte	Schnitt 1. Periode 3. Ganze Pflanze	Schnitt 1. Periode 4. Strengl.	Schnitt 1. Periode 4. Blattbl.	Schnitt 1. Periode 4. Blüte	Schnitt 1. Periode 4. Blüte	Schnitt 1. Periode 4. Ganze Pflanze
Kali	540,0	467,92	172,8	252,9	54,8	356,7	122,6	199,2	112,0	19,5	57,7	38,7	142,7	69,4
Natron	14,0	8,0	0,7	6,8	9,7	12,2	3,4	1,2	5,8	18,0	6.	11,8	4,7	7,3
Kalkerde	341,54	272,46	353,6	387,0	95,0	285,8	560,7	126,1	272,8	110,9	305,4	610,4	202,3	175,1
Talkerde	74,49	68,54	63,5	72,56	68,5	113,0	92,0	48,1	73,05	84,0	130,6	110,7	48,8	79,3
Eisenoxyd	7,38	16,52	12,0	9,6	8,5	15,5	5,9	4,9	7,6	8,2	16,6	10,3	10,4	10,25
Phosphorsäure	83,03	90,63	115,5	96,8	28,5	58,45	41,5	30,0	53,1	25,0	71,9	75,8	60,3	57,4
Schwefelsäure	16,32	3,78	6.	6,7	Spur.	Spur.	1,3	1,3	0,6	Spur.	6.	7	1,8	0,8 ?
Kieselsäure	0,75	7,45	9,8	6,0	8,2	1,6	12,85	1,3	4,4	1,7	13,4	13,2	13,5	7,8
Chlor	32,11	24,84	4,3	20,1	17,1	34,4	18,05	33,7	23,9	6,1	20,3	5,8	14,0	9,8
Mineralbestandtheile*)	922,38	911,54	738,1	836,7	278,2	888,4	820,1	302,8	487,05	202,8	606,7	903,40 ?	400,3	319,05 ?
Organische Reste	9077,62	9088,46	9261,9	9163,3	9721,8	9112,6	9179,9	9197,2	9512,95	9730,2	9393,3	9096,55 ?	9599,7	9680,95 ?
Summa	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.
Stickstoff	179,20	277,13	309,26	298,24	120,29	293,79	303,49	314,01	227,20	124,61	201,85	201,35	166,90	219,35
Schwefel	?	?	40,56	?	12,87	?	31,37	26,86	18,67 ?	16,21	?	?	27,24	?

Es enthalten 10000 Theile wasserfreier Rothklee.	Schnitt 2. Periode 1. Blattbl.	Schnitt 2. Periode 1. Blüte	Schnitt 2. Periode 1. Ganze Pflanze	Schnitt 2. Periode 2. Strengl.	Schnitt 2. Periode 2. Blattbl.	Schnitt 2. Periode 2. Blüte	Schnitt 2. Periode 2. Ganze Pflanze	Schnitt 2. Periode 3. Blüten	Schnitt 2. Periode 3. Strengl. Ohne	Schnitt 2. Periode 3. Strengl. Im Mittel	Schnitt 2. Periode 3. Blattbl.	Schnitt 2. Periode 3. Blüte	Schnitt 2. Periode 3. Blüte	Schnitt 2. Periode 3. Ganze Pflanze
Kali	309,25	222,3	270,0	128,0	385,3	198,6	235,7	291,5	270,4	281,2	318,9	229,8	283,7	303,7
Natron	22,05	6.	7,2	13,9	18,7	4,7	10,2	28,0	14,35	16,5	20,2	20,1	17,0	17,6
Kalkerde	223,5	302,8	276,7	177,3	229,5	318,7	202,4	78,5	116,9	160,1	196,4	319,7	186,3	153,9
Talkerde	158,0	90,60	109,9	128,4	133,1	76,75	66,9	33,05	57,9	56,4	94,1	75,9	63,2	64,35
Eisenoxyd	20,0	22,25	21,3	7,8	8,0	19,5	14,1	3,4	4,3	4,1	10,5	11,8	16,4	7,9
Phosphorsäure	155,4	142,7	146,8	121,7	196,5	118,2	100,6	42,5	55,5	55,1	130,0	91,35	129,5	82,2
Schwefelsäure	?	6.	?	?	0.	0.	?	Spur.	7,85	4,5	?	1,4	7,7	8,3
Kieselsäure	10,5	11,8	11,4	5,8	4,5	13,6	9,5	3,2	1,5	5,8	10,6	22,2	7,0	7,35
Chlor	53,5	33,0	40,3	?	36,3	17,0	18,8 ?	18,7	27,5	47,2	?	27,7	27,8	35,4 ?
Mineralbestandtheile*)	993,8 ?	913,6	875,4 ?	768,0 ?	781,8	737,2	745,3 ?	434,5	567,0	541,4	790,0 ?	705,3	633,1	627,8 ?
Organische Reste	9001,8 ?	9185,4	9124,8 ?	9231,4 ?	9218,1	9262,8	9241,7 ?	9565,5	9432,7	9458,6	9210,0 ?	9294,9	9366,9	9372,2 ?
Summa	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.
Stickstoff	298,32	344,31	463,36	190,62	238,39	434,81	340,030	135,89	174,95	167,03	342,57	414,70	375,42	265,50
Schwefel	?	?	?	?	?	27,62	?	26,72	29,87	29,08	?	34,75	25,87	?

*) Nach Abzug der dem Chlor äquivalenten Menge Sauerstoff.

Versuchsreihe II. 18⁵⁹/₆₀.

Jahrgang 1. 1859.			Jahrgang 2. 1860. Schnitt 1.															Jahrgang 2. 1860. Schnitt 2.													
Periode 1.			Periode 1.			Periode 2.				Periode 3.					Periode 4.			Periode 1.			Periode 2.				Periode 3.					Periode 4.		
Eisenhüt.	Eisen.	Roheisen	Eisenhüt.	Eisen.	Roheisen	Roheisen	Eisenhüt.	Eisen.	Roheisen	Roheisen	Eisenhüt.	Eisen.	Roheisen	Roheisen	Eisenhüt.	Eisen.	Roheisen	Eisenhüt.	Eisen.	Roheisen	Roheisen	Eisenhüt.	Eisen.	Roheisen	Roheisen	Eisenhüt.	Eisen.	Roheisen	Roheisen	Eisenhüt.	Eisen.	Roheisen
999,1	316,7	613,75	993,6	355,3	481,2	549,2	600,1	302,7	477,9	374,7	559,1	411,8	218,8	779,3	119,3	168,4	104,69	603,2	352,2	889,1	487,9	450,1	285,5	302,1	215,55	407,1	214,9	256,3	249,8	182,9	193,8	102,55
36,9	23,3	10,55	53,2	17,7	31,3	10,2	12,7	15,9	32,9	10,6	18,1	22,2	19,2	13,9	13,2	12,8	10,3	12,2	11,8	11,1	11,1	17,7	12,3	13,3	10,9	13,9	11,8	6,1	10,25	5,9	7,35	3,5
229,0	344,75	268,7	190,0	268,73	238,6	113,3	180,7	258,3	196,1	100,5	219,1	335,3	148,8	137,3	208,2	308,2	39,8	211,4	343,4	283,7	132,9	391,4	347,5	237,4	110,8	178,4	374,4	146,0	183,7	264,8	230,7	39,4
102,8	93,0	98,7	94,1	65,3	76,5	61,7	62,33	59,56	60,8	39,3	56,0	90,2	56,8	54,8	61,8	61,0	63,7	90,9	86,25	87,7	53,2	67,3	80,8	60,1	60,6	64,8	76,4	54,4	53,3	82,3	61,9	65,0
7,1	5,5	6,1	5,7	10,2	8,5	4,0	10,66	6,5	6,1	2,9	21,0	12,34	17,0	6,66	21,3	25,8	12,5	11,0	11,15	11,1	5,2	7,5	7,5	6,5	5,8	9,3	16,2	16,0	19,5	19,9	16,8	3,6
149,2	224,7	137,8	183,2	181,43	149,5	113,1	134,7	233,1	121,2	73,3	213,2	87,9	116,8	63,2	119,8	95,0	296,4	120,2	120,3	120,3	48,8	96,2	116,7	99,6	94,1	126,3	104,1	129,9	91,1	134,9	97,4	294,0
4,1	6.	9,2	3,4	0.	5,3	31,0	7,8	0.	19,5	7,6	Spur.	0.	Spur.	3,9	9,2	Spur.	1,8	23,9	13,7	18,33	15,4	6,2	Spur.	6,6	2,3	1,3	3,5	Spur.	1,9	1,4	3,4	Spur.
11,5	19,8	15,3	16,4	12,7	12,0	1,0	4,3	16,3	6,3	6,9	6,5	11,84	14,8	4,6	4,8	7,3	Spur.	5,4	7,9	6,6	2,6	3,8	7,2	4,8	9,4	Spur.	4,5	1,05	1,2	8,6	9,8	8,4
63,1	27,9	40,7	42,8	9,6	22,7	41,25	45,3	18,1	33,6	27,9	36,8	23,7	32,1	28,5	7,2	7,59	5,9	37,75	17,4	23,3	8,6	20,1	14,9	16,9	10,7	37,9	12,9	20,9	16,35	18,7	15,7	8,15
1086,6	910,5	1004,7	1238,3	879,8	1018,9	915,5	1080,9	832,6	925,3	632,4	903,7	894,35	617,6	722,1	384,0	623,6	491,7	1173,3	904,4	1055,7	783,9	900,9	856,9	853,1	457,4	910,7	803,0	822,8	583,4	888,4	698,45	476,1
8913,4	9089,5	8995,3	6761,9	8121,0	8082,1	9084,7	8913,1	8167,4	9074,7	9368,6	9037,3	9013,65	9382,4	9277,9	9486,0	9376,4	9508,3	8826,7	8095,6	8944,3	9206,2	9099,1	9144,1	9146,7	9542,2	9090,3	9196,4	9177,2	9414,6	9109,5	9311,55	9523,7
10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.	10000.
242,71	436,33	372,3	312,69	451,86	449,68	232,92	254,96	551,39	353,86	143,10	283,90	397,84	378,53	254,47	468,76	437,36	578,28	209,99	511,6	484,87	218,43	337,88	405,31	329,26	219,00	347,49	459,31	340,84	227,25	426,23	344,73	406,37
25,0	36,76	31,4	?	35,89	?	16,08	?	41,28	?	11,91	26,35	30,87	22,74	19,46	32,48	31,45	36,96	13,50	29,15	*23,22	19,46	13,38	29,42	19,44	12,85	19,57	28,18	25,55	17,020	28,72	25,35	36,78

Hütten. Zeitschr. Bd. IV. H. 36

II.

Die Mineralstoffe im Safte der Rothklee-Pflanze, in den einzelnen Organen und in verschiedenen Vegetations-Perioden,

bestimmt von

Dr. Hermann Hellriegel.

Als Herr Ulbricht es in der vorstehenden Arbeit übernahm, die Gesammtquantität der Mineralstoffe und des Stickstoffs zu bestimmen, die sich während der verschiedenen Vegetationsperioden in den einzelnen Organen der Rothkleepflanze vorfinden, beschloß ich, eine parallele Versuchsreihe zur Bestimmung derselben Stoffe im Safte des Rothklees gleichzeitig nebenher gehen zu lassen und hoffte durch Vergleichung beider Reihen darüber Aufschluß zu erhalten: welche von den in der ganzen Pflanze gefundenen Stoffen als in Wanderung begriffen, also noch eigentlich lebensthätig — und welche als aus dem Kreislaufe abgeschieden und somit unthätig anzusehen wären. Es war projectirt, daß die Untersuchungen von Anfang bis zu Ende der Ulbricht'schen Arbeit fortgeführt werden sollten, verschiedene Störungen aber, die man erst im Laufe der Arbeit vermeiden lernte, machten die Resultate der ersten Perioden unsicher und Mangel an Zeit ließ die Fortsetzung im zweiten Jahre unmöglich erscheinen — es blieb demnach nur das folgende Fragment übrig.

Methode der Untersuchung.

Wer sich überhaupt einmal mit Untersuchung der löslichen Substanzen einer frischen Pflanze beschäftigt hat, der weiß, wie schwierig, ja vielleicht unmöglich es ist, dieselbe vollständig zu erschöpfen. Die Zerreißung jeder einzelnen Zelle — eine unumgängliche Bedingung zur vollständigen Gewinnung aller Saftbestandtheile — ist auf mechanischem Wege auf keine Weise zu erreichen und die großen bei der Operation erforderlichen Massen Wassers erschweren und stören erheblich den

ganzen Gang der nachfolgenden Analyse. Leichter und weit vollständiger kann man die Zerkleinerung von Pflanzensubstanzen erreichen, wenn man dieselben einer vorherigen Austrocknung unterzieht. Bei dieser Operation werden aber verschiedene organische Körper unlöslich, und mit diesen gehen auch ohne Zweifel zugleich gewisse Mineralstoffe in den unlöslichen Zustand über, so daß man nicht hoffen kann, in dem nachfolgenden wässrigen Auszuge dieselben Substanzen wiederzufinden, die vorher in den Zellen der frischen Pflanze als löslich cursirten.

Aus diesen Gründen gab ich es von vorn herein auf, sämmtlichen Saft aus den zu untersuchenden Pflanzentheilen gewinnen zu wollen, und begnügte mich damit, die Saftquantität zur Analyse zu benutzen, welche mir eine kräftige Presse aus der zerquetschten Substanz eben lieferte, während ich den in dem Rückstande festgehaltenen Antheil durch Rechnung zu finden suchte.

Der Saft einer Pflanze besteht aus dem in derselben enthaltenen Wasser und einem Theile (dem löslichen) ihrer Trockensubstanz; bestimmt man also die Menge des ausgepreßten Saftes, seinen Gehalt an Trockensubstanz und den Wassergehalt des Preßrückstandes, so sind alle Elemente zu der erforderlichen Berechnung gegeben. 100 Theile eines Pflanzenorgans lieferten beispielsweise beim Pressen 55 Theile Saft, dieser Saft bestand aus 50 Theilen Wasser und 5 Theilen Trockensubstanz, und in dem Preßrückstande wurden noch 20 Theile Feuchtigkeit gefunden — so mußten diese 20 % zurückgehaltenen Wassers noch 2 Theile Trockenmasse gelöst enthalten, und in dem Preßkuchen waren demnach zurückgeblieben 22 % Saft, oder die ganze Pflanze enthielt im frischen Zustande 55 + 22 = 77 % Saft.

Natürlich kann diese Rechnung nur unter der Bedingung gültig sein, daß der zurückgehaltene Saftantheil mit dem ausgepreßten ganz gleiche Zusammensetzung hatte; — eine Voraussetzung, die vorläufig als richtig angenommen werden mag.

Das practische Verfahren war nun folgendes: Zu denselben Zeiten, in welchen Herr Ulbricht sein Untersuchungsmaterial einholte, und von demselben Ackerstücke wurde eine größere Quantität Kleepflanzen geschnitten (in der Regel wurde zu diesem Geschäft der Morgen gewählt, wenn der Thau eben von den Pflanzen verdunstet und dieselben noch recht frisch und straff waren), die Ernte in das Laboratorium gebracht und dort in einem kühlen und feucht gehaltenen Zimmer mit Hülfe vieler Hände in

die einzelnen Organe getrennt, so schnell es immer möglich war. Das Untersuchungsmaterial wurde hierauf in einem Mörser zerquetscht und in einem leinenen durch mehrmaliges Auskochen mit Wasser, Laugen und Säuren möglichst gereinigten Tuche der Einwirkung einer kräftigen Hebelpresse ausgesetzt. Bei sämmtlichen Operationen wurde der Zusatz von Wasser geflissentlich vermieden und überall mit der größtmöglichen Raschheit verfahren.

Zum Behuf späterer Berechnungen wurde das absolute Gewicht bestimmt: 1) von den getrennten Organen in dem Augenblick, als sie zur Presse wanderten, 2) von dem gewonnenen Safte, 3) von dem Preßtuche vor und nach dem Pressen, 4) von dem Preßkuchen. Der Verlust, welcher durch den im Zinneinsatz der Presse hangen bleibenden Saft entsteht, wurde vernachlässigt; derselbe ist im Verhältniß zu der verarbeiteten Substanz (je 1000—2000 Grm.) verschwindend klein, da der Preßkuchen beim Oeffnen alle etwa noch an den Rändern sitzende Feuchtigkeit sogleich einzieht.

Außerdem wurde mit größter Sorgfalt der Gehalt an Wasser und Trockensubstanz ermittelt: 1) von der frischen Pflanze, die zu diesem Behufe gleich auf dem Felde in ihre einzelnen Organe getrennt und in tarirten verschlossenen Glaskolben eingesammelt wurde, 2) von den einzelnen Organen in dem Augenblick, als sie zur Presse kamen, 3) von dem ausgepreßten Safte, 4) von dem Preßrückstande.

Beiläufig erwähnt, wurde auf die angegebene Weise in der Regel mehr als die Hälfte, gewöhnlich bis zu zwei Dritttheilen der ganzen in der Pflanze enthaltenen Saftmenge gewonnen; nur bei den schon ziemlich hart gewordenen Stengeln der dritten Periode mußte ich mich mit einem Drittel begnügen.

Der Saft, so wie er die Presse verläßt, reagirt immer mehr oder weniger sauer, zeigt eine Farbe, die etwa zwischen dunkelbraun und grün die Mitte hält, und ist von einer Menge darin nur suspendirter Stoffe, wie Chlorophyllkörner und Protoplasmaschleim, hin und wieder aus abgerissenen Zellentheilchen ganz dick und trübe.

Dieser Saft kann Tage lang stehen, ohne daß sich die genannten suspendirten Stoffe zu Boden setzen; dieselben durch Filtration aus dem Safte abzuscheiden, ist geradezu eine Unmöglichkeit, denn anfangs läuft die Flüssigkeit zwar ziemlich gut und klar ab, binnen Kurzem aber verstopfen die Schleimtheile des Plasmas die Poren des Filtrirpapiers

so vollständig, daß sich höchstens alle 5 Minuten ein Tröpfchen durchzudrängen vermag, und der Filterrückstand längst schon schimmelt und fault, ehe die Operation beendigt ist.

Kocht man den Saft, so gerinnt das Eiweiß und reißt die suspendirten Körper vollständig mit sich nieder, ebenso kann man durch Zusatz von Alcohol den Saft schnell klar erhalten. In beiden Fällen werden aber zugleich auch wirkliche Saftbestandtheile mit ausgeschieden, und beide Methoden waren deshalb für meine Zwecke nicht brauchbar.

Nach verschiedenem Hin- und Herprobiren gelang mir die Abscheidung der störenden Beimengungen endlich sehr bequem auf folgendem Wege:

Es ist bekannt, daß die höher organisirten Pflanzen eine Temperatur von 50°—60° C. nicht lange überdauern; das Plasma in den Zellen gerinnt, und der Tod erfolgt.

Ein ähnlicher Prozeß geht auch noch in dem ausgepreßten Safte vor; wenn man denselben langsam erwärmt, so wird die trübe Flüssigkeit zwischen 50°—60° C. plötzlich wolkig, der Plasmaschleim zieht sich zusammen in Ballen und Klumpen, schließt die Chlorophyllkörnchen u. s. w. mit ein und sinkt rasch als dunkelgrüne Masse zu Boden, während der überstehende Saft braun und vollkommen klar erscheint. Derselbe läßt sich dann mit der größten Leichtigkeit filtriren oder abheben. Nach Abscheidung der Plasmakörper kann man dann die Flüssigkeit noch erheblich weiter erhitzen, ohne daß eine neue Fällung erfolgt; das Eiweiß gerinnt erst bei weit höherer Temperatur.

Nach dieser Erfahrung wurde der Saft, gleich nachdem er die Presse verlassen und seine Gesammtquantität durch das Gewicht bestimmt worden war, in einer starken gut verkorkten Glasflasche in ein Wasserbad gebracht, dessen Temperatur durch eine kleine Spirituslampe immer auf 50°—60° C. gehalten wurde. Hatte derselbe die Wärme des Wasserbades erreicht und das Plasma sich vom Safte geschieden, so wurde er zur Abkühlung schnell in den Keller gebracht, dann eine kleine Quantität davon zur möglichst genauen Bestimmung der Trockensubstanz abgewogen, eine größere Menge behufs der speciellen Aschenanalyse in der Silberschale schnell abgedampft und geglüht, und der Rest theils zu weiteren Bestimmungen vertheilt, theils als Reservematerial aufgehoben.

Die abgeschiedenen Plasmakörper wurden auf einem Filter gesammelt, gut ausgewaschen, getrocknet und gewogen.

Die Trockensubstanz des Saftes verbrannte im Allgemeinen ziemlich leicht und vollständig zu Asche. Nur bei den jüngsten Pflanzentheilen, z. B. den Blüthen der dritten Periode des zweiten Schnittes und den jungen Blattstielen und Blättern der ersten Periode des ersten Schnittes wurde es nöthig, die Kohle vorher durch Ausziehen mit Wasser von der größten Menge der Alkalien zu befreien, ehe sich die letzten Antheile derselben über einer gewöhnlichen Berzeliuslampe verflüchtigten.

Die Analyse der einzelnen Mineralstoffe wurde dann nach den gebräuchlichen Methoden ausgeführt, und ich füge in Bezug darauf nur hinzu, daß die Phosphorsäure nach Entfernung der Kieselsäure mittelst molybdänsauren Ammoniaks geschieden und die Alkalien als Chlormetalle gewogen wurden, das Kali wurde schließlich als Kaliumplatinchlorid bestimmt und das Natron aus der Differenz berechnet.

Wie oben erwähnt, wurde bei der Ausführung der Arbeit vor Allem auf möglichste Raschheit bei allen Operationen gesehen, trotzdem aber war eine sehr erhebliche Fehlerquelle nicht zu vermeiden. Vom Abschneiden der Pflanzen auf dem Felde an bis zum Auffangen des Saftes aus der Presse verging immer eine lange Zeit, die durch das Trennen in die einzelnen Organe, Quetschen, Wägen u. s. w. ausgefüllt wurde. Während dem fand natürlich eine ununterbrochene Verdunstung statt, und dies nicht einmal bei allen Organen in gleichem Maße. Die jungen Blätter und Blüthen verloren z. B. in der gleichen Zeit viel mehr Wasser, als die alten Stengel. Die Folge davon war, daß der Saft, wie er zur Untersuchung gelangte, ein ganz andrer, als der ursprünglich in den Zellen der frischen Pflanze kreisende, daß er viel concentrirter, als dieser, sein mußte. Es wurde somit, wenn die Resultate der Analyse einen Schluß auf die lebende Pflanze erlauben sollten, eine Correctur durch Rechnung nothwendig, die auf folgenden zwei Wegen ausführbar war. Der Deutlichkeit halber führe ich dieselben gleich in einem Beispiele aus.

Directe Berechnung des Wasserverlustes und der daraus sich ergebenden Concentration des Saftes.

1) a. 100 Theile Stengel der 3. Periode des 2. Schnittes hatten frisch vom Felde weg gegeben 70,60 Theile Wasser und 29,40 Theile Trockensubstanz.

b. 100 Theile derselben Stengel (größere Portion) enthielten

noch, als sie zur Presse kamen und somit einen Theil ihrer Feuchtigkeit verdunstet hatten, 70,02 Theile Wasser und 29,98 Theile Trockensubstanz. Aus beiden Angaben für Trockensubstanz berechnet sich, daß 100 Grm. ursprünglich frischer Stengel jetzt nur noch 98 Grm. wogen, denn 29,98 : 29,40 = 100 : 98,06, daß also bis hierher nahezu 2 % (genau 1,94 %) Feuchtigkeit verdunstet waren.

2) Nach dem Quetschen und Pressen wurden von 100 Grm. Stengeln mit dem sub 1 b. bezeichneten Wassergehalt

wieder gewonnen:		und darin war enthalten: Trockensubstanz.	Wasser.
	Grm.	Grm.	Grm.
ausgepreßter Saft	22,654	2,424	20,230
i. d. Preßtuche wurde zurückgehalten	3,827	0,408	3,419
Preßrückstand	65,960	27,140	38,820
Sa.	92,341	29,972	62,469
Bleibt Verlust:	7,659	0,008	7,551
	100,000	29,98	70,02

Es war somit die Trockenmasse fast vollständig wiedergefunden, aber ein neuer Verlust an Feuchtigkeit eingetreten und zwar in der Höhe von 7,5 %. Nachdem so die Menge des während der verschiedenen Operationen verdunsteten Wassers gefunden ist, bleibt nur übrig, den Verlust auf den Saft zu verrechnen.

3) Es wurden gewonnen:		und darin war enthalten:		
	Saft.	Plasma.	Trockensubst.	Wasser.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
mit Einschluß des im Preßtuche zurückgebliebenen	26,481	0,075	2,767	23,639
von dem Preßrückstande war zurückgehalten worden*) . .	43,429	0,120	4,538	38,771
es wurden somit von 100 Th. Stengeln in Sa. gefunden .	69,910	0,195	7,305	62,410
rechnet man das während des Pressens verlorne Wasser hinzu	7,55	—	—	7,55
so erhält man als Saftmenge der Stengel in dem Zustande, wie sie zur Presse kamen . . .	77,46	0,195	7,305	69,96

*) Nach der oben pag. 32 angegebenen Weise aus dem Feuchtigkeitsgehalte des Preßrückstandes berechnet.

4) Die Stengel b., wie sie zur Presse kamen, hatten aber auch schon einen Verlust an Feuchtigkeit erlitten, denn nach 1. enthielten 98,06 Theile davon ebensoviel Trockensubstanz als 100 Theile ursprünglich frischer Stengel a auf dem Felde.

Es wird demnach folgende weitere Reduction nöthig:

	Saft.	Plasma.	Trockensubst.	Wasser.
98,06 Theile Stengel b. enthielten nach 3	75,85	0,191	7,159	68,50
rechnet man dazu das anfangs verdunstete Wasser	1,94	—	—	1,94
so erhält man endlich als den Gehalt von 100 Theilen ursprünglich frischer Stengel	77,79	0,191	7,159	70,44

Und hieraus berechnet sich die ursprüngliche Concentration des in den frischen Stengeln vorhandenen Saftes wie folgt:

$$77{,}79 : 7{,}159 = 100 : 9{,}203.$$

100 Theile unveränderter plasmafreier Saft enthielt demnach 9,203 gelöste Trockensubstanz.

Wahrscheinlich läßt sich durch eine mathematische Formel hier viel schneller zum Ziele kommen, ich habe aber, da mir eine solche nicht zu Gebote stand, den hier beschriebenen Weg eingehalten und jedenfalls giebt derselbe eine Vorstellung von der Gedankenfolge, die mich bei der Berechnung leitete.

Die zweite Berechnuugsweise war viel einfacher und kürzer.

Berechnung der Saftconcentration auf indirectem Wege aus den relativen Verhältnissen der Trockensubstanz.

Hier bleibt der Wassergehalt und Wasserverlust ganz außer Berücksichtigung, und es ist gleichgültig, ob das Material etwas mehr oder weniger welk zur Verarbeitung kam.

Von einer beliebigen Masse der schon zum vorigen Beispiel benutzten Stengel (die beiläufig in dem Zustande, wie sie zur Presse kam, 1367 Grm. betrug), wurden erhalten:

ausgepreßter Saft . . .	310 Grm.	mit	33,262	Grm. Trockensubst.
i. d. Preßtuche blieben zurück	52 =	=	5,579	= =

Der Preßkuchen wog 901 Grm. und enthielt 371 Grm. Trockensubst.

Aus dem Wassergehalt des Preßkuchens berechnet sich, daß in dem Rückstande noch 593,5 Grm. Saft mit 63,501 Grm. Trockensubstanz zurückgeblieben waren.

Die übrigen 371—63,501 = 307,499 Grm. Trockensubstanz des Preßkuchens mußten die in der Pflanze fest und organisirt abgelagerte Substanz repräsentiren.

Aus diesen Daten ergiebt sich, daß die Summe der von obigen Stengeln erhaltenen Trockensubstanz (409,841 Grm.) folgendermaßen vertheilt war. (Ich berücksichtige hier wiederum gleich die Menge des abfiltrirten Plasmas mit.)

In der Summe des ganzen Pflanzensaftes gelöst	99,657	Grm.
Plasma	2,685	=
In der Pflanze fest und organisirt abgelagert .	307,499	=
	409,841	Grm.

Diese drei Zahlen stehen zu einander in dem relativen Verhältniß, wie 100 : 2,69 : 308,56.

Dasselbe relative Verhältniß mußte natürlich in der Trockensubstanz der ursprünglich frischen Kleestengel ebenfalls obwalten.

Nach der directen Feuchtigkeitsbestimmung enthielten dieselben auf 70,60 Wasser : 29,40 Trockensubstanz.

Vertheilt man nun diese 29,40 Trockensubstanz nach dem oben gefundenen relativen Verhältniß, so erhält man in den frischen Stengeln Trockensubstanz:

In dem Safte gelöst	7,149	=	100 :
Plasma	0,193		2,69 :
Fest abgelagert	22,058		308,56 :
	29,400		

Und hieraus ergiebt sich: in 70,60 Wasser waren gelöst 7,149 Trockensubstanz, die ursprüngliche Concentration des Saftes war demnach (70,60 + 7,149 =) 77,749 : 7,149 = 100 : 9,195 Grm.

Durch die erste Rechnung war gefunden worden, daß der ursprüngliche frische Stengelsaft an wirklich gelöster Trockensubstanz in 100 Theilen

enthielt	9,203
durch die zweite Rechnungsmethode	9,195
im Mittel also rund	9,2
in dem verarbeiteten, schon durch Verdunstung concentrirter gewordenen Safte ergab dagegen das directe Experiment	10,448 % Trockensubst.

Ich habe in allen Fällen beide Rechnungsweisen zugleich ausgeführt, die erhaltenen Resultate stimmen durchaus, wenn auch nicht so genau wie in dem vorliegenden Falle, doch befriedigend überein, indem die Differenz nirgend über die zweite Decimale hinausgeht, und eine Menge Controlerechnungen haben mich überzeugt, daß der Fehler, der hierdurch entsteht, im Durchschnitt nicht größer, als etwa $\frac{1}{60}$, also noch nicht 2 % betragen kann.

Im Folgenden sehe ich deshalb gänzlich von dem durch das Experiment gefundenen Trockengehalt des Saftes ab, und alle Zahlen, die von dem Safte oder der frischen Pflanze gegeben werden, beziehen sich auf diese corrigirten Werthe.

Allgemeine Notizen.

Wie oben bemerkt, suchte ich die Arbeit über den Kleesaft so eng als möglich an die erste Versuchsreihe Ulbricht's (aus dem Jahre 1859) anzuschließen. Verschiedene Verhältnisse aber brachten manche Störung in den Plan; so konnte ich z. B. in ein Paar Perioden mein Untersuchungsmaterial erst 2 oder 3 Tage später einsammeln, als Ulbricht; außerdem war es mir nicht möglich, bei der viel größeren Masse Materials, die ich brauchte, alle einzelnen Pflanzen mit der gleichen Sorgfalt auszuwählen u. s. w. Diese Umstände bewogen mich, die von Ulbricht ermittelten allgemeinen Verhältnisse, wie Wassergehalt und relative Masse der einzelnen Organe nicht auch zugleich für meine Zwecke als gültig anzunehmen; dieselben sind von mir noch besonders immer aus einer größeren Masse bestimmt und in den beiden nebenstehenden Tabellen I. und II. zusammengestellt.

Da ich, als die 2. und 3. Periode des ersten Schnittes vom zweijährigen Klee in Arbeit war, noch nicht gelernt hatte, die Plasmasubstanzen schnell und vollständig vom Safte zu scheiden, halte ich die gewonnenen Resultate nicht für zuverlässig genug, um sie hier mitzutheilen und bemerke nur, daß dieselben, so viel sich eben beurtheilen ließ, sehr gut mit den später erhaltenen übereinstimmten. Ich beschränkte mich deshalb im Nachfolgenden einzig auf die 3 Perioden des zweiten Schnittes vom zweijährigen Klee und auf die eine Periode, welche von der jungen einjährigen Pflanze zu erhalten war. Hierbei verlief die Untersuchung glatt und sicher und erweckte Vertrauen. Der reife Klee (4. Periode Ulbricht's) schloß sich natürlich ganz von selbst aus meiner Versuchsreihe aus, da von der nun schon trocken gewordenen Pflanze durch die Presse kein Saft mehr zu erlangen war.

Tabelle I.
Wassergehalt der Pflanze.

In 100 Theilen frischen Pflanzenorgans war enthalten:	Junge 1jähr. Pflanze erster Schnitt.		Aeltere 2jährige Pflanze. — Zweiter Schnitt.								
			Periode 1.		Periode 2.			Periode 3.			
	Blattstiele.	Blätter.	Blattstiele.	Blätter.	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Blüthen.
Wasser	83,9	77,5	80,6	74,4	80,6	78,5	74,5	70,6	72,6	68,0	76,8
Trockensubstanz . .	16,1	22,5	19,4	25,6	19,4	21,5	25,5	29,4	27,4	32,0	23,2
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabelle II.
Relatives Verhältniß der Organe.

Von 100 Theilen frischer Pflanze machten aus:	Junge 1jährige Pflanze.	Aeltere 2jährige Pflanze. Zweiter Schnitt.			Von 100 Theilen trockner Pflanze machten aus:	Junge 1jährige Pflanze.	Aeltere 2jährige Pflanze. Zweiter Schnitt.		
	Periode 1.	Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.		Periode 1.	Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.
Die Stengel .	—	—	31	40	Die Stengel .	—	—	26,7	41,9
Die Blattstiele	60	42	28	10	Die Blattstiele	51,8	35,4	26,8	9,8
Die Blätter. .	40	58	41	22	Die Blätter. .	48,2	64,6	46,5	25,1
Die Blüthen .	—	—	—	28	Die Blüthen .	—	—	—	23,2
	100	100	100	100		100,0	100,0	100,0	100,0

Während die relativen Verhältnisse der einzelnen Organe in der frischen Pflanze bis auf die Blüthen der dritten Periode ziemlich genau mit den von Ulbricht ermittelten Zahlen stimmen, zeigt der Wassergehalt öfter erheblichere Differenzen. Die allgemeinen Gesetze übrigens, wie: — die ganze Pflanze und die einzelnen Organe nehmen mit dem Aelterwerden an Feuchtigkeit ab, an Trockensubstanz zu; die Blätter sind in der frischen Pflanze das an Wasser ärmste Organ u. s. w. — treten auch in meinen Bestimmungen deutlich hervor. Wenn ich in späteren Berechnungen die angegebenen Verhältnißzahlen brauche, so lege ich natürlich immer meine eigenen Bestimmungen zu Grunde.

Das Plasma.

Unter „Plasma" fasse ich wie oben die Stoffe zusammen, die in dem ausgepreßten Safte nur suspendirt, nicht gelöst herumschwimmen und denselben trübe machen. Der großen Hauptmasse nach besteht dasselbe, wie schon erwähnt, aus Chlorophyllkörnchen; außerdem findet sich etwas von dem Schleim, der die Zellen erfüllt und hin und wieder ein abgerissenes Zellstoffpartikelchen darin.

Ist es schon nahezu eine Unmöglichkeit, allen Saft vollständig aus einem Pflanzenorgan zu gewinnen, so kann man gar nicht daran denken, die festen (wenn auch mikroskopisch kleinen) Körner und die Schleimtheile des Plasmas auf mechanischem Wege vollkommen herauszuziehen. Man kann eine Pflanzenmasse noch so fein zerstoßen und zerquetschen, noch so oft mit Wasser waschen und pressen; sie bleibt immer grün, als Zeichen, daß noch Chlorophyll in den Zellen zurückgehalten wurde.

Trotz dieser Ueberzeugung habe ich das durch einfaches Pressen mit dem Safte erhaltene Plasma gewogen, seine Aschenmenge, und wo es die Quantität zuließ, selbst einzelne Mineralkörper bestimmt und ganz in derselben Weise, wie beim Saft angegeben, auf die ursprüngliche frische Pflanze berechnet.

Wenn ich diese Resultate in Tabelle III. hier kurz zusammenstelle, so geschieht dies nicht, als ob ich auf die absoluten Zahlen irgend welchen Werth legte, sondern weil die Resultate eine gewisse Constanz zeigen und weil ich glaube, daß sich aus den relativen Verhältnissen Einiges schließen läßt.

Tabelle III.

Plasma.

10,000 Theile frisches Pflanzenorgan lieferten:	Junge 1jähr. Pflanze		Aeltere 2jährige Pflanze. — Zweiter Schnitt.								
	I. Schnitt. Per. 1.		Periode 1.		Periode 2.			Periode 3.			
	Blattstiele.	Blätter.	Blattstiele.	Blätter.	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Blüthen.
Plasma	36,3	85,4	42,3	95,5	36,6	45,5	66,3	19,3	40,4	77,5	27,3
Davon waren: verbrennlich	35,17	81,22	41,64	89,89	35,85	44,25	62,87	19,06	39,65	71,94	26,67
und blieb Asche . . .	1,13	4,18	0,66	5,61	0,75	1,25	3,43	0,24	0,75	5,56	0,63
	36,3	85,4	42,3	95,5	36,6	45,5	66,3	19,3	40,4	77,5	27,3
Von 100 Theilen trocknen Plasmas waren demnach organisch	96,90	95,10	98,43	94,13	97,94	97,25	94,82	98,74	97,14	92,82	97,70
und unorganisch . . .	3,10	4,90	1,57	5,87	2,06	2,75	5,18	1,26	1,86	7,18	2,30
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Die Zahlen zeigen zunächst, daß die Blätter am reichsten, die Stengel und Blüthen am ärmsten an Plasma sind und daß die Blattstiele zwischen beiden in der Mitte stehen. Da das Plasma hauptsächlich als Chlorophyll besteht, so hatte sich dies Verhalten schon ungefähr aus der verschiedenen Farbe dieser Organe schließen lassen.

Es ergiebt sich ferner, daß das Plasma der Stengel, Blattstiele und Blüthen wesentlich von dem der Blätter verschieden ist in Bezug auf seinen Gehalt an Mineralbestandtheilen. Die ersteren Organe sind arm an Asche und dieselbe besteht, wie mir einige Bestimmungen zeigten, in der Hauptsache aus Eisen und phosphorsauren Erden mit nur wenig — etwa 18—20 % — kohlensaurem Kalk. Das Plasma der Blätter hingegen enthält 2—3mal mehr Asche und in dieser Asche dominirt der kohlensaure Kalk — nach einigen Bestimmungen 60 — 80 % CaO. CO. 2. —

Dies führt zu der Vermuthung, daß der höhere Aschengehalt des Blätterplasmas durch eine fremde Beimischung von Kalksalzen herbeigeführt worden sei und dies könnte geschehen sein durch in den Zellen der Blätter abgelagerte Krystalle von oxalsaurem Kalk (vielleicht auch Gyps), die mit dem Safte herausgepreßt wurden.

Zwar habe ich mich vergeblich bemüht, die bekannten Krystalle unter dem Mikroskope in dem Plasma zu entdecken, betrachte dies aber nicht als genügenden Beweis für ihre Abwesenheit, sondern erkläre es aus der Mangelhaftigkeit meines Instruments und meiner geringen Gewandtheit im Mikroskopiren.

Nach diesen Bemerkungen verlasse ich das Plasma, um nicht wieder darauf zurückzukommen. Weiter unten ist es mit der geringen Menge Mineralstoffe, die es enthält, immer mit in die unlöslich abgelagerte Pflanzensubstanz eingerechnet.

Der Saft.

Menge und Concentration des Saftes.

Tabelle IV.

	Junge 1jähr. Pflanze		Aeltere 2jährige Pflanze. — Zweiter Schnitt.								
	Periode 1.		Periode 1.		Periode 2.			Periode 3.			
	Blattstiele.	Blätter.	Blattstiele.	Blätter.	Stengel.	Blattstiele.	Blätter	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Blüthen.
1. Saftmenge:											
In 100 Theilen frischer Pflanze war Saft enthalten	89,1	85,0	87,3	82,0	87,6	85,8	81,9	77,7	79,9	78,6	83,9
Wasser	83,889	77,507	80,439	74,366	80,562	78,663	74,341	70,545	72,584	67,983	76,745
Davon waren:											
Verbrennliche Stoffe	3,703	5,728	5,711	5,978	6,138	5,946	5,954	6,453	6,063	8,548	6,305
Asche	1,508	1,765	1,150	1,686	0,900	1,191	1,605	0,702	1,253	2,069	0,850
	89,1	85,0	87,3	82,0	87,6	85,8	81,9	77,7	79,9	78,6	83,9
2. Concentration des Saftes:											
In 100 Theilen Saft war enthalten: Trockensubst.	5,849	8,815	7,860	9,347	8,035	8,318	9,229	9,208	9,156	13,507	8,528
Davon waren:											
Verbrennlich	4,156	6,739	6,542	7,290	7,007	6,930	7,270	8,305	7,588	10,875	7,515
Asche	1,693	2,076	1,318	2,057	1,028	1,388	1,959	0,903	1,568	2,632	1,013
	5,849	8,815	7,860	9,347	8,035	8,318	9,229	9,208	9,156	13,507	8,528
Von 100 Th. Trockensubst. des Saftes waren demnach:											
Verbrennlich	71,1	76,5	83,2	78,0	87,2	83,3	78,8	90,2	82,9	80,5	88,1
Asche	28,9	23,5	16,8	22,0	12,8	16,7	21,2	9,8	17,1	19,5	11,9
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Was zunächst die Menge des Saftes anlangt, so ergiebt sich Folgendes: Die junge Pflanze ist am reichsten an Saft, mit dem Aelterwerden vermindert sich allmählig ihr Saftgehalt.

Dieses Gesetz hängt eng zusammen mit dem Bildungsvorgange in den Zellen. Während anfangs nur die nothwendigen Umgrenzungsschichten der Zellen gebildet werden, lagern sich erst nach und nach auf dem Innern derselben die Verdickungsschichten ab und werden immer mehr feste Stoffe organisirt. Die Verminderung des Zellvolumens bringt eine allmählige Verringerung der Saftmenge nothwendig mit sich.

Diese Saftabnahme geht bis zur vollen Ausbildung der Blüthe sehr langsam vorwärts, von da ab aber während der Samenanlage rascher; der Stengel, als saftzuleitendes Organ, verholzt ziemlich schnell und die volle Austrocknung der Pflanze während der Samenreife wird in kurzer Zeit vollendet.

Demselben Gesetze, wie die ganze Pflanze, folgen auch ihre einzelnen Organe. Zuerst werden die Blätter gebildet, diesen folgen die Blattstiele, nach diesen schiebt sich der Stengel empor und zuletzt erscheint die Blüthe. Dieser Zeitfolge der Entstehung entspricht genau die Saftmenge der verschiedenen Pflanzentheile. Die Blätter, als ältestes Organ, enthalten immer am wenigsten Saft, etwas mehr die Blattstiele, noch mehr die Stengel, am meisten die Blüthen. In der dritten Periode war der untere Theil des Stengels schon etwas verholzt und ist deshalb die scheinbare Abweichung im Saftgehalt derselben nicht als eine Ausnahme von dem Gesetze zu betrachten.

Gerade im umgekehrten Verhältnisse zur Saftmenge steht die Concentration des Saftes, d. h. je älter ein Pflanzenorgan ist, desto mehr Trockensubstanz enthält dasselbe in seinem Safte aufgelöst.

Man könnte versucht sein, diese Thatsache einfach auf die Gesetze der Verdunstung zurückzuführen, indem man sagt: In den Blättern hauptsächlich wird das von der Pflanze aufgenommene Wasser verdampft, die natürliche Folge davon ist, daß der Saft auch dort concentrirter ist, als in den Blattstielen, in diesen concentrirter, als in den Stengeln u. s. w.

Dies angenommen, müßte aber wenigstens in 100 Theilen Trockensubstanz vom Safte der Blätter genau ebensoviel Asche enthalten sein, wie in 100 Theilen Trockensubstanz der Blattstiele und Stengel. Einer solchen Annahme widersprechen aber die gefundenen und in der obigen Tabelle mitgetheilten Zahlen für Asche entschieden, und noch mehr der

weiter unten zu besprechende Gehalt von Mineralstoffen. Diese Daten beweisen vielmehr, daß der Saft jedes einzelnen Organes ein durchaus von den anderen verschiedener ist.

Ich werde später Gelegenheit haben, auf diese Verhältnisse specieller einzugehen, und füge deshalb hier nur noch anhangsweise eine Beobachtung an, die mehr die Saftmenge der Pflanze im Allgemeinen betrifft. Wenn man in der heißen Jahreszeit an einem Kleefeld vorbeigeht, so kann man nach langer, anhaltender Trockenheit bemerken, wie von Mittag bis Abend, erst auf einzelnen Stellen, später über das ganze Feld, die Pflanzen glanzlos, zusammengefallen und welk aussehen, mit Einbruch der Nacht richten dieselben sich wieder auf, erscheinen frisch und straff und können diesen Wechsel lange ertragen, ohne zu leiden und zu Grunde zu gehen. Bisweilen, nach thaulosen Nächten, tritt dieser Zustand schon früh morgens kurz nach Sonnenaufgang ein.

Die Physiologen erklären uns diesen Vorgang wie folgt: Die Saftzuströmung in die Pflanze wird durch zwei Factoren, — einmal durch die größere oder geringere Verdunstung der Blätter, — dann aber auch durch eine besondere und zwar von dieser ganz unabhängige Thätigkeit der Wurzeln regulirt. Die letzteren Organe pressen die von ihnen aufgenommene Bodenfeuchtigkeit mit einer gewissen Kraft nach oben in den Stengel, die Blattstiele, die Blätter, und dadurch wird in dem ganzen Zellensysteme der Pflanze ein Grad von Spannung erzeugt, welcher dieselbe frisch und turgescent erhält. Diese Spannung kann natürlich nur so lange dauern, als der durch die Verdunstung der Blätter bewirkte Wasserverlust immer durch die von den Wurzeln aufwärts getriebene Bodenfeuchtigkeit ersetzt wird. Wird die Verdunstung durch hohe Temperaturgrade sehr gesteigert und die Bodenfeuchtigkeit durch Austrocknung zugleich stark herabgedrückt, so ist das Gleichgewicht gestört und die Pflanze welkt*).

*) Ueber diese selbstständige Kraft der Wurzeln, Flüssigkeit nach oben zu treiben, lieferte mir eine andere Arbeit dieses Sommers interessante Resultate. Behufs einer Untersuchung über den aufsteigenden Saft wurden Sonnenrosen, Tabak und Kartoffeln noch unterhalb der ersten Blätter abgeschnitten und der freiwillig aus dem Stammstumpfe abfließende Saft in aufgekitteten Glasröhren gesammelt. So lange der Boden feucht war, bluteten die Stumpfe lustig; im günstigsten Falle lieferte so z. B. eine einzige Sonnenrose während 24 Stunden mehr als 300 Cub.-Cent. Saft. Sobald aber der Boden bis auf einen gewissen Grad ausgetrocknet war, ließ sich kein Tropfen Saft mehr gewinnen. Ob sich dieses starke Bluten mit Hülfe der Diffussion oder Endosmose genügend erklären lasse, ist mir aus mehreren Gründen sehr zweifelhaft.

Als sich dieser Zustand auf einzelnen Stellen unseres Gartenstückes an den jungen einjährigen Pflanzen (erster Periode) zeigte, habe ich zu gleicher Zeit frische und verwelkte Exemplare gesammelt und den Wassergehalt bestimmt. Das Resultat war:

Welke Pflanzen enthielten:

in den Blattstielen: 78,4 % Feuchtigkeit, 21,6 % Trockensubstanz,
in den Blättern: 71,0 „ „ 29,0 „ „

Desgleichen welke Pflanzen von einer zweiten Stelle:

in den Blattstielen: 80,8 % Feuchtigkeit, 19,2 % Trockensubstanz,
in den Blättern: 71,1 „ „ 28,9 „ „

Während in frisch und straff gebliebenen — übrigens zwischen den beiden vorigen gewachsenen — Pflanzen gefunden wurde:

in den Blattstielen: 90,0 % Feuchtigkeit, 10,0 % Trockensubstanz,
in den Blättern: 82,5 „ „ 17,5 „ „

Die welken Pflanzen zeigten hiernach einen beinahe doppelt so großen Trockensubstanzgehalt, als die frischen, mußten folglich auch beinahe die Hälfte ihres Wassers verloren haben.

Die Größe dieser Differenz flößte mir einige Besorgniß ein, wegen meiner übrigen Resultate. Wenigstens wollte ich mir darüber Auskunft verschaffen, ob die regelmäßigen täglichen Schwankungen der Temperatur, die zwischen morgens, mittags und abends eintreten, einen erheblichen Einfluß auf das in den Pflanzenorganen enthaltene Wasser und damit auf die Concentration des in denselben circulirenden Saftes ausübten. Zwar hatte ich die Einsammlung der zu den Versuchen bestimmten Pflanzen immer des Morgens vorgenommen, aber natürlich war es nicht zu vermeiden, daß dasselbe einmal um 7, ein zweites und drittes Mal um 8 oder 9 Uhr geschah. Daß übrigens die verarbeiteten Exemplare immer frisch und turgescent waren, brauche ich kaum zu bemerken.

Da von einem größeren Kleefelde der tägliche Wirthschaftsbedarf immer nach und nach weggenommen wird, so ist es leicht, fast zu jeder beliebigen Zeit alle Altersstufen der Pflanze auf einem und demselben Kleeschlage vereinigt zu finden. Somit wurden am 28. und 29. Juni gleichzeitig von verschiedenen Schnitten folgende Feuchtigkeitsbestimmungen vorgenommen. (Die in der vordern Columne beigefügten Temperaturen sind in der Weise ermittelt, daß ein gutes Thermometer auf dem Felde mitten in die Kleepflanzen hinein, und zwar mit der Kugel etwa in halber Höhe derselben gehängt, und so die Grade abgelesen wurden.)

Tabelle V.

Wassergehalt der Pflanze zu verschiedenen Tageszeiten.

100 Theile frisches Pflanzenorgan enthielten Wasser:	Temperatur nach ° C.	Junge 1jähr. Pflanze		Aeltere 2jährige Pflanze. — Zweiter Schnitt.								
		Periode 1.		Periode 1.		Periode 2.			Periode 3.			
		Blattstiele.	Blätter.	Blattstiele.	Blätter.	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Blüthen.
morgens . .	25—26	89,0	82,6	88,3	79,7	88,3	85,2	78,8	75,9	79,4	73,4	77,8
mittags . . .	29—31	89,4	80,9	86,2	77,5	87,8	84,5	77,4	73,8	81,9	72,1	64,6
abends . . .	18—20	90,5	83,1	86,9	81,6	88,4	84,7	77,9	67,1	81,0	75,2	74,3
morgens . .	32—33	90,5	83,8	86,9	79,9	88,1	84,7	78,5	71,8	75,3	68,6	74,7
mittags . . .	39—41	90,1	82,1	85,7	79,0	89,6	86,5	79,0	67,4	74,6	64,8	60,8
abends . . .	19—20	89,2	81,3	87,0	81,7	88,0	85,4	79,5	69,6	74,2	71,3	68,4
Minimum .		89,0	80,9	85,7	77,5	87,8	84,5	77,4	67,1	74,2	64,8	60,8
Maximum .		90,5	83,8	88,3	81,7	89,6	86,5	79,5	75,9	81,9	75,2	77,8
Durchschnitt		89,8	82,3	86,8	79,9	88,4	85,2	78,5	70,9	77,7	70,9	70,1

Die Zahlen für die Wassergehalte divergiren vielfach und zum Theil bedeutend, augenscheinlich aber liegt der Grund dazu in der Verschiedenheit der zu den Versuchen benutzten Pflanzenexemplare und steht in keinem Zusammenhange mit den periodischen Schwankungen der Temperatur.

Ich glaube deshalb den Satz als richtig annehmen zu können: So lange genügende Bodenfeuchtigkeit vorhanden ist, wird das von den Blättern verdunstete Wasser durch die Thätigkeit der Wurzeln sogleich und vollständig ersetzt, und die Saftmenge, sowie die Concentration des Saftes, bleibt in der ganzen Pflanze auch unter dem Einflusse der hohen Mittagstemperatur dieselbe, wie am Morgen oder Abend. Sobald die Bodenfeuchtigkeit unter die zu diesem Behufe nöthige Menge herabsinkt, macht sich dies auch äußerlich durch Welkwerden der Pflanze (zunächst der Blätter) bemerklich.

Die im untersuchten Safte gefundenen Mineralstoffe.

Tabelle VI.

In 10,000 Theilen Saft waren folgende Mineralstoffe gelöst enthalten:

	Junge 1jähr. Pflanze		Aeltere 2jährige Pflanze. — Zweiter Schnitt.								
	Periode 1.		Periode 1.		Periode 2.			Periode 3.			
	Blattstiele.	Blätter.	Blattstiele.	Blätter.	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Blüthen.
Asche in Summa (durch Verbrenn. gefund.)	169,3	207,6	131,8	205,7	102,8	138,8	195,9	90,3	156,8	263,2	101,3
Kali	70,30	63,23	24,00	31,60	28,50	32,00	32,26	15,50	25,80	34,75	42,60
Natron	4,04	2,10	2,32	1,64	3,60	2,87	2,16	3,16	4,00	2,80	1,16
Kalkerde	24,80	56,05	30,50	72,10	19,17	31,90	68,00	21,50	42,80	94,25	10,50
Magnesia	7,50	10,85	32,52	23,90	18,10	25,60	20,70	19,95	28,70	24,16	8,10
Phosphorsäure . .	8,31	6,90	8,56	7,25	5,82	8,50	8,05	5,74	6,70	7,43	13,45
Kieselsäure . . .	0,80	1,40	0,30	0,84	0,16	0,26	0,90	1,43	0,52	1,46	0,60
Chlor	7,60	6,52	11,50	9,15	11,70	16,43	10,25	9,87	16,13	8,65	10,76

Eisenoxyd wurde nur spurenweise aufgefunden und deshalb nicht näher bestimmt.

Schwefelsäure und Kohlensäure wurden zwar zur Controle der Analyse mit gewogen, hier aber — weil nicht im ursprünglichen Safte enthalten, sondern erst durch die Verbrennung erzeugt — nicht weiter berücksichtigt.

Aus Gründen, die erst aus dem folgenden Abschnitte näher hervorgehen werden, benutze ich die vorstehende Tabelle nicht, um aus den darin enthaltenen Zahlen irgend welche Beziehung des Saftes zur ganzen Pflanze abzuleiten, lasse vielmehr die junge einjährige Pflanze und die Blüthen des zweijährigen Klees ganz aus dem Spiele und beschränke mich auf folgende wenigen Schlüsse über den Saft der Stengel, Blattstiele und Blätter des älteren Klees:

Die Aschenmenge des Saftes ist in den verschiedenen Organen ungleich, sie ist am größten in den Blättern, geringer in den Blattstielen, am kleinsten in den Stengeln.

Diese Steigerung der Quantität der Asche wird hauptsächlich bedingt durch das Wachsen des Kalkgehaltes im Safte.

Mit diesem Verhalten des Kalkes steht folgende Erscheinung im Zusammenhang.

Bei Betrachtung der in der Tabelle gegebenen absoluten Zahlen für die Basen und Säuren muß auffallen: 1) daß die Menge der electronegativen Elemente durchweg klein ist gegenüber der Quantität der electropositiven Bestandtheile, und 2) daß von den genannten anorganischen Säuren keine einzige mit den wachsenden Basen, besonders mit der Steigerung des Kalkes Schritt hält. Die anorganischen Säuren reichen in keinem Falle zur vollständigen Sättigung der vorhandenen Basen aus, und es mußten deshalb nicht nur zu allen Zeiten organische Säuren im Safte vorhanden sein, sondern dieselben mußten sich auch fortwährend in gleichem Verhältnisse mit dem anwachsenden Kalkgehalt vermehren, um die für die Pflanze nothwendige neutrale oder vielmehr saure Eigenschaft des Saftes zu erhalten.

In der Saftasche wurden die im Safte vorhanden gewesenen organischen Säuren natürlich als Kohlensäure gefunden. Die Analyse ergab in 100 Theilen Saftasche:

Kohlensäure:

	einjähr. Pflanze.	zweijährige Pflanze.		
	1. Periode.	1. Periode.	2. Periode.	3. Periode.
Stengel:	—	—	11,51	10,75
Blattstiele:	25,90	13,89	13,66	17,43
Blätter:	27,09	27,59	26,53	33,13
Blüthen:	—	—	—	10,61

In allen Perioden und Organen der zweijährigen Pflanze correspondirt hiernach die Menge der Kohlensäure auf's Genaueste mit der Quantität des Kalkes, und dies führt zu dem Schlusse, daß der im Safte allmählig anwachsende Kalk als saures organisches Kalksalz gelöst gewesen sei.

Liebig schloß aus der Beobachtung, daß in Exemplaren von einer und derselben Pflanzen-Species, wenn sie auf verschiedenen Standpunkten gewachsen sind, die vier hauptsächlichsten Basen oft in sehr ungleichen relativen Verhältnissen gefunden werden, daß einmal das Kali, ein anderes Mal das Natron, oder einmal der Kalk, ein anderes Mal die Magnesia in ihrer Asche vorherrscht — es könne bis zu einem gewissen Grade die eine Basis von der anderen in den Functionen des vegetativen Lebens vertreten werden. Das eigenthümliche Verhalten des Kalkes in unserm Falle scheint gegen diese Ansicht zu sprechen, sowie auch vielleicht folgende Berechnung der im Safte enthaltenen Mineralbestandtheile nach Atomen.

Tabelle VII.

Aequivalentverhältnisse der im Safte gelöst gefundenen Basen.

	Junge 1jähr. Pflanze		Aeltere 2jährige Pflanze. — Zweiter Schnitt								
	Periode 1.		Periode 1.		Periode 2.			Periode 3.			
	Blattstiele.	Blätter.	Blattstiele.	Blätter.	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Blüthen.
Aequivalente KO . .	149,23	134,22	50,94	67,08	60,50	67,93	68,48	32,90	54,76	73,76	90,43
Aequivalente NaO .	13,03	6,77	7,48	5,29	11,61	9,26	6,97	10,19	12,90	9,03	3,74
Aequivalente CaO .	88,57	200,18	108,93	257,50	68,46	113,93	242,86	76,79	152,86	336,61	37,50
Aequivalente MgO .	37,50	54,25	162,60	119,50	90,50	128,00	103,50	99,75	143,50	120,80	40,50
Aequivalentsumme KO + NaO	162,26	140,99	58,42	72,37	72,11	77,19	75,45	43,09	67,66	82,79	94,17
Aequivalentsumme CaO + MgO . .	126,07	254,43	271,53	377,00	158,96	241,93	346,36	176,54	296,36	457,41	78,00
Verhältn. zwisch beiden $\binom{KO}{NaO} : \binom{CaO}{MgO} =$	1 : 0,78	1 : 1,80	1 : 4,65	1 : 5,21	1 : 2,20	1 : 3,14	1 : 4,59	1 : 4,09	1 : 4,38	1 : 5,52	1 : 0,83
Aequivalentsumme KO + NaO + MgO	199,76	195,24	221,02	191,87	162,61	205,19	178,95	142,84	211,16	203,59	134,67
Verhältn. von dieser zur Kalkerde (KO + NaO + MgO) : CaO =	1 : 0,44	1 : 1,03	1 : 0,49	1 : 1,34	1 : 0,42	1 : 0,56	1 : 1,36	1 : 0,54	1 : 0,72	1 : 1,65	1 : 0,28

Die einzelnen Basen stehen hiernach in keinem einfachen Verhältnisse zu einander, auch nicht die Atomensumme der Alkalien zu der der alkalischen Erden. Wohl aber scheint eine Beziehung vorhanden zu sein zwischen der Atomensumme des Kali, Natron und der Magnesia mit der vorhandenen Atomenanzahl des Kalkes. Setzt man die erstere = 4, so schwanken die letzteren um die einfachen Verhältnisse:

in den Blüthen = 1,
in den Stengeln und Blattstielen = 2.
in den Blättern = 6.

Dies Verhalten zusammengestellt mit der von der Zunahme der übrigen Basen unabhängigen und verschiedenen Steigerung des Kalkgehaltes im Safte, die eingangs erwähnt wurde, läßt vermuthen, daß der Kalk im Klee ganz exceptionellen Zwecken dient und in diesen nicht durch Kali oder Magnesia vertreten werden kann.

Wahrscheinlich sogar erscheint es mir, daß dieser Satz noch allgemeiner und für alle Mineralstoffe gilt, d. h. daß jeder nur seinem bestimmten Zwecke im Pflanzenleben dient.

Weiter dürften die Analysen der verschiedenen Säfte darauf hinweisen, daß die Gesetze der Endosmose und Exosmose in der lebenden Pflanze eine beschränktere Anwendung finden, als man mehrfach anzunehmen geneigt ist.

Einzelne Thatsachen in dieser Richtung sind schon länger bekannt: Payen beobachtete schon vor 14 Jahren das Vorkommen von kohlensaurem Kalk in gewissen Zellen der Urticeen und schloß daraus, daß dieselben einen alkalisch reagirenden Saft führen müßten, während die in dem unmittelbar angrenzenden Gewebe enthaltene Flüssigkeit kräftig sauer ist. Später fand W. Knop in gewissen Wasserpflanzen gelegentlich einer Untersuchung über die in denselben enthaltene Luft ebenfalls Zellen mit basischem Inhalt unmittelbar neben solchen mit saurem Saft.

J. Sachs glaubt sogar, daß die Gefäßbündel in den vegetativen Theilen und in der Frucht einer Pflanze, obgleich sie in einem sauren Parenchym verlaufen, zu allen Lebenszeiten alkalisch sind. Er theilt in dieser Richtung am Kürbis gemachte Beobachtungen mit. (Berichte der math.-phys. Classe der K. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. 1860. Ueber Crystallbildungen beim Gefrieren 2c.)

Ich habe mich vergeblich bemüht, mit den Stengeln und Blattstielen der Sonnenrose, des Tabaks, der Kartoffeln, Rüben und des Klees eine

ähnliche Reaction zu erhalten; wahrscheinlich aber nur deshalb, weil bei diesen Pflanzen die Gefäßbündel zu klein sind, und die etwa auf dem Lackmuspapier entstehenden blauen Pünktchen zu schnell von der das Papier durchdringenden sauern Flüssigkeit des Parenchyms verdeckt und vernichtet werden.

Die im Saft nicht wiedergefundenen Mineralstoffe.

Eine Kleepflanze von dem in Tabelle I. angenommenen Wassergehalte mußte nach den von Ulbricht ausgeführten Analysen in den verschiedenen Wachsthumsperioden die in nachstehender Tabelle VIII. gegebenen Mengen Mineralstoffe in Summa enthalten.

Unter der Voraussetzung, daß der im Preßkuchen zurückgehaltene Saftantheil die gleiche Zusammensetzung hatte mit dem durch die Presse erhaltenen, waren in der gleichen Pflanze und zu gleicher Zeit nach den von mir gemachten Untersuchungen die in Tabelle IX. zusammengestellten Mineralstoffmengen im Safte gelöst vorhanden.

Die Zahlen der Tabelle IX. von denen der Tabelle VIII. subtrahirt, geben uns im Rest die nicht wiedergefundenen Mineralstoffmengen, die in Tabelle X. zusammengefaßt sind.

Tabelle XI. endlich enthält die in Tabelle IX. und X. gegebenen Mineralstoffmengen in Procenten des Gesammtgehaltes ausgedrückt.

Tabelle VIII.

In 10,000 Theilen frischen Pflanzenorgans waren in Summa enthalten:

Von folgenden Mineralstoffen:	Junge 1jähr. Pflanze		Aeltere 2jährige Pflanze. — Zweiter Schnitt.								
	Periode 1.		Periode 1.		Periode 2.			Periode 3.			
	Blattstiele.	Blätter.	Blattstiele.	Blätter.	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Blüthen.
Kali	80,19	71,47	72,37	57,08	63,80	55,67	47,95	78,23	87,66	73,27	61,17
Natron	5,94	5,24	4,22	0,00	2,69	3,98	1,21	4,86	5,53	6,43	3,95
Kalkerde	36,71	68,57	43,81	77,82	34,39	48,88	80,12	31,01	54,35	102,30	24,67
Magnesia	16,55	21,13	30,74	22,27	23,94	26,69	19,72	16,64	25,79	24,28	14,66
Phosphorsäure . .	24,03	28,05	30,45	36,66	21,67	22,69	28,33	15,67	35,59	29,30	29,81
Kieselsäure . . .	1,84	4,44	2,06	3,04	1,12	0,96	3,55	0,54	2,90	7,15	1,62
Chlor	10,16	6,26	10,48	8,71	?	7,77	4,59	12,45	?	8,85	8,76

Tabelle IX.

In 10,000 Theilen frischen Pflanzenorgans waren im Safte gelöst enthalten:

Von folgenden Mineralstoffen:	Junge 1jähr. Pflanze		Aeltere 2jährige Pflanze. — Zweiter Schnitt.								
	Periode 1.		Periode 1.		Periode 2.			Periode 3.			
	Blattstiele.	Blätter.	Blattstiele.	Blätter.	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Blüthen.
Kali	62,64	53,76	20,94	25,92	24,96	27,47	26,43	12,05	20,62	27,32	35,74
Natron	3,60	1,79	2,02	1,34	3,15	2,46	1,77	2,46	3,20	2,20	0,97
Kalkerde	22,10	47,65	26,62	59,13	16,78	27,38	55,71	16,72	34,20	74,08	8,81
Magnesia	6,68	9,22	28,38	19,41	15,85	21,96	16,95	15,51	22,93	19,00	6,80
Phosphorsäure . .	7,40	5,87	7,47	5,94	5,10	7,29	6,60	4,46	5,35	5,84	11,29
Kieselsäure . . .	0,71	1,19	0,26	0,69	0,13	0,22	0,74	1,11	0,42	1,15	0,50
Chlor	6,77	5,54	10,03	7,60	10,24	14,10	8,40	7,67	12,89	6,80	9,03

Tabelle X.

Aus 10,000 Theilen frischen Pflanzenorgans waren im Safte nicht wiedergefunden worden:

Von folgenden Mineralstoffen:	Junge 1jähr. Pflanze		Aeltere 2jährige Pflanze. — Zweiter Schnitt.								
	Periode 1.		Periode 1.		Periode 2.			Periode 3.			
	Blattstiele	Blätter.	Blattstiele.	Blätter.	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Blüthen.
Kali	17,55	17,71	51,43	31,16	38,84	28,20	21,52	66,18	67,04	45,95	25,43
Natron	2,34	3,45	2,20	?	?	1,52	?	2,40	2,33	4,23	2,98
Kalkerde	14,61	20,92	17,19	18,69	17,61	21,50	24,41	14,29	20,15	28,22	15,86
Magnesia	9,87	11,91	2,36	2,86	8,09	4,73	2,77	1,13	2,86	5,28	7,86
Phosphorsäure . .	16,63	22,18	22,98	30,72	16,57	15,40	21,73	11,21	30,24	23,46	18,52
Kieselsäure . . .	1,13	3,25	1,80	2,35	0,99	0,74	2,81	?	2,48	6,00	1,12
Chlor	3,39	0,72	0,45	1,11	?	?	?	4,78	?	2,05	?

Tabelle XI.

Von 100 Theilen eines Mineralstoffs wurden im Safte wiedergefunden und nicht wiedergefunden:

		Junge 1jähr. Pflanze		Aeltere 2jährige Pflanze. — Zweiter Schnitt.								
		Periode 1.		Periode 1.		Periode 2.			Periode 3.			
		Blattstiele.	Blätter.	Blattstiele.	Blätter.	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Blüthen.
Kali:	im Safte gelöst	78,1	75,2	28,9	45,4	39,1	49,3	55,1	15,4	23,5	37,3	58,4
	nicht wiedergef.	21,9	24,8	71,1	54,6	60,9	50,7	44,9	84,6	76,5	62,7	41,6
Kalkerde:	im Safte gelöst	60,2	69,5	60,8	76,0	48,8	56,1	69,5	53,9	62,9	72,4	35,7
	nicht wiedergef.	39,8	30,5	39,2	24,0	51,2	43,9	30,5	46,1	37,1	27,6	64,3
Magnesia:	im Safte gelöst	40,4	43,6	92,3	87,1	66,2	82,3	86,0	93,2	88,9	78,3	46,4
	nicht wiedergef.	59,6	56,4	7,7	12,9	33,8	17,7	14,0	6,8	11,1	21,7	53,6
Phosph.-säure:	im Safte gelöst	30,8	20,9	24,5	16,2	23,6	32,1	23,3	28,5	15,0	19,9	37,9
	nicht wiedergef.	69,2	79,1	75,5	83,8	76,4	67,9	76,7	71,5	85,0	80,1	62,1
Kiesel-säure:	im Safte gelöst	38,6	26,8	12,6	22,7	11,6	22,9	20,8	?	14,5	16,1	30,9
	nicht wiedergef.	61,4	73,2	87,4	77,3	88,4	77,1	79,2	100,0?	85,5	83,9	69,1

Die Tabellen X. und XI. enthalten viel Auffallendes. Vor Allem macht sich eine durchgreifende Verschiedenheit der jungen Pflanze von der ältern zweijährigen bemerklich.

Es wird deshalb gut sein, beide gesondert zu betrachten.

In der jungen Pflanze wurde der größte Theil von dem Gesammtgehalt der Basen im Safte wiedergefunden und zwar vom Kali reichlich $\frac{3}{4}$, vom Kalk etwa $\frac{2}{3}$, von der Magnesia endlich allerdings nicht ganz die Hälfte.

Ebenso verhielt sich das Chlor, während von der Phosphor- und Kieselsäure nicht mehr als etwa $\frac{1}{4}$ des Gesammtgehaltes aus dem Safte zu gewinnen war. In Bezug auf die Schwefelsäure hatte schon die Aschenanalyse der ganzen Pflanze nachgewiesen, daß sie zum größten Theil gleich nach ihrem Eintritt in die Pflanze reducirt und ihr Schwefel zur Bildung von Proteinstoffen 2c. verbraucht wird.

An diesen Resultaten ist bis auf das Verhalten der Magnesia nicht Vieles, was Verwunderung erregen könnte. Ganz anders aber steht es mit den Zahlen, welche die ältere Pflanze lieferte.

In dem Safte der zweijährigen Pflanze wurde von dem Gesammtgehalte an Kali fast ohne Ausnahme weniger als die Hälfte, im Durchschnitt etwa nur $\frac{1}{3}$, wiedergefunden, — vom Kalke dagegen mehr als die Hälfte, im Durchschnitt etwa, wie in der jungen Pflanze, $\frac{2}{3}$, während die Magnesia fast vollständig von 80 zu 90 % im Safte enthalten war. Ebenso wurde das Chlor fast vollständig wiedergefunden, während von der Phosphorsäure und Kieselsäure der im Saft gefundene Bruchtheil des Gesammtgehaltes bei der ältern Pflanze eher noch kleiner war, als bei der jüngern. Von diesen Verhältnissen machen nur die Blüthen der dritten Periode eine Ausnahme, die in Allem der jungen Pflanze näher stehen, als den übrigen Organen der älteren.

Es entsteht nur die Frage: Was ist aus den im Safte nicht wiedergefundenen Mineralstoffen geworden? In welchem Zustande haben wir uns dieselben in der Pflanze zu denken?

Bei der Berechnung der vorstehenden Tabellen, sowie bei den Betrachtungen, die wir daraus zogen, haben wir überall die Voraussetzung als richtig angenommen, daß der vom Preßkuchen zurückgehaltene Saftantheil dieselbe Zusammensetzung hatte, wie der aus der Presse abgeflossene. Je nachdem wir dieselbe weiter gelten lassen oder nicht, sind zwei verschiedene Antworten auf diese Frage möglich: Entweder wir

halten an der Voraussetzung fest, so bleibt nichts anderes übrig, als anzunehmen, daß die im Safte nicht wiedergefundenen Mineralstoffe in der Pflanze unlöslich abgelagert waren, — oder wir lassen dieselbe fallen, so können wir annehmen, daß die im Preßkuchen verbliebene Saftmenge relativ reicher war an den Mineralbestandtheilen, welche nach Tabelle X. und XI. nur zum kleinern Theile wiedergefunden waren, als der ausgepreßte Saft.

Prüfen wir, inwieweit die erste oder die zweite Annahme die wahrscheinlich richtigere ist.

Dem Schlusse, daß die im Safte nicht wiedergefundenen Mineralstoffe in der Pflanze unlöslich abgelagert waren, steht nichts entgegen in Bezug auf die Kieselsäure, die Phosphorsäure und den Kalk; unerklärlich aber bleibt bei demselben das Verhalten des Kalis und der Magnesia. Es ist bekannt, daß die Kieselerde in gewissen Zellen der Pflanze, besonders in denen der Oberhaut und in den Haaren, sich in vollkommen unlöslichem Zustande vorfindet und dies oft in solcher Menge, daß nach dem Verbrennen der organischen Substanz ein wohl erhaltenes Kieselskelett der ganzen Zelle übrig bleibt. Ebenso wissen wir, daß der phosphorsaure Kalk im engsten Bezug steht zu den Proteinstoffen, und daß mit den organisirt ausgeschiedenen stickstoffhaltigen Stoffen immer auch eine Portion dieses Salzes in den unlöslichen Zustand übergehen muß. Schwierigkeiten aber erheben sich zunächst, wenn man auf die gleiche Weise das Verhalten der Magnesia erklären will, denn man müßte von diesem Stoffe annehmen, daß er in den ersten Perioden des Wachsthums in starken Proportionen abgelagert, später aber wieder gelöst und in den Kreislauf zurückgeführt werde. Dies aber ist nicht wohl denkbar — und vollkommen unwahrscheinlich ist es, daß das Kali diejenige Basis sein solle, welche in der ältern Pflanze fast stets zur größern Hälfte, in einzelnen Organen bis zu $\frac{3}{4}$, ja $\frac{5}{6}$ in unlöslicher Form abgeschieden werde.

Zwar läßt sich a priori gewiß nicht behaupten, daß das Kali trotz der außerordentlichen Leichtigkeit, mit welcher fast alle seine Salze in Wasser löslich sind, überhaupt nicht in unlöslichem Zustande in den Pflanzen vorkommen könne; denn wie sehr die Löslichkeitsverhältnisse unorganischer Salze durch die Verbindung mit organischen Körpern modificirt werden, davon ist eben der phosphorsaure Kalk ein Beispiel, der mit Proteinkörpern verbunden, ganz seiner ursprünglichen Natur entgegen, durch Alkalien löslich und durch Säuren fällbar wird. Ja, wenn

man sich an die Zusammensetzung vieler Holzaschen erinnert, so erscheint es sogar wahrscheinlich, daß auch das Kali zum Theil, wie die anderen Basen, von den Pflanzen in unlöslicher Form abgelagert wird. Das Holz besteht größtentheils aus Zellen, die keinen Saft mehr führen (wenigstens nicht in einem großen Theile des Jahres), trotzdem aber finden wir in den Aschen vieler Hölzer 10, 20, selbst 30 % Kali.

Dies Alles aber kann noch nicht ausreichen, um uns das Unlöslichwerden des größten Theiles vom Kali zu erklären, und einige Versuche, die ich später mit vollständig ausgewaschenem Klee anstellte, sprechen geradezu dieser Annahme entgegen.

Es wird daher nöthig sein, die ursprüngliche Annahme von der Homogenität des untersuchten und zurückgebliebenen Saftes zu verlassen und uns die Sache etwa zu denken, wie folgt:

Der in der vorstehenden Arbeit durch die Presse erhaltene und von mir untersuchte Saft war durchaus verschieden zusammengesetzt von dem in dem Preßrückstande verbliebenen. Jedenfalls gehörten diese verschiedenen Säfte verschiedenen Zellenarten an, von denen die eine dem Zerreißen durch Quetschen geringeren Widerstand entgegensetzte, als die andere, und dann in der Presse den größeren Theil des Saftes hergab. (Wahrscheinlich wurde hauptsächlich der Saft der Parenchymzellen gewonnen, während der des Cambiums und der Gefäßbündel von denselben vorzugsweise zurückgehalten wurde.)

Der ausgepreßte Saft war relativ reich an Kalk- und Magnesiasalzen und sehr arm an Kali, während der im Preßkuchen zurückgehaltene umgekehrt von Kalisalzen strotzen mußte.

Das Gesagte gilt aber zunächst nur von der ältern Pflanze. In der einjährigen Pflanze und in den jüngsten Organen (den Blüthen) der zweijährigen findet entweder diese Verschiedenheit der Säfte in den einzelnen Zellenelementen überhaupt noch nicht in dem Maße statt, oder — und dies scheint mir das Wahrscheinlichere — die noch zarteren Zellen kamen dort viel gleichmäßiger zur Zerreißung und der von den jungen Organen abgepreßte Saft repräsentirt wirklich einen ungefähren Durchschnitt der in demselben enthaltenen Vegetations-Flüssigkeit. (Deshalb der größte Theil des Gesammtgehalts an Kali im Safte wiedergefunden.)

Das Vorstehende ist allerdings kaum mehr als eine Vermuthung und wird nur durch mikrochemische Reactionen zur Gewißheit erhoben

werden können. Aber auf diese Weise läßt sich wenigstens ungezwungen erklären, wo das in dem Saft nicht wiedergefundene Kali zu suchen sei. Daß die im Safte fehlende Kieselsäure und Phosphorsäure in der That in unlöslichem Zustande in den Zellen abgelagert werden, ist erwiesen, daß ein größerer Theil des Kalkes mit den organischen Stoffen unlösliche Verbindungen eingeht, ebenfalls, und es bleibt somit nur noch das Verhalten der Magnesia unerklärt, von der in dem Safte der jungen Pflanzenorgane mehr als die Hälfte des Gesammtgehaltes vermißt wurde, während sie in dem der älteren fast vollständig wiederzufinden war. Die vorstehende Arbeit giebt darüber keinen Aufschluß, man wird aber unwillkürlich versucht, die bekannte Thatsache damit in Zusammenhang zu bringen, daß die Samen, das will also sagen: das jüngste und letzte Product der alten Pflanze und zugleich die Anlage der neuen und künftigen, stets ausnehmend reich sind an Magnesia.

Das Resultat der ganzen Untersuchung ist hiernach zwar fast nur ein negatives; es hat sich dabei gezeigt, daß der von mir gewählte Weg einer partiellen Auspressung des Saftes nicht geeignet ist, die aus dem Kreislauf ausgeschiedenen und organisirt abgelagerten Stoffe von den noch im Safte circulirenden lebensthätigen zu trennen, trotzdem aber halte ich denselben immer noch zu vielen Zwecken für erfolgreich und fruchtbar.

Sicher besteht in der Pflanze zwischen den einzelnen Mineralstoffen und bestimmten organischen Verbindungen ein enger Zusammenhang. Für den Schwefel, die phosphorsauren Salze und Proteinstoffe ist ein solcher nachgewiesen; der Umstand, daß die Hackfrüchte, welche man durch die Cultur dahin gebracht hat, massenhaft Stärke oder Zucker zu produciren, wie Kartoffeln und Rüben, in den betreffenden Organen auch gleichzeitig viel reicher an Kalisalzen geworden sind, als ihre wilden Stammeltern, dürfte zu der Ansicht hinleiten, daß das Kali in einem gewissen Bezug stehe zur Bildung der Kohlenhydrate. Für diese Vermuthung scheint auch eine neuerdings von Grouven ausgeführte und in den Preuß. Ann. d. Landw. Wochenbl. Nr. 11 und 12, 1861, mitgetheilte Untersuchung „über eine Krankheit des Klees" zu sprechen. Die Krankheit äußerte sich an dem Kleewuchse zur Zeit der Blüthe dieser Pflanze durch eine Menge von braunen, mehrere Linien großen Flecken kryptogamischer Gewächse, mit denen Blätter und Stengel übersäet waren und die eine entschiedene Mißernte des Klees zur Folge hatten. Die Analyse der

organischen Bestandtheile ergab einen größern Gehalt von Proteinstoffen in der kranken Pflanze und eine entschiedene Armuth an zuckerartigen Stoffen in Vergleich mit einem unter ähnlichen Verhältnissen gewachsenen normalen und gesunden Kleehen. Correspondirend mit diesem Mangel an Kohlenhydraten wurde bei der Analyse der Mineralbestandtheile eine äußerst geringe Menge Kali gefunden. Die Asche des kranken Klees enthielt neben großen Mengen von Kalk und Magnesia nur 3,32 % Kali, während aus der Asche eines gesunden Klees stets etwa die zehnfache Menge dieser Basis gewonnen wird.

Auf diesem ganzen Gebiete herrscht noch große Dunkelheit, ich zweifle aber nicht, daß durch sorgfältige Untersuchung der Pflanzensäfte Licht in dasselbe gebracht werden kann und zwar durch diese eher, als auf irgend einem andern Wege.

Die einzelnen organischen Stoffe werden sich in den verschiedenen Zellenarten der Pflanze jedenfalls ebenso vertheilen, wie die einzelnen Mineralstoffe.

Leider giebt es kein Mittel, die verschiedenen Zellenarten mechanisch so von einander zu trennen, daß man sicher sein könnte, für die Analyse einen homogenen Saft zu gewinnen, man wird es hier immer mit Gemischen zu thun haben. Diese unangenehme Wahrheit kann uns aber nicht abhalten, überhaupt auf diesem Gebiete weiter zu forschen, und es ist nicht zu leugnen, daß auch schon fördernde Resultate aus den relativen Verhältnissen erhalten werden können, wenn es nur gelingt, den Saft einer Zellenart vorherrschend und mit geringen Mengen fremder Elemente verunreinigt zu gewinnen.

Angenommen z. B., es erwiesen mehrere der vorstehenden Aschenuntersuchung parallele Analysen der organischen Stoffe, daß irgend ein stickstofffreier Bestandtheil mit dem eigenthümlichen Verhalten des Kalis genau correspondire, sollte dies nicht auf einen nähern Zusammenhang zwischen beiden schließen lassen?

Natürlich müßte es dann immer noch der mikrochemischen Analyse vorbehalten bleiben, die Beobachtungen zu klären und zu reinigen, aber sicher wird derselben auf diesem Wege vorgearbeitet und sie zu einer erfolgreicheren Thätigkeit, als bisher, gebracht werden können.

Ueber Vegetationsversuche in wässrigen Lösungen

von

Dr. F. Stohmann.

Es schien auf den ersten Blick ein sehr glücklicher Gedanke zu sein, als Dr. Julius Sachs seine Methode der fractionirten Lösungen zur Ernährung der Pflanzen vorschlug. Um diese durchzuführen, hätte man die Pflanzen abwechselnd in zwei Lösungen vegetiren lassen sollen, von denen die eine kieselsaures Kali, salpetersaures Kali und phosphorsaures Natron, die andere schwefelsaure Magnesia, salpetersauren Kalk, salpetersaures Ammoniak und Eisenchlorid enthielt. Will man der Pflanze die Quantität Kieselsäure zuführen, welche sie zu ihrer Ernährung bedarf und worüber die Aschenanalyse die sicherste Auskunft giebt, so ist die Anwendung des kieselsauren Kali's nicht zu umgehen. Das kieselsaure Kali reagirt in der verdünntesten Lösung stets deutlich alkalisch. Eine alkalische Reaction der Flüssigkeit ist aber mit dem Pflanzenleben nicht verträglich. Die gesundesten Pflanzen welken in einer alkalischen Flüssigkeit in wenigen Stunden und gehen bald darauf zu Grunde. In schwachsauren Flüssigkeiten wachsen sie dagegen vortrefflich.

Da nach diesen Beobachtungen die Sachs'sche Methode nicht streng durchführbar ist, so schien es mir am einfachsten, zu versuchen, ob eine Pflanze in einer Lösung zu ernähren sei, die alle Nährstoffe annähernd in dem Verhältniß enthält, wie sie durch die Aschenanalyse nachgewiesen werden. Bei Maispflanzen (Kükenmais — chiken corn) habe ich dabei in diesem Sommer vortreffliche Resultate erzielt. Meine Pflanzen erreichten zum Theil 7 Fuß Höhe, lieferten vollkommen normal entwickelte Kolben, von denen einer 370 reife keimfähige Körner enthielt. Das Erntegewicht, im vollkommen wasserfreien Zustande und nach Abzug der Asche, war bei einer Pflanze 731, bei anderen 573, 538, 491, 477 Mal höher, als das des Samens.

Zum Gelingen der Vegetationsversuche — wenigstens beim Mais — ist nichts erforderlich, als daß den Pflanzen sämmtliche Nährstoffe, also Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor, Kieselsäure, Salpetersäure, Ammoniak, in einer schwachsauren Lösung gegeben werden, die auf 1000 Th. Wasser 3 Th. wasserfreie Salze enthält. Man hat dann nur darauf zu achten, daß die Lösung stets sauer bleibe. Dr. Knop beobachtete diesen Sommer, daß neutrale Lösungen durch die Lebensthätigkeit der Pflanze alkalisch werden. Ich habe gleichzeitig und ehe ich von Knop's Erfahrung benachrichtigt war, beobachtet, daß sogar saure Lösungen alkalisch werden, sobald eine Maispflanze einige Zeit darin vegetirt hat. Man muß daher während des Wachsthums der Pflanzen die Reaction der Lösung fortwährend untersuchen und entweder sofort frische Lösung geben, oder durch Zusatz einiger Tropfen verdünnter Phosphorsäure nachhelfen, sobald man eine neutrale Reaction bemerkt. Versäumt man dieses nicht, so braucht man nie die Bildung von Schwefeleisen, die so manche der Sachs'schen Pflanzen zu Grunde richtete, zu fürchten.

Berücksichtigt man dieses, so ist nichts leichter, als Pflanzen in wässrigen Lösungen zu ziehen. Es bedarf dazu weder besonderer Kunstgriffe, noch gärtnerischer Geschicklichkeit, noch Erfahrung in der Behandlung von Pflanzen. Jeder Chemiker, der die Lösung zu bereiten versteht, kann auch eine Maispflanze vom Samen bis zur reifen Frucht in wässrigen Lösungen ziehen.

Eine ganz andere Frage ist es aber, ob man aus dem Gelingen solcher Versuche den Schluß ziehen kann, daß die Pflanzen normal ernährt werden, wenn sie ihre Nährstoffe direct aus Lösungen empfangen. Dieses glaube ich durchaus verneinen zu müssen.

Vergleicht man die Wurzelbildungen, so findet man bei den im Boden gewachsenen Pflanzen ganz vorzugsweise starke, holzige, fingerförmige Wurzeln, die nur in größeren Entfernungen mit Faserwurzeln besetzt sind. Allen in Wasser gewachsenen Maispflanzen fehlen diese starken Wurzeln fast ganz, sie bilden dagegen ein dichtes Geflecht von feinen Faserwurzeln, die mitunter eine bedeutende Länge erreichen. Eine Maispflanze, die ohne allen Zusatz von stickstoffhaltigen Nährstoffen gezogen war, erreichte eine Höhe von 24 C. M., ihre Faserwurzeln waren 110 C. M. lang.

Der Aschengehalt des Strohes beträgt bei der Landmaispflanze 11,4 Proc. der Trockensubstanz, die Asche enthält 4 Proc. Kohlensäure. Bei den Wassermaispflanzen ist der Aschengehalt nie constant. Vier in derselben Lösung gewachsene Pflanzen enthielten 13,1 Proc., 15,9 Proc., 10,4 Proc., 10,4 Proc. Asche in Stroh. Eine der Aschen enthielt 1,4 Proc. Kohlensäure, die anderen waren völlig frei davon.

Es sind dieses Abnormitäten — und ich könnte derer noch mehrere aufzählen —, die ganz gewiß zu berücksichtigen sind und die wohl zu der Behauptung berechtigen, daß man eine Maispflanze allerdings in eine Wasserpflanze verwandeln kann, daß man aber bis jetzt nicht im Stande ist, sie völlig normal durch wässrige Lösungen zu ernähren.

Aus diesen Versuchen geht ferner mit völliger Sicherheit hervor, daß die Pflanzen im Boden nicht vegetiren könnten, wenn nicht der Boden selbst einen regulirenden Einfluß durch Absorption ausübte. Durch die unfehlbar eintretende Alkalinität müßten alle Pflanzen zu Grunde gehen, wenn der Boden nicht die frei werdenden Alkalien in unlöslichen Zustand versetzte und den Pflanzen nur soviel davon zukommen ließe, als sie unter eigner Mitwirkung aufnehmen können.

Die nähere Beschreibung der Versuche, die genaue Zusammensetzung der Lösungen, alle analytischen Data finden sich in einem Aufsatze: „Ueber einige Bedingungen der Vegetation der Pflanzen" in Henneberg's Journal für Landwirthschaft. 1862. Heft I.

Ueber das Vorkommen und Verhalten des Ammoniaks in der Ackererde

von

Dr. W. Knop und W. Wolf.

III.

In Verbindung mit den in Vorstehendem dargelegten Versuchen mußte es uns wünschenswerth erscheinen, nun auch noch über die Art und Weise, wie sich das Ammoniak durch Wasser im Boden verbreitet,

einige genauere Unterlagen zu gewinnen, obschon in dieser Beziehung das Wesentlichste durch die Versuche von Way, v. Liebig, Henneberg und Stohmann, so wie die von Brustlein erst vor einem Jahre ungefähr veröffentlichten Abhandlungen schon bekannt war.

Aus diesen Versuchen geht einerseits hervor, daß die Ackererden das Ammoniak direct absorbiren, andererseits aber auch, daß bei Einwirkung größerer Wassermengen auf Erde, die ein gewisses Quantum Ammoniak absorbirt enthält, der Erde ein Theil wieder entzogen wird, so daß hierdurch die Möglichkeit der Verbreitung des von der Erde einmal absorbirten Ammoniaks gegeben erscheint. Aus den Versuchen von Brustlein geht ferner hervor, daß Ammoniaksalze durch die im Boden vorhandenen Carbonate zersetzt werden, und daß diese nach solcher vorausgegangenen Zersetzung dann ähnlich wie freies Ammoniak zum Boden sich verhalten. Daß endlich das Ammoniak nicht in chemischer Verbindung mit den Bestandtheilen des Bodens, sondern lediglich durch Flächenattraction zurückgehalten wird, geht aus allen bis jetzt angestellten Versuchen deutlich genug hervor. Denn wenn wir auch oben schon angegeben haben, daß die humosen Substanzen ein Quantum Ammoniak in Form von humussaurem Alkali aufnehmen und mit dem in solcher Form aufgenommenen Ammoniak später stickstoffhaltige complicirte Verbindungen geben, welche mit bromirter Lösung vom unterchlorigsauren Natron kein Stickgas mehr entwickeln, wobei sich nachweisen ließ, daß das Ammoniak doch nicht durch Oxydation entschwunden sein konnte, so betrifft dies nur einen sehr kleinen Theil des vom Boden absorbirten Ammoniaks, und die Thatsache, daß der von organischen Stoffen freie trockne Thon das Ammoniak so begierig aufsaugt und so fest gebunden enthält, während weder die reine Thonerde noch die Kieselsäure für sich allein Ammoniak merklich absorbiren und falls man diese Körper mit Ammoniak benetzte, dieses an der Luft wieder verlieren, beweisen unwiderleglich, daß das Ammoniak vorzugsweise durch Flächenattraction vom Thon der Ackererde aufgesogen vorhanden ist.

Wir haben zur Vervollständigung unsrer Untersuchungen nun noch die Ackererde und Gartenerde, deren Natur wir oben näher angegeben haben, zuerst mit Ammoniaklösungen und in einer zweiten Versuchsreihe mit einer Lösung von kohlensaurem Ammoniak in Berührung gebracht und darauf durch allmäliges Auslaugen mit bekannten Mengen Wasser

zu bestimmen versucht, wie sich die ammoniakbindende Kraft des Bodens gegenüber der Kraft, mit welcher das Wasser Ammoniak absorbirt und das vom Boden gebundene diesem zu entziehen vermag, verhält. Zu dem Ende sind die folgenden Versuche angestellt worden. Um die Uebersicht über dieselben zu erleichtern, haben wir jedem Versuche die Frage, die er beantworten soll, vorangestellt, der der Versuch als Antwort folgt.

Kann man aus Wasser, worin freies Ammoniak enthalten ist, dieses letztere durch Ackererde vollständig absorbiren lassen?

Es werden 200 Grm. Ackererde mit 50 CC. einer titrirten Ammoniaklösung, welche für sich 10,6 CC. Stickstoff von 18° beim Schütteln mit der bromirten Lauge ausgab, während jene Menge Erde für sich 1 CC. desselben damit entwickelte, und 400 CC. Wasser im Laufe von 6 Tagen, oftmals stark geschüttelt.

Nach Verlauf dieser Zeit werden 50 CC. Wasser decantirt und mit der bromirten Lauge geschüttelt. Diese gaben 0,2 CC. Stickstoff aus.

Da nun 450 CC. Wasser im Ganzen mit der Erde zusammengeschüttelt waren, und diese Menge denselben Procentgehalt freien Ammoniaks enthalten mußte, wie die 50 CC., welche decantirt waren, so müßte im Ganzen ein 9. 0,2 oder 1,8 CC. Stickstoff entsprechendes Quantum Ammoniak in den 450 CC. Wasser frei zurückgeblieben sein, während die 200 Grm. Erde den Rest 11,6—1,8 = 9,8 CC. Stickstoff entsprechend fest gebunden enthielt.

Um zu sehen, ob dieses Ammoniak wirklich vorhanden war, oder vielmehr zur Controle der Untersuchungsmethode, wurde die Erde sammt den darüber noch befindlichen 400 CC. Wasser mit Boraxlösung und bromirter Lauge geschüttelt. Hierbei wurden erhalten: 10,5 CC. Stickstoff von 18°.

Man hat also zu Anfang in der Erde und dem Wasser 11,6 CC. Stickgas in Form von Ammoniak, zu Ende des Versuchs 10,7 CC. Differenz = 0,9 CC.

Die geringe Differenz von nur 0,9 CC. ist theils aus dem Fehler der Methode, theils durch Oxydation des Ammoniaks zu erklären.

Bei welchem Quantum Ammoniak wird dieses aus einer Lösung, worin es enthalten ist, von der Erde vollständig absorbirt?

Da aus einigen der in Folgendem beschriebenen Versuche hervorzugehen schien, daß die Ackererde ungefähr eine 10 CC. Stickgas entsprechende Menge Ammoniak im Maximo gegen 250 bis 450 Wasser zu binden vermochte, so wurden 35 CC. einer titrirten Ammoniaklösung, von welcher 50 CC. = 10 Stickgas von 20° waren, mit Brunnenwasser auf 500 CC. verdünnt. Diese Lösung enthielt folglich eine 7 CC. Stickgas entsprechende Menge Ammoniak.

Man schüttelte diese Flüssigkeit im Laufe von 6 Tagen mit 200 Grm. derselben Ackererde, ließ absetzen und decantirte 250 CC. Wasser. Diese Menge gab mit der bromirten Lauge 0,2 CC. Stickgas.

Die Erde hat also den 500 CC. Wasser eine 7—0,4 CC. Stickgas entsprechende Menge Ammoniak entzogen.

Wie man hieraus ersieht, ist die Absorption des Ammoniaks aber nicht ganz vollständig erfolgt, obschon etwas weniger Ammoniak mit der Erde in Berührung gebracht wurde, als sie, nach dem vorigen Versuche zu urtheilen, hätte binden können.

Läßt sich das von einer Erde absorbirte Ammoniak durch Auslaugen mit mäßigen Mengen Wassers wieder daraus entfernen?

Es wird eine Ammoniaklösung bereitet, indem man zu ½ Liter Wasser einige CC. Aetzammoniak hinzufügt. Man verdünnt dieselbe weiter mit Wasser, bis 50 CC. 10 CC. Stickgas von 20° entsprechen.

Man übergießt nun 200 Grm. Ackererde, welche von vornherein 0,6 CC. Stickgas mit der bromirten Lauge gaben, mit 200 CC. Wasser und 50 CC. der titrirten Ammoniaklösung, schüttelt oftmals 5 Minuten lang und läßt 18 Stunden stehen; nach Verlauf dieser Zeit decantirt man 150 CC. Die wasserhaltende Kraft dieses Bodens ist der Art, daß 200 Grm. Erde 100 CC. Wasser brauchen, um sich absetzenden Schlamm zu bilden, man kann also stets 150 Grm. Wasser decantiren, ohne Erde mit abzuschlämmen.

Die decomtirten 150 CC. werden nun mit bromirter Lösung von unterchlorigsaurem Natron geschüttelt und die entwickelte Menge Stickgas notirt.

Auf die Erde aber werden sofort neue 150 CC. Wasser gegossen, nach 18 Stunden wird ebenso, wie oben angegeben, verfahren und diese Behandlung fortgesetzt, bis die Erde fast gar kein Ammoniak mehr an Wasser abgiebt. Die Erfolge dieser Behandlung waren:

	CC. Stickstoff.
Ammoniak in der Erde + Ammoniak in Lösung hinzugesetzt, entsprechend	10,6
1) decantirtes Wasser	1,5
2) decantirtes Wasser	1,0
3) decantirtes Wasser	0,2
Summa:	2,7

In Summa durch ein dreimaliges Decantiren und im Ganzen also durch 450 CC. Wasser, ist eine 3,7 CC. Stickgas entsprechende Menge Ammoniak ausgezogen Da beim dritten Decantiren nur noch 0,2 CC. gefunden wurden, so wurde hier der Schluß gemacht, zur Controle nun aber die rückständige Erde auf ihren Gehalt an Ammoniak untersucht.

Die 200 Grm. Erde wurden in das Zersetzungsgefäß mit Boraxlösung gespült und mit der bromirten Lauge geschüttelt; es wurden erhalten: 7,0 CC. Stickstoff von 18°.

Das giebt so genau, als man es nur erwarten kann, die Summe Ammoniak, welche mit dem Boden in Berührung kam, wieder.

Parallelversuch zu vorigem, angestellt mit anderthalb kohlensaurem Ammoniak.

200 CC. einer Lösung von anderthalb kohlensaurem Ammoniak, welche in diesem Volum genau eine 50 CC. Stickgas von 18° entsprechende Menge Ammoniak enthielt, wurde mit 200 Grm. Erde in einer verkorkten Flasche geschüttelt.

Die wasserhaltende Kraft dieser Erden ist wie bei den vorigen der Art, daß 100 CC. davon wieder decantirt werden können. Man decantirt des folgenden Tags zuerst 100 CC. und bestimmt darin die Menge Stickgas = v., welche sich daraus beim Schütteln mit der bromirten Lauge entwickelt; das Doppelte davon ist die in dem ganzen angewandten Wasser enthaltene Menge freien Ammoniaks, und der Rest 50—20 wiederum die andere von der Erde gebundene Menge Ammoniak.

Dann werden immer 150 CC. Wasser hinzugefügt und ebensoviel nach 24 Stunden wieder decantirt und so fort, bis zuletzt nur noch Zehntel-Cubikcentim. Stickgas in den decantirten Wassern gefunden werden.

Die Erfolge dieser Behandlung sind in nachstehenden Tabellen zusammengestellt. Die Tabelle I. enthält Versuche der Art mit Gartenerde, Tabelle II. dieselben Versuche mit Ackererde angestellt.

I. Gartenerde.

A.	v. CC.	P. CC.
0) Aufgegossen 200 CC. Wasser, worin 50 CC. Stickgas als Ammoniak.		
1) decantirte 100 CC.	11	28
2) decantirte 150 = ...	9,50	23,2
3) decantirte 150 = ...	7,00	17,5
4) decantirte 150 = ...	5,25	13,8
5) decantirte 150 = ...	3,50	11,7
6) decantirte 150 = ...	2,25	10,0
7) decantirte 150 = ...	2,00	8,2
8) decantirte 150 = ...	1,50	7,0
9) decantirte 150 = ...	0,75	6,8
10) decantirte 150 = ...	0,25	6,5
decantirt in Summa:	43,00	
Die 200 Grm. Erde + den darin enthaltenen 100 CC. Wasser gaben nun schließlich noch	6	
Im Ganzen wiedergefundenes Stickgas	49	

II. Ackererde.

A.	v. CC.	P. CC.
0) Aufgegossen 200 CC. Wasser, worin 50 CC. Stickgas als Ammoniak.		
1) decantirte 100 CC.	10	30,0
2) decantirte 150 = ...	9,25	24,5
3) decantirte 150 = ...	7,00	19,0
4) decantirte 150 = ...	5,25	15,0
5) decantirte 150 = ...	3,75	12,3
6) decantirte 150 = ...	3,50	9,0
7) decantirte 150 = ...	3,70	7,0
8) decantirte 150 = ...	1,75	4,6
9) decantirte 150 = ...	1,25	3,7
10) decantirte 150 = ...	0,75	3,3
11) decantirte 150 = ...	0,25	3,3
decantirt in Summa	46,45	
Erde + 100 CC. des darin enthaltenen Wassers gaben nun schließlich mit der bromirten Lauge noch . .	4,00	
Im Ganzen wiedergefunden	50,45	

Diese beiden Versuche beweisen, daß das kohlensaure Ammoniak zur Ackererde und Gartenerde ganz ähnlich wie Aetzammoniak sich verhält.

Nimmt eine Erde aus concentrirter Ammoniaklösung mehr Ammoniak, als aus einer verdünnten auf?

200 Grm. Ackererde wurden mit der oben schon erwähnten verdünnten Ammoniaklösung, deren Titre pro 50 CC. derselben = 10,6 CC. Stickstoff bei 18° war, behandelt.

Die 200 Grm. Erde wurden nun mit 200 CC. dieser Ammoniakflüssigkeit (= 42,4 CC. Stickstoff) übergossen und damit im Laufe eines

Tages oft geschüttelt. Man läßt dann die Nacht über in verschlossenen Flaschen stehen und decantirt sodann 100 CC. Wasser. Der Rückstand wurde sofort mit 200 CC. Wasser übergossen, ebenso behandelt und dieses des folgenden Tages decantirt, und so fortgefahren mit jedesmal 200 CC. Wasser, bis nur unbedeutende Mengen Ammoniak noch aufgenommen wurden. Um zugleich die Zuverlässigkeit der Untersuchungsmethode zu prüfen, wurde der Versuch doppelt ausgeführt. Es wurden also gleichzeitig 2 Portionen gesiebter Ackererde, A. und B., von jeder 200 Grm. behandelt.

Aufgegossen 200 CC. Ammoniaklösung von einem 42,4 CC. Stickgas entsprechendem Ammoniakgehalte. Die Erde selbst enthält in dem angegebenen Quantum 0,5 bis 0,6 CC. Stickstoff, so daß man also in runder Zahl 43 CC. N. erhalten würde, falls man jetzt Erde + Ammoniaklösung mit der bromirten Javelle'schen Lauge schütteln würde.

Die Erfolge des Auswaschens sind in folgender Tabelle zusammengestellt. Es giebt an:

Spalte A. Die Menge des jedesmal decantirten Wassers und die Reihenfolge der Decantationen.

Sp. v u. v' Die in den decantirten Mengen beim Schütteln mit der bromirten Lauge erhaltenen Volumina an Stickgas bei der einen Portion der Erde A. und der anderen B. Diese Mengen sind, da wir das Azotometer mit Wasser von 17° bis 20° füllten, bezüglich der Temperatur nicht weiter corrigirt, da der Titre der Ammoniaklösung bei 18° genommen war.

Spalte P. Giebt die berechneten Mengen Stickgas an, welche nach dem jedesmaligen Decantiren in der Erde gebunden zurückblieben, indem man aus dem gefundenen Volumen v oder v' zuvor die Menge berechnete, welche von der ganzen über der Erde befindlichen Wassermenge als Ammoniak frei in Lösungen waren. Diese Mengen sind für die erste Decantation das Doppelte von v oder v'; für die übrigen das Anderthalbfache, weil beim Decantiren von 200 CC. immer 100 CC. Flüssigkeit in der Erde vertheilt zurückblieben.

A.	v. CC.	v'. CC.	P. CC.
1) decantirte 100 CC. Wasser . . .	8	8	27
2) decantirte 200 = = . . .	10	10	20
3) decantirte 200 = = . . .	6	6	16
4) decantirte 200 = = . . .	4	4	13
5) decantirte 200 = = . . .	4	4	9
6) decantirte 200 = = . . .	0,2	1	10—11
Stickstoff in Summa decantirt	32,2	33	
Die rückständigen 200 Grm. Erde + 100 CC. Wasser darin gaben nur für sich noch	10	8 N.	
Von den 43 CC. angewandten Stickstoff sind folglich wiedergefunden . . .	42,2	41 N.	

Zunächst erkennt man, da die Zahlen v und v' ganz identisch bis zur letzten Bestimmung ausfielen, eine vollkommene Sicherheit der Bestimmungsmethode.

Dann geht bezüglich der gestellten Frage hervor, daß bei einer concentrirteren Ammoniaklösung die Erden auch mehr Ammoniak binden. Denn während bei den drei vorigen Versuchen nicht einmal die 10 CC. entsprechende Menge Ammoniak ganz gebunden wurde, haben bei diesem Versuche beide Proben derselben Erde nach dem ersten Decantiren eine 27 CC. Stickstoff entsprechende Menge Ammoniak gebunden. Mit dem Auswaschen durch erneuertes Wasser sinken die Zahlen der Spalte P. und schließlich weicht ein Gehalt von 8 bis 10 CC. Stickstoff dem Wasser nur noch schwierig. Dieser Werth liegt nahe genug an den bei den vorigen Versuchen gefundenen analogem, denn jenem zufolge banden 200 Grm. Erde ungefähr eine 7 bis 10 CC. Stickgas entsprechende Menge Ammoniak so fest, daß 150 CC. Wasser diesen Rest nur noch unmerklich verminderten.

Was die schließliche Differenz zwischen dem angewandten und wiedergefundenen Stickstoff nämlich:

A. 43—42,2 = 0,8 CC. Stickstoff
B. 43—41 = 2,0 = =

anbetrifft, so ist diese bei so vielfachem Decantiren wohl ein nicht zu großer Fehler der Bestimmung.

Zieht an Kohlensäure und mehrfach kohlensauren Salzen reiches Wasser das Ammoniak aus der Erde schneller aus, als gewöhnliches Brunnenwasser?

Man sättigt ein Quantum Wasser, worin Schlämmkreide aufgerührt war, im Laufe von 8 Tagen unter häufigem Schütteln mit Kohlensäure und läßt absetzen.

Während derselben Zeit werden 200 Grm. Ackererde zuerst mit 50 CC. der titrirten Ammoniaklösung, welche in diesem Volum eine 10 CC. Stickgas von 20° entsprechende Menge Ammoniak enthielt, nebst 200 CC. Wasser öfter geschüttelt.

Man decantirt darauf zuerst 150 CC. Wasser und bestimmt darin das Ammoniak.

Von nun an aber wurde das abgegossene Wasser immer durch die Lösung von kohlensaurem Kalk in kohlensaurem Wasser ersetzt, indem jedesmal 150 CC. aufgegossen und damit im Verlaufe von 24 Stunden öfters geschüttelt wurden.

Die decantirten Flüssigkeiten werden im Zersetzungsgefäße zuerst mit so viel Aetzkalilauge versetzt, daß alle Kohlensäure gebunden war und dann mit der bromirten Lauge geschüttelt. Die decantirten Flüssigkeiten gaben:

	Stickgas.
1) die zuerst decantirten 150 CC. Wasser . . .	1,8 CC. von 18°
2) die folgenden decant. 150 CC. kohlensaure Lösung	3,0 CC. von 17°
3) die folgenden decant. 150 CC. kohlensaure Lösung	2,0 CC. von 20°
In drei Decantationen	6,8 CC. Stickstoff,

während bei dem übrigens ganz analogen vorstehenden Versuche mit reinem Wasser bei gleicher Behandlung nur 2,7 CC. durch drei Decantationen gewonnen wurden.

Es geht hieraus also hervor, daß die Kohlensäure auf Erde, welche Ammoniak gebunden enthält, einwirkt und derselben Ammoniak entzieht.

Kann durch hinreichend große Mengen Wasser doch endlich alles Ammoniak aus einer Erde wieder ausgewaschen werden?

200 CC. derselben Ammoniaklösung, wie oben, deren Gehalt durch directe Versuche = 10,6 CC. bei 20° pro 50 CC. Flüssigkeit festgestellt worden war, wurden zu dem Ende mit 200 Grm. Erde geschüttelt, welche vorher mit 200 CC. Wasser zum Brei angemacht worden war. Man schüttelte im Verlaufe des ersten Tages häufig; am folgenden Tage decantirte man 200 CC. Flüssigkeit und goß 1 Liter neu auf.

Man schüttelte damit die Erde anfangs öfters, ließ das neu aufgegossene Wasser 24 Stunden mit der Erde in Berührung, decantirte und goß neues Wasser auf und fuhr so fort, bis endlich das decantirte Wasser nur noch eine sehr geringe Menge Ammoniak auszog. Endlich schüttelte man die Erde selbst mit Boraxlösung und bromirter Lauge. Der Versuch ist doppelt angestellt; die Resultate sind folgende:

Zu Versuch A. und B. dienten 200 Grm. einer Erde, die Ammoniakdämpfen ausgesetzt gewesen war und für sich 4 CC. Stickgas ausgab. Dazu wurden gebracht: in den 200 CC. Ammoniaklösung eine 42,4 CC. Stickstoff ausgebende Menge Ammoniak; diese ganze Menge entspricht also 46,4 CC. Stickstoff.

Man erhielt nun aus den hintereinander decantirten Mengen Wasser wieder:

Spalte A. u. B. enthalten die Versuchsergebnisse, die bei vorigem mit v und v′ bezeichneten Zahlen derselben Bedeutung.

Spalte P. u. P′. die dazu gehörigen berechneten Mengen Stickgas, welche nach dem jedesmaligen Decantiren als Ammoniak von der Erde absorbirt zurückgehalten wurden.

	A (v).	B (v′).	A (P).	B (P′).
1) Aus den zuerst decant. 200 CC.	12	12	22,4	22,4
2) Aus dem zu zweit decant. Liter	20	18	10,4	13,4
3) Aus dem zu dritt decant. =	5	5	8,4	10,4
4) Aus dem zu viert decant. =	3	4	5,8	6,0
5) Aus dem zu fünft decant. =	3	3	3,0	3,8
6) Aus dem zu sechst decant. =	0	0		
In Summa ausgezogen	43	42		
Aus der rückst. Erde wurden erhalten	3	3		
	46	45		

Es geht hieraus hervor, daß man von der Erde absorbirtes Ammoniak zum größten Theile mit Wasser wieder auswaschen kann. 200 Grm. Erde aber halten noch eine 3 CC. Stickgas entsprechende Menge Ammoniak gegen 1 Liter Wasser im Schach. Indessen beweisen die erfolgten Abnahmen, daß auch dieser Rest durch noch größere Mengen Wasser gewiß noch angreifbar ist. Das weitere Fortsetzen der Untersuchung kann hier zu keiner viel größern Sicherheit führen, da man von nun an bald die Gränze, innerhalb derer die Untersuchungsmethode noch brauchbar ist, erreichen würde.

Versuche mit kohlensaurem Ammoniak.

Dieser Versuch läuft mit dem vorigen parallel und bedarf keiner weiteren Einleitung.

25 CC. von einer Ammoniaklösung, welche so bereitet worden war, daß dieses Quantum beim Schütteln mit bromirter Lösung von unterchlorigsaurem Natron genau 100 CC. Stickgas von 18° entwickelte, wurden mit Wasser gerade auf ein Liter verdünnt.

Nun wurden 200 Grm. Ackererde (von 4 Proc. Wassergehalt und 0,00075 Grm. Ammoniakgehalt) mit besagter Lösung im Laufe eines Tags öfters geschüttelt und dann über Nacht stehen gelassen.

Am folgenden Tage wird im Quantum von 100 CC. von dem über der Erde stehenden Wasser decantirt, und ein ebensogroßes Quantum Wasser wieder dazugefügt.

Man bestimmt nun die Menge Ammoniak oder vielmehr die Menge Stickgas = v, welche in den decantirten 100 CC. enthalten waren. Das Zehnfache davon ist dann offenbar die Menge Stickgas, welche dem in dem ganzen Liter Wasser enthaltenen freigebliebenen Ammoniak entspricht. Die Differenz 100—10 v drückt dann die Menge Ammoniak aus, welche von der Erde absorbirt zurückgehalten wurde. Diese Menge ist, wie vorhin, mit P. bezeichnet.

Am folgenden Tage decantirt man wiederum 100 CC. Wasser von der Erde, und ersetzt diese Menge durch ein gleiches Quantum Wasser.

Die decantirte Menge dient zur Bestimmung des Ammoniaks, das darin enthalten ist, wie vorhin.

Es braucht nur noch bemerkt zu werden, daß in derselben Weise von Tag zu Tag fortgefahren wurde, daß man aber später die Quantitäten Wasser, welche decantirt wurden, größer nahm, um zu sehen, ob

das Ammoniak, das bei der so geringen Verdünnung, um jedesmal 100 CC. Wasser gegen 900 Ammoniaklösung über der Erde, nur in unbedeutender Menge der Erde entzogen werden konnte, endlich doch durch Wasser ausgezogen werden würde. Deshalb wurden später einmal 300 und noch später mehrmals 800 CC. Wasser decantirt und neu aufgegossen.

Die folgende Tabelle enthält die Resultate:

Sp. A. giebt die nach 24 Stunden decantirten und sofort durch ammoniakfreies Wasser wieder ersetzten CC. in ihrer Reihenfolge an.

Sp. v. das Volum Stickgas, das diese Mengen mit bromirter Lauge entwickelte. Das Wasser im Azotometer hatte zur Zeit, wo diese Bestimmungen ausgeführt wurden, stets zwischen 17° und 20° und es sind deshalb die Volumina bezüglich der Temperatur gar nicht weiter corrigirt, da der Titre der angewandten Ammoniaklösung bei 18° genommen war.

Sp. P. giebt die Anzahl CC. Stickgas an, welche das nach jedesmaligem Decantiren von der Erde gebundene Ammoniak entwickelt haben würde, wenn man dieselbe mit der bromirten Lauge behandelt hätte, sie drückt die gebundenen Ammoniakmengen durch diese Stickgasmengen aus.

A.	v. CC.	P. CC.
0) Aufgegossen 1 Liter Wasser, worin 100 CC. Stickstoff als Ammoniak.		
1) decantirte 100 CC.	8,75	12,5
2) decantirte 100 = ...	7,00	21,25
3) decantirte 100 = ...	6,00	24,25
4) decantirte 100 = ...	5,10	27,25
5) decantirte 100 = ...	4,75	25,65
6) decantirte 100 = ...	4,50	23,40
7) decantirte 100 = ...	4,00	23,9
8) decantirte 100 = ...	3,50	24,9
9) decantirte 100 = ...	2,85	27,9
10) decantirte 100 = ...	2,60	27,5
11) decantirte 300 = ...	8,25	23,4
12) decantirte 800 = ...	20,00	17,7
13) decantirte 800 = ...	8,00	12,7
14) decantirte 800 = ...	5,75	7,5
In Summa decantirt	91,05	
Der Rest 200 Grm. Erde + 200 Wasser	3,00	
In Summa wiedergefunden	94,05	

Bei diesem Versuche hat also, da statt 100 CC., welche sich allein aus der mit der Erde in Berührung gebrachten Ammoniakflüssigkeit mit der Lauge entwickelten, ein Verlust von 6 CC. Stickstoff stattgehabt, wozu noch $\frac{3}{4}$ CC. zu rechnen sind, welche die 200 Grm. Erde von vorn herein enthielten.

Da hierbei 14 einzelne Bestimmungen gemacht worden sind, so ist dieser Fehler gewiß klein genug, indessen ist kein Zweifel, wie andere Versuche lehren, daß etwas vom Ammoniak in einer so langen Zeit, wie dieser Versuch dauerte, verbrannt worden ist, so daß die 7 Proc. Verlust noch nicht einmal ganz Fehler der Analyse sind.

Man sieht aus vorstehenden Zahlen, daß zu Anfang die 200 Grm. erst einige Zeit brauchten, um sich vollkommen mit Ammoniak zu sättigen. Nach 3 Tagen war die Sättigung vollendet, von da an behält der Boden, so lange das Liter Wasser Wasser immer nur im Verhältniß von 100 zu 900 verdünnt wurde, eine Menge Ammoniak, die 24 bis 28 CC. Stickgas entspricht, fest gebunden, bis nun stärker verdünnt wird.

Beim zwölften Decantiren fällt auf einmal der von der Erde gebundene Ammoniakgehalt, weil vorher im Verhältniß von 300 bis zu 700 Lösung verdünnt worden war, und von nun an, wo immer mit 800 CC. Wasser die Erde von Neuem ausgelaugt wurde, sehen wir den Ammoniakgehalt wieder an dieses Wasser übergehen, so daß schließlich, als die nun dreimal mit 800 CC. Wasser ausgelaugte Erde sammt den darin noch befindlichen 200 CC. Wasser untersucht wurde, nur 3 CC. Stickgas ausgiebt.

Verhalten der fixen Alkalien zur Ackererde.

Bekanntlich haben die Versuche von Way und von v. Liebig bewiesen, daß die fixen Alkalien von der fruchtbaren Erde ebenso wie das Ammoniak absorbirt und zurückgehalten werden.

Bei unserer Bestimmungsmethode des Ammoniaks muß die bromirte Lösung des unterchlorigsauern Natrons stets mit etwas freiem Alkali versetzt sein, um das Ammoniak, wo es an Säuren gebunden ist, frei zu machen und falls durch die unterchlorige Säure aus organischen Substanzen Kohlensäure erzeugt wird, diese zu binden.

Bei dieser Behandlung beobachteten wir nun, daß beim Schütteln einer Ackererde mit Kali, Natron, Kalk und Baryt eine nicht unwesentliche Contraction eintritt, die wir behufs der Ammoniakbestimmung

beseitigen und folglich ihrer Natur nach näher studiren mußten. Die zu dem Ende angestellte Untersuchung hat Folgendes ergeben:

1) Schließt man Ackerboden irgend welcher Art mit wässeriger Kali- oder Natronlauge, Kalkhydrat oder Barythydrat und Luft in ein Gefäß ein und schüttelt dasselbe 15 Minuten lang, so findet man nachher, daß der Inhalt eine Contraction erlitten hat.

2) Diese Contraction beruht nicht auf einer Absorption der im Gefäße mit eingeschlossenen Luft oder deren Bestandtheile. Sie erfolgt ebenso, wenn die Luft durch Wasserstoff ersetzt wird.

3) Sie beruht nicht auf dem Verschwinden des im Wasser gelösten Sauerstoffs. 500 CC. Wasser mit Kalilauge und Gerbsäure geschüttelt, nachdem die Luft über dem Spiegel durch Wasserstoff ersetzt worden war, erlitten eine ganz unbedeutende Volumverminderung von 0,5 CC.

4) Diese Contraction beruht darauf, daß irgend ein Gemengtheil der Ackererde entweder Alkali allein oder Alkali und Wasser zugleich bindet, und daß hierbei eine wesentliche Verdichtung statt hat.

5) Der kohlensaure Kalk, der Gyps, der Quarzsand in festen Körnern nehmen an dieser Wirkung keinen Antheil.

6) Der Thon, namentlich der eisenreiche, ist derjenige Gemengtheil des Bodens, der diese Contraction vorzugsweise bedingt.

7) Basische Eisenoxydsalze, ein Gemenge von basisch ameisensaurem Eisenoxyd mit basisch schwefelsaurem Eisenoxyd, das im vorigen Jahre bereitet und an der Luft eingetrocknet war, zeigte dieselbe Eigenschaft gleichfalls deutlich.

8) Die Gegenwart neutraler Salze, namentlich von kohlensaurem Kali, kohlensaurem Natron, von Kochsalz, Chlorcalcium, Chlorbarium, hindert die Einwirkung der Alkalis auf den Boden in der gedachten Beziehung durchaus nicht.

9) Keines der genannten neutralen Salze bedingt für sich allein jene Contraction.

10) Die Größe der Contraction ist proportional der Quantität der vorhandenen Erde und der des Alkalis. Der Verdünnungsgrad der Alkalilösung ist innerhalb der Grenzen von einfacher Verdünnung bis zur dreifachen ohne Einfluß und dürfte sich erst bei größeren Abständen herausstellen.

Schüttelt man 5 Minuten lang 50 bis 100 Grm. Erde der Reihe nach mit Lösungen von 1, 2, 3, 4, 5 Grm. Natronhydrat, so beträgt

die Contraction unablesbare Mengen bis ungefähr zu 0,5 CC. Schüttelt man dieselben Mengen Erde mit der Lösung von 50 Grm. Natronhydrat, so beträgt die Contraction 1 bis höchstens 2 CC.

Behandelt man dagegen 5 Minuten lang 200 bis 300 Grm. Erde der Reihe nach mit Lösungen von 1, 2, 3, 4, 5 und endlich 50 Grm. Natronhydrat, so findet man bei der kleinsten dieser Natronmengen Contractionen von 0,5 bis 1 CC. Bei Anwendung von 2 bis 3 Grm. Natronhydrat beträgt die Contraction 2 bis 4 CC. und bei Anwendung von 50 Grm. Natronhydrat oftmals 6 bis 8 CC.

11) Die Größe der Contraction ist der Zeit des Schüttelns proportional, und es ist außerordentlich schwer, einer Erde dieses Contractionsvermögen zu benehmen. Schüttelt man 300 Grm. einer guten Ackererde im Laufe mehrerer Tage wiederholt, jedesmal 5 Minuten lang, mit einer Lösung von 5 oder 50 Grm. Kali oder Natron in 400 CC. Wasser, so wird man noch immer eine Contraction bemerken. Läßt man nun das Gefäß 14 Tage lang stehen und schüttelt darauf 15 Minuten lang, so findet man noch ganz bemerkliche Contractionen. Die Grenze, wo ein Boden nach längerer Berührung mit Alkalilösungen sich indifferent gegen den ferneren Einfluß des Alkalis verhält, ist, wie schon hieraus hervorgeht, noch nicht bestimmt.

12) Saure Salze mehrbasischer Säuren benehmen dem freien Alkali jenen Einfluß auf die Ackererde ganz vollständig, sobald sie in so großer Menge angewandt werden, daß alles freie Alkali durch Bildung des neutralen Alkalisalzes der mehrbasischen Säure verschwindet. Borax eignet sich ganz besonders dazu, um ein ansehnliches Quantum Alkali auf den Boden einwirken lassen zu können, ohne daß jene Contraction eintritt.

Diese Versuchsresultate beweisen, daß bei der Einwirkung des Alkalis auf einen Boden, namentlich auf den thonigen Theil desselben, eine Aenderung der physikalischen Eigenschaften eintritt, welche mit der Absorption des Alkalis vom Boden in Verbindung steht. Möglich, daß bei der Einwirkung von Kali glimmerartige amorphe Mineralkörper und bei der von Natron dem Paragonit ähnliche Mineralien in amorphem Zustande gebildet werden, was dann freilich voraussetzte, daß das Kali, Natron und der Kalk, der dieselbe Wirkung auf Ackererde ausübt, nicht bloß durch Flächenattraction, sondern zugleich auch chemisch gebunden würden.

Die Alkalien, Kali, Natron, Kalk haben mit dem Ammoniak die Eigenschaft gemein, daß sie die Oxydation der Humusstoffe im Boden außerordentlich beschleunigen.

Schließt man Humussubstanzen, Moorerde, Gartenerde oder Ackererde mit einem jener fixen Alkalien in ein Glas und Luft zusammen ein, so findet man, daß der Sauerstoff der Luft viel schneller, als von diesen Stoffen allein verzehrt wird. Beim Schütteln der Luft mit Moorerde und Kalilauge wird der Sauerstoff der Luft fast wie von einer eudiometrischen Flüssigkeit absorbirt.

Diese Thatsache ist von einiger Bedeutung für den Ackerboden. Denn es ist bekannt, daß die als Humussäure bezeichneten Körper mit den alkalischen Erden, den Erden und Metalloxyden in Wasser unlösliche Verbindungen eingehen, während die Verbindungen derselben mit den Alkalien immer so weit löslich sind, daß ganz dunkelbraune Lösungen erhalten werden können.

Humussaures Ammoniak löst sich in beträchtlicher Menge in Wasser.

Versetzt man eine solche Lösung mit Kalkwasser, so fällt humussaurer Kalk und die Flüssigkeit wird blaßgelb.

Schüttelt man eine Lösung von humussaurem Ammoniak mit fein geriebener Kreide, so bleibt sie eine Zeit lang braun. Läßt man das Gemisch aber längere Zeit in flachen Schalen stehen, so daß das frei werdende Ammoniak sich verflüchtigen kann, so wird die Flüssigkeit immer mehr farblos, und läßt man sie mit der Kreide einigemal eintrocknen, so nimmt diese eine braune Farbe an, während die Flüssigkeit sich entfärbt.

Kohlensaure Talkerde schlägt die Humussäure aus der Lösung schon beim Schütteln der wässerigen Lösung mit derselben nieder, so daß die Flüssigkeit fast entfärbt wird.

In diesen Eigenschaften erkennt man eine wesentliche Function, welche der kohlensaure Kalk und die kohlensaure Talkerde im Boden verrichten.

Diese Körper hindern daran, daß das im Boden erzeugte Ammoniak braune Humuslösungen bilden kann, das mit den Wassern ausgewaschen werden würde. Indem die Humussäure vom Kalk und der Talkerde gebunden wird, verbleibt die Humussubstanz im Boden, und da die Verbindungen derselben mit starken Basen noch leichter, als der Humus für sich, oxydirt werden, so erscheinen jene Verbindungen besonders als Kohlensäurequellen.

Man ersieht aus der Eigenschaft der humussauren Alkalien, sich namentlich bei Ueberschuß an Alkali rasch zu oxydiren, auch den besonderen Nutzen, den das Kalken der Felder ausüben muß. Durch diese Procedur wird der Humus dem Felde erhalten, bis er zu Kohlensäure verbrannt ist, und diese Verbrennung beschleunigt, und da Kalksalze mit humussaurem Ammoniak, das in Wasser löslich ist, sich umsetzen und humussauren Kalk bilden, so ergiebt sich ein Nutzen der Vermehrung der Kalksalze im Boden, sei es durch Aufbringen von Kalk oder Kalksalzen, wie Gyps.

Dies sind die Ergebnisse unserer Versuche, in Folgendem soll nun noch eine kurze Uebersicht über dieselben gegeben werden.

Résumé.

I. Die Untersuchung der meteorischen Niederschläge und Wässer vom Jahre 1860 hat Folgendes ergeben.

1) Der Regen enthält in unserer Gegend durchschnittlich nahe an 2 Milliontel seines Gewichts Ammoniak.

2) Im April bei niedriger Temperatur hatte der Regen den höchsten Ammoniakgehalt.

3) Der Schnee im November enthielt nur ein Milliontel und der im December und Januar bei sehr niedriger Temperatur gefallene keine nachweisbare Spur von Ammoniak.

4) Der Thau enthielt übereinstimmend 2 Milliontel Ammoniak.

5) Die Schloßen vom 28. August und das damit zugleich gefallene Regenwasser enthielten beide 2 Milliontel Ammoniak.

6) Diejenigen Regen, welche in derselben Zeit das größte Quantum Wasser, auf ein und dieselbe Flächengröße bezogen, lieferten, enthielten am wenigsten Ammoniak.

7) Besondere Regelmäßigkeiten bezüglich anfänglichen und endlichen Regens haben sich in diesem Sommer nicht beobachten lassen.

8) Gewitterregen haben keinen größern Ammoniakgehalt, als gewöhnliche Regen, und ihre Wirkung auf die Vegetation ist daher wohl nur insofern von Wichtigkeit, als sie den Feldern außer dem gewöhnlichen Ammoniakgehalt Salpetersäure zuführen.

9) Das Flußwasser und Teichwasser hat einen um ein Geringes kleineren Ammoniakgehalt, als das Regenwasser.

10) Das Brunnenwasser, Wässer, welche unter einer circa 6 Fuß hohen sandigen Lehmschicht abziehen, enthielten zu jeder Zeit des ganzen Jahres keine nachweisbare Spur Ammoniak.

II. Die Untersuchungen des Bodens haben Folgendes ergeben.

1) Die von uns ermittelten Ammoniakgehalte der Erden von verschiedenen Orten sowohl, als die Verfolgung der Schwankungen in diesen Gehalten, bei einer und derselben Erde, welche letztere in zwei besonderen Versuchsreihen, einmal bei unbebauter Gartenerde, ein andermal bei bebauter Ackererde festgestellt wurden, weichen bedeutend von allen bisherigen anderen Angaben der Art ab.

Bei unseren Prüfungen wurden meist 300 Grm. Erde zur Untersuchung angewandt, die unmittelbar, nachdem sie vom Felde geholt und durch Sieben von Steinen befreit war, untersucht wurde, und wir erhielten von einem solchen Quantum 1 bis kaum 2 CC. Stickgas.

Vergleicht man damit die Bestimmungen anderer Chemiker, so finden wir, daß:

nach E. Wolff 100 Grm. Erde an 0,02 Grm.,
nach Brustlein 100 Grm. Erde an 0,005 Grm.,
nach R. Hoffmann 100 Grm. Erde an 0,005 Grm.

Stickstoff als Ammoniak enthalten sollen.

Bei der von uns eingehaltenen Bestimmung des Ammoniaks müßte man, hätten unsere Erden den ersten Gehalt, von 300 Grm. Erde an 48 CC. Stickstoff, hätten sie den von Brustlein und Hoffmann angegebenen Gehalt gehabt, also circa 10 CC. Stickstoff erhalten haben.

Man braucht sich die Größe dieses Volums nur vorzustellen, um sich zu überzeugen, daß es bei unserem Verfahren der Ammoniakbestimmung, nach dem man $\frac{1}{10}$ CC. noch ablesen kann, unmöglich ist, ein solches Quantum Stickstoff zu übersehen, und selbst wenn unsere Methode unter Umständen ein ganzes CC. Stickgas zu wenig sollte gegeben haben, bleiben unsere Werthe weit von jenen entfernt.

2) Zeigt sich aus den beiden Parallelreihen der Versuche mit unbebaut verbliebener Gartenerde und bebauter Ackererde, daß in der einen wie der andern stets nur einige Milliontel Ammoniak vorhanden waren. Dieser Gehalt erlitt weder durch die den ganzen Sommer hindurch erfolgenden ammoniakhaltigen Regen auf dem unbebauten Beete einen nach-

weisbaren Zuwachs, noch auf dem mit Kartoffeln bebauten Boden eine Verminderung, es ist also der von dem Boden von der Beweglichkeit ausgeschlossene Theil Ammoniak, den man bei der Untersuchung eines Bodens findet, und die Erde selbst muß ganz unabhängig von der darauf befindlichen Vegetation das Vermögen haben, jeden Zuwachs an Ammoniak, den sie erfährt, wieder zum Verschwinden zu bringen.

3) In 6 Fuß Tiefe enthielt der Boden keine nachweisbare Spur Ammoniak mehr, und die hier abziehenden Wässer waren ebenfalls ammoniakfrei.

4) Es geht hieraus im Einklange mit den von Way und von v. Liebig festgesetzten Thatsachen hervor, daß der Boden das Ammoniak fest gebunden enthält, aber weiterhin nun auch noch, daß eine fortwährende Umwandlung des Ammoniaks im Boden statt hat. Um zu finden, welcher der näheren Bestandtheile des Bodens das Ammoniak bindet und welche Thätigkeit das gebundene Ammoniak zum Verschwinden bringt, wurden die näheren Bestandtheile des Bodens in ihrem Verhalten zum Ammoniak geprüft. Es hat sich gezeigt, daß von den näheren Bestandtheilen des Bodens:

5) Sand, Thon, lösliche Kieselsäure, reine Thonerde, kohlensaurer Kalk, kohlensaure Talkerde, Eisenoxydhydrat, schwefelsaurer Kalk (Gyps), Humussubstanzen, grauweißer Töpferthon, fein geschlämmter Lehm, — der Thon der einzige Bestandtheil ist, der das Vermögen, Ammoniak durch Flächenattraction zu binden, wesentlich hat. Der lufttrockene Thon entzieht ammoniakhaltiger Luft, die ihn berührt, das Ammoniak und hält es gebunden, der lufttrockene Thon absorbirt aus der Luft das Ammoniak schneller, als nasser Thon. Die übrigen Substanzen nehmen Ammoniak nur dann wesentlich auf, wenn in ihren Poren ammoniakhaltiges Wasser sich verdichtet, und verlieren das Ammoniak wieder, wenn sie dieses hygroskopische Wasser verlieren.

Der Humus ist unter den näheren Bestandtheilen des Bodens die einzige Substanz, welche mit ihm in Berührung kommendes Ammoniak chemisch bindet, es bildet sich humussaures Ammoniak, das sich trocken lange unverändert erhält.

Eisenoxydhydrat bekanntlich und Thonhydrat scheinen äußerst geringe Quantitäten Ammoniak auch chemisch binden zu können.

6) Der Humus und das Eisenoxydhydrat sind diejenigen näheren Bestandtheile des Bodens, welche das Ammoniak chemisch umwandeln.

Humussaures Ammoniak, bei Gegenwart von Wasser, oxydirt sich, wie alle humussauren Alkalien, weit rascher, als der Humus für sich, und das Eisenoxydhydrat, indem es zu Oxydulhydrat reducirt wird, wirkt verbrennend auf Ammoniak.

Unter Mitwirkung dieser beiden chemischen Reactionen verbrennt das vom Thon absorbirte Ammoniak unter dem Einflusse der Flächenattraction des porösen Thons fortwährend und, wie wohl nicht zu bezweifeln, zu Salpetersäure.

7) Wir schreiben hiernach der Salpetersäure eine höhere Bedeutung als dem Ammoniak bei der Pflanzenernährung zu, und indem wir darauf hinweisen, daß die jetzige Ammoniaktheorie sich lediglich auf die Thatsache stützt, daß Ammoniak im Boden vorkommt, heben wir hervor, daß a) die bisherigen Angaben über den Ammoniakgehalt der fruchtbaren Erde diesen Gehalt in Folge fehlerhafter Bestimmungsmethoden zu hoch gestellt haben; daß b) die Verbrennlichkeit des Ammoniaks nicht genug in Anschlag gebracht worden ist.

8) Die Wirkung des Ammoniaks scheint uns, falls es nicht ausschließlich der Fall sein sollte, zum großen Theil darin begründet zu liegen, daß der vom Ammoniak durchdrungene Boden in sich eine ausdauernde Salpetersäurequelle enthält. Es bilden sich in demselben continuirlich geringe Mengen Salpetersäure, welche als Lösungsmittel für das vom Boden absorbirte Kali, den Kalk, die Talkerde und die phosphorsauren Salze dienen mögen.

9) Die vorstehenden Thatsachen und Bemerkungen regen die Frage an: ist nicht etwa die Salpetersäure allein der Körper, der den Pflanzen ihren Stickstoffgehalt zuführt? Wäre dies der Fall, so käme man zu dem einfachen Satze, die Pflanze ernährt sich nur durch Aufnahme vollkommen verbrannter Körper, denn Kohlensäure, Wasser, Salpetersäure und sämmtliche Mineralkörper, die in die Pflanze aus dem Boden übergehen, sind Oxyde. Diese Frage kann aus allen bis jetzt bekannten Thatsachen nicht mit Sicherheit beantwortet werden; denn ob die äußerst geringe Menge Ammoniak, welche im Boden vorhanden ist, vor ihrem Uebergange in die Pflanze erst oxydirt wird, das ist der Beobachtung entzogen. Diese Frage aber läßt sich fortan durch Vegetationsversuche entscheiden. Die Ansicht aber, daß das Ammoniak mehr als Salpetersäure erzeugender Körper, als als Pflanzennahrungsmittel anzusehen sei, gewinnt einige Stützen in den Thatsachen:

1) daß das Ammoniak im Boden durch Flächenattraction von seiner freien Bewegung nach den Wurzeln hin ausgeschlossen ist;
2) daß als solches nur Milliontel in der Ackerkrume und schon in 6 Fuß Tiefe nicht einmal Spuren davon mehr angetroffen wurden;
3) daß die Verbrennlichkeit des Ammoniaks im Boden durch die Salpeterplantage und viele Versuche nun hinreichend festgestellt ist.

Für die Theorie der Düngung ist diese Frage von Wichtigkeit, denn wirkte das Ammoniak eigentlich nur als Salpetersäure erzeugender Stoff, so fiele die ganze Theorie der Düngung in's Reich der Mineraldüngung. Es ließe sich daraus die Erfahrung, daß unausgesetztes Düngen mit stickstoffreichen Düngern, wie Guano, den Boden so sehr ausmergelt, erklären, insofern die continuirliche Salpetersäurebildung eine große Menge der im Boden vorhandenen Basen, namentlich das Kali, löslich machen muß, während der Guano selbst nur circa 3 Proc. Kali mit in den Boden bringt. Aus der Ammoniaktheorie läßt sich jene Erfahrung wohl kaum ableiten.

10) Unsere Untersuchungen über das Verhalten des Ammoniaks beim Auswaschen des Bodens mit Wasser zeigen ferner, die Angaben von Way, v. Liebig, Brustlein, Henneberg und Stohmann bestätigend, daß die Kraft, mit der das Ammoniak und kohlensaure Ammoniak vom Boden gebunden ist, der Affinität des Wassers zum Ammoniak weicht, aus einem Boden, der mit Ammoniak gesättigt ist, zieht Wasser das Ammoniak wieder aus, indessen widerstehen die letzten Milliontel der Wirkung des Wassers hartnäckig. Da aber im Boden nur Milliontel vorkommen, so scheint dieser Ammoniakgehalt von der freien Beweglichkeit ausgeschlossen zu sein, überdies könnte solche nur bei ganz enormen Regengüssen eintreten.

11) Die fixen Alkalien, wie Kali, Natron, Kalk, welche nach den Untersuchungen Way's und v. Liebig's vom Boden auch, wie das Ammoniak, gebunden werden, bedingen eine Aenderung der physikalischen Eigenschaften des Bodens, es erfolgt eine Contraction desselben. Die Ursache derselben mag darin liegen, daß die Art und Weise, wie diese Körper vom Boden gebunden werden, der beim gasförmigen Ammoniak nicht ganz analog ist, die fixen Alkalien mögen zuerst durch Flächenattraction, wie jenes, gebunden werden, dann aber weiterhin chemisch auf den eisenhaltigen Thon wirken und amorphe Mineralien von der Zusammensetzung des Glimmers, Paragonits entstehen machen.

12) Die fixen Alkalien verbinden sich wie das Ammoniak mit Humus, und diese Verbindungen oxydiren sich bei Gegenwart von Wasser leichter, als der Humus für sich allein. Die Verbindungen der Humussubstanzen mit Kalk und Talkerde sind in Wasser fast unlöslich und das Kalken der Felder muß daher den Einfluß ausüben, einerseits, daß der Humus gebunden und dem Felde erhalten wird, andrerseits, daß dessen Verbrennung zu Kohlensäure beschleunigt wird. Da das humussaure Ammoniak in Wasser löslich ist, mit Kalksalzlösungen sich umsetzt und humussauren Kalk bildet, so ergiebt sich hieraus ein fernerer Nutzen des Kalkens, Gypsens u. s. w.

Ueber den Zusammenhang der oberirdischen und unterirdischen Stengelorgane bei Knollengewächsen

von

Dr. Friedrich Nobbe (Chemnitz).

Die Interpretation der Kartoffelkrankheit ist gegenwärtig, da wir durch Sperrschneider's schönen Beobachtungen in den Stand gesetzt sind, die Krankheit an jeder gesunden Knolle willkürlich hervorzurufen und experimentell zu behandeln, aus dem Stadium apriorischer Hypothesen und abenteuerlicher Vermuthungen herausgetreten und hat eine positive Grundlage gewonnen. Und seit man weiß, daß der wohlcharakterisirte parasitische Fadenpilz (Peronospora infestans) diese Krankheitserscheinungen nicht bloß begleitet, sondern sie erzeugt, hat man auch begonnen, der Praxis mehr oder minder rationelle, d. h. der Natur und Lebensgeschichte des Pilzes und der Kartoffelpflanze entnommene Vorschriften zu ertheilen, in der Absicht, den lawinenartig vorschreitenden Verheerungen dieser Krankheit einen Damm zu setzen.

Offenbar haben diese Bestrebungen eine zweifache Richtung zu verfolgen: 1) den Pilz von den Kartoffelfeldern überhaupt fern zu halten; 2) die weitere Verbreitung des bereits eingedrungenen zu verhüten.

So wird die Thatsache, daß das Mycelium des Kartoffelpilzes innerhalb der Knollen selbst überwintert, ein schätzbarer Fingerzeig, nur voll-

kommen gesunde Saatknollen zur Pflanzung zu verwenden, ungeachtet kranke Saatknollen bisweilen, wenn die Vegetation des Pilzes durch die Witterung nicht begünstigt wurde, einen leidlichen Ernteertrag geliefert haben mögen. Die Thatsache, daß die Pilze allgemein feuchte, dumpfe Standorte bewohnen und der Feuchtigkeit schon zum Keimen bedürfen, sowie der Reichthum sämmtlicher Pilze an Stickstoffverbindungen werden maßgebend in der Wahl der Localitäten für die Kartoffelzucht wie der anzuwendenden Düngmittel. Tiefgelegene und eingeschlossene Felder sind eben so sehr zu vermeiden (da ohnehin die Kartoffel, als tropische Gebirgspflanze, auf freier Höhe heimisch ist), wie eine übermäßige Zufuhr stickstoffreicher Düngstoffe oder solcher Salze, welche notorisch Wasser anziehen und die Verdunstung beeinträchtigen. Dahin gehört besonders das in der Pflanzencultur als Universal-Remedium oft gemißbrauchte Kochsalz.

Der Hlubeck'sche Versuch (1855), die Kartoffel als Zwischenfrucht unter Topinambour, Gerste u. dgl. zu erziehen, möchte Wiederholung verdienen, wenn auch der gute Erfolg dieses Verfahrens, welchen der genannte Schriftsteller der (jedenfalls nachtheiligen) Beschattung zuschreibt, eher auf Rechnung des mechanischen Schutzes zu setzen sein wird, welchen die genannten Mengpflanzen durch Auffangen von Sporen geleistet haben.

Versuche über die Keimkraft und Keimdauer der Sporen des Kartoffelpilzes, ihre Widerstandsfähigkeit gegen extreme Temperaturen und andere Agentien haben festzustellen, in welchem Zeitraum die im Boden zurückbleibenden Sporen als erloschen zu betrachten sind, also die Kartoffel auf einem Feldstück ohne Gefahr wiederkehren darf.

Unter den zahlreichen Vorschlägen wider die Kartoffelkrankheit, welche aus einem Angriffspuncte nicht zu besiegen ist, findet sich auch dieser: beim Erscheinen der ersten gelbbraunen Flecken auf dem Laube, welche die Anwesenheit des Pilzes verrathen, die afficirten Blätter zu entfernen und dadurch der Fortpflanzung des Pilzes zu den Knollen (sei es durch Hinabschreiten des Myceliums oder durch Sporen) Einhalt zu gebieten. Dieser Vorschlag ist offenbar rationell; allein er legt die Frage nahe, in welchem Zusammenhange bei Knollengewächsen die Rhizome mit den oberirdischen Organen stehen? ob etwa durch die plötzliche Entfernung eines vielleicht beträchtlichen Theils der Blattorgane die Ausbildung der Knollen unerwünscht beeinflußt werde?

Wie äußerst verschieden diese Frage, welche auch für die Hageltaxationen nicht ohne Bedeutung ist, von der landwirthschaftlichen Praxis

beantwortet wird, lehrt eine cursorische Revue der einschläglichen Litteratur der letzten Decennien.

Im Zusammenhang einer größeren Versuchsreihe über Kartoffelkultur ist in dem Garten der landwirthschaftlichen Versuchsstation zu Chemnitz 1861 ein Entblätterungsversuch mit Spätkartoffeln durchgeführt worden, und die Antwort auf die gestellte Frage eine so entschiedene gewesen, daß sie eine Discussion herausfordert.

Der für diese Culturversuche verfügbare Theil des Chemnitzer Versuchsgartens ist hoch und frei horizontal gelegen, ein mittelschwerer Thonboden, drainirt: dem Anbau der Kartoffel günstig. Vorfrucht 1860 Frühkartoffeln. Im Herbste desselben Jahres eingesäeter Roggen, welcher den vorliegenden Versuchen zum Opfer fallen mußte, wurde im Frühling eingegraben und ohne weitere Düngung dem mechanisch wohl durcharbeiteten Boden die Saatknollen am 3. Mai übergeben. Jede der Versuchsparcellen hat einen Rauminhalt von genau 61,65 Qu.=Metres (3,34 Qu.=R.) und faßt bei dem gewöhnlichen Setzraum von 6,36 Decim. Zeilenweite und 4,24 Decim. Knollendistanz innerhalb der Zeilen 210 Saatknollen. Man kann diese Versuchsparcellen nach ihrer Lage, Vorfrucht und sonstigen Beschaffenheit als von der Art bezeichnen, um den rationellen Anforderungen, welche an comparative Culturversuche nicht streng genug gestellt werden können, in zureichender Weise zu entsprechen und, unter Voraussetzung gleichmäßiger Behandlung, annähernd übereinstimmende Ernteresultate erwarten zu lassen.

Die Keimpflänzchen traten allgemein am 27. und 28. Tage an's Licht und wurden am 17. Juni behäufelt. Die Inflorescenz begann gegen die Mitte Julis, doch fielen sämmtliche Blüthen unmittelbar nach der Entfaltung der Cyme ab, und es ist in unserem Garten, bei einer Knollenernte von mehr als 20 Scheffeln, keine einzige Blüthenknospe zum Fruchtansatz gelangt, wie es überhaupt im Herbste schwierig war, in hiesiger Gegend reife Samenfrüchte dieser Kartoffelsorte zu Versuchszwecken aufzutreiben. Es ist dies, im Vorbeigehen bemerkt, ein Characteristicum der zum Versuch gewählten sächsischen Zwiebelkartoffel und einiger anderen Sorten, welches man wohl als Symptom einer krankhaften Entartung der Kartoffelpflanze bezeichnet hat. Allein die verschiedenen Organe einer Pflanze, welche in ihrer Gesammtheit einen plastischen Ausdruck für die typischen Bildungstriebe des Samens (Reproductionsorgans) darstellen, sind nicht bloß ungleichwerthig in ihrer Form, materiellen

Natur und Function, sondern stehen auch unter einander in einem solchen gegensätzlichen Ernährungs-Verhältniß, daß die überwiegende Ausbildung des einen, unter dem zufälligen Einfluß der äußeren Vegetationsfactoren oder dem absichtsvollen der Cultur, auf Kosten der übrigen Organe vorgeht. Daß die Fruchtreife die zarteren Sommergewächse gleichsam auszehrt, und einjährige Pflanzen durch consequente Beraubung der Blüthenknospen zu einem sehr hohen Alter gebracht werden können, ist eben so bekannt, wie die mangelhafte Fruchtbildung „starkwüchsiger" Obstbäume, das häufige Fehlschlagen der Samenkerne in solchen Früchten, welche durch Vollfleischigkeit und Aroma ausgezeichnet sind, und die kräftigere Ausbildung der Fruchtkolben an rechtzeitig entgipfelten Maispflanzen (Hlubeck). Die Horticultur ist überreich an verwandten Erscheinungen. Schon Decandolle bezeichnet daher die Fruchtorgane als die „Verschlingenden" (voraces), ohne noch von der neuerdings constatirten Wanderung gewisser Mineralstoffe in der lebenden Pflanze Kenntniß zu besitzen.

Ganz besonders aber bei solchen Gewächsen, denen neben der geschlechtlichen Fortpflanzung durch Samen eine individuelle Reproduction durch unterirdische Knospenzweige eigenthümlich ist (eine Kartoffel, wie sie im Keller aufbewahrt wird, ist ein solcher Zweig im Zustande der Winterruhe), sind die Organe der geschlechtlichen und der individuellen Reproduction in der Regel einander umgekehrt proportional. Wenn man daher von der üppigen Laubmasse und Blüthenfülle eines Kartoffelfeldes unmittelbar auf einen gleich üppigen Ausbildungsgrad der unterirdischen Knollentriebe zu schließen pflegt, so ist dieser Schluß im besten Falle kaum gültig für Kartoffeln einer und derselben Sorte: wie man etwa das Körpergewicht zweier Haussäugethiere derselben Landrace aus der Größe des Kopfes oder der Extremitäten vergleichend abschätzen kann, ohne diesen Vergleich auf Individuen anderer Racen mit abweichenden Maßrelationen übertragen zu dürfen.

Die vorherrschende Entwickelung der unterirdischen Stengel, wie die Cultur bei Knollengewächsen sie anstrebt, wäre aber ohne Wortspiel nur dann als ein pathologischer Zustand aufzufassen, wenn die Empfänglichkeit für positive Krankheiten in diesen Culturgewächsen gesteigert erschiene, was erfahrungsmäßig nicht der Fall ist. Die sächsische Zwiebelkartoffel besitzt neben anderen höchst schätzbaren Eigenschaften auch die, der Kartoffelkrankheit weniger als andere Sorten zugänglich zu sein; das constante Fehlschlagen ihrer Geschlechtsorgane ist daher als ein Triumph

der Knollencultur um so mehr zu bezeichnen, als die Fortexistenz der Kartoffelpflanze durch die überdauernden Knospen der Rhizome hinlänglich gesichert ist.

Methode der Entlaubung. Auf den beiden für diesen Versuch bestimmten Parcellen schnitt man noch vor der Blüthe (am 24. Juni) mit einem scharfen Messer von jedem Pflanzenstock drei bis vier ausgewachsene Blattfiedern, sammt ihren jungen Achselzweigen, vorsichtig ab. Diese Hinwegnahme betrug für die einmal und mäßig zu entlaubende Parcelle 4,78 Kilogr. frischen Laubes (777 Kilogr. per Hectare), für die wiederholt und stärker zu entlaubende Parcelle 3,67 Kilogr. (497 Kilogr. per Hectare). Am 13. Juli (Beginn der Blüthe) und am 9. August wurden den Pflanzen der letzteren Parcelle wiederholt bez. 33,42 Kil. und 35,50 Kil. entnommen und endlich am 17. August sämmtliche Stöcke dieser Parcelle über dem Boden abgeschnitten. Das Lebendgewicht dieses vierten Schnittes betrug 39,92 Kil., und da bei der fünf Wochen nach demselben vorgenommenen Ernte theils die oberirdischen Stümpfe auf's Neue junge Achselsprossen entfaltet hatten, theils einige frische Stengel aus der Erde emporgeschossen waren*), welche zusammen noch ein Frischgewicht von 7,42 Kil. repräsentirten, so haben die Pflanzen dieser entlaubten Parcelle im Ganzen eine Laubmasse von 120 Kil. (= 19425 Kil. per Hectare = 215 Zollctr. per sächs. Acker) producirt, das heißt mehr als die doppelte Menge der übrigen Parcellen und überhaupt dessen, was ein gleichgroßer Flächenraum in normaler Entwickelung der Kartoffelpflanze producirt.

Die Knollenernte fand am 26. September, 147 Tage nach der Aussaat, statt. Die hauptsächlichsten Resultate derselben bietet die folgende Tabelle dar. Auf die Zahlen dieser Tabelle für frisches Laub ist ein absoluter Werth deshalb nicht zu legen, weil die Bestimmung der

*) Um einen numerischen Ausdruck für die Wirkung zu gewinnen, welche verschiedene Behandlungsweisen auf das Verhältniß der oberirdischen zu den Knollenstengeln ausübt, wurden vor der Ernte auf allen 14 Parcellen des Gartens, welche Kartoffeln trugen, die oberirdischen Büsche und an jedem Busche die Zahl der selbstständigen Schosse sorgfältig gezählt. Es ergab sich so, daß auf der entlaubten Parcelle von 210 Saatknollen im Durchschnitt jede 3,357 oberirdische Triebe gebildet hatte, während auf den übrigen 13 Parcellen das Maximum 3,142, das Minimum 2,507 und der Durchschnitt sämmtlicher 14 Parcellen 2,939 betrug.

Trockenmasse desselben nicht ausführbar gewesen ist. Mit Rücksicht darauf, daß das im Ganzen bei der Ernte noch ziemlich frische Laub in seinen ältesten Blättern doch schon einen Theil seines Vegetationswassers an die Atmosphäre abgegeben hatte, sind für die Tabelle zu dem gefundenen Laubgewicht einer jeden Versuchsparcelle (mit Ausnahme der entblätterten) 50 Proc. als verlorenes Wasser hinzugerechnet worden. Diese jedenfalls etwas zu hohe Berechnung hat lediglich den Zweck, die stets vollkommen frisch gewägte Laubmasse der entblätterten Parcelle mit der von den übrigen Parcellen producirten Laubmasse vergleichbar zu machen.

I. Quantität der Kartoffelernte.

Parcelle.	Behandlung der Pflanzen.	Ernte auf 1 Hectare. Knollen. (Hectolitres à 90 Kil.)	Ernte auf 1 Hectare. Frisches Laub. (Kilogr.)	Gesammternte (Laub + Knollen) (Kilogr.)	Knollenertrag in Procenten. Parc. 1=100.	Relation d. Laubernte z. Knollenernte.
1	Normalparcelle	231,01	5331	24309	100,0	1 : 3,5
2	zweimal behäufelt	234,62	8402	27593	101,1	2,2
3	1mal mäßig entlaubt	225,06	7228	25637	97,3	2,5
4	wiederholt stark entl.	70,65	19425	25204	30,4	0,3

Diese Zahlen reden unzweideutig von einer sehr positiven Einwirkung der Entlaubung auf die Knollenproduction. Wenn schon die vor der Blütheperiode bewirkte Elimination von etwa 12 Proc. der gesammten frischen Laubmasse sich durch eine geringe Erniedrigung des Knollenertrags im Verhältniß zur Normalparcelle geltend macht, während diese Knollen selbst im Ganzen noch wohl ausgebildet erscheinen, so hat dagegen weit energischer die fortgesetzte Entlaubung einen Verlust von fast 70 Procent des normalen Knollenertrags zur Folge gehabt und somit eine vollkommene Mißernte erzeugt.

Die Knollen der in ihrer Integrität verletzten Pflanzen sind durchweg kaum mittelgroß, weißschalig (ein Zeichen der Ueberreife oder richtiger Nothreife), erscheinen gekocht in der Mehrzahl glasig, von widerwärtig und andauernd kratzendem Nachgeschmack, was eine abnorme Bildung von Solanin anzudeuten scheint: Eigenschaften, welche die Verwendung derselben als Genußmittel für Menschen unbedingt verbieten.

Die stoffliche Entartung dieser Knollen zeigt ein vergleichender Ueberblick ihrer chemischen Constitution mit derjenigen der Knollen, welche von der nor-

malen (zweimal behäufelten) Versuchsparcelle stammen. Die Ziffern der folgenden Tabelle verdanke ich der Analyse des Herrn Th. Siegert, zweiten Chemikers unserer Versuchsstation.

II. Procentische Zusammensetzung der Knollen.

Behandlung der Pflanzen.	Wasser.	Trocken-substanz.	Asche.	Protein (Coëffic. 6,25.)	Cellu-lose.	Stärke (Zucker, Pectin ꝛc.)
zweimal behäufelt	70,21	29,79	0,884	2,9112	0,674	25,32
wiederholt entlaubt	76,11	23,89	0,905	2,6325	0,854	19,50

Demnach ist eine Erhöhung des Gehalts an Asche, an Holzfaser, an Wasser sogar um etwa 6 Proc., und eine entsprechende Erniedrigung des Stärkegehalts und der Proteinstoffe die Folge der Entlaubung gewesen.

Die morphologische und anatomische Untersuchung steht im Einklange mit den Ergebnissen der chemischen Analyse. Zwar läßt sich die Differenz im Stärkegehalte mikroskopisch nicht constatiren, zumal dieser Gehalt immer noch 19 Proc. beträgt. Auch zerschneiden sich diese Knollen eben so glasspröde und knirschend, wie dies der Versuchsknolle und anderen stärkereichen Kartoffeln eigen ist. Der Charakter der Nothreife aber documentirt sich in der durchschnittlichen Größe, in der Knospenzahl und in der weißen Farbe dieser Knollen.

Die Zahl der Knospenaugen einer normalen Kartoffelknolle, welche nur insofern scheinbar „in ihrer Lage zu einander ein Dreieck bilden" (Schacht), als sie thatsächlich, den Gesetzen der Blattstellung entsprechend, spiralig (wenn man will, quincuncial) angeordnet sind*), ist zunächst und hauptsächlich bedingt durch die absolute Größe (das Volumen) der Knolle. Bei gleichem Totalgewicht zweier Knollen jedoch ist die Zahl der Augen durch das Verhältniß der Längsachse zu den beiden Querachsen und dieser zu einander bestimmt. Je beträchtlicher ein Nolo durch Secretion knollenartig verkürzt ist, desto kleiner ist die Zahl der Seiten-

*) Die Zahl der Orthostichen ist dreizehn, die Zahl der Windungen acht, seltener fünf. Nach der Terminologie der Phyllotaxis würde demnach der Bruch $\frac{8}{13}$, bez. $\frac{5}{13}$ die Stellung der Keimknospen an der Kartoffelknolle ausdrücken. Die Kartoffelknolle bethätigt auch in dieser Anordnung ihre Stengelnatur, wie die Knolle der Topinambourpflanze (Helianthus tuberosus L.), welche letztere äußerst interessante Verhältnisse der Knospenstellung darbietet.

knospen, und desto größer demnach die Menge stärkeführenden Parenchyms, welches einer Knospe während der Keimung zur Consumtion steht. Der Vorschlag, zur Aussaat vorzugsweise große Knollen zu wählen, erfährt dadurch beiläufig die Modification, daß man thunlichst Knollen mit relativ verkürzter Längsachse für die Saatzwecke auszuwählen hat.

Diese durch zahlreiche vergleichende Messungen und Wägungen ermittelten numerischen Verhältnisse finden sich in gleicher Weise an den Knollen entlaubter, wie unverletzt gebliebener Pflanzen. Die ersteren sind im Allgemeinen nur von einem Volumen, dessen Maximum 60 Grm. bis 70 Grm. selten erreicht (während die übrigen Parcellen Knollen von mehr als 250 Grm. erzeugt haben), und ihre Augenzahl entspricht ganz derjenigen normaler jüngerer Knollen derselben Form und Größe: die Entlaubung hat mit dem Längswachsthum die Bildung neuer Seitenknospen zugleich aufgehoben.

Die Farbe der rothschaligen Kartoffelsorten, zu denen die Versuchskartoffel zählt, ist bedingt durch gedrängte Massen purpurrother Farbekügelchen von der Größe eines mittleren Stärkekorns, über deren mikrochemisches Verhalten ich späterhin zu referiren mir vorbehalte, indem ich an diesem Orte mich begnügen muß, bezüglich ihrer anatomischen Verhältnisse zu erwähnen, daß das Vorkommen derselben auf gewisse Regionen der Kartoffel ausschließlich beschränkt ist. Außer in den Zellen, welche unmittelbar unter der Korkschale liegen und durch einen Reichthum an Protein ausgezeichnet sind*), findet man dieselben nur in unmittelbarer Nachbarschaft der gleichfalls sehr stickstoffreichen Cambiumzellen des Gefäßbündels, welches als die Fortsetzung des Gefäßbündels des Knollenstieles in der Knolle sich ausbreitet, und zwar sowohl an jenem peripherischen Hauptgefäßbündelsysteme, welches Schacht mit einem nicht glücklichen Ausdruck den Verdickungsring der Knolle nennt, und seinen Verzweigungen nach innen und außen (in die Knospen), als auch an den tiefer im Knolleninnern, gleichfalls vom Stiele aus, sich verbreitenden zarten Gefäßbündeln. Endlich finden sich Zonen dieser Farbekügelchen an solchen Stellen, woselbst in Reaction auf Verletzungen oder Trockenfäule eine Korkschicht im Entstehen begriffen ist. Ueberall sind die Farbe-

*) Die Versuchsknolle zeigt die Cohn'schen Proteinkrystalle unter der Korkschale nicht eben häufig, aber bisweilen sehr groß und schön ausgebildete Cuben derselben.

fügelchen Begleiter sehr lebhafter chemischen Metamorphosen; sie tragen den Charakter von Uebergangsproducten, indem sie im späteren Stoffwechsel aufgehen. Niemals findet man sie in älteren stärkereichen Zellen, niemals in den Centralpartieen der Knolle, welche ausschließlich aus Stärkeparenchym bestehen, dagegen zeigen die jugendlichsten Knollen die dunkelste Färbung, sowie nicht minder eine und dieselbe Knolle an ihrer dem Anheftestiele entgegengesetzten Vegetationsspitze, d. h. an ihren jüngsten und lebensthätigsten Theilen, intensiv geröthet, nach dem Grunde zu abnehmend blasser erscheint.

Ist hiernach die weiße Farbe der durch Entlaubung degenerirten Knollen als ein Merkmal des Reifezustandes zu betrachten; deuten ferner die Größe und die Zahlverhältnisse in den Keimaugen dieser Knollen auf eine vorzeitige Ernährungshemmung; so ist die Bezeichnung dieses Zustandes als Nothreife gerechtfertigt, insofern sich die das Reifen charakterisirenden chemischen Umbildungen in der Knolle vollzogen haben, bevor die Aufnahme stofflicher Elemente von außen das normale Quantum erreicht hatte. Vorbehaltlich exacterer Untersuchungen des nächsten Sommers glaube ich auf Grund der Analysen jüngerer Knollen aussprechen zu dürfen, daß gegen die Reifezeit hin der Stärkegehalt der normalen Kartoffelknolle zunimmt, der Procentgehalt an Protein dagegen, welches vorzugsweise den jugendlichen Zellen zukommt und in den jüngeren, noch im Wachsen begriffenen Knollen relativ bedeutender ist, eine Abnahme erleidet. Auf dreien Parcellen unseres Gartens, unabhängig von dem vorliegenden Versuche, sind die Kartoffeln, statt am 3. Mai, am 29. Mai, bez. am 5. Juni gelegt, aber gleichzeitig am 25. September geerntet worden, hatten demnach, bei übrigens gleichen Verhältnissen, 25, bez. 32 Sommertage weniger zur Entwickelung gehabt. Diese Knollen, welche bei der Ernte lebhaft geröthet waren, sind nach Herrn Siegert's Untersuchung übereinstimmend um 3 bis 4 Proc. stärkemehlärmer, an Stickstoff dagegen etwas reicher (3,0 bis 3,2 Proc. Protein) als jene, deren Vegetation 147 Tage umfaßt hatte. Die Knollen, welche von der entlaubten Parcelle geerntet wurden, stimmen in der geringeren Menge Stärkemehls mit den jüngeren Knollen überein, bezüglich des Proteingehalts stehen sie sogar den letzteren nach.

Die Ursache einer so energischen, durch die Entfernung der Luftorgane hervorgerufenen Wirkung scheint sehr nahe zu liegen, sobald man von der Annahme ausgeht, daß die Ablagerung von Stärke und anderen

Kohlenhydraten wesentlich bedingt sei durch die stoffaufnehmende Thätigkeit der Blätter. Dieser Voraussetzung fehlt jedoch zur Zeit diejenige exacte Begründung, welche die inductive Naturwissenschaft zu fordern gewohnt ist. Man darf die directe Nahrungsaufnahme der Blätter aus der Luft, im Vergleich zur Ernährungsthätigkeit der Wurzeln, nicht überschätzen.

Von den atmosphärischen Gasen, welche die „Respirationsorgane" der Gewächse umspülen, dringt die Kohlensäure in den Organismus der Pflanze ein, wird unter Lichtwirkung desoxydirt, und die Reductionsproducte treten theils in der Form von Sauerstoff und, wie Boussingault kürzlich experimentell erwiesen hat*), geringen Mengen Kohlenoxyds und einfach Kohlenwasserstoffs ($C_2 H_4$) in die Atmosphäre zurück, theils werden dieselben in die Diffussionsströme des Pflanzenkörpers aufgenommen, durch Hinzutritt von Wasserstoff, bez. Stickstoff unter wahrscheinlich specifischer und wesentlicher Mitwirkung der Mineralstoffe zu Kohlenhydraten und Proteinkörpern umgewandelt und abgelagert.

Allein es ist nicht minder Thatsache des Experiments, daß weder Wasser, sei es gasförmig oder tropfbar flüssig (Gardner; Unger; Duchartre), noch der indifferente Stickstoff der Luft (Boussingault; Gilbert und Lawes) von der Pflanze assimilirt werden. Wasserstoffgas also, dieses allen organischen Körpern wesentliche Element, und Stickstoffgas könnten aus der Atmosphäre nur im Moment ihrer Abscheidung aus chemischen Verbindungen, oder in solchen Verbindungen, in die Pflanzenmasse eintreten: ersteres etwa in der Form von Kohlenwasserstoffen oder Ammoniak, letzteres in dieser oder als ein Oxyd. Die Aufnahme des Ammoniaks wird combinatorisch erschlossen aus Erscheinungen des Pflanzenlebens im Großen. Es bietet nämlich die chemische Analyse der Culturpflanzen in den blattreichen Gewächsen einen Ernteüberschuß an Stickstoff über die Menge des in den blattärmeren Pflanzen gefundenen nicht nur, sondern auch über die Menge des im Boden und in den meteorischen Niederschlägen nachweisbaren assimilationsfähigen Stickstoffs dar. Isolirt betrachtet ist der Schluß aus diesen Erscheinungen auf die Assimilation des atmosphärischen Ammoniaks (der NO_3? NO_5?) durch die Blätter nicht unantastbar, da er die Möglichkeit einer Verwechselung von Ursache und Wirkung involvirt: wie denn überhaupt der logische Werth der combinatorischen Form des Schlusses, wiewohl dieselbe in der Hand Alexander's

*) Cf. Compte rendu des séances etc. Tome LIII. No. 21. (Nov. 1861).

v. Humboldt, v. Liebig's und Anderer zu einer fruchtbaren heuristischen Methode geworden ist, dem theoretischen exacten Experimente, als dem eigentlichen Fundamente der modernen Naturwissenschaft, nachsteht. Doch gewinnt dieser Schluß an Wahrscheinlichkeit dadurch, daß er von anderer Seite her compensirt wird. Es liegt ein exacter Versuch von Dr. W. Schumacher vor, demzufolge Flüssigkeiten das Vermögen besitzen, durch permeable Membranen hindurch nicht nur Kohlensäure, sondern auch Ammoniak aufzunehmen, und es hat kein den Diffussionsgesetzen zu entnehmendes Bedenken, dies Verhalten zu übertragen auf die Lebensthätigkeit der safterfüllten Pflanzenzellen der Blätter, deren permeable Oberfläche von einem Medium mit constanten, wenn auch äußerst geringen, Mengen kohlensauren Ammoniaks umfluthet wird.

Ist demnach die Annahme, daß das Ammoniakgas (assimilirbare Stickstoffverbindungen überhaupt) durch die Blätter in die Pflanze trete, aus Mangel positiven Beweises eine Hypothese von hoher Wahrscheinlichkeit, welche mit den methodischen Vortheilen auch alle Vorbehalte der Hypothesen theilt; ja wir dürfen hinzufügen: ist auch die Nahrungsaufnahme der Pflanzen aus der Luft überhaupt von geringerer positiven Bedeutung, als früher vermeint worden, gegenüber der Nahrungsaufnahme aus dem Boden, welcher schon durch sein Absorptionsvermögen für Gase eine bedeutende Quelle auch für die Organogene darstellt: so ist doch der Antheil, welchen die Blätter, als Regulatoren des Wasserstroms in der Pflanze (dem die organischen Pflanzenstoffe ein wesentliches Element, den Wasserstoff, verdanken) und als Hauptherde jener vom chemischen Lichtstrahl wo nicht ausschließlich erregten, doch begünstigten Zersetzungsthätigkeit an dem Aufbau des ganzen Pflanzenkörpers nehmen, ein hinlänglich bedeutsamer, um manche abnormen Folgeerscheinungen nach der Elimination dieser Organe einigermaßen zu erklären.

Um so auffallender muß das Factum erscheinen, welches diesen Deductionen wie den oben von uns mitgetheilten Entlaubungsresultaten geradezu widerstreitet, daß der Gebrauch, das Kartoffellaub zu Fütterungszwecken noch während der Vegetationszeit abzuschneiden, in Deutschland fast so alt ist, wie die Verdrängung der früher heimischen Topinambourpflanze durch die Kartoffel. Hat man doch sogar im vorigen Jahrhundert die jungen Blätter der Kartoffel als Salat verspeist,*) ohne einen

*) Johann Adam Jacob Ludwig. Abhandlung von den Erdäpfeln. Bern 1770.

auffallenden Nachtheil davon für die Knollen zu beobachten. Es möchte gewagt sein, die „Erfahrungen" ungeschulter Beobachter einer neu eingeführten Culturpflanze als beweiskräftige Zeugnisse zu accentuiren, zumal seitdem zahlreiche Stimmen aus der Praxis auch gegen das Abschneiden des Kartoffelkrauts laut geworden sind; indessen ist nicht minder neuerdings durch correctere Versuche nachgewiesen, daß die Entlaubung der Kartoffelpflanze in späteren Lebensperioden eine Einbuße an Knollen nicht immer im Gefolge hat. Hauptmann Fahrtmann ist sogar auf Grund eines, wie es scheint, vertrauenswerthen Versuchs in der Lage, zu zeigen, daß die Knollen nach dem Absterben des Krautes in Folge der Kartoffelkrankheit unter Umständen weiter zu wachsen vermögen. *)

Die folgende, unmittelbar der Praxis entnommene und wohl constatirte Beobachtung möge dienen, dasselbe zu bezeugen.

Vor mehreren Jahren wurden gelegentlich militärischer bei Chemnitz ausgeführter Uebungen (im August) die Ränder eines Kartoffelfeldes von den Hufen der Pferde solchergestalt verwüstet und zerstampft, daß jede Spur einer Vegetation an diesen Stellen verschwunden war, und dem Besitzer eine Entschädigung gewährt wurde. Bei der Ernte (im October) ergab sich zu großer Ueberraschung, daß die Stöcke, deren oberirdische Theile vernichtet worden waren, und welche man nur der Ordnung wegen ohne Hoffnung aushob, Knollen von überlegener Größe und Schönheit gebildet hatten.

Diese Beobachtungen sind ohne Zweifel geeignet, die Möglichkeit einer positiven Volumenzunahme der Knollen — nicht blos einer Nachreife — ohne Mitwirkung der Blattorgane darzuthun.

Erinnern wir uns, daß in unserem Versuche die ihrer Blätter beraubten Kartoffelpflanzen mehr als die doppelte Normalmasse frischen Laubes gebildet haben, und daß in Folge dessen die Ziffer für die Summe frischer Pflanzensubstanz der entlaubten Parcelle nahezu im Durchschnitt der entsprechenden Ziffern für die übrigen Parcellen steht. Auch unter dem Vorbehalt, daß aus der producirten Frischmasse ein vollkommen bündiger Schluß auf die producirte Trockenmasse nicht statthaft ist, scheint doch einleuchtend zu sein, daß die gewaltsame Entführung vegetirender Organe, indem sie die organische Einheit des Individuums zerstörte, den Schwerpunkt der Diffussionsbewegungen verrückt und diese Letzteren in

*) Aus „Annalen d. Landwirthsch." im „Ldw. Centralbl." 1861. Nr. 2. Seite 197.

heterogene Bahnen gezwängt hat, und daß die Reproduction der oberirdischen Gebilde auf Kosten der unterirdischen Stengelorgane und ihrer Secretionsthätigkeit — wahrscheinlich sogar auf Kosten bereits abgelagerter Producte*) — geschehen ist. Die Arbeitsleistung der Saatknolle im Ganzen ist durch die Aufhebung der Integrität des Organismus nicht wesentlich verändert worden; der Ausfall an Knollen hat sein Aequivalent gefunden in einem Ueberschuß an Blättern. Und selbst ein durch scharfe Bestimmungen im nächsten Sommer vielleicht zu constatirendes Minus der Massenproduction dürfte in der momentan verminderten Arbeitsfläche eine genügende Erklärung finden.

In den späteren Lebensperioden der Knollenpflanze dagegen, nachdem die oberirdischen Stengelorgane im Allgemeinen ihre morphologische Gestalt ausgebildet und ihr Größenwachsthum abgeschlossen haben, nachdem auch die Fruchtorgane gereift oder abgefallen sind, scheint die Existenz und Fortentwicklung der unterirdischen perennirenden Gebilde nicht gefährdet zu werden durch den Ausfall der oberirdischen. Die ernährende Wechselbeziehung, welche in der unverletzten Pflanze zwischen Wurzeln, Knollen und Blättern besteht, muß sich also, nach Hinwegnahme der Blätter und unter Ausschluß der Neubildung derselben, auf einen Austausch zwischen den Knollen und Wurzeln der verstümmelten Pflanze reduciren, welche letztere dadurch gleichsam zu einem vollkommen unterirdischen Gewächse wird, das, ähnlich der Trüffel und anderen subterranen Pilzen, die vegetativen Funktionen der Assimilation und Secretion, wenn auch in modificirter Weise, unabhängig vom Licht und von den Luftorganen vollzieht.

Von welcher Art diese durch erneute Versuche zu constatirenden Modificationen der Knollenernährung sein mögen, darüber ist vor der Hand eine erfahrungsmäßig begründete Erörterung nicht anzustellen. Man könnte versucht sein, angesichts der mancherlei Functionsübertragungen, welche thatsächlich im Pflanzen- und Thierkörper als Möglichkeiten präexistiren, in diesem Verhalten der Kartoffelknolle ein Analogon des thierischen Hautathmens zu erblicken, welches bei partiell aufgehobener Funktionsfähigkeit der Lungen eine erhöhte Intensität und Bedeutung für den Organismus erlangt. Allein Analogieen solcher Art sind stets mißlich. Eine wie lebhafte Thätigkeit auch gerade unter der Korkschale der Kar-

*) Insbesondere des Proteins.

toffel sich nachweisen läßt, so kann doch die Knolle, ein Stengelorgan und von einer aus zahlreichen (bei der Versuchsknolle 10 bis 15) Zellschichten bestehenden Korkhülle umgeben, in der feuchten Atmosphäre des Bodens um so weniger irgend beträchtliche Mengen Wassers verdünsten, als sie dies nicht einmal in trockner Luftumgebung im Stande ist. Von einer Anzahl Kartoffeln, welche ich zu einem Versuche hierüber neben Schwefelsäure unter Glasglocken eingeschlossen hatte, verloren zwar auch diejenigen Wasser, denen die Augen oder denen die gesammte Oberfläche mit Ausnahme der Augen, durch Wachs verschlossen waren; dieser Gewichtsverlust betrug jedoch innerhalb drei Wochen nicht mehr als 1,15 bis 1,85 Procent bei denen, welche mit völlig freier Fläche verdünsteten, und noch weniger bei denen, deren Oberfläche theilweise verschlossen war.

(Fortsetzung folgt.)

Kurzer Bericht über agriculturchemische Untersuchungen

von

Dr. Ed. Peters,

Chemiker der Station Schmiegel (Posen).

1. Ueber die Zusammensetzung der Getreidearten bei verschiedenem Hektolitergewicht von Prof. A. Müller.*)

Der Verfasser hat bereits vor mehreren Jahren eine Reihe von Untersuchungen über diesen Gegenstand veröffentlicht, welche er mit Hafer, Winterroggen und Winterweizen anstellte. In neuerer Zeit hat er diese Untersuchungen auch auf Sommergerste ausgedehnt und außerdem die den Hafer und Weizen betreffenden Analysen mit Material von einer späteren Ernte wiederholt. Die Getreidearten waren sämmtlich in der Nähe von Chemnitz gewachsen, alle wurden etwas gedüngt, doch erhielten Weizen und Roggen stärkere Düngungen, als Gerste und Hafer.

---

*) Journ. f. prakt. Chem. 1861. Seite 17.

Die untersuchten Getreidearten hatten folgende Hektolitergewichte:

	Weißhafer vom Jahre 1854:	Weißhafer vom Jahre 1855:	Winterroggen vom Jahre 1855:
Die leichtere Sorte .	43,21 Kilo	37,17 Kilo	58,57 Kilo.
Die schwerere Sorte .	59,12 =	52,61 =	72,50 =

	Winterweizen vom Jahre 1854:	Winterweizen vom Jahre 1855:	Sommergerste vom Jahre 1855:
Die leichtere Sorte .	52,55 Kilo	53,23 Kilo	37,80 Kilo.
Die schwerere Sorte .	76,75 =	76,70 =	68,10 =

Die weiteren Zahlenangaben der Analysen hier mitzutheilen, würde zu weit führen, ich gebe daher in Folgendem nur eine Uebersicht über die daraus hervorgehenden Resultate.

Bei der Vergleichung des schwereren mit dem leichteren Getreide ergab sich, daß das Hektolitergewicht am wenigsten bei dem Roggen und am meisten bei der Gerste differirt. Ein Hohlmaß faßte um so mehr Körner, je leichter das Hektolitergewicht des Getreides war. Die Körnermengen verhielten sich bei der Gerste wie 3 zu 4, bei dem Hafer wie 2 zu 3, bei dem Roggen wie 3 zu 5 und bei dem Weizen wie 3 zu 7.

Das Gewicht der einzelnen Getreidekörner stieg in gleicher Weise mit dem Gewichte des Hektoliters; bei Hafer, Roggen und Sommergerste stieg das Einzelgewicht ungefähr von 1 zu 2, beim Winterweizen von 1 auf 3. Das specifische Gewicht der Körner wurde fast genau übereinstimmend bei allen untersuchten Getreidearten und bei schwererem und leichterem Hektolitergewicht zu 1,39 (gegen Wasser von 17° C.) gefunden. Das Volumen der einzelnen Körner steigt daher mit der Erhöhung ihres absoluten Gewichts.

In der chemischen Zusammensetzung zeigten sich die Körner von verschiedenem Gewicht nur wenig verschieden. Der Wassergehalt war ziemlich gleichbleibend, der Gehalt an Fett bei niederem Hektolitergewicht kleiner, der Gehalt an Holzfaser, Zucker und Asche größer, als bei höherem Hektolitergewicht. Der Stickstoffgehalt verringerte sich beim Weizen und Roggen bei höherem Gewichte; bei der Gerste blieb er gleich und beim Hafer nahm er sogar etwas zu.

In praktischer Beziehung leitet Dr. Müller aus seinen Untersuchungen den Schluß ab, daß ein gleiches Quantum Getreide von

höherem Hektolitergewicht mehr werth ist, als von niederem, wo es sich um die Stärke und deren Produkte handelt, daß dagegen der aus dem Proteinstoffgehalt berechnete Nährwerth ziemlich unabhängig vom Hektolitergewicht ist, wofern nicht, wie beim Hafer, das Verhältniß der Holzfaser zu ungünstig ist.

Aehnliche Untersuchungen sind auch von Dr. Wunder in Chemnitz ausgeführt worden, dessen Resultate mit dem Obigen übereinstimmen. Außerdem hat Dr. Wunder*) noch Versuche über die Verwendbarkeit des leichteren und schwereren Roggens zu Nahrungsmitteln für den Menschen angestellt, die hier zur Vervollständigung kurz mitgetheilt werden sollen.

Ein Scheffel Roggen lieferte beim Vermahlen:

	Feines Mehl.		Schwarzmehl.		Kleien.		Verlust durch Austrocknen, Verstäubg. 2c.
	Pfd.	In Proc. v. Korn.	Pfd.	In Proc. v. Korn.	Pfd.	In Proc. v. Korn.	
der schwerere, v. 171 Pfd. Scheffelgew.	125	73,0	7	4,0	29	17,0	10 Pfd. 6,0 %
der leichtere, v. 158 Pfund Scheffelgew.	100	63,3	10	6,3	38	24,0	10 = 6,4 %

Die Mahlproducte ergaben in ihrer procentischen Zusammensetzung nur geringe Unterschiede; die aus den leichteren Körnern dargestellten Mehlsorten waren etwas reicher an Holzfaser, Asche und Proteinstoffen, dagegen um ein Geringes ärmer an stickstofffreien Nährstoffen. Die Kleien zeigten verhältnißmäßig die größten Unterschiede, sie waren bedeutend reicher an Holzfaser und Stickstoff beim leichteren Roggen, dagegen ärmer an Mineralstoffen. Auf einen Scheffel berechnet enthielten beide Roggensorten dieselbe Menge von Proteinstoffen (15 Pfd.), wovon bei dem schwereren Roggen eine größere Menge (10 Pfd.) in das feine Mehl überging, als bei dem leichteren (8 Pfd.). Von stickstofffreien Nährstoffen enthielt der Scheffel der schwereren Sorte 120 Pfd., ein Scheffel der leichteren nur 107 Pfd. Davon fanden sich in dem feinen Mehle der schwereren Sorte 95½ Pfd., bei dem leichteren hingegen nur 75½ Pfd. Dr. Wunder gelangt hierdurch zu dem Schlusse, daß sich der Werth des Roggens, wenn er zur Mehlbereitung verwendet werden soll, mit dem Scheffelgewicht bedeutend erhöht.

*) Amts- und Anzeigebl. für die landw. Vereine des Königr. Sachsen. 1857. S. 86.

Um den Werth des leichteren und schwereren Getreides als Saatgut zu prüfen, hat Dr. Müller Keimungsversuche damit angestellt, welche ergaben, daß die schwereren Körner in größerer Anzahl, aber etwas langsamer keimten, als die leichteren, und daß die Keime der ersteren zugleich bedeutend kräftiger sind. Die Untersuchungen von Dr. Hellriegel*) über diesen Gegenstand haben zu gleichen Resultaten geführt.

2. Untersuchung von befallenem Klee von Dr. Grouven.**)

Das Befallenwerden des Klees ist eine zur Zeit der Blüthe desselben eintretende Krankheit, die sich durch eine Menge von braunen, mehrere Linien großen Flecken kryptogamischer Gewächse äußert, womit Blätter und Stengel übersäet sind. Diese Schmarotzergewächse haben nicht bloß eine entschiedene Mißernte des Klees zur Folge, sondern sie machen ihn auch zu einem unnahrhaften und ungesunden Futter.

Der untersuchte befallene Klee bestand aus einem Gemenge von Rothklee, Luzerne und Esparsette; zur Vergleichung wurde ein ähnliches Gemenge gesunder Pflanzen analysirt. Im Wassergehalt des lufttrocknen Kleeheues zeigten sich kleine Differenzen, die Analysen sind daher auf lufttrocknes Kleeheu mit 16,2 Proc. Wassergehalt berechnet.

Es enthielt:

	Befallener Klee.	Gesunder Klee.
	Proc.	Proc.
Wasser	16,2	16,2
Proteinstoffe	16,7	11,7
Fett	3,6	2,8
Zuckerartige Stoffe auf Stärke berechnet***)	7,0	18,5
Unbekannte stickstofflose Verbindungen	17,9	11,3
Holzfaser	31,7	31,4****)
Asche.	6,9	8,1
	100,0	100,0

*) Zweiter Jahresbericht der Versuchs-Station Dahme S. 71.

**) Zeitschrift d. landw. Centralvereins d. Prov. Sachsen. 1861. S. 73.

***) Diese Rubrik enthält die durch Schwefelsäure in Zucker überführbaren Substanzen.

****) Mit 0,100 Asche und 0,184 Proteinstoffen.

	Befallener Klee.	Gesunder Klee.
Durch Behandlung mit Wasser in der Kochhitze ließen sich ausziehen	Proc. 32,3	Proc. 19,1
Davon waren:		
in Alkohol löslich (Zucker 2c.) .	24,0	13,7
in Wasser löslich (Gummi 2c.) .	6,3	3,0
in Wasser unlöslich (Eiweiß 2c.)	2,0	2,4

Die Analyse der Mineralbestandtheile des befallenen Klees möge man in der Originalabhandlung nachsehen; eine vergleichende Aschenanalyse des gesunden Klees wurde nicht ausgeführt, sondern es dienten die von Wolff und Way ausgeführten Analysen von Rothklee und Esparsette zur Vergleichung.

Die Folgerungen, welche Dr. Grouven an diese Untersuchungen knüpft, sind folgende:

1. Der befallene Klee enthielt bedeutend mehr Proteinstoffe, als der gesunde (16,7 gegen 11,7 Proc.). Der Verfasser verweist hierbei auf seine früheren Untersuchungen über verschiedene Krankheitserscheinungen bei anderen Culturgewächsen. Diese Untersuchungen ergaben stets einen größeren Proteinstoffgehalt bei den kranken, an Brandkrankheit (Gerste und Weizen), Mutterkorn und Fäule (Kartoffeln) leidenden Pflanzen.

2. Auch in dem Gehalte an stickstofffreien Nährstoffen zeigten die beiden Kleearten eine bedeutende Differenz. Der Nährwerth des befallenen Klees erscheint geringer durch seine Armuth an zuckerartigen Stoffen; auch sein Reichthum an unbekannten extractiven organischen Materien erscheint als unzuträglich für den thierischen Organismus.

3. Bei der Vergleichung der Aschenanalyse des befallenen Klees mit den erwähnten Analysen von Wolff und Way constatirt sich ein ausnehmend geringer Kaligehalt (3,32 Proc. gegenüber 35,5 Proc. bei der Rothkleeasche und 35,8 bei der Asche von Esparsette); auch an Phosphorsäure erwies sich der befallene Klee ärmer, dagegen enthielt er ein Uebermaß von Kalk, Magnesia und Schwefelsäure, woraus Dr. Grouven folgert, daß der Boden dem kranken Klee keine genügende Menge der, in verminderter Menge auftretenden Stoffe zu liefern vermochte, und daß dieser daher andere Mineralstoffe als Ersatz assimilirte, daß also die chemische Constitution als die erste Ursache der Krankheit in den Vordergrund tritt.

(Fortsetzung folgt.)

Die Versuchspläne

der landwirthschaftlichen Versuchsstationen des Königreichs Sachsen für das Jahr 1862.

Der gemeinsame Arbeitsplan der landwirthschaftlichen Versuchsstationen der Gegenwart ist in der Richtung der praktischen Endziele formal bestimmt vorgezeichnet: es sollen rationelle, d. h. exact begründete Principien der landwirthschaftlichen Pflanzen- und Thierproduction festgestellt werden.

Minder scharf und deutlich sind die Pfade zu diesem Ziele vorgeschrieben oder vorzuschreiben, aus Gründen, welche theils in der Natur der zu lösenden Aufgaben selbst und theils in dem Umstande begriffen sind, daß die wissenschaftliche Forschung, welche ein reifes Verständniß der wesentlich leitenden Zielpunkte zur Grundbedingung hat und nur einer tiefen und freudigen Begeisterung erhebliche Erfolge verbürgt, eben deshalb die freie Bewegung der spontanen Individualität voraussetzt.

Doch hat es ohne Zweifel ein einheitlich und damit sachlich förderndes Interesse für den Einzelnen, die Thätigkeit der in verwandter Richtung Arbeitenden nicht bloß aus abgeschlossenen Resultaten kennen zu lernen.

Aus diesem Gesichtspunkte ist es geeignet befunden worden, die Jahrespläne der Versuchsstationen des Königreichs Sachsen in dieser Zeitschrift, als welche einen Einigungspunkt für die Zwecke der landwirthschaftlichen Versuchsstationen zu bilden bestimmt ist, mitzutheilen.

Es folgen einstweilen die Pläne der drei Stationen Möckern (Prof. Dr. Knop), Weidlitz (Dr. Jul. Lehmann) und Chemnitz (chemische Abtheilung: Dr. Wunder; physiologisch-chemische Abtheilung: Dr. Nobbe), von denen die letztgenannte Station ausschließlich auf dem Gebiete der pflanzen-physiologischen Untersuchungen arbeitet, während die ersteren beiden Stationen zugleich thierisch-physiologische Versuche anstellen.

A. Fütterungsversuche.

1. Mastversuche im Winter mit Rindern (Weidlitz).

Von vier gleichen früheren Zugochsen, nicht über sechs Jahre alt, sollen zwei Stück mit Runkelrüben, Rapskuchen und Heu, zwei Stück

mit Kartoffeln, Rapskuchen und Heu gefüttert werden, zur Beantwortung der Fragen:

a. in welcher Weise und Quantität Rapskuchen, Runkelrüben und Kartoffeln mit Heu und Grummet zu füttern seien, um dadurch die höchste Production zu erzielen?

b. wie hoch jedes Pfund lebenden Gewichtes sich berechne, welches durch die Mastochsen producirt wird?

c. ob es möglich, so zu füttern, daß sich die Futtermittel nach dem Marktpreise bezahlt machen?

2. Mastversuche im Sommer mit Rindern (Weidlitz).

Sechs in ihren körperlichen Eigenschaften wenig von einander abweichende fünf- bis siebenjährige Ochsen, wovon zwei Stück mit drei Pfund Roggenkleie per Haupt neben Klee, soviel sie fressen wollen; zwei Stück mit drei Pfund Roggenkleie per Haupt und einem Gemisch von drei bis vier Theilen geschnittenen Klees und einem Theile Hecker oder Heu; zwei Stück zur Controle ausschließlich mit Klee, nach Befinden mit Klee und Hecker zu füttern sind. — Der Versuch soll entscheiden:

Auf welche Weise ist der Klee zu füttern, um durch denselben, auch bei nasser Witterung, eine ununterbrochen hohe Production zu erzielen?

3. Mastversuche mit Kälbern mittelst Milch (Weidlitz).

Frage: Wie und mit welchen Kosten ist ein gutes Kalbfleisch zu produciren und dadurch dem Mangel an solchem in Sachsen abzuhelfen?

4. Mast- und Fütterungsversuche mit Schweinen (Weidlitz).

a. Mastversuche mit Mais (drei Stück möglichst gleiche Schweine);

b. Physiologische Untersuchungen über die Ernährung des Schweines: α. Beharrungsfutter; β. Productionsfutter.

5. Versuche zur Ermittelung des Mischungswerthes verschiedener Nahrungsmittel in Futtergemischen (Möckern).

Von den mehrfachen Wegen, statistische Unterlagen für die Fütterung zu gewinnen, wird zunächst eine Versuchsreihe in der Art beabsichtigt, daß zweien Milchkühen in auf einander folgenden Perioden verschiedene Futtermischungen von thunlichst übereinstimmendem Trockensubstanzgehalt

und constantem Verhältniß der Eiweißsubstanzen zu den stickstofflosen Nährstoffen verabreicht werden. Nachdem in der ersten Periode das Quantum einer Futtermischung (A) bestimmt ist, welches die Thiere in normalem Zustande erhält, wird in der zweiten Periode den Versuchsthieren neben dem Quantum ½ A eine solche Menge eines zweiten Futters (B) gegeben, daß der Zustand normal bleibt. Beharren darauf die Thiere in der dritten Periode, bei einem Futter von 2 B, in normalem Zustande, so wird geschlossen, daß das Quantum B, welches ½ A ersetzt hat, als eine der Hälfte von A äquivalente Menge eines zweiten Futters angesehen werden dürfe. So fortfahrend, wird man nicht bloß zwei, sondern mehrere verschiedene Futtermischungen mit einander vergleichen können.

In einer zweiten Versuchsreihe soll der Erfolg zweier im Gehalte an Eiweißsubstanzen und Volumen sehr verschiedenen Futterstoffe erprobt werden. Zwei Schweine (Loosen), als hierfür besonders geeignete Versuchsthiere, werden das eine ein Gemenge von Kartoffeln mit möglichst geringen Mengen Erbsenschrot, das andere ein Gemenge von Kleien, Gersten- und Wickenschrot, also ein stickstoffreiches, minder voluminöses Futter, erhalten.

Man stellt hierbei die Fragen:

a. Wird der Magen der Thiere durch ein sehr voluminöses Futter in frühester Jugend sich hinreichend erweitern, um später von verhältnißmäßig stickstoffarmem Futter soviel zu verdauen, daß der Ernährungsproceß ohne Störung verläuft?

b. Ist es vortheilhafter, auf die erste oder zweite Weise zu füttern?

B. Culturversuche auf dem Felde.

1. Vielfach modificiren Düngversuche mit Bakerguano, namentlich beim Kornbau (Möckern).
2. Fortgesetzte Versuche über Vegetation der Culturpflanzen in an sich ertragslosem, mit Mineralsalzen versetzten Boden (Chemnitz, chem. Abth.).
3. Düngversuche mit Staßfurter Abraumsalz in Anwendung auf Winter- und Sommerfrucht und im Gemisch mit Knochenmehl, Guano und Kalk (Weidlitz).
4. Düngversuche mit Salpetersäure, theils in sehr verdünnter Lösung, theils in der Form von salpetersaurem Kalk, salpetersaurem Kali und von Knochenmehl, durch Salpetersäure aufgeschlossen (Möckern).

5. Fortgesetzte Versuche über die Wirkung des Fruchtwechsels (Chemnitz, physiolog.-chem. Abth.). Anbau von Winterroggen, Kartoffeln, Gerste und Rothklee ohne Düngung in systematisch geordnetem Fruchtwechsel:
   a. ohne Wechsel;
   b. mit eingeschobener Brache;
   c. mit eingeschobener Brachfrucht;
   d. in jeder möglichen Fruchtfolge.

   Diese Versuche sind auf eine längere Reihe von Jahren berechnet.
6. Anbauversuche mit Kartoffeln (Chemnitz, physiol.-chem. Abth.). Berücksichtigt werden:
   a. die vortheilhaftesten Raumverhältnisse der Aussaat nach Tiefe und Weite;
   b. die Function der Blätter für die Knollenbildung;
   c. die Bedeutung der Zahl und Lage der Knospen an einer Saatknolle;
   d. die Quantitäten der Stärkeablagerung in den verschiedenen Altersperioden der Knolle.
7. Anbauversuche mit Felderbsen, unter Anwendung verschiedener Mischfrüchte, Düngstoffe und Behandlungsweisen (Chemnitz, physiol.-chem. Abth.).
8. Versuche über Tiefdüngung in Bezug auf Klee, Luzerne und Erbsen; über Varietätenbildung bei Rüben (Beta); über Erzeugung kräftigen Saatguts bei Knollengewächsen (Chemnitz, physiolog.-chem. Abth.).

C. Culturversuche auf Wiesen.

Düngversuche mit einzelnen Mineralsalzen und Gemengen derselben.

Die Station Möckern wird Parcellen einer Wiese mindestens fünf Jahre lang mit verschiedenen Mengen von

Pottasche; — Kalk; — phosphorsaurem Kali; — Superphosphat plus Kalk; — Superphosphat plus Pottasche; — Salpeter, salpetersaurem Kalk und Superphosphat; — schwefelsaurem Ammoniak

düngen und die auf diesen Parcellen vorherrschend werdenden Pflanzenspecies und die Erntegewichte besonders beachten.

Die Stationen Weidlitz und Chemnitz (physiol.-chem. Abth.), welche zu diesem Behufe auf dem Windmühlenberge vom Rittergut Saritzsch, bez. im Dorfe Gablenz Wiesen erpachtet haben, werden vorzugsweise die Frage erörtern, ob man mineralische oder stickstoffhaltige Düngemittel anwenden solle.

D. Versuche im Bereiche der Forstcultur zur Ermittelung der Kenntniß der Wirkungen verschiedener Nährstoffe.

Bei vorkommenden Holzsaaten werden Weidlitz und Chemnitz (physiol.-chem. Abth.) die Wirkung verschiedener Düngmittel auf den Wuchs junger Kiefern, Lärchen und anderer Holzpflanzen prüfen. Die letztgenannte Station, welcher für diese Zwecke von Seiten des Königl. Ministerium der Finanzen fiscalische Waldparcellen im Rabensteiner Reviere bereitwillig überlassen worden, wird außerdem anderweite Versuche im Walde, der natürlichen Beschaffenheit des Versuchsterrains entsprechend, ausführen.

E. Arbeiten in den agriculturchemischen Laboratorien.

1. Versuche über eine Methode zur Bestimmung der Proteinstoffe in den Pflanzen (Weidlitz).
2. Untersuchung aller bei Fütterungsversuchen in Anwendung kommenden Futtermittel (Weidlitz).
3. Untersuchung einzelner Futtermittel auf Knochen bildende Stoffe: Kalk und Phosphorsäure (Weidlitz).
4. Untersuchung über die Einwirkung der Kleie auf verschiedene Nährstoffe (Weidlitz).
5. Untersuchungen über die Einwirkung des Chlorkaliums und der Chlorkalium enthaltenden Düngmittel (z. B. des Abraumsalzes) auf verschiedene Mineralien, Düngmittel und Bodenarten (Chemnitz, chem. Abth.).
6. Prüfung der sub C. genannten Düngstoffe als Lösungsmittel für Ackerboden bei verschieden langer Einwirkung unter Luftzutritt (Möckern).
7. Analysen zahlreicher gemeinen Unkräuter zur Reifezeit, zur Erörterung der Fragen:

a. gestattet die Zusammensetzung der Asche von Unkräutern einen Schluß auf die Zusammensetzung des Bodens, der die Unkräuter üppig hervorbringt? (Chemnitz, chem. Abth.);

b. wie weit kann den Unkräutern da, wo sie überhand nehmen, eine die Ernten beeinträchtigende Wirkung zugeschrieben werden? (Möckern).

8. Untersuchungen über die Veränderungen, welche das Holz beim Flößen erleidet (Chemnitz, chem. Abth.).

9. Untersuchungen über die Mineralsalze, welche die Kleepflanze in den verschiedenen Perioden des Wachsthums dem Boden entzieht (Chemnitz, chem. Abth.).

10. Untersuchungen über den Einfluß des Kalkgehalts gährender Flüssigkeiten auf den Verlauf der Gährung (Chemnitz, chem. Abth.).

F. Arbeiten im physiologischen Laboratorium (Chemnitz).

1. Mikroskopische Analyse geflößten Holzes.

2. Morphologische Studien über Knollengewächse.

3. Untersuchungen über den Kartoffelpilz Peronospora infestans, dessen Keimkraft, Keimdauer u. s. f., zur Erörterung von Fragen, wie die folgenden:

   a. Giebt es Mittel, die im Boden zurückgebliebenen Sporen des Kartoffelpilzes zu vernichten?

   b. Nach welchem Zeitraume darf die Kartoffel auf einem Felde wieder gebaut werden, insofern hierfür die zurückgebliebenen Sporen maßgebend sind?

4. Versuche über die Vegetation von Landpflanzen in wässerigen Lösungen ihrer Nährstoffe, mit besonderer Rücksicht auf die Wirkung der Chloride des Kalium, Magnesium u. s. f.

Unter Verantwortlichkeit von Dr. Reuning.
Dresden, Druck von E. Blochmann und Sohn.

Ueber den Gehalt an verschiedenen Mineralsubstanzen in normal entwickelten und verkümmerten Turnipspflanzen (Brassica rapa depressa)

von

Dr. Gustav Wunder.

In Anschluß an früher von mir ausgeführte, in dieser Zeitschrift mitgetheilte Untersuchungen über die Schwankungen der Mineralsubstanzen in der Turnipspflanze habe ich vergleichsweise den Gehalt an verschiedenen Mineralstoffen in normal entwickelten und in verkümmerten Turnipspflanzen gleichen Alters bestimmt.

Bevor ich die Resultate mittheile, halte ich für nöthig, einige Notizen über den Boden des Versuchsfeldes der Chemnitzer Versuchsstation zu geben, in welchem die Turnipspflanzen gezogen waren.

Der Boden ist ein ziemlich schwerer Diluvialboden, welcher in ziemlich dicker Schicht auf Rothliegendem aufliegt. Der Boden wurde, bevor man ihn der chemischen Analyse unterwarf, successiv durch zwei Siebe gesiebt. Die Löcher des ersten Siebes hatten im Durchmesser 4 Millim., die des zweiten 1 Millim. Auf dem ersten Siebe blieben zurück 2,1 Proc. (Kies), auf dem zweiten blieben 4,1 Proc. (grandiger Sand). Der auf den Sieben zurückbleibende Antheil bestand wesentlich aus Bruchstücken von Gneiß, Quarz, Glimmerschiefer 2c. Die Menge der organischen Substanz, welche aus dem auf den beiden Sieben zurückgebliebenen Rückstande mechanisch ausgelesen werden konnte, betrug 0,03 Procent.

100 Theile der bei 100° getrockneten Erde vermochten vermöge ihrer wasserhaltenden Kraft 53 Theile Wasser festzuhalten. Das scheinbare specifische Gewicht wurde = 1,0 gefunden.

Zur chemischen Analyse wurde der durch die beiden oben bezeichneten Siebe gegangene bei 110° getrocknete Boden verwendet. — Die Analyse wurde von Herrn Merz ausgeführt und ergab folgende Zusammensetzung: Verbrennliche und flüchtige Stoffe 6,47 %

In Salzsäure löslicher Theil in Summa 9,2 %	Thonerde	4,15 =
	Eisenoxyd	3,34 =
	Manganoxydul	0,02 =
	Kalk	0,30 =
	Magnesia	0,74 =
	Kali	0,25 =
	Natron	0,16 =
	Phosphorsäure	0,16 =
	Schwefelsäure	0,07 =
	Chlor	Spur
In Salzsäure unlöslicher Theil in Summa 84,7 %	Thonerde	7,05 %
	Eisenoxyd	0,93 =
	Manganoxydul	0,05 =
	Kalk	0,63 =
	Magnesia	0,09 =
	Kali	1,41 =
	Natron	1,59 =
	Kieselsäure	72,98 =
		100,39 %

Der Stickstoffgehalt des Bodens betrug 0,15 %, und zwar waren 0,035 % Stickstoff in Form von Ammoniumoxyd, also 0,065 % Ammoniumoxyd vorhanden.

Die auf diesem Boden gezogenen Turnipspflanzen hatten sich sehr ungleichmäßig entwickelt, während einige mehrere Pfund wogen, hatten andere nur ein Gewicht von mehreren Loth erlangt.

Gewiß war die physikalische Beschaffenheit des Bodens die wesentliche Ursache des Zurückbleibens einzelner Pflanzen, was dadurch bestätigt wurde, daß ein Vermischen des Bodens mit an sich ertragslosem Sande die Zahl der verkümmerten Pflanzen verminderte.

Bei alle dem schien es nicht uninteressant, zu untersuchen, ob der eine oder der andere der Mineralstoffe in den kümmerlich entwickelten Pflanzen in entschieden geringerer Menge vorhanden sei, als in den gesunden.

Ich untersuchte die kräftig und die kümmerlich vegetirenden Pflanzen in je zwei verschiedenen Vegetationsperioden, nämlich 74 Tage nach der Verpflanzung, als das Zurückbleiben einzelner Pflanzen anfing, sich entschieden auszusprechen (das Gewicht der kleinen Pflanzen betrug hier etwa $\frac{1}{4}$ von dem der großen), und 96 Tage nach der Verpflanzung. Die kräftig wachsenden Pflanzen hatten zu dieser Zeit etwa das 10fache Gewicht von den zur Untersuchung verwendeten, kümmerlich entwickelten erreicht.

Die Zusammensetzung der Blätter zeigte wenig Schwankungen, was erklärlich ist, da die Blätter ihren Bedarf an Mineralstoffen den Wurzeln entnehmen und in denselben jeder Zeit den nöthigen Vorrath an solchen vorfinden; nur war der Gehalt an Eisen und an Kieselsäure in den minder entwickelten Pflanzen durchgängig etwas höher, als in den kräftigen.

Die Analysen ergaben:

Turnipsblätter, 74 Tage nach der Verpflanzung.

	100 Trockensubstanz enthalten:		100 Mineralsubstanz enthalten:	
	große Pflanzen.	kleine Pflanzen.	große Pflanzen.	kleine Pflanzen.
Eisenoxyd	0,62	1,08	3,68	5,51
Kalk	5,24	6,05	31,14	30,69
Magnesia	0,78	0,90	4,66	4,59
Kali	4,86	5,36	28,85	27,19
Natron	0,94	1,11	5,59	5,62
Phosphorsäure	1,14	1,14	6,76	5,79
Schwefelsäure	1,41	1,59	8,38	8,07
Chlor	1,32	1,60	7,84	8,12
Kieselsäure	0,82	1,23	4,87	6,25
	17,13	20,06	101,77	101,83
Sauerstoff (dem Chlor aeq.)	0,30	0,36	1,77	1,83
Gesammte Mineralstoffe	16,83	19,70	100,00	100,00

Da sich nur so geringe Differenzen ergaben, begnügte ich mich, fernerhin nur einzelne Bestandtheile in der Asche zu bestimmen und den Gehalt derselben auf 100 Theile von Sand, Kohle und Kohlensäure freier Asche zu berechnen.

Turnipsblätter, 96 Tage nach der Verpflanzung.

100 Asche (frei von Sand, Kohle und Kohlensäure) enthalten:

	große Pflanzen.	kleine Pflanzen.
Eisenoxyd	0,95	3,61
Kalk	34,15	33,78
Magnesia	4,75	4,90
Kali	24,89	26,70
Natron	6,08	7,74
	70,82	76,73

Es spricht sich also bei den älteren, in ihrem Gewicht beträchtlich mehr von einander abweichenden Pflanzen noch entschiedener aus, daß der Eisengehalt in den Blättern der kümmernden Pflanzen ein überwiegender ist. Der Gehalt der Aschen an den übrigen Basen, jede derselben für sich betrachtet, läßt nicht sehr erhebliche Differenzen erkennen, doch ist es auffällig, daß die Gesammtmenge der Basen in den Aschen der Blätter von kleinen Pflanzen größer ist, als in den Blätteraschen der kräftig entwickelten.

Größere Differenzen ergaben sich bei der Analyse der Wurzelaschen, namentlich bei den älteren in der Größe mehr von einander abweichenden Pflanzen, wie die folgenden Zahlen erkennen lassen.

Turnips-Wurzeln.

100 Theile Asche (frei von Sand, Kohle und Kohlensäure) enthielten:

	74 Tage nach der Verpflanzung.		96 Tage nach der Verpflanzung.	
	große Wurzeln.	kleine Wurzeln.	große Wurzeln.	kleine Wurzeln.
Eisenoxyd	1,96	2,45	1,83	3,65
Kalk	8,37	8,84	10,00	8,30
Magnesia	4,07	4,41	4,14	5,07
Kali	42,25	40,98	46,13	38,48
Natron	9,48	8,84	10,00	10,77
	66,13	65,52	72,10	66,27

Es ergiebt sich, daß die kleinen Pflanzen wie in den Blättern, so auch in den Wurzeln an Eisen reicher sind; dagegen sind die Wurzel-

aschen der kleinen Pflanzen beträchtlich ärmer an Kali, als die Wurzelaschen der kräftig entwickelten. Dies stellt sich wenigstens bei den in der späteren Periode geernteten Pflanzen deutlich heraus. —

Da der Kaligehalt des Bodens, in dem die Turnipspflanzen gewachsen waren (wie sich aus der oben mitgetheilten Bodenanalyse ergiebt), ein verhältnißmäßig nicht geringer ist, so muß wohl angenommen werden, daß die physikalische Beschaffenheit der Entwickelung der Wurzeln ein Hinderniß entgegensetzt, letzteren nicht gestattet, der Nahrung nachzugehen.

Die Gesammtmenge der Basen ist in den Wurzelaschen der verkümmerten Pflanzen beträchtlich geringer, als in denen der kräftig vegetirenden.

Ueber den Einfluß, welchen eine höhere oder niedere Bodentemperatur auf den Verwitterungs- und Verwesungsproceß in der Ackererde ausübt

von

Dr. Ed. Peters,

Chemiker der Station Kuschen bei Schmiegel (Posen).

Es ist in neuerer Zeit mehrfach die Frage ventilirt worden, ob der Verwitterungsproceß in höheren oder niederen Breitengraden am intensivesten sei. Nach Prof. Varrentrapp, welcher dieses der Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe in Braunschweig zur Erörterung vorgelegte Thema einleitete, fehlen zur genauen Beurtheilung der Größe der jährlichen Verwitterung noch die Unterlagen. Er ist jedoch geneigt, aus dem Verhalten von Bauwerken und Kunstgegenständen in nördlicheren Ländern eine relativ schnellere Verwitterung anzunehmen. Als mechanisches Mittel zur Zertrümmerung der festen Gesteine ist vor Allem der Wechsel der Temperatur thätig, namentlich wirkt dieser Wechsel von Kälte und Wärme zerstörend auf die Gesteine ein, indem er sich dem Wasser mittheilt und das abwechselnde Gefrieren und Aufthauen, Zusammenziehen und Wiederausdehnen desselben bedingt. Die mechanische Verwitterung — die Zertrümmerung gleich zusammengesetzter Gesteine

— muß hiernach in nördlicheren Gegenden rascher vor sich gehen, als in südlicheren, in denen die Temperatur sich selten oder nie bis zum Gefrierpunkte des Wassers erniedrigt. Dem widerspricht jedoch die bekannte Erfahrung, daß der nordische Granit sich durch langsames Verwittern auszeichnet, und daß die vegetationsfähige Bodenschicht im Allgemeinen in nördlicheren Ländern von geringerer Mächtigkeit ist, als in südlicheren.

Für den Landwirth ist der chemische Verwitterungsproceß von vorwiegender Wichtigkeit. Der Ackerboden bildet bereits eine fein zertheilte, grus- oder sandförmige bis pulverige Masse, deren Bestandtheile weniger durch mechanische, als durch chemische Kräfte in den für die Aufnahme durch die Pflanzenwurzel nothwendigen löslichen Zustand übergeführt werden. Hierbei ist besonders die im Regenwasser enthaltene und in der Ackererde selbst durch Verwesung ihrer organischen Bestandtheile in großer Menge sich bildende Kohlensäure, nächstdem auch die durch electrische Entladungen in der Atmosphäre gebildete Salpetersäure thätig. Da die Zersetzung der organischen Stoffe in höherer Temperatur rascher vor sich geht, und auch die üppigere Vegetation südlicherer Länder dem Erdboden eine größere Menge von Pflanzenüberresten einverleibt, so wird sich dort auch die relative größere Menge von Kohlensäure bilden. Für die Bildung von Salpetersäure aus den Bestandtheilen der Atmosphäre ist in südlicheren Ländern ebenfalls häufiger Gelegenheit. Und dem entsprechend muß auch die chemische Verwitterung — das Löslichwerden der Mineralbestandtheile — in niederen Breitengraden rascher vor sich gehen, als in höheren.

Die Intensität des Verwesungsprozesses, d. h. des Ueberganges pflanzlicher und thierischer Körper in lösliche und gasförmige Stoffe, steigt und fällt mit der Temperatur. Bei zu geringer Temperatur hört die Zersetzung der organischen Stoffe ganz auf, wie man dies ja genugsam im Winter an den gefrorenen Leichen kleiner Thiere beobachten kann. In südlichen Ländern existiren keine Torfmoore, weil die rasche Zersetzung der organischen Stoffe ihre Bildung verhindert.

Durch die nachfolgenden, auf Veranlassung des Herrn Hofrath Stöckhardt in Tharand begonnenen Untersuchungen sollte ein Beitrag zur genaueren Erkenntniß des Verlaufs der Verwitterungs- und Verwesungsprocesse bei niederer und höherer Bodentemperatur geliefert werden. Es wurde beabsichtigt, die Versuche in doppelter Weise aus-

zuführen, einmal sollten die vegetationslosen Erden für sich einer gesteigerten Wärme ausgesetzt werden, bei der zweiten Versuchsreihe sollte in den gleichbehandelten Erden eine Vegetation stattfinden. Durch meinen Abgang von Tharand kam einstweilen nur die letztere dieser beiden Versuchsreihen zur Ausführung, deren Resultate ich hier mittheile. Allerdings würden diese bei weitem interessanter werden, wenn man sie mit dem Verhalten gleichbehandelter, culturloser Erden vergleichen könnte, sie gewähren jedoch auch so ein mehrseitiges Interesse.

Die Ausführung der Versuche geschah in folgender Weise: Eine größere Menge eines sandigen Lehmbodens wurde mit etwas Flußsand (Grus von Gneiß, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Phorphyr, Magneteisenstein u. s. w.) durch Sieben und Umschaufeln genau gemengt und mit der Mischung zwei Kästen angefüllt, deren jeder ungefähr 25 Kilogramm Erde faßte. Die übrigbleibende Erdhälfte wurde mit 10 Proc. feuchten Humus' — verwesendem Holz aus hohlen Buchen und Weiden — versetzt und mit dieser Erdmischung ebenfalls zwei Kästen von derselben Größe angefüllt. Die rohe Erde enthielt nur eine geringe Menge organischer Stoffe (Glühverlust = 2,920 Proc.), der Zusatz von Buchenerde sollte den Humusgehalt erhöhen. Ich wählte die Buchenerde hierzu, weil alle anderen Humusstoffe, welche man sich in größerer Menge verschaffen kann, z. B. verwesende Baumblätter, Torf, künstlich dargestellte Humussäuren u. s. w. durch ihre meistens stark saure Reaction das Pflanzenwachsthum beeinträchtigen. Die Buchenerde ist hingegen völlig neutral. Diese Eigenschaft macht sie zu einem schätzbaren Material, um den Humusgehalt in Erden, welche zu Culturversuchen dienen sollen, zu erhöhen. Die Kästen wurden auf einen Balcon vor dem Fenster des akademischen Laboratoriums placirt, wo sie vor Regen ziemlich geschützt waren. In je einem der mit den beiden Erdmischungen gefüllten Kästen wurde durch eine besondere Vorrichtung die Bodentemperatur gesteigert. Die Kästen waren aus Zinkblech verfertigt, sie hatten doppelte Seitenwandungen und einen doppelten Boden. In den Zwischenraum der beiden Wandungen war ein mehrfach hin- und hergeleitetes, allmählig ansteigendes Röhrensystem eingelegt, dessen beide Enden durch die äußere Kastenwand und durch eine Blechtafel hindurch gingen, welche letztere anstatt der Glasscheibe in den Fensterrahmen eingesetzt worden war. Im Zimmer mündeten die beiden Röhrenenden in einen kleinen cylindrischen Blechkessel. Der Kessel und die Röhren wurden mit Wasser

angefüllt, welches durch eine unter den Kessel gestellte Spiritusflamme erhitzt wurde. Auch der Raum zwischen den beiden Kastenwandungen wurde mit Wasser gefüllt. Das durch die Erwärmung in dem Kessel specifisch leichter gewordene Wasser circulirte in dem Röhrensysteme und erwärmte zunächst das die Röhren von außen umgebende Wasser, von dem die Wärme wiederum auf die Kastenwände und die in dem Kasten befindliche Erde übertragen wurde. Das hierdurch wieder abgekühlte Wasser floß durch die entgegengesetzte Röhrenwandung in den Kessel zurück. Um einem Wärmeverlust durch die Ausstrahlung nach außen möglichst vorzubeugen, wurden die Zinkkästen in etwas weitere Holzkästen gestellt, und der Raum zwischen beiden mit schlechten Wärmeleitern ausgefüllt. In die Zinkkästen wurde noch ein mehrfach durchlöchertes Zinkblech als falscher Boden so eingelegt, daß zwischen diesem und dem eigentlichen Boden etwas Raum blieb, welcher mit der äußern Luft in Verbindung stand; hierdurch sollte die Luftcirculation in dem Erdboden befördert werden. Die Erde der beiden anderen Kästen unterlag nur der Einwirkung der herrschenden Lufttemperatur. In die Mitte aller vier Kästen wurden Thermometer eingestellt, und es wurde die Erwärmung so regulirt, daß die Temperatur in den beiden erwärmten Erden 8—10 ° C. höher war, als in den correspondirenden beiden anderen Kästen. Ich bemerke hierbei noch, daß eine constante Erhöhung der Bodentemperatur durch den Zusatz von Humus nicht beobachtet werden konnte, wahrscheinlich würden genauere Instrumente (die von mir benutzten Thermometer zeigten nur halbe Grade an) diese Erhöhung der Bodenwärme nachgewiesen haben.

Nachdem die Kästen so vorgerichtet waren, wurden in die Erden eine gleiche Anzahl junger Keimpflanzen von Lupinen, Raps, Hafer und Mais eingepflanzt, außerdem wurde in jeden Kasten als Untersaat noch eine bestimmte Menge Grassamen eingesäet. Alle Pflanzen gingen gut an, das Begießen erfolgte, so oft es nothwendig wurde, mit destillirtem Wasser. Während der Vegetationszeit zeigte es sich, daß die allerdings sehr bedeutende Steigerung der Bodentemperatur für einige Pflanzen unzuträglich war. Grade die Lupinenpflanzen, von denen man es am wenigsten hätte erwarten sollen, da sie ja aus einem wärmeren Lande stammen, gingen sammt und sonders in den erwärmten Erden bald wieder ein. Auch der Hafer entwickelte sich nicht normal, er zeigte namentlich eine große Schlaffheit des Stengels, die Rapspflanzen wur-

den schon jung von Raupen theilweise zerfressen und daher mit den Lupinen aus allen Kästen wieder entfernt. Die Grasvegetation zeigte nur geringe Unterschiede, in den erwärmten Erden sah das Gras etwas vergilbt aus, es war länger, aber weniger steif, dagegen entwickelten sich die Maispflanzen in den erwärmten Erden sehr üppig, vorzugsweise in der mit Humus versetzten Erde. Bei der Vergleichung der Vegetation in den mit Humus versetzten Erden, gegenüber den humusärmeren stellte sich ein bedeutender Unterschied heraus; die in den humusreicheren Erden gewachsenen Pflanzen zeigten einen normalen Habitus, durch ihre sattgrüne Farbe, durch breite, steife Blätter zeichneten sie sich vor den in den humusärmeren Erden gewachsenen Pflanzen aus, die weniger sattgrün gefärbt waren und schmälere, schlaffere Blätter trugen. Die in humusarmer erwärmter Erde gezogenen Pflanzen zeigten namentlich ein bleiches, vergilbtes Aussehen. Die evidente Verschiedenartigkeit in dem Habitus der in den beiden nur in ihrem Humusgehalt verschiedenen Erdmischungen gewachsenen Pflanzen deutet auf die Wichtigkeit der im Boden enthaltenen organischen Stoffe für die Vegetation hin. Auffällig war mir, daß die Stengel der in den humusreicheren Erden wachsenden Maispflanzen an den unteren Internodien sich violettroth färbten, ja diese Färbung erstreckte sich bis auf die unteren Blattscheiden, während in den humusärmeren Erden die Pflanzen entweder ganz grün waren, oder doch nur einen kaum merklichen rothen Anflug des Stengels zeigten. Ich habe im vergangenen Sommer eine andere Reihe von Versuchen mit Maispflanzen, welche in wässrigen Nährstofflösungen vegetirten, ausgeführt; bei diesen Pflanzen trat die Färbung des Stengels ebenfalls stets ein, sobald der Nährstofflösung eine lösliche Humusverbindung zugesetzt wurde. Ich schließe hieraus, daß es von den Pflanzen aufgenommene Humusstoffe waren, welche die Färbung bedingten. Die Maispflanze wäre hiernach im Stande, lösliche Humusverbindungen direct aufzunehmen.

Bei meinem Abgange von Tharand mußte der beschriebene Vegetationsversuch, nachdem er drei Monate gedauert hatte, unterbrochen werden. Die Pflanzen hatten bei der Ernte ihren Lebenscyclus jedoch noch nicht abgeschlossen. Die Wurzelreste wurden bei der Ernte so vollständig als irgend möglich aus den Erden entfernt und dem oberirdischen Pflanzentheile hinzugefügt; dann wurden die Erden und die geernteten Pflanzen analysirt. Da es sich bei der chemischen Unter-

suchung der Erden hauptsächlich um eine Vergleichung in dem Gehalte der Erden handelte, welche zu den Versuchen gedient hatten, gegenüber den rohen Erden, von denen eine Portion zurückbehalten und während der Dauer des Vegetationsversuchs im getrockneten Zustande in Gläsern aufbewahrt worden war, so wurde bei der Analyse auf eine möglichst gleichmäßige Behandlung Rücksicht genommen.

Die chemische Untersuchung der Erden betraf:

1. den Gehalt an in destillirtem Wasser löslichen Bestandtheilen,
2. den Gehalt an in verdünnter Salzsäure löslicher Pflanzennährstoffen,
3. den Gehalt an Humus und den Bestandtheilen desselben,
4. den Gehalt an Ammoniak und Salpetersäure.

Die geerntete Pflanzenmasse wurde grün gewogen, bei 110° C. getrocknet, und dann darin der Gehalt an Mineralstoffen und an Stickstoff bestimmt. Von der Ernte aus der rohen nicht erwärmten Erde wurde eine vollständige Elementaranalyse ausgeführt. Die Angaben für die Aschenmengen, wie für die Zusammensetzung der Aschen beziehen sich auf den durch Einäscherung der Pflanzen in der Muffel erhaltenen Rückstand.

Untersuchung der geernteten Pflanzenmassen.

Das Gewicht der geernteten Pflanzen betrug für die Wurzeln und den oberirdischen Theil zusammen:

	Nichterwärmte Erde.		Erwärmte Erde.	
	Humusarm.	Humusreich.	Humusarm.	Humusreich.
Im grünen Zustande	1708 Grm.	3230 Grm.	2236 Grm.	4370 Grm.
Im trocknen Zustande	275 =	511 =	318 =	607 =

Die grüne Pflanzensubstanz enthielt:

Wasser	83,90 %	84,18 %	85,78 %	86,10 %
Trockensubstanz . .	16,10 =	15,82 =	14,22 =	13,90 =
Asche, frei von Sand und Kohlensäure .	2,092 %	1,653 %	1,397 %	1,159 %
Sand u. Kohlensäure	0,711 =	0,473 =	0,441 =	0,426 =
Gesammtmenge des Verbrennungsrückstandes	2,803 =	2,126 =	1,838 =	1,585 =

Nach Abzug des Sandes und der Kohlensäure hatten die Aschen folgende procentische Zusammensetzung:

	Die Pflanzen waren gewachsen in			
	nicht erwärmter		erwärmter	
	humusarmer Erde.	humusreicher Erde.	humusarmer Erde.	humusreicher Erde.
Kieselsäure	21,352	13,628	15,789	17,355
Kalk	14,342	12,773	17,875	9,938
Magnesia	0,899	1,543	0,717	1,343
Kali	36,103	37,950	39,544	39,929
Natron	4,812	10,975(?)	2,336	4,901
Schwefelsäure . . .	5,551	5,293	6,566	7,607
Phosphorsäure . .	8,217	9,332	9,508	12,123
Eisenoxyd und Manganoxyduloxyd . . .	2,470	4,226	2,036	2,902
Chlor	7,684	5,504	6,849	5,154
Summe	101,430	101,224	101,220	101,252
Das dem Chlor entsprechende Aequiv. Sauerstoff abgezogen mit .	1,733	1,242	1,545	1,163
bleibt Rest	99,697	99,982	99,675	100,089

In der gesammten Pflanzenmasse waren hiernach folgende Mengen von Mineralstoffen enthalten aus der

	nicht erwärmten		erwärmten	
	humusarmen Erde.	humusreichen Erde.	humusarmen Erde.	humusreichen Erde.
Kieselsäure . .	7,631 Grm.	7,282 Grm.	4,932 Grm.	8,777 Grm.
Kalk	5,126 =	6,827 =	5,584 =	5,026 =
Magnesia . .	0,322 =	0,823 =	0,226 =	0,680 =
Kali	12,903 =	20,282 =	12,354 =	20,189 =
Natron . . .	1,719 =	5,866 =(?)	0,728 =	2,477 =
Schwefelsäure .	1,983 =	2,831 =	2,051 =	3,842 =
Phosphorsäure .	2,937 =	4,982 =	2,970 =	6,130 =
Eisenoxyd und Manganoxyduloxyd	0,883 =	2,259 =	0,636 =	1,469 =
Chlor . . .	2,747 =	2,943 =	2,140 =	2,604 =
Summe . . .	36,251 =	54,095 =	31,621 =	51,194 =
Das dem Chlor entsprechende Sauerstoffäquivalent abgezogen mit	8,619 =	0,664 =	0,483 =	0,587 =
bleibt Rest . .	35,632 =	53,431 =	31,138 =	50,607 =
Sand und Erde*)	12,136 =	15,269 =	9,860 =	18,635 =

*) Die Wurzeln waren nur durch Absieben gereinigt worden.

Die Elementarzusammensetzung der geernteten Pflanzensubstanz wurde nur bei der in humusarmer, nicht erwärmter Erde gewachsenen bestimmt. Die procentische Zusammensetzung war:

	Aschehaltige Substanz.	Aschefreie Substanz.
Kohlenstoff	39,93	48,35
Wasserstoff	5,72	6,92
Stickstoff .	1,02	1,24
Sauerstoff	35,92	43,49
Asche . .	17,41	—
	100,00	100,00

Der Gehalt an Stickstoff wurde in allen vier Ernten bestimmt und dafür gefunden:

	Aus nicht erwärmter humusarmer Erde.	Aus nicht erwärmter humusreicher Erde.	Aus erwärmter humusarmer Erde.	Aus erwärmter humusreicher Erde.
In 100 Theilen . . .	1,021	1,202	1,260	1,312
In der Gesammtmasse	2,81 Grm.	6,14 Grm.	3,82 Grm.	7,96 Grm.

Die Pflanzensubstanz war hiernach in den erwärmten Erden etwas reicher an Wasser, dagegen etwas ärmer an Mineralstoffen, als in den nicht erwärmten Erden. Der Stickstoffgehalt war in den erwärmten Erden ebenfalls etwas höher geworden, als in den in nicht erwärmten Erden gezogenen Pflanzen. Stöckhardt hat schon vor längerer Zeit beim Hafer die Abhängigkeit des Stickstoffgehalts von dem Verhalten des Bodens gegen Wärme und Feuchtigkeit nachgewiesen; in dem vorherrschend naßkalten Jahre 1851 wurde der stickstoffreichste Hafer bei dem geringsten Maße von Feuchtigkeit und dem größten von Wärme im Boden erzeugt. Das natürliche Erwärmungsvermögen der Bodenarten beförderte ebenso wie bei meinen Versuchen die künstliche Steigerung der Bodentemperatur, die Assimilation des Stickstoffs und die Bildung von Proteinsubstanzen. Aus der Zusammensetzung der Aschen Schlüsse zu ziehen unterlasse ich, da bekanntlich die Aschen von zwei Pflanzen derselben Species, wenn sie unter verschiedenen Bedingungen gewachsen sind, oft sehr bedeutende Unterschiede in ihrer Zusammensetzung zeigen, ohne daß diese große Verschiedenheit in dem

Mineralstoffgehalte sich in dem äußeren Habitus der Pflanze und in ihren näheren organischen Bestandtheilen bemerkbar machte.

Die in Wasser löslichen Bestandtheile der Erden.

Aus dem bekannten Verhalten der Ackererde, gelöste Stoffe zu absorbiren, ergiebt sich, daß reines Wasser nur eine geringe Menge der im Boden enthaltenen Mineralstoffe zu lösen vermag. Es ist unmöglich, einen Boden, welcher irgend beträchtliche Mengen von Kali, von Ammoniak und von Phosphorsäure enthält, durch reines Wasser zu erschöpfen, wenn man nicht ganz enorme Wassermengen anwenden will. Da jedoch die Untersuchungen über die Absorptionskraft der Erde gezeigt haben, daß die aus einem Erdboden in Wasser sich lösenden Mengen bis zu einem gewissen Grade von dem Gehalte der Erde an absorbirten Stoffen abhängig sind, so schien mir die Bestimmung der durch eine ganz gleichmäßige Behandlung aus den verschiedenen Erden sich lösenden Bestandtheile immerhin von Interesse. Zur Bestimmung derselben wurden größere Mengen der Erden mit dem 2½fachen ihres Gewichtes an destillirtem Wasser bei gewöhnlicher Temperatur 48 Stunden lang digerirt, die Lösung abfiltrirt, und der Rückstand mit einem der ersten Menge gleichen Wasserquantum ausgewaschen. Die erhaltenen klaren Auszüge wurden gemischt und ein Theil derselben gesondert, nach Zusatz von etwas Oxalsäure, zur Trockne verdunstet; dieser Theil diente zur Bestimmung des löslichen Stickstoffs. Der übrige Theil des Wasserauszugs wurde zuerst über freiem Feuer eingeengt und dann in Platinschalen im Wasserbade zur Trockne gebracht. Da hierbei, der Zersetzung der mitgelösten organischen Stoffe halber, kaum ein Zeitpunkt zu erreichen ist, in welchem der Rückstand keine Gewichtsabnahme mehr zeigt, so wurde die Austrocknung als beendet angesehen, wenn das Gewicht der Schalen sich in einer Viertelstunde nur noch um 0,01 bis 0,015 Grm. verminderte. Der Rückstand wurde sodann in der Muffel bei gelinder Wärme eingeäschert und die einzelnen Mineralstoffe in bekannter Weise bestimmt.

Um die erhaltenen Resultate übersichtlicher zu machen, habe ich sie auf die ganze in den Kästen enthaltene Erdmenge berechnet und theile ich hier nur diese umgerechneten Zahlen mit.

25 Kilogramm Erde enthielten an in Wasser löslichen Bestandtheilen:

	Die rohen Erden.		Die Erden, welche Pflanzen getragen hatten.			
			Nicht erwärmt.		Erwärmt.	
	Humusarm.	Humusreich.	Humusarm.	Humusreich.	Humusarm.	Humusreich.
Kieselsäure . .	1,400 Gr.	1,375 Gr.	0,400 Gr.	0,400 Gr.	0,250 Gr.	0,450 Gr.
Kalk	4,590 „	5,150 „	2,540 „	1,350 „	3,135 „	4,600 „
Magnesia . .	0,060 „	0,092 „	0,065 „	0,065 „	0,050 „	0,100 „
Kali	0,980 „	2,275 „	0,440 „	0,700 „	0,690 „	1,690 „
Natron . . .	1,290 „	1,910 „	0,055 „	1,180 „	1,062 „	0,680 „
Schwefelsäure .	1,605 „	3,295 „	0,480 „	0,890 „	2,195 „	2,735 „
Phosphorsäure .	0,078 „	0,110 „	?	0,125 „	?	?
Eisenoxyd u. Manganoxyduloxyd	—	0,052 „	—	—	—	—
Chlor	1,430 „	1,980 „	1,230 „	1,965 „	0,990 „	1,310 „
Summe . . .	11,433 Gr.	16,239 Gr.	5,210 Gr.	6,675 Gr.	8,372 Gr.	11,565 Gr.
Das dem Chlor entsprechende Sauerstoffäquivalent abgezogen mit . .	0,322 „	0,447 „	0,280 „	0,443 „	0,223 „	0,295 „
Bleibt Rest . .	11,111 Gr.	15,792 Gr.	4,930 Gr.	6,232 Gr.	8,149 Gr.	11,270 Gr.
Der Glührückstand betrug .	12,051 Gr.	16,520 Gr.	5,490 Gr.	7,800 Gr.	8,600 Gr.	11,500 Gr.
Organische Stoffe waren gelöst .	9,450 „	11,950 „	5,550 „	8,200 „	7,750 „	7,000 „
Stickstoff . . .	0,303 „	0,498 „	0,112 „	0,193 „	0,143 „	0,158 „

Da die Pflanzen die beim Beginnen des Versuchs im löslichen Zustande in den Erden enthaltenen, sowie die während ihrer Vegetationszeit löslich gewordenen Stoffe größtentheils assimilirt haben, so bekommt man erst eine genauere Uebersicht über den Gang der Verwitterung, wenn man die in den Pflanzen enthaltenen Stoffe den noch im löslichen Zustande in den entsprechenden Erden zurückgebliebenen zuaddirt. In der folgenden Tabelle sind die hieraus sich ergebenden Summen (a) und die durch den Verwitterungs- und Verwesungsproceß unter Mitwirkung der Assimilationsthätigkeit der Pflanzen löslich gewordenen Mengen (b) zusammengestellt. Letztere sind durch Subtraction des Gehalts der rohen Erden von der Gesammtsumme (a) erhalten. Bemerkt sei hierbei noch, daß allerdings, wie ich mir nicht verhehle, durch die Behandlung mit der angegebenen Wassermenge nicht die ganze Menge der in den Erden in einem den Pflanzen zugänglichen Zustande enthaltenen Stoffe gelöst worden sind, da aber die Behandlung der Erden eine gleiche war, so nehme ich an, wofür auch anderweite Untersuchungen sprechen, daß der Gehalt an assimilirbaren Nährstoffen, welche durch eine dem fünffachen

Gewicht der Erden entsprechende Wassermenge nicht gelöst wurden, in einem bestimmten Verhältnisse zu den gelösten Stoffen stehen, so daß die ungelöst gebliebenen Mengen sich gegenseitig, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, compensiren. Die folgende Berechnung der gelösten Stoffe ist hiernach etwas zu günstig, indeß ist man bis jetzt noch nicht im Stande, die in einer Erde den Pflanzen zugänglichen Stoffe genauer zu bestimmen. Zur besseren Vergleichung sollte eben eine zweite Versuchsreihe mit Erden ohne Vegetation dienen, an deren Ausführung mich aber die Verhältnisse bis jetzt verhindert haben.

	Rohe Erden ohne Vegetation.		Erden, in denen Pflanzen gezogen waren. Nicht erwärmt.			
	Humusarm.	Humusreich.	Humusarm.		Humusreich.	
			a.	b.	a.	b.
Kieselsäure . .	1,400 Gr.	1,375 Gr.	8,031 Gr.	6,631 Gr.	7,682 Gr.	6,307 Gr.
Kalk	4,590 „	5,150 „	7,666 „	3,076 „	8,177 „	3,027 „
Magnesia . .	0,060 „	0,092 „	0,387 „	0,327 „	0,888 „	0,796 „
Kali	0,980 „	2,275 „	13,343 „	12,363 „	20,982 „	18,707 „
Natron . . .	1,290 „	1,910 „	1,774 „	0,484 „	7,046 „?	5,136 „?
Schwefelsäure .	1,605 „	3,295 „	2,463 „	0,858 „	3,721 „	0,426 „
Phosphorsäure .	0,078 „	0,110 „	2,937 „	2,859 „	5,107 „	4,997 „
Chlor	1,430 „	1,980 „	3,977 „	2,547 „	4,908 „	2,928 „

	Erden, in denen Pflanzen gezogen waren. Erwärmt.			
	Humusarm.		Humusreich.	
	a.	b.	a.	b.
Kieselsäure . .	5,182 Gr.	3,782 Gr.	9,227 Gr.	7,852 Gr.
Kalk	8,719 „	4,129 „	9,629 „	4,476 „
Magnesia . . .	0,276 „	0,216 „	0,780 „	0,688 „
Kali	13,044 „	12,064 „	21,879 „	19,604 „
Natron . . .	1,790 „	0,500 „	3,157 „	1,247 „
Schwefelsäure .	4,246 „	2,641 „	6,577 „	3,282 „
Phosphorsäure .	2,970 „	2,892 „	6,130 „	6,020 „
Chlor	3,130 „	1,700 „	3,914 „	1,934 „

Aus diesen Zahlen ergiebt sich Folgendes:

1. In dem kurzen Zeitraume der Dauer des Versuchs ist eine sehr bedeutende Menge von Mineralstoffen löslich geworden. Die höchsten Angaben beziehen sich auf das Kali, die Phosphorsäure, die Kieselsäure und den Kalk, weil diese Stoffe von den Pflanzen in größester Menge aufgenommen wurden. Von den drei erstgenannten Stoffen wissen wir, daß sie in hohem Grade der Absorptionskraft der

Erden unterliegen, aus den rohen Erden konnten sich daher nur geringe Mengen dieser Stoffe lösen, während die für die Aufnahme der Nährstoffe durch die Pflanzen geltenden Gesetze den Pflanzen eine größere Menge hiervon zugänglich machten. Alle Pflanzennährstoffe scheinen in der Ackererde je nach der chemischen und physikalischen Constitution derselben mehr oder minder der Absorptionskraft zu unterliegen, die absorbirten Stoffe sind jedoch durch die Absorption den Pflanzen nicht völlig entzogen, sondern sie werden denselben nur sparsamer zugetheilt. Die Erfahrungen aus der landwirthschaftlichen Praxis deuten jedoch darauf hin, daß in manchen Bodenarten das Löslichwerden der absorbirten Stoffe so langsam vor sich geht, daß die löslich werdenden Mengen nicht zur Ernährung der Culturpflanzen ausreichen, während alle Mittel, welche die Auflösung der absorbirten Stoffe fördern, auch das Pflanzenwachsthum entsprechend vergrößern.

2. Die Pflanzen vermochten bei weitem größere Mengen von Mineralstoffen aus den Erden aufzunehmen, als durch die angewendete Wassermenge daraus gelöst wurden. Es darf dies nicht befremden, da die in der Ackererde stattfindenden Vorgänge — die Einwirkung der Bodenfeuchtigkeit, welche Kohlensäure, Humussäuren und Salze gelöst enthält — einerseits auf die assimilirbar vorhandenen Bodenbestandtheile voraussichtlich von stärker lösendem Einflusse sein müssen, als die nur kurze Behandlung der Erden mit destillirtem Wasser; andererseits sind aber unlösliche Bodenbestandtheile durch diese Vorgänge in lösliche Verbindungen übergeführt worden. Es ist nicht möglich zu bestimmen, welcher Theil der gelösten Stoffe vorher in der Ackererde mechanisch gebunden (absorbirt) und welcher Theil chemisch gebunden in den Erden enthalten war.

3. Die Erwärmung hat in der humusarmen Erde die Verwitterung nur wenig befördert, bei der humusreicheren Erde sind dagegen fast alle Pflanzennährstoffe durch die Erhöhung der Temperatur in erheblich größerer Menge gelöst worden.

4. Der Humuszusatz hat bei gewöhnlicher Temperatur nur die löslichen Mengen von Kali und Phosphorsäure namhaft erhöht; bei erhöhter Temperatur wirkte er dagegen auf fast alle mineralischen Pflanzennährstoffe lösend ein. In beiden Fällen sind es vorzugsweise das Kali und die Phosphorsäure, deren lösliche Mengen durch den Humuszusatz vergrößert wurden, die Löslichkeit des Kalks wurde wenig erhöht, wahr-

scheinlich war der Kalk größtentheils als Gyps in der Erde enthalten, oder der durch die zersetzende Wirkung der Kohlensäure aus den Silikaten des Bodens gebildete kohlensaure Kalk setzte sich wenigstens später mit den schwefelsauren Salzen des Erdbodens um.

Die in verdünnter Salzsäure löslichen Bestandtheile der Erden.

Die mit Wasser ausgezogenen Erden wurden wieder getrocknet und ein Theil davon mit dem Vierfachen seines Gewichts an verdünnter Salzsäure (1 Th. Salzsäure von 1,18 sp. G. und 3 Th. Wasser) eine Stunde in der Wärme digerirt und dann unter Zusatz von etwas Salpetersäure bis zum Kochen erhitzt, um etwa vorhandenes Eisenoxyduloxyd in Oxyd überzuführen. Die abfiltrirte Flüssigkeit wurde zur Trockne verdampft, um die Kieselsäure abzuscheiden, und dann die übrigen Bestandtheile ermittelt.

25 Kilogramm Erde enthielten an in verdünnter Salzsäure löslichen Bestandtheilen:

	Rohe Erden ohne Pflanzen.		Erden, in denen Pflanzen gezogen waren.			
			Nicht erwärmt.		Erwärmt.	
	Humusarm.	Humusreich.	Humusarm.	Humusreich.	Humusarm.	Humusreich.
Kieselsäure . .	33,750 Gr.	31,750 Gr.	35,500 Gr.	34,000 Gr.	35,500 Gr.	36,250 Gr.
Kalk.	39,750 „	57,250 „	48,250 „	62,000 „	49,250 „	60,000 „
Magnesia . . .	20,500 „	34,250 „	20,000 „	36,750 „	22,250 „	36,000 „
Kali	17,250 „	22,250 „	10,000 „	9,420 „	9,300 „	11,250 „
Natron	2,500 „	3,250 „	1,000 „	1,760 „	1,800 „	0,620 „
Schwefelsäure	4,200 „	7,030 „	2,400 „	4,200 „	3,775 „	4,125 „
Phosphorsäure	22,500 „	23,750 „	23,000 „	21,860 „	21,250 „	23,750 „

Zur besseren Uebersicht der in den löslichen Zustand übergeführten Mineralstoffmengen gebe ich auch für diese Stoffe eine Zusammenstellung, in welcher unter a die Mineralbestandtheile der Ernten, die in Wasser löslichen Bodenbestandtheile und die in Salzsäure löslichen Stoffe zusammenaddirt sind; unter b sind die löslich gewordenen Mengen aufgeführt; diese Zahlen sind gefunden durch Subtraction der in den rohen Erden enthaltenen Mengen an in Wasser und Salzsäure löslichen Stoffen von der unter a angegebenen Gesammtmenge.

	Rohe Erden ohne Pflanzen.		Erden, in denen Pflanzen gezogen waren. Nicht erwärmt.			
	Humusarm.	Humusreich.	Humusarm.		Humusreich.	
			a.	b.	a.	b.
Kieselsäure . .	35,150 Gr.	33,125 Gr.	43,531 Gr.	8,381 Gr.	41,682 Gr.	8,557 Gr.
Kalk	44,340 „	62,400 „	55,916 „	11,576 „	70,177 „	7,777 „
Magnesia . . .	20,560 „	34,342 „	20,387 „	—0,173 „	37,638 „	3,296 „
Kali	18,230 „	24,525 „	23,343 „	5,113 „	30,402 „	5,877 „
Natron	3,790 „	5,160 „	2,774 „	—1,016 „	8,806 „	3,646 „
Schwefelsäure.	5,815 „	10,325 „	4,863 „	—0,942 „	7,921 „	—2,404 „
Phosphorsäure	22,578 „	23,860 „	25,937 „	3,359 „	26,967 „	3,107 „

	Erden, in denen Pflanzen gezogen waren. Erwärmt.			
	Humusarm.		Humusreich.	
	a.	b.	a.	b.
Kieselsäure . .	40,682 Gr.	5,532 Gr.	45,477 Gr.	12,352 Gr.
Kalk	57,969 „	13,629 „	69,626 „	7,226 „
Magnesia . . .	22,526 „	1,966 „	36,780 „	2,438 „
Kali	22,344 „	4,114 „	33,129 „	8,604 „
Natron	3,590 „	—0,200 „	3,777 „	—1,383 „
Schwefelsäure .	8,021 „	2,216 „	10,702 „	0,377 „
Phosphorsäure	24,220 „	1,642 „	29,880 „	6,020 „

Die Betrachtung dieser Zahlenangaben lehrt:

1. Daß durch die Verwitterung auch der Gehalt der Erden an in verdünnter Salzsäure löslichen Bestandtheilen sich während der Versuchsdauer bei den meisten Stoffen bedeutend erhöht hat. Auch der Kalkgehalt hat sich hier vergrößert, vorzugsweise jedoch in den humusarmen Erden.

2. Vergleicht man die Erhöhung, welche die in Salzsäure löslichen Bodenbestandtheile einerseits und andererseits die in Wasser löslichen Stoffe, denen ich hierbei die Bestandtheile der Pflanzen hinzurechne, durch die Verwitterung erfahren haben, so zeigt dies, daß die Vorgänge in der Ackererde sich während der Vegetationszeit der Pflanzen vorzugsweise dahin geltend machten, die in Wasser löslichen Stoffe zu vermehren. Jede culturfähige Ackererde enthält große Mengen von Pflanzennährstoffen in der Form, daß sie durch verdünnte Säuren in Lösung übergeführt werden, von diesen Stoffen ist aber nur ein kleiner Theil durch Wasser ausziehbar. In der fein zertheilten Ackererde werden diese Stoffe nach und nach in Wasser löslich gemacht, Hand in Hand damit, nur relativ langsamer, geht die Ueberführung der in Säuren unauflöslichen

Silikate des Bodens in Zeolithe und andere durch Säuren zersetzbare Verbindungen.

3. Während der Vegetationszeit ist die Umwandlung der in Salzsäure löslichen Bestandtheile in Verbindungen, welche in Wasser löslich sind, stärker, als der Uebergang der in Säuren unlöslichen in durch Säuren zersetzbare Verbindungen. Die Erden sind daher nach der Ernte ärmer an manchen nur in Salzsäure löslichen Bestandtheilen, namentlich an Kali, als vorher. Während der Ruhezeit des Ackerbodens wird sich das Verhältniß wahrscheinlich wieder günstiger für die in Salzsäure löslichen Stoffe stellen; die stärkere mechanische Verwitterung wird hierzu mitwirken.

Die organischen Bestandtheile der Erden.

Zur Bestimmung der organischen Stoffe in den Erden wurden diese zunächst bei 130° C. getrocknet und sodann bis zur Zerstörung aller organischen Theile geglüht. Die geglühten Erden wurden mit einer Lösung von Ammoniumsesquicarbanat angefeuchtet, wieder getrocknet, und nochmals stark erhitzt.

Die so erhaltenen Werthe für den Humusgehalt sind auf 25 Kilogr. Erde berechnet:

Rohe Erden.		Erden, in denen Pflanzen gezogen waren.			
		Nicht erwärmt.		Erwärmt.	
Humusarm.	Humusreich.	Humusarm.	Humusreich.	Humusarm.	Humusreich.
730,00 Gr.	1231,00 Gr.	579,75 Gr.	1030,00 Gr.	440,00 Gr.	760,00 Gr.

Der Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt wurde durch Verbrennen der Erden mit Kupferoxyd nach der Methode von Bunsen bestimmt, der Stickstoffgehalt durch Verbrennen mit Natronkalk. Die genaue Bestimmung des Stickstoffs in Substanzen, welche davon einen so geringen Procenttheil enthalten, ist nicht leicht ausführbar. Ich verwendete 25—30 Grm. Erde, welche in einer Verbrennungsröhre von bedeutender Länge und Weite mit ausgeglühtem Natronkalk gemischt und dann verbrannt wurden. Das gebildete Ammoniak wurde in Salzsäure aufgefangen und als Platinsalmiak, zur Controle auch noch als metallisches Platin gewogen.*)

*) Die meisten der bis jetzt mit Ackererde ausgeführten Stickstoffanalysen können nur annähernd richtige Resultate geliefert haben, da es ja bekannt ist,

In 25 Kilogr. Erde waren enthalten:

	Rohe Erden.		Erden, in denen Pflanzen gezogen waren.			
			Nicht erwärmt.		Erwärmt.	
	Humusarm.	Humusreich.	Humusarm.	Humusreich.	Humusarm.	Humusreich.
Kohlenstoff	380,50 Gr.	664,25 Gr.	310,75 Gr.	564,00 Gr.	224,50 Gr.	385,24 Gr.
Wasserstoff	35,25 „	60,25 „	30,25 „	49,50 „	20,25 „	39,67 „
Stickstoff .	13,50 „	24,00 „	11,50 „	18,75 „	6,75 „	12,92 „
Sauerstoff	300,75 „	482,50 „	227,25 „	397,75 „	188,50 „	322,17 „

Berechnet man aus den durch Glühen gefundenen Ziffern für die organischen Stoffe der Erden die procentische Zusammensetzung der in den Erden enthaltenen Stoffe dieser Art, so ergiebt sich für diese:

	Rohe Erden.		Erden, in denen Pflanzen gezogen waren.			
			Nicht erwärmt.		Erwärmt.	
	Humusarm.	Humusreich.	Humusarm.	Humusreich.	Humusarm.	Humusreich.
Kohlenstoff	52,12	53,96	53,60	54,76	51,02	50,69
Wasserstoff	4,83	4,90	5,21	4,81	4,60	5,22
Stickstoff .	1,85	1,95	1,99	1,82	1,54	1,70
Sauerstoff	41,20	39,19	39,20	38,61	42,84	42,39
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Hieraus ergiebt sich:

1. Die procentische Zusammensetzung der organischen Stoffe in den verschiedenen Erden zeigte nur geringe Unterschiede; während der Vegetation der Pflanzen sind die Humusstoffe bei gewöhnlicher Bodentemperatur etwas reicher, bei gesteigerter Wärme etwas ärmer an Kohlenstoff geworden. Die Angaben für den Gehalt an Kohlenstoff sind für alle sechs Erden geringer, als der mittleren Zusammensetzung der Humusstoffe (58 % Kohlenstoff) entspricht; hierbei ist zu berücksichtigen, daß bei der Bestimmung des Humusgehalts durch Glühen der Erden voraussichtlich stets etwas zu viel gefunden wird, weil die im Boden enthaltenen Hydrate von Eisenoxyd und Thonerde in der Glühhitze ihr Hydratwasser verlieren.

---

daß beim Glühen von salpetersauren Salzen mit Natronkalk unter Anwesenheit organischer Stoffe sich ein aliquoter Theil der Salpetersäure in Ammoniak umwandelt. Bei genauen Bestimmungen des Stickstoffs organischer Stoffe, welche salpetersaure Salze enthalten, muß hierauf Rücksicht genommen werden, was bei der Ackererde, welche doch selten ganz frei von salpetersauren Salzen ist, bis jetzt nicht geschehen zu sein scheint.

2. In den Erden, welche zu den Versuchen gedient hatten, war die Menge der organischen Stoffe bedeutend vermindert. Je mehr die Erden organische Stoffe enthielten, eine um so größere Menge ist zersetzt worden; in den erwärmten Erden ist die Zersetzung weit rascher vor sich gegangen, als bei gewöhnlicher Temperatur. Relativ zu dem ursprünglichen Gehalt an Humus beträgt die zersetzte Menge:

	Bei gewöhnlicher Bodentemperatur.	Bei gesteigerter Bodentemperatur.
In den humusarmen Erden	150,25 Grm. = 20,6 %	290 Grm. = 39,7 %
In den humusreichen Erden	201,00 „ = 16,3 %	471 „ = 38,3 %

3. Aus dem Kohlenstoffgehalt der verschiedenen Erden berechnen sich folgende Verluste:

	Bei gewöhnlicher Bodentemperatur.	Bei gesteigerter Bodentemperatur.
In den humusarmen Erden	69,75 Grm. = 18,3 %	156,00 Grm. = 41 %
In den humusreichen Erden	100,25 „ = 15,1 %	279,01 „ = 42 %
Es wurden also gebildet an Kohlensäure:		
In den humusarmen Erden	256 „	572 „
In den humusreichen Erden	368 „	1023 „

Diese Mengen sind sehr groß; wir sehen daraus, welche enormen Mengen von Kohlensäure der humushaltige Ackerboden zu bilden vermag, wenn die erforderlichen Bedingungen: Luftwechsel und genügend hohe Temperatur, erfüllt werden.

4. Der Verlust an Humusbestandtheilen betrug auf 25 Kilogramm Erde berechnet:

	Bei gewöhnlicher Bodentemperatur.		Bei gesteigerter Bodentemperatur	
	In humusarmer Erde.	In humusreicher Erde.	In humusarmer Erde.	In humusreicher Erde.
Kohlenstoff	69,75 Grm.	100,25 Grm.	156,00 Grm.	279,01 Grm.
Wasserstoff	5,00 „	10,75 „	15,00 „	20,58 „
Stickstoff .	2,00 „	5,25 „	6,75 „	11,08 „
Sauerstoff	73,50 „	84,75 „	112,25 „	160,33 „

5. In den geernteten Pflanzen waren folgende Mengen von Kohlenstoff enthalten, unter der Annahme, daß die organische Substanz aller vier Ernten eine gleiche Zusammensetzung hatte:

Bei gewöhnlicher Bodentemp. gewachsen.		Bei gesteigerter Bodentemp. gewachsen.	
In humusarmer Erde.	In humusreicher Erde.	In humusarmer Erde.	In humusreicher Erde.
110 Grm.	214 Grm.	130 Grm.	260 Grm.

Bei den erwärmten Erden trat also die Verwesung des Humus so rasch ein, daß die hierdurch gebildete Kohlensäure zur Deckung des Bedarfs der Pflanzen an Kohlenstoff ausreichte, bei den nicht erwärmten Erden hatten die Pflanzen dagegen mehr Kohlenstoff in organische Verbindungen übergeführt, als durch Oxydation des Humus in unorganische Verbindung zurückging.

6. Vergleicht man den Stickstoffgehalt der geernteten Pflanzensubstanz mit dem Verluste des entsprechenden Bodens an diesem Stoffe, so sieht man, daß bei den beiden nicht erwärmten Erden der Stickstoffverlust ungefähr so viel beträgt, als dem Gehalte der Ernte entspricht. Bei den erwärmten Erden betrug dagegen der Stickstoffverlust mehr, als in der Ernte wieder erhalten wurde.

Es betrug

	bei der nicht erwärmten		bei der erwärmten	
	humusarmen Erde	humusreichen Erde	humusarmen Erde	humusreichen Erde
der Stickstoffverlust	2,00 Gr.	5,25 Gr.	6,75 Gr.	11,08 Gr.
die geerntete Stickstoffmenge	2,81 „	6,14 „	3,81 „	7,96 „

Die Differenzen in den die nicht erwärmten Erden betreffenden Angaben sind zu gering, um Beachtung zu verdienen, sie werden ihren Grund in einer Ungenauigkeit der Bestimmung des Stickstoffs haben, obgleich bei zwei Bestimmungen fast absolut gleiche Resultate erhalten wurden. Ich glaube vielmehr, daß diese Untersuchung eine Bestätigung der von Boussingault, Lawes, Gilbert, Pugh u. A. gemachten Erfahrung liefern, daß unsere Culturpflanzen ihren Stickstoffbedarf aus chemischen Verbindungen entnehmen und ihnen das Vermögen, den freien Stickstoff der Luft zu assimiliren, abgeht. Es muß hiernach der Erdboden mindestens so viel Stickstoff abgeben, als die geernteten Pflanzen (Gramineen) enthalten, oder da sich bei der Verwesung organischer Stoffe nach Reiset freier Stickstoff entwickelt und außerdem der Erdboden mit dem verdunstenden Wasser noch etwas kohlensaures Ammoniak an die Luft abgiebt, so muß der Verlust des Erdbodens an Stickstoff noch etwas größer sein. Ein Ersatz wird dem ungedüngten Ackerboden nur in den durch elektrische Entladungen in der Atmosphäre gebildeten Sauerstoffverbindungen des Stickstoffs geleistet, denn das in der Luft enthaltene Ammoniak, welches die Pflanzen nach den von Dr. Sachs und mir angestellten Versuchen, deren Resultate ich nicht Anstand nehme, auf die Vegetation im Allgemeinen auszudehnen, direct durch die Blätter auf-

zunehmen vermögen, stammt in letzter Instanz zum größten Theile aus dem Erdboden. Bei den erwärmten Erden stellte sich ein größerer Verlust an Stickstoff heraus, als der von den Pflanzen assimilirten Menge entsprach; es sind von diesen flüchtige Verwesungsproducte (kohlensaures Ammoniak und freier Stickstoff) an die Atmosphäre abgegeben worden.

7. Von Interesse ist es, die löslich gewordenen Stickstoffmengen zu berechnen. Wenn man von dem Stickstoffgehalt der Ernte diejenigen Mengen in Abzug bringt, welche die rohen Erden in der Form von Ammoniak und Salpetersäure — also in direct assimilirbarer Form — enthielten, und dem Reste die nach vollzogener Ernte in denselben Verbindungen in den Erden verbliebenen Stickstoffmengen hinzurechnet, so erhält man die Stickstoffmenge, welche in unorganische Verbindungen — Ammoniak und Salpetersäure — und aus diesen in die Pflanzen übergegangen ist.

Die Berechnung ergiebt:

	Für die nicht erwärmten Erden.		Für die erwärmten Erden.	
	Humusarm.	Humusreich.	Humusarm.	Humusreich.
Die rohe Erde enthielt als NO_5 . . .	— Gr.	1,110 Gr.	— Gr.	1,110 Gr.
„ „ „ „ „ NH_3 . . .	0,791 „	1,384 „	0,791 „	1,384 „
In der Ernte waren enthalten	2,810 „	6,140 „	3,820 „	7,960 „
Differenz.	2,019 „	3,646 „	3,029 „	5,466 „
Nach der Ernte enthielten die Erden noch als NO_5 .	— „	0,278 „	0,962 „	1,110 „
als NH_3 .	0,198 „	0,354 „	— „	0,138 „
Die Menge des in unorganische Verbindungen übergeführten Stickstoffs betrug also	2,217 „	4,278 „	3,991 „	6,714 „

Es verdient gewiß Beachtung, daß aus diesen stickstoffarmen Erden so bedeutende Mengen von Stickstoff durch die Verwesung den Pflanzen zugänglich wurden.

Der Gehalt der Erden an Ammoniak und Salpetersäure.

Zur Bestimmung der Salpetersäure wurden die Erden mit Wasser ausgelaugt, der Auszug durch Abdampfen concentrirt und die darin enthaltene Salpetersäure nach der Methode von Schulze bestimmt, wobei natürlich das vorher darin enthaltene Ammoniak zuvor entfernt wurde.

Zur Bestimmung des Ammoniaks wurden die Erden mit Bleioxyd so lange gekocht, als das Destillat noch alkalisch reagirte; dieses

wurde in titrirter Schwefelsäure aufgefangen und mit Natronlauge gemessen.

Ich fand auf 25 Kilogramm Erde folgende Mengen von Salpetersäure und Ammoniak:

	In den rohen Erden.		In den Erden, welche Pflanzen getragen hatten.			
			Nicht erwärmt.		Erwärmt.	
	Humusarm.	Humusreich.	Humusarm.	Humusreich.	Humusarm.	Humusreich.
Salpetersäure	Spur	4,280 Gr.	Spur	1,070 Gr.	3,710 Gr.	4,280 Gr.
Ammoniak . .	0,960 Gr.	1,680 „	0,240 Gr.	0,430 „	Spur	0,168 „

Der Ammoniakgehalt hat in den cultivirten Erden überall abgenommen, dagegen hat der Gehalt an Salpetersäure in der erwärmten humusarmen Erde zugenommen. Unter gewöhnlichen Temperaturverhältnissen wurde der Erdboden durch die Vegetation ärmer an löslichen assimilirbaren Stickstoffverbindungen.

Untersuchung der Buchenerde.

Als Appendix theile ich noch die Analyse der zu den vorbeschriebenen Versuchen benutzten Buchenerde mit. Durch Absieben von unaufgelockerten Holztheilen befreit, enthielt sie in dem Zustande, in welchem sie zur Verwendung kam:

Wasser	62,04
Organische Stoffe .	25,96
Mineralische Stoffe	12,00
	100,00

Sand und Erde	8,897 %
Stickstoff . . .	0,432 =
Ammoniak . .	0,072 =
Salpetersäure .	0,015 =

Die Elementaranalyse ergab folgende Zusammensetzung.

	100 Theile Humus.	100 Theile der organischen Substanz des Humus.
Kohlenstoff	15,94	61,40
Wasserstoff	1,37	5,28
Stickstoff .	0,47	1,81
Sauerstoff	8,18	31,51
	25,96	100,00

Aus 100 Theilen des Buchenhumus ließen sich folgende Stoffe a durch Wasser, b durch verdünnte Salzsäure auflösen:

	a	b
Kieselsäure . .	0,0082	0,2940
Kalk	0,0264	0,7073
Magnesia . . .	Spur	0,2446
Kali	0,0568	0,5155
Natron . . .	0,0114	0,0343
Schwefelsäure .	0,0296	0,1017
Phosphorsäure .	Spur	0,1346
Eisenoxyd und Manganoxyduloxyd	—	0,1728
Thonerde . . .	—	0,1056
Chlor	—	0,0022
Organische Stoffe	0,1400	2,3116
Stickstoff . . .	0,0082	
	Sand u. Erde	8,8973
		11,2089

Ueber einige Vorgänge beim Keimen der Samen unter normalen und abnormen Umständen

von

Dr. W. Knop.

Läßt man ausgewählte gesunde Samen der Getraidearten in Glasperlen oder in sorgfältig geschlämmten und von allen thonigen Theilen befreiten Quarzsand keimen, so beobachtet man zu Zeiten, daß von dem ausgelegten Samen überhaupt nur eine kleine Anzahl aufgeht und daß die aufgehenden kranke Pflänzchen hervorbringen, deren Farbe im Sonnenlichte nicht grasgrün wird. Solche Pflanzen bekommen ein grünlichgelbes Ansehen, und setzt man sie später in neutrale Lösungen verschiedener Salze, unter welchen sich salpetersaure befinden, so erlangen sie auch darin das gesunde Grün nicht wieder, im Gegentheil nimmt das Vergilben zu und die Pflanzen sterben später, ohne an Trockensubstanz einen Zuwachs bekommen zu haben, ab.

Ich habe diese Erscheinung bereits eine längere Reihe von Jahren hindurch verfolgt, konnte aber die Ursache, welche diese besondere Art Chlorose bedingt, nicht ausfindig machen. Einstweilen fand ich indessen, daß das Keimen in den genannten Materialien, die von nun an als „nicht poröse" bezeichnet sein mögen, im Frühjahre bei 10 bis 15° Lufttemperatur viel besser von Statten ging, als im hohen Sommer, bei der höheren Temperatur von 15 bis 25° und darüber.

Bekanntlich haben Physiologen die Ansicht aufgestellt, daß zur Ausbildung des Blattgrüns Eisensalze unentbehrlich seien. In der That gelang es mir mitunter die eingetretene Chlorose durch Zufügen von Eisensalzen zu heben, in sehr vielen Fällen aber auch wieder nicht.

Daß dieser Umstand ein wesentliches Hinderniß bei den Versuchen Pflanzen in wässrigen Lösungen zu ziehen ist, braucht wohl nur darum hier erwähnt zu werden, um hervorzuheben, wie viel darauf ankam, die Ursache dieses Erkrankens ausfindig zu machen.

Durch die im vorigen Sommer gemachte und Heft 9. S. 295 mitgetheilte Beobachtung, daß die Lösung salpetersaurer Salze von Pflanzen, sobald dieselben darin wachsen, dadurch alkalisch gemacht werden, daß die Salpetersäure zersetzt und dadurch die an diese Säure gebundenen Basen frei werden, wurde ich darauf hingeführt, die Ursache jener bei keimenden Gräsern schon eintretenden Chlorose zu errathen, und ich habe noch im vorigen Herbste Versuche angestellt, welche wie ich glaube keinen Zweifel darüber lassen, daß lediglich in Folge eintretender Fäulniß der Eiweiskörper sich im keimenden Samen unter Umständen geringe Mengen Ammoniak bilden, welche den Pflanzensaft, der stets sauer bleiben muß, wenn die Pflanze gedeihen soll, alkalisch machen.

Jede alkalische Lösung aber, die von einer Pflanze aufgesogen wird, ändert die Farbe der grünen Blätter in Gelb um, und damit erkrankt die Pflanze.

Ich beschreibe in Folgendem die erwähnten Versuche, weil sie darthun, auf welche Weise man behufs der Cultur von Pflanzen in wässrigen Salzlösungen, sich von einem vorausgehenden Keimen in Erde oder Sägespänen oder andern nicht indifferenten Bodenmateriale unabhängig machen und das Ziel erreichen kann, Pflanzen vom Samen an, bei Ausschluß des Bodens zu ziehen.

So einfach gegenwärtig die Sache ist, so will ich bemerken, daß der wahre Grund dieser Erscheinung doch erst dann gefunden werden

konnte, als die den Pflanzen als nothwendig zuzuschreibenden Salze durch anderweitige Versuche auf eine sehr geringe Anzahl beschränkt worden war, und ich muß hier daran erinnern, daß ich den Mais, den Hafer, die Gerste und den Roggen mit den fünf Salzen:

Kalisalpeter, Kalksalpeter, Bittersalz, phosphorsaures Kali und phosphorsaures Eisenoxyd,

gezogen habe, so wie, daß sich aus einem von mir mit Kresse angestellten Versuche (S. Chem. Centralblatt. 1861. S. 476) und aus den von Herrn Wolf mit Mais angestellten und weiter ausgedehnten Versuchen (Chem. Centralblatt. 1861. S. 572) bereits ergeben hatte, daß im Widerspruche mit der Behauptung, die Chlorose der Pflanze, träte bei Mangel an Eisen in der Nährstofflösung ein, und lasse sich durch Zufügen von Eisenlösungen heben, nicht das Eisen es ist, sondern die in den zugefügten Eisensalzen enthaltene Säure, welche die Ursache derjenigen Art Chlorose von der hier die Rede ist, dadurch hebt, daß sich Eisenoxyd in die Zellenmembran der Wurzel niederschlägt und freie Säure in den Pflanzensaft geht, und so das Alkalischwerden der letzteren verhütet.

Die Thatsache, daß die Wurzeln der Pflanzen in Lösungen, welche salpetersaure Salze enthalten, eine alkalische Reaction hervorbringen, ist, seitdem ich dieses Verhalten verfolgte, auch von Stohmann aufgefunden und im Märzhefte der (Annal. der Chem. u. Ph. so wie in Henneberg's Journ. Januarheft für 1862) beschrieben.

Stohmanns Beobachtungen stimmen mit den meinigen in diesem Puncte ganz überein, und seine Arbeit und die meinige ergänzen sich, obschon wir ganz unabhängig von einander arbeiteten. Meine Versuche für sich allein würden zu dem Schlusse geführt haben, man müsse den Pflanzen neutrale Lösungen geben, aus Stohmanns Arbeit würde man den Schluß ziehen müssen, die Lösungen müßten sauer sein, während aus beiden zusammen sich ergiebt, daß die Lösungen sowohl neutral wie sauer sein können, daß der Experimentator aber continuirlich die allmälig eintretende Alkalität der Lösungen aufheben muß, sei dies durch Entfernen der alten Lösungen, wie es von mir geschah, oder durch wiederholtes Neutralisiren der Alkalis mittels Säure, wie es Stohmann bewerkstelligte.

Die ganzen Differenzen zwischen meinen und Stohmanns Angaben liegen nur noch darin, daß Stohmann Kieselsäure, Natron und Ammo-

niak für nothwendig hält, während ich diese Stoffe Gräsern gar nicht mehr gegeben habe.

Wußte man nun einmal, daß mit den genannten fünf Salzen es jedenfalls möglich ist, eine Pflanze von Samen an in wäßrigen Lösungen zu ziehen, und daß der Schwerpunkt aller Schwierigkeiten, welche dieser Methode der Forschung bisher vorausgingen, eben in dem Umstande liegt, daß die Pflanze keine alkalische Nährstofflösung verträgt, so war es leicht, darauf zu kommen, daß dieselbe Ursache des Erkrankens schon beim Samen sich einstellen dürfte, sobald er nicht in porösem mit Flächenattraction begabten Materiale keimt.

Die fruchtbare Ackerkrume entzieht unzweifelhaft vermöge ihrer Flächenattraction keimenden Samen das schädliche Ammoniak. Läßt man Samen in Sägespänen keimen, so vermögen diese ebenfalls als poröse Partikeln eine ähnliche Wirkung auszuüben, aber noch mehr, man beobachtet, daß das Wasser, womit Sägespäne stehen bleiben, sehr schnell sauer wird und erkennt somit auf der Stelle, daß eben diese Säure eine alkalische Reaction aufzuheben vermag. Der von thonigen Theilen befreite Sand dagegen oder Glasperlen, welche ganz indifferent gegen den Samen sind, vermögen an den chemischen Vorgängen der Keimung nichts zu ändern, und daher kommt es, daß gerade im hohen Sommer in solchem Materiale die Keimung schlechter vor sich geht, als im Frühjahre, denn in der wärmeren Jahreszeit geht der Samen beim Keimen viel leichter in partielle und totale Fäulniß über, als in der kühleren Jahreszeit des Frühlings und es ist leicht einzusehen, daß geringe Mengen Ammoniak, wenn sie vom Cotyleton in den Embryo übertreten, letzteren tödten müssen, woraus es sich denn auch leicht erklärt, daß in nicht porösem Bodenmateriale oftmals der größere Theil ausgelegter Samen gar nicht aufgeht.

Man überzeugt sich leicht von dem Auftreten freien Alkalis in keimenden Samen dadurch, daß man dieselben einmal zwischen zwei Blättern blauen und ein andermal zwischen zwei Streifen rothen Lakmuspapiers zerdrückt.

Jede gesunde Wurzelfaser und jedes grüne Blatt färbt das blaue Papier, soweit der Saft aus diesen Organen gepreßt wird, roth.

Der gesund keimende Samen aber (namentlich im Frühjahre keimender) ändert oftmals weder die Farbe des rothen noch die des blauen Lakmuspapiers.

Der Same dagegen, aus dem die jungen Pflanzen gelb, statt grün hervortreten, macht stets einen mehr oder weniger deutlich blauen Fleck beiderseits auf rothem Lakmuspapier.

Untersucht man ferner die schleimige Flüssigkeit, die sich bildet, wenn man Getraidekörner in einer messerrückendicken Wasserschicht zum Keimen gebracht hat, so findet man darin stets einen Stickstoffgehalt, denn beim Verbrennen der Rückstände, welche größere Mengen solcher Flüssigkeiten beim Eintrocknen geben, erhält man ganz wesentliche Mengen Ammoniak.

Daß nun diese eintretende Alkalität wirklich die Ursache der bezeichneten Art der Chlorose ist, geht aus folgenden Versuchen, dieselbe zu heben, wie ich glaube, unzweideutig hervor.

Anfangs September vorigen Jahres säete ich eine Anzahl Haferkörner in Glasperlen und begoß dieselben mit Brunnenwasser und zu gleicher Zeit in ein anderes mit Perlen gefülltes Gefäß eine ähnliche Anzahl derselben Samen, begoß letztere aber mit Wasser, das durch Phosphorsäure ganz schwachsauer gemacht worden war.

In dem ersten Gefäße wurden fast alle Pflanzen bei 1 bis 2 Decim. Höhe gelb.

Die Pflänzchen des zweiten Gefäßes traten zum Theil gelb aus den Perlen hervor, wurden aber in wenigen Tagen, wo sie von der Sonne getroffen wurden, vollkommen grün. Hierauf wurden drei Gefäße vorgerichtet, in jedes 500 leb. Centim. der unten folgenden Lösungen gebracht und mit einem zwölflöcherigen Holzdeckel geschlossen. In jedes der Löcher wurde mittels Baumwolle eine Pflanze von circa 15 Centim. Höhe eingepflanzt. Die Lösung war

Im Gefäße I. nach der Formel $MnO, SO_3 + 4CaO, NO_5 + 4KONO_5$

Im Gefäße II. nach der Formel $MnO, NO_5 + 4CaO, NO_5 + 4KONO_5$

zusammengesetzt.

Das Gefäß III. erhielt die schwefelsäurehaltige Lösung von Nr. I. und es wurde in derselben phosphorsaures Eisenoxyd aufgeschlämmt.

Von den durch diese Formeln ausgedrückten Salzlösungen erhielten diese zwölf Stück Pflanzen nach und nach so viel, daß im Liter Flüssigkeit schlüßlich nahe an 5 Grm. löslichen Salzen enthalten war.

Der Lösung in Nr. III. wurde von Zeit zu Zeit 0,1 Grm. phosphorsaures Kali in Lösung mit der Pipette zugesetzt, mit den Gefäßen I. und II. aber folgendermaßen verfahren.

Zuerst wurden beide mittels Lakmus schwachblau gefärbt, und darauf wurde von einer Lösung reiner Phosphorsäure, die in 10 Cub.-Centim. 0,1 Grm. PO_5 enthielt, so viel hinzugesetzt, daß die Farbe des Lakmus den scharlachrothen Ton annahm. Dieses geschah am 21. September 1861.

Am 12. October waren fast alle Pflanzen in den Gefäßen I. und II. chlorotisch. Die Lakmusfarbe hatte den Scharlachton verloren und einen deutlich bläulichen Schein.

Ich fügte nun ein neues Quantum der Phosphorsäurelösung dazu und schon am 17. October war die Chlorose vollkommen verschwunden, die Blätter grün und gelblichgrün gestreift, am 21. October aber waren sämmtliche Blätter ganz gleichmäßig dunkelgrün.

Ich ließ die Pflanzen nun weiter vegetiren, am 24. traten die jungen Blätter wieder gelb statt grün hervor und wiederum zeigte die Lakmusfarbe jenen violetten Schein. Es wurde deshalb nochmals Phosphorsäurelösung hinzugefügt und in wenig Tagen war die Chlorose vollständig gehoben.

Im November hatten die Pflanzen in allen drei Gefäßen starke Halme getrieben, die im Gefäße Nr. III., welches dieselbe Mischung enthielt, in welcher ich in demselben Jahre Mais und andere Gramineen zog, waren die vollkommsten.

Aber auch in den ersteren beiden Gefäßen war die Entwickelung so bedeutend, daß ich in diesem Sommer bei meinen ferneren Versuchen die bezeichneten Lösungen ganz besonders anwenden werde. Gelingt es einmal mit Kalisalpeter, salpetersauren Kalk und Bittersalz nebst freier Phosphorsäure und ein andermal mit salpetersauren Kali, Kalk, Talkerde und freier Phosphorsäure dieselben Pflanzen zu ziehen, so wird es dann leicht sein, noch zu prüfen, welche Abnormitäten eintreten, wenn von den wenigen Basen noch eine nach der andern wegfällt.

Bei diesen im vorigen Herbste noch unternommenen Versuchen blieb schlüßlich die Vegetation in allen drei Gefäßen mit dem Schwinden des Effectes des Sonnenlichts stehen, so daß ich noch nicht mit Bestimmtheit angeben kann, ob jene einfachen Lösungen wirklich geeignet sind, Pflanzen vollständig zu ernähren.

So viel geht aus den vorjährigen Versuchen aber einstweilen hervor, daß bei Gegenwart freier Säure die bezeichnete Art der Chlorose

nicht eintritt. Daß bei diesen Versuchen Phosphorsäure gewählt wurde, geschah aus dem Grunde, weil diese Säure doch einmal angewandt werden mußte, und keines ihrer Salze sich eignet mit Kalk- und Talkerde-Salzen zusammen gelöst zu werden, indessen darf man gewiß nicht der Phosphorsäure specifisch jene Wirkung zuschreiben, denn es ist wohl mehr als wahrscheinlich, daß Phosphorsäure mit neutralem salpetersauren Kalk zusammengebracht zum größeren Theil mit dem Kalk sich verbinden und Salpetersäure frei machen wird.

Ich will hierbei daran erinnern, daß hinsichtlich des Factums, daß alte Samen in mit Säure versetztem Wasser besser keimen, als an und für sich, schon eine große Anzahl zum Theil sehr gründlicher Versuchsreihen vorliegen.

Bekanntlich sind die ersten Versuche der Art von Alexander von Humboldt zu Ende des vorigen Jahrhunderts angestellt. Humboldt machte vergleichende Versuche mit Chlorwasser (der Zeit als oxydirte Salzsäure bezeichnet) und mit Salzsäure, und kam zu dem Resultate, das Chlorwasser beschleunige die Keimung im Vergleich zur Salzsäure wesentlich. Er erklärte dies daraus, daß die oxydirte Salzsäure Sauerstoff an den Samen abgebe. (Alexander von Humboldt, Aphorismen aus der chemischen Pflanzenphysiologie. Uebersetzt von Fischer. Leipzig 1794. P. 60.)

Obschon diese Erklärung geändert werden muß, so steht die Beobachtung mit den meinigen im Einklange, denn wenn es richtig ist, daß sich beim Keimen unter Umständen Ammoniak bildet, so ist Chlor jedenfalls eins der wirksamsten Mittel um es zu zerstören.

Ueber das Verhalten der Samen beim Keimen in verdünnten Säuren haben Davy, Hopf, Lymburn, Sprengel, Otto, Leuchs, F. C. Schmidt und namentlich Göppert viele Versuche angestellt, aus denen, obschon unter den Resultaten dieser Versuche manche sich widersprechen, man doch die Ueberzeugung gewinnt, daß verdünnte Säuren, unter welchen verdünnte Essigsäure, Weinsäure, Oxalsäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure und Phosphorsäure alle schon der Prüfung unterworfen worden sind, förderlich auf das Keimen der Samen einwirken. Es ist klar, daß die Ammoniakbildung im Samen diese günstige Wirkung der verschiedensten Säuren und des Chlors gleich gut erklärt. Sie steht auch im Einklange mit den von Schnurrer gemachten Be-

obachtungen, daß Samen in mit Ammoniak versetztem Wasser nicht keimen. Auch hat Göppert gefunden, daß die Lösungen vom Kali und Natron dem Keimen hinderlich seien.

Gegen diese Angaben sprechen nur einige wenige, so z. B. eine Mittheilung, welche Lindley macht, daß nach Versuchen Lymburn's in alkalischen Lösungen Samen schneller als in sauren gekeimt haben sollen. Auch Monnier meint, daß alkalische Lösungen das Keimen befördern. Monnier hat auch speciell gerade vom Kalkwasser behauptet, daß es das Keimen befördere, was übrigens schon von Payen (S. Allg. Botanische Zeitung. 1835. S. 526.) vollständig widerlegt worden ist, indem dieser Forscher fand, daß in unverdünntem Kalkwasser kein Same keimte.

Bei der so geringen Löslichkeit des Kalkhydraths in Wasser aber, ist das concentrirteste Kalkwasser stets eine Flüssigkeit, die nur ein sehr geringes Quantum Alkali enthält, somit darf nun wohl im Einklange mit allen früheren Beobachtungen die Behauptung aufgestellt werden, daß schon vom Samen an und durch alle Vegetationsperioden der Pflanze hindurch, freies Alkali nicht im Pflanzensafte thätiger Zellen vorkommen darf.

Wenn man nun, sowie es bei meinen und auch bei Stohmanns Arbeiten geschah, bei den Versuchen Pflanzen in wässrigen Salzlösungen zu ziehen, gleich mit dem Samen methodisch beginnt, und denselben nicht erst in Erde oder Sägespänen keimen läßt, so muß die von mir jetzt nachgewiesene Alkalität, die im keimenden Samenkorne schon sich einstellen kann, nothwendig beseitigt werden.

Demnach glaube ich behufs Anstellung derartiger Versuche jetzt rathen zu können, daß man Anfangs, wenigstens beim Keimen, die Lösungen sauer mache. Späterhin muß man je nach dem Zweck der Arbeit saure oder neutrale Lösungen anwenden, die saure Lösung, wie Stohmann sie anwandte, hat den Vorzug, daß der Spielraum für die Pflanze größer ist, d. h. daß die Lösung nach längerer Zeit als eine neutrale durch die Wurzelausscheidungen verdorben wird.

Dagegen hat die saure Lösung den Nachtheil, daß die Veränderungen, welche die Nährstofflösung im Verlaufe der Vegetation der Pflanze erleidet, schwieriger bei ihr beobachtet werden können und daß die stets saure Beschaffenheit der Lösung manche Vorgänge, die in derselben statthaben, ganz zudeckt.

So z. B. hätte ich bei einer sauren Lösung nicht finden können, daß das Alkalischwerden der Lösung seinen Grund in der Zersetzung der salpetersauren Kalk- und Talkerde hat.

In der neutralen Lösung aber, mit der ich operirte, hinterließen beide Salze ihre Basen an Kohlensäure gebunden in der Lösung zurück, und gaben gleich beim Eindunsten der Lösung die Umwandlung, die sie erfahren hatten, dadurch kund, daß, in dem Maße als die Kohlensäure der Lösung mit dem Erhitzen entwich, kohlensaure Kalk- und Talkerde sich ausschieden. Bei jeder mittels einer Säure angesäuerten Lösung würden die bei der Salpetersäurezersetzung frei werdenden Basen durch die zugefügte Säure wieder gebunden worden sein, und somit konnte nur die neutrale Lösung sich eignen, das Verschwinden der Salpetersäure aus derselben und das Ansammeln einer nicht unbeträchtlichen Menge Kohlensäure in derselben dem Beobachter zu erkennen zu geben.

Ich muß hier nun noch eines Umstandes Erwähnung thun, der in Zukunft weiter verfolgt werden muß und gewiß dereinst ein nicht unwichtiges Merkmal zur Unterscheidung einer normalen Landpflanze von einer abnormen liefern wird. Es ist die außer mir auch noch von Andern gemachte Beobachtung, daß die Wurzeln, welche Pflanzen, die in Erde oder in thonigem Sand keimten, getrieben haben, meist alle absterben, wenn man die Pflanzen nach dem Abwaschen der Erde oder des Sandes von der Wurzel in wässrige Salzlösungen setzt, und die neue Ernährung erst dann eintritt, wenn sich ein neues, zur Aufnahme der Nahrung in Form einer Lösung geeignetes Wurzelsystem gebildet hat.

Vor der Hand muß wenigstens die Frage gestellt werden: ist die Möglichkeit, eine Pflanze in wässriger Lösung ihre Nährstoffe zu ziehen, gebunden an die gewissen Pflanzen eigene Fähigkeit, für wässrige Lösungen ein anderes organisirtes Wurzelsystem ausbilden zu können, als sie es im Boden entwickelt? Die Entscheidung dieser Frage macht anatomische Studien der im Boden und in wässrigen Lösungen wachsenden Wurzeln nothwendig und ich werde nicht unterlassen, auch in dieser Richtung, so weit es mir möglich sein wird, zu arbeiten.

Der erwähnte Umstand ist häufig die Ursache, daß Pflanzen, die man aus der Erde oder aus Sand ausgräbt, zu Anfang, wenn sie in die wässrige Lösung kommen, nur sehr verdünnte Lösungen vertragen,

und daß man sie, falls man concentrirtere anwendet, eine Zeit lang nicht einem kräftigeren Sonnenlichte aussetzen darf, weil die im porösen Bodenmateriale erzeugte Wurzel die Pflanze so schlecht ernährt, daß sie in der Lösung nach wenigen Stunden Sonnenlichts in Räumen von 20—25° Temperatur welk werden.

Derartige Maispflanzen z. B. im vierten Blatte, von circa 35—50 Quadratcentimeter Fläche aller Blätter zusammen verdunsten oftmals in 8 Tagen kaum 20 CC. Wasser, so lange das Wasserwurzelsystem noch nicht ausgebildet ist, und gehen während dieser Zeit leicht durch wiederkehrendes Welken zu Grunde.

Man sieht aus den im Vorstehenden beschriebenen Versuchen, daß es vollkommen richtig ist, wenn ich schon früher behauptete, es sei nicht gleichgültig, ob man bei Vegetationsversuchen Samen, bevor man die wässrigen Lösungen anwendet, erst eine Zeit lang in Erde wachsen läßt oder nicht. In ersterem Falle beginnt man den Versuch mit ganz normalen Gebilden und ich habe auch früher schon versichert, daß es gar keine Schwierigkeiten habe, Pflanzen, die eine Zeit lang in Erde gestanden, zu einer weiteren Entwickelung zu bringen. Daß einzelne Acte der Vegetation sogar in bloßem Fluß- oder Brunnenwasser durchlaufen werden können, das sind uralte Erfahrungen, das Blühen der Hyacinthenzwiebeln in Wasser und das Bewurzeln der Steckreiser beweisen dies zur Genüge.

Will man aber beweisen, daß Pflanzen den ganzen Cyclus ihrer physiologischen Processe, unter welchen der Keimungsproceß kein unwesentlicher ist, in wässrigen Lösungen der ihnen nothwendigen Mineralsalze, welche ihnen, nebenbei bemerkt, nicht durch bloßes Fluß- oder Brunnenwasser geboten werden können, zu durchlaufen fähig sind, so muß man, so wie es bei meinen und auch bei Stohmanns Versuchen geschah, den Samen von vorn herein in wässrigen Lösungen und zuvor nicht erst in Erde oder anderen Materialien, die chemisch auf die Wurzeln einwirken können, keimen und weiter wachsen lassen.

Möckern, den 1. Mai 1862.

Ueber das Reifen und Nachreifen des Getreides.

Von

B. Lucanus,

Assistenten der Station Dahme.

Nachstehende Arbeit, die im Jahre 1860 zur Ausführung kam, sollte dazu dienen, den Proceß des Reifens der Pflanze und den des Nachreifens der Körner in Stroh und Spelzen nach der Ernte möglichst zu erhellen und hierauf Bezug nehmend mit ziemlicher Sicherheit den Grad der Reife bestimmen zu können, wo bei möglichst vollkommener Ausbildung der Körner, verbunden mit einer späteren normalen Keimungskraft derselben, kein zu großer Verlust durch Ausfall der Körner eintrete. Da es ferner Thatsache ist, daß früh geerntetes Getreide nicht die Schwere eines möglichst spät geschnittenen erlangt, so galt es festzustellen, ob diese Zunahme der Körner bis zur völligen Reife durch Aufnahme von Stoffen aus dem Boden und aus der Luft oder durch Entziehung von Stoffen aus Halmen und Spelzen bewerkstelligt werde.

Zu diesen Untersuchungen wurde Roggen gewählt, und derselbe, um möglichst gleiche Pflanzen zu erzielen, in fünf Perioden stets von einer und derselben Stelle und die Pflanzen jeder Periode von möglichst gleicher Größe und Reife geerntet.

Das Material der 1. Periode wurde am 28. Juni 1860 gesammelt. Das Stroh war noch völlig grün, die Körner gleichfalls grün, sehr weich, klein, und der Saft in denselben hell und klar.

In den Körnern der 2. Periode (3. Juli) trat die Bildung von Stärke schon deutlich hervor, ihr Saft fing an milchig zu werden. Das Stroh war, wie in der 1. Periode, frisch und grün.

Wenn gleich in diesen beiden Perioden noch keine Ablagerungen von Stärke in den frischen Körnern mit dem Auge wahrgenommen werden konnten, so zeigt die spätere Analyse doch schon beträchtliche Massen derselben. Diese später gefundene Stärke ist wahrscheinlich zur Zeit der Ernte in einem löslichen Zustande als Stärke in den Körnern vorhanden gewesen, und lagerte sich dann in der Zwischenzeit bis zur Ausführung

der Analyse ab. Möglich ist jedoch auch, daß zur Zeit der Ernte größere Massen von Zucker und Dextrin in den Körnern waren, die sich in der Zeit bis zur Ausführung der Analyse in Stärke umbildeten und so das gefundene Resultat herbeiführten.

Zur Ernte der 3. Periode wurde am 10. Juli geschritten, als der Saft in den Körnern dick und milchig weiß war. Das Stroh war noch ziemlich grün.

Die am 18. Juli geschnittenen Pflanzen der 4. Periode waren in ihrer Reife bedeutend fortgeschritten, die Körner fest, die Flüssigkeit in denselben verschwunden; das Stroh gelb und ziemlich trocken. Der Zusammenhang der Körner mit den Spelzen war noch ein ziemlich fester. Ich glaube, daß diese Periode den Grad der Reife erlangt hat, wo meistens die Ernte des Roggens begonnen wird und welche man mit Gelbreife bezeichnet.

Mit der 5. Periode endlich wurde am 26. Juli der Beschluß gemacht, als der Zusammenhang der Körner und Spelzen so weit nachgelassen hatte, daß erstere schon durch einen gelinden Druck von den letzteren sich trennen ließen. Es kann diese Periode als solche gelten, die in der Landwirthschaft meistens mit völliger oder auch Ueberreife bezeichnet wird.

Der Ernteertrag jeder dieser fünf Reifungsperioden wurde in vier Reihen getheilt.

Bei der ersten Reihe wurden am Tage der Ernte die Körner, Halme und Spelzen stets einer sofortigen Trennung unterworfen. Ein Nachreifen der Körner hier also unmöglich gemacht. Die Analyse dieser Reihe sämmtliche Reifungsperioden hindurch zusammengestellt, giebt dann die Vorgänge, die beim Reifen der Pflanze selbst stattfinden, an.

Bei der 2. Reihe wurden die Körner in Verbindung mit den Spelzen (und Spindeln der Aehre) gelassen. Ein Nachreifen der Körner hier nur auf Kosten der Spelzen möglich.*)

Die 3. Reihe wurde so aufbewahrt, daß Körner, Halme und Spelzen im Zusammenhange blieben; es konnten daher hier die Halme an dem Nachreifen der Körner sich betheiligen.

---

*) Wenn hier der Ausdruck Spelzen hingestellt wurde, so sind in denselben die Spindeln der Aehre stets mit einbegriffen.

Die analytischen Ergebnisse der 1. Reihe, denen der 2. gegenüber, ergeben die Einwirkung der Spelzen beim Processe des Nachreifens der Körner. Die Resultate der 3. Reihe gegenüber denen der 2. liefern dann den Einfluß der Halme bei dem gleichen Processe.

Die 4. Reihe endlich bildeten Pflanzen, die mit den gröberen, etwa 3 — 4 Zoll langen Wurzeln aus der Erde gehoben und in destillirtes Wasser gestellt wurden. Es schien nämlich wahrscheinlich, daß die Pflanzen, wenn sie vor ihrer völligen Reife bereits sämmtliche zu ihrer Ausbildung nöthigen Stoffe in sich aufgenommen hätten, nur noch einer Zufuhr von Wasser bedürftig wären, um die vollständige Reife zu erzielen.

Bis Mitte September blieb dieser sämmtliche Roggen auf die eben mitgetheilte Weise stehen, wo dann die Trennung der einzelnen Theile zum Zweck der Untersuchung vorgenommen wurde. Ehe wir jedoch zu den erhaltenen analytischen Resultaten übergehen, halte ich es für nöthig, Einiges über die hier befolgte Methode zur Bestimmung der Stärke anzuführen.

Anfangs benutzte ich die bekannte, von Fresenius (Quantitative Analyse § 210. 2) angegebene Methode, ohne jedoch vergleichbare Resultate zu erzielen. Aus diesem Grunde war ich genöthigt, ehe die Ausführung der Arbeit vorgenommen werden konnte, einige Versuche und Bestimmungen über die Umwandlung der Stärke vermittelst Schwefelsäure in Traubenzucker anzustellen.

Bekanntlich geht durch längere Einwirkung von stärkerer Schwefelsäure ein nicht unbedeutender Theil von Holzfaser, einem Körper, dessen innere Constitution und dessen Verhalten zu Reagentien bis jetzt noch wenig bekannt ist, eben wie Stärke oder Dextrin in Traubenzucker über. Um diesem Uebelstande bei Bestimmung der Stärke abzuhelfen, halte ich es für nothwendig, die Stärke vor ihrer völligen Umwandlung in Traubenzucker von der Holzfaser zu trennen. Diese Trennung wird erreicht, wenn man den Körper 2 Stunden mit der 25-fachen Menge (der genommenen Substanz) 1proc. Schwefelsäure bei circa 92—95° C. kocht.*) Nach dieser Zeit ist die in dem Körper vorhandene Stärke vollständig in einen löslichen Zustand übergegangen, so daß dieselbe durch Filtration von den übrigen bis dahin unlöslichen Stoffen

*) Die hier angegebene Schwefelsäure ist in vorliegender Arbeit stets nach Volumen-Procenten berechnet.

getrennt werden kann. Die Holzfaser bleibt hier vollständig unlöslich, wie nachfolgende Versuche ergeben.

Papiermasse, 2 Stunden mit der 25fachen Menge 1procent. Schwefelsäure gekocht, gab in der Flüssigkeit übergeführten Traubenzucker	0,841 %
Dieselbe Masse wie das erste Mal nochmals gekocht gab .	0,417 =
Dieselbe Masse das dritte Mal gekocht	0,113 =
= = = vierte = = ...	0,000 =
= = = fünfte = = ...	0,000 =

Nach dem ersten Kochen schien es, daß selbst hier noch eine Umwandlung in Traubenzucker vor sich gegangen war, die erhaltenen weiteren Resultate bewiesen jedoch, daß später keine Umwandlung von Holzfaser stattgefunden hat. Wahrscheinlich wurden die erst erhaltenen Resultate durch fremde Beimengungen in der Papiermasse herbeigeführt und nach Entfernung derselben fand dann keine Reaction auf Zucker mehr statt.

Das Kochen wurde bei diesen Vorversuchen wie in der Arbeit selbst in einer offenen Schale über einer gewöhnlichen Spirituslampe vorgenommen, und das verdampfende Wasser durch neues, warmes ersetzt. Temperatur und ursprüngliches Volumen blieben also auf diese Weise immer möglichst dieselben. Die verwendete Schwefelsäure ist stets nach Volumen-Procenten berechnet, dieselbe hatte rein ein spec. Gew. von 1,841.

Nach dieser Ueberführung der Stärke in einen löslichen Zustand sollte dieselbe nun durch stärkere Schwefelsäure für sich in Traubenzucker umgewandelt werden. Die Versuche wurden vorerst mit gewöhnlicher Stärke, aus Körnern dargestellt, gemacht, um so das Verhalten der Stärke gegenüber der Schwefelsäure an sich genau kennen zu lernen. Hier fand sich, wie es längst bekannt, daß der Procentgehalt der Schwefelsäure in der Flüssigkeit und die Länge der Zeit des Kochens die Hauptfactoren bei der Umwandlung sind.

1) Einfluß des Procent-Gehaltes der Schwefelsäure in der Flüssigkeit.

Stärke (vorher durch zweistündiges Kochen mit Schwefelsäure in Lösung erhalten) weiter gekocht mit der 25fachen Menge:

	1 % Schwefelsäure 2 Stunden.	4 % Schwefelsäure 2 Stunden.	8 % Schwefelsäure 2 Stunden.
lieferte übergeführten Traubenzucker als Stärke berechnet .	23,11	79,463	86,408

2) Einfluß der Dauer des Kochens.

Stärke (vorher wie bei 1. durch Kochen mit Schwefelsäure in Lösung erhalten), weiter gekocht mit der 25fachen Menge:

	4 % Schwefelsäure 2 Stunden	4 % Schwefelsäure 3 Stunden	4 % Schwefelsäure 6 Stunden	8 % Schwefelsäure 2 Stunden	8 % Schwefelsäure 3 Stunden
lieferte übergeführten Traubenzucker als Stärke berechnet .	79,463	84,072	89,700	86,408	91,506

Diese beiden Hauptfactoren: die Dauer des Kochens und die Concentration der Schwefelsäure können sich bei der Ueberführung der Stärke in Traubenzucker gegenseitig vertreten, indem bis zu einem gewissen Grade die doppelte Zeit gekocht, die Hälfte des Procent-Gehaltes der Schwefelsäure ersetzt. Doch scheint bei stärkeren Schwefelsäuren der doppelte Procent-Gehalt derselben mehr als die Hälfte der Zeit des Kochens zu vertreten. Die Ueberführung der Stärke geht unter Einwirkung stärkerer Säuren relativ schneller von Statten.

3) Gegenseitige Ausgleichung des Procent-Gehaltes der Schwefelsäure und der Länge der Zeit des Kochens.

Stärke wie 1 und 2 vorhergekocht, dann weiter gekocht mit der 25fachen Menge:

	2 % Schwefelsäure 6 Stunden	4 % Schwefelsäure 3 Stunden	4 % Schwefelsäure 6 Stunden	8 % Schwefelsäure 3 Stunden
lieferte übergeführten Traubenzucker als Stärke berechnet .	83,593	84,074	89,710	91,516

Bei der Ueberführung kleiner Mengen Stärke in Traubenzucker durch die 25fache Menge Säure tritt bei nicht vorsichtigem Kochen leicht ein Mehrverdampfen von Wasser ein und da der Procentgehalt der Schwefelsäure in der Flüssigkeit hierdurch wesentlich steigt, zeigt sich ein Verkohlen oder Anbrennen der Substanz. Aus diesem Grunde schien es zweckmäßig, die Menge der Flüssigkeit um das Doppelte zu erhöhen. Den so gefundenen Resultaten zufolge schien die Anzahl der Cubiccentimeter (25fache und 50fache Menge der Substanz), bei sonst gleichem Procentgehalte der Schwefelsäure, weniger von Einfluß bei der Ueberführung in Traubenzucker zu sein.

Stärke (vorher wie früher gekocht) weiter gekocht mit der

	25fachen Menge	50fachen Menge
	8 % Schwefelsäure 3 Stunden	
lieferte übergeführten Traubenzucker als Stärke berechnet	91,186	91,516

Zur völligen Ueberführung der Stärke in Traubenzucker muß die Dauer des Kochens mit dem Procent-Gehalte der Schwefelsäure im Verhältnisse stehen. Da es aber zu weitläufig war, bei den hier angeführten verschiedenen Procent-Gehalten der Schwefelsäure die zu völliger Ueberführung in Traubenzucker erforderliche Zeit des Kochens zu bestimmen, so ermittelte ich für die 8proc. Schwefelsäure die Zeit der völligen Umwandlung. Bei Vorführung der erhaltenen Resultate werde ich einige Versuche mit noch stärkeren Schwefelsäuren hier mit anführen und letztere Versuche dann gleichfalls einer kurzen Betrachtung unterwerfen.

100 Theile Stärke, nach vorherigem Kochen mit 1 % Schwefelsäure weiter gekocht mit der 50fachen Menge der gewonnenen Substanz,

gaben:	8 %	8 %	12 %	16 %	20 %	40 %
	Schwefelsäure					
	3 Std.	4 Std.	4 Std.	2 Std.	2 Std.	1 Std.
Traubenzucker als Stärke berechnet .	91,516	94,827	93,759	91,215	verkohlte vollständig.	
Stickstofffreie Stoffe (Unlösliche) . . .	2,089	2,089	2,089	2,089		
Stickstoffhaltende Stoffe	0,565	0,565	0,565	0,565		
Mineralstoffe, Sand ꝛc.	0,546	0,546	0,546	0,546		
Summa	92,716	98,027	96,959	94,415		

Die Zahlen dieser Tabelle enthalten das Mittel mehrerer Analysen. Leider ist selbst bei 4stündigem Kochen mit 8proc. Schwefelsäure noch ein Minus von 1,973 Procent zu beachten, doch glaube ich trotzdem hier die völlige Ueberführung in Traubenzucker erreicht zu haben. Bei kürzerer oder längerer Dauer des Kochens als der vierstündigen, fiel die Menge des übergeführten Traubenzuckers stets geringer aus.

Bei der 12proc. Schwefelsäure trat nach 4 Stunden ein schwaches Verkohlen ein; die gefundene Menge Traubenzuckers ist auch um mehr als 1 Procent geringer, als wo mit nur 8 Procent Schwefelsäure eine gleiche Zeit gekocht wurde. Bei der 16proc. Schwefelsäure zeigte sich bereits ein zweistündiges Kochen als zu lange, da die Verkohlung des gebildeten Traubenzuckers hier schon stärker hervortrat. Noch stärkere Schwefelsäuren scheinen schon nach kurzer Zeit ein Verkohlen des gebildeten Traubenzuckers herbeizuführen. Bei der 20proc. Schwefelsäure zeigte sich die Verkohlung nach Verlauf einer halben Stunde; die Flüssigkeit wurde beim weiteren Kochen dick und schwarz und nach zweistündigem Kochen war sämmtlicher Traubenzucker in humose Körper übergeführt. Bei 40proc. Schwefelsäure zeigte sich derselbe Vorgang, nur ungleich schneller. Fast augenblicklich nach Zusatz der Säure zur Substanz trat die Verkohlung ein, und schon nach einer Stunde war durch die Fehling'sche Kupferlösung kein Traubenzucker mehr nachzuweisen.

Die bei Stärke bewährte Methode nun, nämlich einstündiges Kochen mit 25 Th. 1proc. Schwefelsäure, dann nach der Filtration vierstündiges Kochen mit 50 Th. 8proc. Schwefelsäure*) wurde hierauf bei Roggen angewendet, und die erhaltenen Resultate waren ziemlich befriedigend. Gleicher Roggen auf eben angegebene Weise gekocht, lieferte übergeführten Traubenzucker als Stärke berechnet:

1) — 72,910;
2) — 72,956;
3) — 72,727.

Bei der nun folgenden analytischen Arbeit sind die als Stärke angeführten Körper durch die eben beschriebene Methode bestimmt, inwieweit jedoch dieselben völlig als solche anzusehen sind, läßt sich direct schwer nachweisen. Bekanntlich reduciren mehrere andere Körper durch

*) 8 Procent Volumen-Schwefelsäure sind gleich 13,8 Procent Gewicht-Schwefelsäure.

Kochen mit Schwefelsäure die Fehling'sche Kupferlösung und sind daher diese untr der Bezeichnung Stärke hier mit einbegriffen. Nur bei den Körnern möchten indeß die als Stärke angeführten Zahlen als solche angenommen werden können. Bei Halmen und Spelzen bezeichnet jedoch der Ausdruck „Stärke" sämmtliche nach Kochen mit Schwefelsäure die Fehling'sche Kupferlösung reducirenden Körper. In ähnlicher Weise sind bei den Halmen und Spelzen unter „Zucker" die durch Ausziehen des Körpers mit Wasser und Bestimmung der im Filtrate enthaltenen, die Fehling'sche Kupferlösung reducirenden Körper zu verstehen, während bei den Körnern der Name Zucker wohl angewendet sein mag.

Die folgenden Tabellen liefern die relativen Verhältnisse der Stoffe, wie sie in den einzelnen Perioden und Reihen gefunden werden. Zur besseren Uebersicht sind Körner, Halme und Spelzen je in einer Tabelle für sich aufgestellt.

I.

Es enthielten 100 Theile Körner:	1ste Reifungsperiode.				2te Reifungsperiode.		3te Reifungsperiode.		4te Reifungsperiode.				5te Reifungsperiode.	
	Versuchsreihe.				Versuchsreihe		Versuchsreihe		Versuchsreihe				Versuchsreihe	
	1.	2.	3.	4.	1.	4.	1.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	4.
Stickstoffhalt. Stoffe	10,224	10,215	12,262	11,270	8,218	9,531	8,768	8,383	8,750	9,112	9,526	8,533	8,394	9,465
Stickstofffreie Stoffe	81,173	85,063	79,770	81,382	83,644	82,682	84,617	85,063	85,269	85,865	84,691	86,034	85,933	85,311
Holzfaser	3,106	3,467	3,533	3,178	2,961	2,990	2,565	2,818	2,394	2,546	2,872	2,793	2,362	2,523
Fett	2,621	0,124	0,849	1,266	2,162	2,381	1,766	1,424	1,119	0,387	0,490	0,434	0,729	0,238
Asche	2,876	2,564	3,586	2,904	3,015	2,416	2,284	2,312	2,468	2,090	2,421	2,206	2,582	2,463
Summa	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Zucker	2,563	2,104	2,492	3,687	2,453	2,401	1,212	0,802	1,083	0,299	0,403	0,359	0,959	0,515
Stärke.	64,751	66,410	68,938	68,793	65,277	69,110	69,709	73,278	72,223	73,495	73,465	74,372	75,684	75,199
Summa Zucker und Stärke	67,314	68,514	71,430	72,480	67,730	71,511	70,921	74,080	73,306	73,794	73,868	74,731	76,643	75,714

II.

Es enthielten 100 Theile Halme:	1ste Reifungsperiode.			2te Reifungsperiode.			3te Reifungsperiode.			4te Reifungsperiode.			5te Reifungsperiode.		
	Versuchsreihe			Versuchsreihe			Versuchsreihe			Versuchsreihe			Versuchsreihe		
	1.	3.	4.	1.	3.	4.	1.	3.	4.	1.	3.	4.	1.	3.	4.
Stickstoffhalt. Stoffe	4,041	3,500	2,636	3,525	—	1,949	2,705	—	2,773	2,225	0,946	2,440	1,818	—	2,063
Stickstofffreie Stoffe	54,630	54,500	46,102	52,951	—	48,495	52,064	—	47,393	47,405	46,250	45,141	45,975	—	45,492
Holzfaser	36,578	37,690	46,692	38,513	—	44,237	40,698	—	43,806	45,764	47,514	47,903	48,292	—	47,332
Fett	1,776	0,876	0,529	2,350	—	1,892	1,629	—	2,637	1,121	1,837	1,238	0,665	—	2,123
Asche	2,975	3,444	4,041	2,661	—	3,427	2,904	—	3,391	3,485	3,453	3,238	3,250	—	2,990
Summa	100,000	100,000	100,000	100,000	—	100,000	100,000	—	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	—	100,000
Zucker	6,758	12,809	1,597	4,692	10,698	2,157	4,082	8,255	2,560	1,113	2,078	0,388	0,448	0,374	0,272
Stärke	15,291	6,570	12,809	16,637	—	12,391	13,841								
Summa Stärke und Zucker	22,049	19,379	14,406	21,329	—	14,548	17,923	—	11,752	12,879	11,479	10,378	13,241	—	12,970
								—	14,312	13,992	13,557	10,766	13,689	—	13,242

III.

Es enthielten 100 Th Spelzen:	1ste Reifungsperiode.				2te Reifungsperiode.			3te Reifungsperiode.			4te Reifungsperiode.				5te Reifungsperiode.		
	Versuchsreihe				Versuchsreihe			Versuchsreihe			Versuchsreihe				Versuchsreihe		
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	4.	1.	2.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	4.
Stickstoffhalt. Stoffe	5,719	5,846	3,586	5,605	5,494	5,463	4,875	4,721	4,496	5,005	3,922	3,888	3,099	5,373	3,550	3,733	3,852
Stickstoffreie Stoffe	54,676	55,090	57,376	53,226	52,469	51,033	52,252	52,570	50,136	50,864	54,995	52,487	52,942	52,018	53,514	52,886	48,779
Holzfaser	28,373	30,091	29,605	31,152	30,517	34,576	31,868	31,929	36,279	32,825	30,963	33,371	32,777	33,235	33,706	34,856	37,254
Fett . . .	4,290	1,469	2,618	1,862	3,760	1,345	3,397	3,031	2,009	4,031	1,703	0,973	2,542	2,062	1,575	1,122	2,783
Asche . . .	6,942	7,504	6,815	8,155	7,760	7,583	7,608	7,749	7,080	7,275	8,417	9,281	8,640	7,312	7,654	7,403	7,332
Summa .	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,006	100,000
Zucker . .	1,904	3,264	4,682	1,313	2,240	2,241	3,397	1,500	1,122	1,438	0,195	9,164	0,205	18,824	0,121	0,209	0,126
Stärke .	25,279	19,498	16,864	15,235	25,159	15,023	19,123	27,020	13,545	21,466	23,452		20,484		22,135	19,700	15,723
Summa Zucker und Stärke	27,183	22,762	21,546	16,548	27,399	17,264	22,520	28,520	14,667	22,904	23,647	9,164	20,689	18,824	22,256	19,909	15,849

Wie die Tabellen ergeben, ist die Arbeit nicht vollständig durchgeführt. Es wurden nur je zwei Reifungsperioden (1. und 4.) und ebenso nur zwei Versuchsreihen (1. und 4.) einer durchgängigen analytischen Untersuchung unterworfen. Die in den Tabellen angeführten Zahlen geben die Menge der einzelnen Stoffe auf 100 Theile Pflanzenmasse an, und die aus diesen Zahlen gezogenen Schlüsse können also nur auf die Zusammensetzung der Pflanzenmasse Anwendung finden. Bei den späteren Tabellen, wo diese Zahlen auf 100 Pflanzen berechnet sind, wird sich die absolute Zu- oder Abnahme der einzelnen Stoffe beim Processe des Reifens resp. des Nachreifens feststellen.

Um einen Ueberblick über die beim Reifen der Pflanze eintretenden Veränderungen der Stoffe zu erlangen, ist es am zweckmäßigsten, die erste Versuchsreihe in sämmtlichen Reifungsperioden für sich zu betrachten. Da bei dieser Reihe jedesmal am Tage der Ernte die einzelnen Theile der Pflanze sofort getrennt wurden, so konnte hier ein Nachreifen der Körner nicht stattfinden.

Diese erste Reihe nun ergiebt, daß mit der Reife der Pflanze die stickstoffhaltenden Stoffe, wenigstens bei Halmen und Spelzen, abnehmen, die Holzfaser dagegen, welche bei den Körnern fällt, eine Zunahme erfährt. Ebenso stellt sich fest, daß mit der weiterschreitenden Reife der Procent-Gehalt des Zuckers in sämmtlichen Theilen der Pflanze, die Stärke nur bei Halmen und Spelzen einer Abnahme unterliegt, während die Körner reicher an Stärke werden. Die beiden Körper, welche als „Fett" und „Asche" (mineralische Stoffe) angeführt sind, scheinen beim Reifen der Pflanze in der Zusammensetzung derselben keinem bestimmten Gesetze zu unterliegen, wenigstens geht ein solches aus den hier erhaltenen Zahlen nicht hervor. Zu bemerken ist hier noch, daß die unter Fett angeführten Körper durch Ausziehen der Pflanzenmasse mit Aether bestimmt und der erhaltene Verlust in Rechnung gebracht wurde. Da aber einige andere Körper als Chlorophyll ꝛc., in Aether gleichfalls löslich sind, so müssen unter der Bezeichnung Fett sämmtliche in Aether lösliche Körper verstanden werden.

Nach diesem kurzen Ueberblicke der Veränderungen der Stoffe, die beim normalen Reifen eintreten, ist es nothwendig, um den Einfluß des Strohes und der Spelzen (incl. Spindeln) beim Nachreifen der Körner kennen zu lernen, die 1. Reihe gegenüber der 2., wo die Körner nach der Ernte in den Spelzen verblieben und der 3., wo Körner, Spelzen

und Halme im Zusammenhange gelassen waren, zu vergleichen. Hierbei stellt sich deutlich heraus, daß durch ein Zusammensein der Körner mit den Spelzen oder außerdem noch mit den Halmen nach der Ernte eine Umsetzung von Stoffen noch vor sich geht und daß diese Umsetzung der Stoffe zu Gunsten der Körner ausfällt. Die stickstoffhaltenden Stoffe, die Holzfaser und Stärke in den Keimen nehmen zu; Halme und Spelzen verlieren dagegen durch den Proceß des Nachreifens nur an Stärke und stickstoffhaltenden Stoffen. Die unter Fett angeführten Körper unterliegen in allen 3 Theilen der Pflanze einer Abnahme.

Ein großer Theil der „Stärke" von Halmen und Spelzen tritt durch ein Zusammenverbleiben mit den Körnern nach der Ernte, entweder als Stärke in einem löslichen Zustande, oder erst in Zucker übergeführt, in die Körner. Ein anderer Theil dagegen scheint zur Bildung von Holzfaser in ihren Organen selbst benutzt zu werden. In den frühesten Reifungsperioden tritt dieses am schärfsten hervor, später läßt es sich nicht mehr so genau beobachten.

In der letzten Versuchsreihe, wo die Nachreife der Körner nach der Ernte durch Zufuhr von Wasser zur Pflanze begünstigt war, wurde ein Austrocknen des Saftes möglichst verhindert, wodurch also eine verlängerte resp. vermehrte Ueberführung von Stoffen in die Körner stattfinden konnte. Ja es konnte hierdurch, wenn die Pflanze vor ihrer vollständigen Reife sämmtliche zu ihrer Ausbildung nöthigen Stoffe in sich aufgenommen hat, schon bei früher Ernte die normale Beschaffenheit der Körner der letzten Reifungsperiode erreicht werden.

Inwieweit nun dies Letztere erzielt ist, oder ob überhaupt ein wesentlicher Vortheil durch die Wasserzufuhr zur Pflanze erreicht wurde, muß eine Zusammenstellung der 3. und 4. Reihe ergeben. Bei der 3. Reihe konnten ja ebenso wie bei der 4. Halme und Spelzen am Nachreifen der Körner sich betheiligen, nur daß eben bei der letzteren noch eine Zufuhr von Wasser zur Pflanze stattfand. In der That ersieht man, daß ein vermehrter Uebergang von Stoffen in die Körner durch Wasserzufuhr zur Pflanze wirklich stattgefunden hat. Stärke und Zucker sind bei den Körnern gestiegen, bei Halmen und Spelzen dagegen gefallen. Die Masse der Holzfaser zeigt in allen drei Theilen der Pflanze eine Abnahme, ob dieselbe aber absolut sich wirklich verringert und hier mit zur Bildung von Stärke und Zucker dienen muß, tritt erst bei den absoluten Größen der einzelnen Zahlen hervor. Ebenso

läßt sich auf die durch Zufuhr von Wasser zur Pflanze nach der Ernte erreichte völlige Ausbildung der Körner mit Sicherheit erst bei den absoluten Größen der Zahlen auf eine bestimmte Anzahl von Pflanzen berechnet, schließen.

Um die absoluten Gewichte der einzelnen Reihen bestimmen zu können, war es nöthig, mit Genauigkeit die während des Nachreifens eintretenden Gewichtsveränderungen bei Körnern, Halmen und Spelzen festzustellen. Bei den Körnern ließ sich diese Gewichtsbestimmung vollkommen durchführen und die erhaltenen Resultate waren sehr zufriedenstellend. Bei Halmen und Spelzen zeigte sich nur in der 1. Reihe, wo durch die vorschreitende Reife die Unterschiede bedeutender waren, eine Gleichmäßigkeit. Dagegen schwankten die drei anderen Versuchsreihen unter sich so bedeutend, daß auf die Bestimmung des absoluten Gewichtes in diesen Reihen bei Halmen und Spelzen verzichtet werden mußte.

Gleichzeitig mit dem absoluten Gewicht wurde das specifische Gewicht der Körner bestimmt, und folgendes Resultat erhalten:

Versuchsreihe.	Absolutes Gewicht von 100 lufttrocknen Körnern. Reifungsperioden.					Specifisches Gewicht der lufttrocknen Körner. Reifungsperioden				
	1.	2.	3.	4	5.	1.	2.	3.	4.	5.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.					
1.	1,0430	1,4655	1,8366	2,0294	2,2230	1,165	1,260	1,260	1,280	1,290
2.	1,0575	1,4830	1,8510	2,0302	2,2250	1,165	1,270	1,280	1,290	1,290
3.	1,1310	1,4930	1,8620	2,0302	2,2280	1,165	1,260	1,270	1,290	1,290
4.	1,3790	1,5440	2,0220	2,1070	2,2325	1,230	1,270	1,280	1,290	1,300

Beide Bestimmungen zeigen übereinstimmend, daß mit der Reife der Pflanze fortschreitend das absolute und das specifische Gewicht der Körner sich erhöht. Ebenso steigen durch Verbleiben der Körner nach der Ernte in Stroh und Spelzen beide Gewichte. (2. und 3. Reihe.) Durch Wasserzufuhr zur Pflanze nach der Ernte (4. Reihe) ist, wie die Bestimmungen ergeben, die höchste Zunahme erreicht.

Bei der weiteren Berechnung des absoluten Gewichtes der einzelnen Stoffe wurden Normal-Pflanzen von 100 Körnern angenommen und aus dem früher gefundenen Verhältnisse der Körner, zu den Halmen und Spelzen jeder Periode, aus obigen Zahlen das Gewicht der letzteren berechnet. Tabelle IV. giebt das absolute Gewicht von 100 Pflanzen der 1. Reihe in fortschreitender Reife an. Körner, Halme und Spelzen gleicher Pflanzen stehen untereinander.

IV.

100 Pflanzen enthalten in Grammen:	1. Reifungsperiode.				2. Reifungsperiode.				3. Reifungsperiode.			
	Körner	Halme	Spelzen	Summa	Körner	Halme	Spelzen	Summa	Körner	Halme	Spelzen	Summa
Stickstoffhaltende Stoffe	10,663	11,751	2,574	24,988	12,044	9,725	2,489	24,258	16,103	7,130	1,950	25,183
Stickstofffreie Stoffe . .	84,663	158,864	24,604	268,131	122,582	146,092	23,768	292,442	155,407	137,241	21,711	314,359
Holzfaser	3,240	106,369	12,768	122,377	4,338	106,257	13,825	124,420	4,712	107,280	13,187	125,179
Fett	2,734	5,165	1,931	9,830	3,168	6,484	1,703	11,355	3,243	4,294	1,252	8,789
Asche	3,000	8,651	3,124	14,775	4,418	7,342	3,515	15,275	4,195	7,655	3,200	15,050
Summa	104,300	290,800	45,001	440,101	146,550	275,901	45,300	467,751	183,660	263,600	41,300	488,560
Zucker	2,673	19,652	0,857	23,182	3,593	12,945	1,019	17,557	2,226	10,760	0,620	13,606
Stärke	67,535	44,466	11,376	123,377	95,663	45,901	11,393	152,957	128,030	36,485	11,159	175,674
Summa Stärke u. Zucker	70,208	64,118	12,233	146,559	99,256	58,846	12,412	170,514	130,256	47,245	11,779	189,280

100 Pflanzen enthalten in Grammen:	4. Reifungsperiode.				5. Reifungsperiode.			
	Körner	Halme	Spelzen	Summa	Körner	Halme	Spelzen	Summa
Stickstoffhaltende Stoffe	17,757	4,810	1,608	24,175	18,660	3,960	1,399	24,019
Stickstofffreie Stoffe . .	173,045	102,490	22,547	298,082	191,029	100,133	21,084	312,246
Holzfaser	4,858	98,942	12,696	116,496	5,251	105,180	13,280	123,711
Fett	2,271	2,424	0,698	5,393	1,620	1,449	0,621	3,690
Asche	5,009	7,535	3,451	15,995	5,740	7,078	3,016	15,834
Summa	202,940	216,201	41,000	460,141	222,300	217,800	39,400	479,500
Zucker	2,198	1,357	0,080	3,635	2,132	0,976	0,047	3,155
Stärke	146,570	27,844	9,615	184,029	168,245	28,838	8,721	205,804
Summa Stärke u. Zucker	148,768	29,201	9,695	187,664	170,377	29,814	8,768	208,959

Das Totalgewicht der ganzen Pflanze betreffend, ergiebt sich bis zur 3. Periode mit fortschreitender Reife eine Zunahme desselben. Die 4. Periode fällt gegenüber der 3. ziemlich stark und die 5. (letzte) Periode erreicht in ihrem Totalgewichte das der 3. Periode noch nicht ganz wieder.

Bis zur 3. Periode, wo mit der Reife eine Steigung des Total-Gewichtes der ganzen Pflanze zu beobachten war, ist, wie die Summa-Gewichte der einzelnen Theile zeigen, die Zunahme der Körner gegenüber der Abnahme von Halmen und Spelzen ungleich größer; daher eine Vermehrung des Totalgewichtes der ganzen Pflanze. Bei der 4. Periode übertrifft die Gewichtsabnahme der Halme die Gewichtszunahme der Körner: das Gesammtgewicht der Pflanze sinkt. Bis zur 5. Periode verlieren die Halme nicht mehr an Gewicht, es ist sogar eher eine geringe Zunahme eingetreten und da das Gewicht der Körner wie in den übrigen Perioden steigt, so mußte hier wieder eine Zunahme des Totalgewichtes der Pflanze eintreten.

Betreffend den Antheil, welchen die einzelnen Stoffe an der Gewichtsvermehrung nehmen, ergiebt die Tabelle mit der Reife der Pflanze bei den Körnern eine Aufnahme von Asche, stickstoffhaltenden und stickstofffreien Stoffen und gleichzeitig eine Ablagerung von Stärke und Holzfaser in denselben. Die als Fett angeführten Körper verringern sich mit fortschreitender Reife. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß dieselben von der Pflanze zu Stärke und Holzfaser umgebildet werden. Bei den Halmen vermindern sich mit der fortschreitenden Reife die stickstoffhaltenden Stoffe, Stärke, Zucker und Fett; ja selbst die Holzfaser unterliegt in den letzten Perioden einer Abnahme. Dagegen scheint bei den Spelzen nur eine Verringerung der stickstoffhaltenden Stoffe, der Stärke, des Zuckers und des Fettes einzutreten. Die letzteren beiden verschwinden aber fast ganz.

Hiernach lassen sich folgende Schlüsse aussprechen. In den Zwischenräumen unserer Perioden nimmt die normale Pflanze einen Theil ihrer Mineralstoffe und stickstofffreien Stoffe vom Boden, letztere jedoch auch aus der Luft. Diese Aufnahme erstreckt sich bis zur völligen Reife der Pflanze (Zunahme der stickstofffreien Stoffe von der 4. bis 5. Periode), während gleichzeitig die Körner auf Kosten der Halme und Spelzen durch Entziehen von Stoffen aus diesen Organen sich ausbilden. Die stickstoffhaltenden Stoffe haben in unserer Reifezeit nicht zugenommen; die

Vermehrung derselben in den Körnern scheint durch Entziehen dieser Stoffe aus Halmen und Spelzen hervorgegangen zu sein.

Das Nachreifen der Körner in Stroh und Spelzen nach der Ernte betreffend, so konnten, wie bereits erwähnt, die absoluten Gewichtsbestimmungen bei Halmen und Spelzen in der 2., 3. und 4. Reihe, wegen der Schwankungen bei nur um ein Geringes verschiedenen Pflanzen nicht ausgeführt werden. In Folge dessen liegen also hier nur die bei den Körnern erhaltenen Zahlen vor, und kann daher nur aus ihnen auf die Thätigkeit der Halme und Spelzen beim Nachreifen geschlossen werden. In der folgenden Tabelle sind die Körner der 1. Reihe hier zur besseren Uebersicht nochmals mit aufgeführt worden.

V.

Es enthielten Körner von 100 Pflanzen in Grammen:	1. Reifungsperiode.				2. Reifungsperiode.				3. Reifungsperiode.			
	Versuchsreihe				Versuchsreihe				Versuchsreihe			
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Stickstoffhaltige Stoffe	10,663	10,802	13,868	15,541	12,044	—	—	14,716	16,103	—	—	16,970
Stickstofffreie Stoffe	84,663	88,439	90,220	112,226	122,582	—	—	127,661	155,407	—	—	171,998
Holzfaser	3,240	3,666	3,996	4,382	4,338	—	—	4,617	4,712	—	—	5,698
Fett	2,734	0,131	0,960	1,746	3,168	—	—	3,676	3,243	—	—	2,880
Asche	3,000	2,712	4,056	4,005	4,418	—	—	3,730	4,195	—	—	4,674
Summa	104,300	105,750	113,100	137,900	146,550	148,300	149,300	154,400	183,660	185,100	186,200	202,220
Zucker	2,673	2,225	2,818	5,084	3,593	—	—	3,707	2,226	—	—	1,622
Stärke	67,535	70,228	77,969	94,866	95,663	—	—	106,706	128,030	—	—	148,168
Summa Stärke und Zucker	70,208	72,453	80,786	99,949	99,256	—	—	110,412	130,256	—	—	149,790

Es enthielten Körner von 100 Pflanzen in Grammen:	4. Reifungsperiode.				5. Reifungsperiode.			
	Versuchsreihe				Versuchsreihe			
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Stickstoffhaltige Stoffe	17,757	18,499	19,340	17,979	18,660	—	—	21,131
Stickstofffreie Stoffe	173,045	174,323	171,940	181,273	191,029	—	—	190,455
Holzfaser	4,858	5,169	5,830	5,885	5,251	—	—	5,633
Fett	2,271	0,786	0,995	0,915	1,620	—	—	0,532
Asche	5,009	4,243	4,915	4,648	5,740	—	—	5,499
Summa	202,940	203,020	203,020	210,700	222,300	222,800	222,800	223,250
Zucker	2,198	0,607	0,818	0,705	2,132	—	—	1,150
Stärke	146,570	149,209	149,149	156,700	168,245	—	—	167,882
Summa Stärke und Zucker	148,768	149,816	149,967	157,405	170,377	—	—	169,032

Aus dem Verhältniß der 2. und 3. zur 1. Reihe läßt sich schließen, daß durch das Verbleiben der Körner in den Spelzen ein Nachreifen der Körner auf Kosten der Spelzen und Halme eingetreten ist. Die Körner wurden reicher an stickstoffhaltenden und stickstofffreien Stoffen, an Holzfaser und Stärke, welche Stoffe jedenfalls den Spelzen entzogen in die Körner gelangten. In der 3. Reihe, wo die Körner außer mit den Spelzen auch mit den Halmen nach der Ernte in Verbindung blieben, ist diese Zunahme eine noch höhere, als in der 2. Reihe.

Es blieb nun noch die Frage zu berücksichtigen: Wie weit kann die Pflanze bei gegebenem Wasserzutritt ohne Nahrungszufuhr in der Reifezeit die Körner ausbilden, und können bei früherer Reife die Körner durch dieses Verfahren zur vollständigen Ausbildung gelangen?

Stellt man die 4. Reihe der 3. gegenüber, so ergiebt sich, daß allerdings bei ersterer eine vermehrte Zufuhr von Stoffen in die Körner stattgefunden hat. Ganz besonders die Stärke wird hier so bedeutend vermehrt, wie in keiner der beiden anderen Reihen. Dennoch ersieht man aus der Tabelle, daß durch Wasserzufuhr zur Pflanze im früheren Reifezustande die normale Körnerreife nicht erzielt wird. Die Körner der letzten Reifungsperiode haben immer noch circa 13 Gramm Stärke (incl. Zucker) mehr, als die Körner der 4. Reifungsperiode der letzten (4.) Versuchsreihe.

Da die Pflanze bis zu ihrer letzten Reifezeit in Verbindung mit dem Boden steht, so nimmt sie auch bis dahin noch Stoffe aus demselben auf. Wird der Pflanze durch frühere Ernte dieser Zuschuß entzogen, so bleibt die Ausbildung der Körner, selbst unter Zufuhr von Wasser zur Pflanze, hinter den normalen Entwickelungszuständen zurück.

Aus diesem Allen geht hervor, daß man der letzten (5.) Periode den Vorzug vor denen der früheren Perioden einräumen muß. Es trat hier eine Zunahme an Stärke von nahezu 20 Grm. (auf 100 Pflanzen) ein, und da die Menge der stickstoffhaltenden Stoffe in der ganzen Pflanze eine ziemlich gleiche in der Reifezeit war, so ist die Vermehrung der Stärke in den Körnern von besonderer Wichtigkeit. Diese bis zur vollkommensten Reife in den Körnern zunehmende Stärke ist aber in den früheren Perioden noch nicht in der Pflanze vorhanden, sondern wurde durch der Luft und theilweise dem Boden entzogene Kohlensäure noch nachgebildet.

Der Frage über den Einfluß der Reife und der Nachreife auf die Güte des Kornes schließt sich eine weitere für die Landwirthschaft praktische Frage an: inwieweit nämlich beide, die Reife und Nachreife, auf die Keimungs- und Vegetationskraft des Kornes einwirken. Diese letzte Frage wurde ausführlich in den Annalen der Landwirthschaft mitgetheilt, und werde ich daher hier, mit Hinweis auf diese Mittheilung, nur die wichtigsten Resultate kurz anführen.

Die Ausführung des Versuches geschah auf zwei Bodenarten, auf leichterem sehr reichen humosen Gartenboden und auf sehr leichtem, armen Sand-Höheboden.

Diese Aussaat in verschiedenen Boden geschah, weil zu vermuthen war, daß durch einen an Pflanzennährmitteln sehr reichen Boden die Ungleichheit des Saatgutes im Laufe der Vegetation theilweise verwischt oder gar aufgehoben werden könne.

Da zu diesen Versuchen ein Theil von dem zur vorigen Arbeit bestimmten Materiale genommen wurde, so ist auch hier die gleiche Eintheilung in Reifungsperioden und Versuchsreihen festgehalten.

Der Einfluß der Reife trat bei dem armen Sandboden am schärfsten hervor. Je reifer die Samen, desto größer die Anzahl der gekeimten Körner. Die aus diesen Körnern hervorgegangenen Pflanzen entwickelten sich kräftiger, so daß auch der Ertrag der einzelnen Pflanzen zu Gunsten des reiferen Samens sprach.

Bei dem reichen Gartenboden dagegen bestätigte sich unsere Vermuthung, daß ein an Pflanzennährmitteln sehr reicher Boden die Ungleichheit des Saatgutes theilweise aufheben könne. Wenn gleich die Keimkraft der Körner, wie im armen Sandboden, zu Gunsten des reiferen Samens ausfiel und auch im Anfange der Vegetation die Pflanzen aus reiferem Samen ein besseres und gesünderes Aussehen hatten, so verschwanden bei der weiteren Entwickelung der Pflanzen diese Unterschiede immer mehr, so daß bei der Berechnung des Ertrages der einzelnen Pflanzen der Einfluß der Reife auf die Güte des Saatgetreides hier nicht mehr festzustellen war.

Den Einfluß der Nachreife auf die Güte des Saatgetreides betreffend, war es besonders die Keimungskraft, welche durch den Reifezustand bedeutend beeinflußt wurde. Am schärfsten und bedeutendsten tritt die Erhöhung der Keimungskraft in den frühesten Reifungsperioden hervor. Von den Körnern der 1. Periode, welche nicht hatten nachreifen können,

kamen nur 7—8 Körner (von 100) zum Aufgange, in der gleichen Periode dagegen, wo aber den Körnern ein Nachreifen gestattet war, mehr als 70 Körner.

Die Erhöhung der Keimungskraft der Körner scheint demnach der einzig wesentliche durch Nachreifen derselben nach der Ernte zu erzielende Vortheil zu sein. In der Entwicklung der aus solchem Samen gezogenen Pflanzen selbst treten Unterschiede zu Gunsten des Nachreifens nur wenig hervor, und ebenso war der Ertrag der Pflanzen aus nachgereiftem Samen gegenüber solchem, wo ein Nachreifen ausgeschlossen war, bei sonst gleicher Reife nicht oder nur unbedeutend gestiegen.

Beitrag zur Lösung der Frage: Ist die Hauptwirkung der Ammoniaksalze und des Chilisalpeter in ihrem Stickstoffgehalt begründet oder beruht sie auf vermehrter Auflösung von phosphorsauren Erden?

Von

Dr. Th. von Gohren,

Chemiker der Station Blansko.

Als in der naturwissenschaftlichen Section der Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe in Heidelberg die Frage der Ammoniak- und salpetersauren Salze zur Debatte kam, differirten die Ansichten gewaltig, und man mußte sich mit dem Resumé begnügen, daß die vorhandenen Versuche nicht zu einem gründlichen Urtheile ausreichen. Dies bewog mich, im verflossenen Jahre einen Versuch in dieser Richtung bei Zuckerrüben anzustellen.

Zu dem Versuch dienten zehn je 400 □Fuß große Parcellen eines Feldes, welches seit ungefähr 11 Jahren ununterbrochen Zuckerrüben geliefert hatte und das in vier Jahren eine animalische und eine künstliche Düngung erhielt. Es stand im dritten Jahre der Düngung. Die Analyse ergab in 100 Theilen lufttrockner Erde:

Wasser	9,252	
Organische Substanz	2,602	(darin N 0,027)
In Säure lösliche Bestandtheile	6,200	
Feiner Sand und Thon . .	63,276	
Quarzsand und Steine . . .	18,670	
	100,000	

Die in Säure löslichen Bestandtheile waren:

Kali	0,091	Transport	5,968
Natron . . .	0,048	Phosphorsäure	0,039
Kalkerde . . .	0,850	Schwefelsäure .	0,026
Talkerde . .	0,091	Chlor . . .	0,012
Thonerde . .	1,520	Kieselsäure . .	0,122
Eisenoxyd . .	3,368	Kohlensäure .	0,023
Latus	5,968		6,190

Die Feststellung der physikalischen Eigenschaften des Bodens ergab folgende Resultate:

1. Fähigkeit des Bodens, Luft-Feuchtigkeit anzuziehen.

30 Grm. lufttrockener Erde auf einer Fläche von 16 □Zoll ausgebreitet und in einem bei 19° C. mit Wasserdunst gesättigten Raum hingestellt, wogen nach 12 Stunden 30,13 Grm., nach 18 Stunden 30,30 Grm. und erhielten sich nach 24, 36, 48, 72 Stunden auf diesem Gewicht constant. Somit würden 100 Grm. nach dieser Zeit 101 Grm. gewogen haben.

2. Wasser haltende Kraft des Bodens.

Gegen 100 Grm. Erde, mit Wasser zu einem Brei angerieben, wurden in einen mit einem kleinen Filter verschlossenen Trichter zum Abtropfen gethan, dann in einer rasch abgewogenen Probe die Menge der trockenen Erde bestimmt. In 15,659 Grm. nasser Erde waren enthalten 4,542 Grm. Wasser. 100 Grm. Erde würden 29 Grm. Wasser gehalten haben.

3. Fähigkeit des Bodens, Wasser auszudünsten.

30 Grm. lufttrockener Erde (mit 2,042 Proc. Wasser) auf einer Fläche von 16 □Zoll ausgebreitet, mit 10 Grm. Wasser befeuchtet, an einen schattigen, vor Zug geschützten Ort bei 19° C. hingestellt. Nach 6 Stunden ergab die Wägung 39,2 Grm., nach 24 Stunden 36,9 Grm.,

nach 36 Stunden 34,8 Grm., nach 72 Stunden 30,4 Grm., nach 78 Stunden 30 Grm.

4. Fähigkeit des Bodens, Wasser durchsickern zu lassen.

Zur Bestimmung diente eine graduirte, unten trichterförmig endende Glasröhre. Die Trichteröffnung wurde mit einigen Steinchen verschlossen, in den Trichter reiner, etwas grobkörniger Sand und darauf 5 Zoll hoch Erde in der 10 Linien Durchmesser haltenden Röhre eingefüllt, dann vorsichtig mit Wasser getränkt, und so viel Wasser (55 Grm.) nachgegossen, daß es 3 Zoll über der Erde stand. Nach einer Viertelstunde waren 4 Grm. durchgesickert, nach einer halben Stunde 10 Grm., nach einer Stunde 21 Grm., nach zwei Stunden 30 Grm.; in der folgenden Zeit sickerte nichts mehr durch.

5. Fähigkeit des Bodens, die Sommerwärme zu absorbiren.

Die Beobachtungen wurden am 2. October 1861 von früh 9 Uhr bis Nachmittags 5 Uhr gemacht, und zwar wurde bestimmt: a. die Temperatur der Oberfläche der Erde bis $\frac{1}{3}$ Zoll Tiefe; b. die Temperatur der Luft im Schatten; c. die Temperatur der Luft in der Sonne. (Sonnenaufgang 6^h 2^m, Sonnenuntergang 5^h 37^m.)

Stunde.	Schatten.	Sonne.	Boden.	Bemerkungen.
9. a. m.	7,5° C.	7,5° C.	13,7° C.	Bis 9 Uhr Nebel.
10. =	7,5 =	13,7 =	21,2 =	
11. =	11,6 =	21,9 =	31,2 =	
12. =	14,2 =	25,0 =	35,0 =	
1. p. m.	16,6 =	26,2 =	38,7 =	
2. =	17,5 =	28,4 =	38,7 =	
3. =	17,5 =	26,9 =	35,6 =	
4. =	15,0 =	22,5 =	32,5 =	Sonne hinter Wolken verschwunden.
5. =	13,1 =	15,0 =	23,7 =	

Angebaut wurde am 21. Mai, geerntet am 4. October. Die Vegetationsdauer beträgt also 146 Tage. Die mittlere Tagestemperatur war im Mai 14,75° (C.); im Juni 22,75°; im Juli 24°; im August 25,37°; im September 18,87°.

Auf eine Parcelle, je 400 □Fuß groß, sind Regen gefallen im

Mai . .	610400 CC.;	von	im Ganzen	9	Regen	1	Gewitterregen.
Juni . .	3998120	=	= = =	17	=	9	=
Juli . .	3105410	=	= = =	10	=	3	=
August . .	474150	=	= = =	7	=	1	=
September.	602770	=	= = =	10	1	=	=

Als Düngemittel wurden angewendet: Schwefelsaures Ammoniak, Chlorammonium, Chilisalpeter, Salpetersäure, Spodiumstaub. Die Untersuchung ergab: beim schwefelsauren Ammoniak 24,2 Proc. Ammoniak, entsprechend 81,1 Proc. schwefels. Ammoniak, entsprechend 19,9 Proc. Stickstoff; — beim Chlorammonium 31,4 Proc. Ammoniak, entsprechend 98,7 Proc. Chlorammonium, entsprechend 25,8 Stickstoff; — beim Chilisalpeter 6 Proc. Feuchtigkeit; 3,5 Proc. Chlornatrium und schwefelsaures Natron; 6,5 Proc. Sand ꝛc.; 84 Proc. Natronsalpeter mit 13,8 Proc. Stickstoff; bei der Salpetersäure 40 Proc. wasserfreie Säure mit 10,3 Proc. Stickstoff. — 100 Th. staubförmige Spodiumabfälle enthielten:

Wasser	2,943
Stickstoffkohle	6,574
Kohlensaurer Kalk . .	13,050
Phosphorsaure Magnesia	0,565
Phosphorsaurer Kalk. .	72,215
Sand, Thon und Eisen.	4,653
	100,000

Ferner wurde die Absorptionsfähigkeit der Ackererde gegen die angewendeten Ammoniaksalze bestimmt:

100 Grm. Erde wurden unter öfterem Schütteln mit 250 CC. Wasser, in dem 1,2 Grm. Chlorammonium aufgelöst waren, 48 Stunden lang in Berührung gelassen und dann in der Lösung das Ammoniak bestimmt. In 1,2 Grm. Chlorammonium waren 0,376 Ammoniak vorhanden, absorbirt wurden 0,169 Grm. — Ebenso wurden 100 Grm. Erde mit 250 CC. Wasser, in dem 1,8 Grm. schwefelsaures Ammoniak aufgelöst waren, behandelt. In Auflösung befanden sich 0,435 Grm. Ammoniak, davon wurden absorbirt 0,188 Grm.

Zur Bestimmung der Löslichkeitsverhältnisse der angewendeten Stickstoffverbindungen gegen die Phosphate im Spodiumstaub wurde letzteres

mit den Salzlösungen in fein vertheiltem Zustande zusammengebracht und bei gewöhnlicher Temperatur, unter zeitweiligem Umschütteln 48 Stunden in verschlossenen Flaschen stehen gelassen, dann abfiltrirt und die Phosphorsäure in der Form des Bittererde-Ammoniaksalzes bestimmt.

Angewendet wurden:

2 Grm. Chilisalpeter 6 = Spodium 200 CC. Wasser	nach 48 Stunden waren in Lösung 0,0026 PO_5.
1,8 Grm. schwefels. Ammoniak 6 = Spodium 200 CC. Wasser	nach 48 Stunden waren gelöst 0,0102 PO_5.
1,2 Grm. Chlorammonium 6 = Spodium 200 CC. Wasser	nach 48 Stunden waren gelöst 0,0115 Grm. PO_5.

Zur Verwendung kamen folgende Quanten Düngemittel pr. Parcelle (à 400 □Fuß):

	Grm.	darin N (Grm.)
1. Spodiumstaub . .	3360	—
2. Chilisalpeter . . .	1120	154,56
3. Schwefels. Ammoniak	1008	200,59
4. Chlorammonium . .	672	173,37
5. Salpetersäure . .	720	74,16

Den Gehalt der Salpetersäure an N als Einheit angenommen, wäre das Verhältniß desselben in der Reihenfolge von unten angefangen wie: 1 : 2,3 : 2,7 : 2,1.

Der Anbau fand, wie schon oben erwähnt, am 21. Mai statt, bei trockenem heiterem Wetter. Der Rübensamen war von der weißen schlesischen Varietät, er wurde 14 Zoll im Quadrat gelegt. Die Düngemittel waren vor der Aussaat, mit Erde gemischt, breitwürfig ausgestreut und sorgfältig eingehackt worden. Die Salpetersäure wurde, stark mit Wasser verdünnt, gleichmäßig ausgespritzt. Während der Vegetationszeit machten sich keine erheblichen Unterschiede auf den Parcellen bemerklich. Nach dreimaligem Behacken der Rüben wurde am 4. October geerntet und sogleich, nach sorgfältigem Abputzen, gewogen.

Folgende Tabelle giebt Aufschluß über die Quantitäten der Ernte:

Nummer der Parcelle.	Düngung. Grm.	Zahl der pro Parcelle geernteten Rüben.	Gewicht der Rübenkörper Grm.	Gewicht der Blätter sammt Blattkopf. Grm.	Gesammtgewicht Grm.	Durchschnittsgew. einer Rübenpflanze. Grm.
1	1120 Chilisalpeter	185	105,280	29,120	134,400	726
2	1008 schwefels. Ammoniak	196	76,880	31,920	108,800	555
3	672 Salmiak	183	87,360	22,400	109,760	599
4	Ungedüngt	190	71,120	17,920	89,040	468
5	720 Salpetersäure	178	64,400	21,280	85,680	481
6	3360 Spodium	164	81,760	21,280	103,040	648
7	1120 Chilisalpeter + 3360 Spod.	184	89,600	25,200	114,800	623
8	Ungedüngt	182	68,880	21,840	90,720	498
9	1008 schweff. Amm. + 3360 Spod.	172	84,560	25,760	110,320	641
10	672 Salmiak + 3360 Spodium	206	84,000	32,480	116,480	565
	Mittel der 2 ungedüngten Parcellen	186	70,000	19,880	89,880	483

Um auch annähernden Aufschluß über die Qualität der geernteten Rüben zu erhalten, wurden die in folgender Tabelle niedergelegten Bestimmungen vorgenommen:

Parcelle.	Düngung. Grm.	Gewicht der Blätter und des Blattkopfes der untersuchten Rübe. Grm.	Gew. des untersuchten Rübenkörpers. Grm.	Menge des Saftes. CC.	Gewicht des Preßkuchens. Grm.	Grade Baumé.	Spec. Gewicht des Saftes.	Balling Saccharometer.
1	1120 $NaO.NO_5$	188	503	290	147	8,5	1,0627	15,28
2	1008 NH_3SO_3	275	595	380	147	7	1,0510	12,53
3	672 NH_4Cl	373	559	330	158	9	1,0666	16,20
4	Ungedüngt	216	421	230	115	9	1,0666	16,20
5	3360 Spodium	264	635	400	178	9	1,0666	16,20
6	720 NO_5	229	620	360	191	10	1,0746	18,04
7	1120 $NaO.NO_5$ + 3360 Spod.	380	649	390	177	8	1,0588	14,36
8	Ungedüngt	423	554	350	137	9	1,0666	16,20
9	1008 NH_3SO_3 + 3360 Spod.	283	647	370	205	9,5	1,0706	17,12
10	672 NH_4Cl + 3360 Spod.	297	287	170	81	10	1,0746	18,04

Fassen wir kurz zusammen, was sich aus dem Versuch ergiebt:

Sämmtliche gedüngte Parcellen, mit Ausnahme der mit Salpetersäure gedüngten, haben einen höheren Ertrag als die ungedüngten geliefert, absolut wie relativ.

Die Wirkung des Spodiums ist durch Zusatz der Nsalze erhöht worden.

Die Ammoniaksalze und der Chilisalpeter haben nicht gewirkt gemäß ihrem Stickstoffgehalt; ebenso giebt die lösende Kraft dieser Salze gegen Erdphosphate allein keinen Anhaltepunkt zur Bestimmung ihrer Wirksamkeit.

Chilisalpeter hat absolut wie relativ den höchsten Ertrag geliefert obgleich er nicht den höchsten Stickstoffgehalt, auch nicht die größte Lösungsfähigkeit gegen Phosphate besaß.

Die Wirkung des Chilisalpeters scheint nicht allein in der Salpetersäure begründet, sondern das Salz als solches scheint wirksam zu sein, da Salpetersäure allein sogar ein ungünstigeres Resultat lieferte als ungedüngt.

Zu einem Urtheil über die specifische Wirkung der verschiedenen Ammoniaksalze genügt der Versuch nicht, da die Wirkung dieser Salze sich nicht gleichmäßig gezeigt hat. Ueberhaupt lassen Versuche im Großen auf dem Felde viele Einwände zu, weil es trotz aller Sorgfalt unmöglich ist, sämmtliche einwirkenden Factoren zu bestimmen. Ich ziehe es deshalb vor, mich auf vorstehende Schlüsse zu beschränken, die Bestätigung noch anderer von gegenwärtig im Gange befindlichen Topfversuchen erwartend.

Ob die geringere Wirkung der Ammoniaksalze darin zu suchen ist, daß sie, wenigstens großentheils, durch Oxydation erst in Salpetersäure übergehen müssen, bevor ihr Stickstoff unmittelbar den Pflanzen zur Nahrung dienen kann; und ob die Wirkung der Ammoniaksalze um so geringer sein wird, je weniger die nothwendigen Bedingungen zur Salpeterbildung im Boden vorhanden sind, ob dieselbe um so größer wird in dem Grade, als man diese Bedingungen künstlich erhöht: ob man z. B. durch Kalk aus dem schwefelsauren und salzsauren Salz das Ammoniak im Boden erst frei machen müsse, um raschere Salpeterbildung herbeizuführen; in wie weit die Wirkung des Salmiaks beeinträchtigt wird dadurch, daß es sich im Boden zu Chlorcalcium und Chlormagnesium umsetzt, welche positiv schädlich auf die Vegetation wirken sollen;

in wie weit die ausnehmend günstige Wirkung des Chilisalpeters auch dadurch begründet ist, daß von einer Lösung desselben die Hälfte ohne Umsatz durch Ackerboden filtrirt, und also ein großer Theil desselben im feuchten Erdreich fähig ist, Phosphate zu lösen: die Beantwortung dieser Fragen muß gleichfalls ferneren Versuchen vorbehalten bleiben.

Quantitativ-analytische Arbeiten über den Ernährungsproceß der Pflanzen

von

Dr. W. Knop.

II.

Als Fortsetzung der Heft 9 S. 324 abgebrochenen Abhandlung, in welcher ich die Lösung, mit der ich eine Maispflanze zu einer bedeutenden Entwickelung brachte, so wie auch die Veränderungen angegeben habe, welche diese Lösung periodenweise durch die darin vegetirende Pflanze erlitt, theile ich mit Nachfolgendem einige weitere analytische Resultate mit, welche sich bei der Untersuchung derselben Maispflanze ergeben haben.

S. 317—321 des 9. Heftes habe ich bereits alle Quantitäten Salze, welche von der Pflanze, vom Anfang bis zu Ende ihrer Vegetation, aufgesogen wurden, ferner die ganze Wassermenge, die bei dem Versuche in's Spiel kam, so wie endlich auch diejenigen Salzmengen, welche nach der Blüthezeit von der Pflanze an destillirtem Wasser wieder abgegeben wurden, aufgezählt. Diese Mengen sind dort in der Reihenfolge der Perioden aufgeführt worden.

Ich erinnere ferner daran, daß ich bei dem Versuche, indem ich jedesmal, wenn die Pflanze ein Liter Wasser verdunstet hatte, nahe an 200 CC. Rest von der ihr gegebenen Salzlösung aus dem Versuchsgefäß auslaufen ließ, und diesen Rest analysirte, fünf erste Vegetationsperioden erhielt, wobei die Pflanze bis zur Blüthe kam.

Vom Anfange der sechsten Periode an (s. 9. Heft S. 320) goß ich blos reines (destillirtes) Wasser in das Versuchsgefäß. Die Pflanze lieferte bei dieser Behandlung den Beweis dafür, daß zur Blüthezeit alle zur Fruchtbildung erforderlichen Stoffe in ihr in genügender Menge angehäuft waren und brachte einen ihrem Körper proportionalen Fruchtkolben zu Wege, auf dem später 140 Samen reiften.

Es ist nun wohl von Interesse, zuvörderst die Gesammtmengen der zum Aufbau eines Gewächses erforderlichen Stoffe zu kennen, welche ohne Weiteres durch Addition der S. 317—321 in den mit C überschriebenen Spalten aufgeführten Zahlen erhalten werden können. An dem Platze der Zahlen, welche die von der Pflanze aufgesogene Menge Salpetersäure angeben sollten, ist an dem citirten Orte ein Fragezeichen gesetzt, um anzudeuten, daß der Rest Salpetersäure, den die Pflanze hinterließ, nicht analytisch bestimmt worden ist.

Da nun aber die weiteren Untersuchungen ergeben haben, daß die salpetersaure Kalk- und Talkerde bis auf ein Minimum in kohlensaure Salze umgewandelt worden waren, und der Kalisalpeter als schwefelsaures Kali in der Lösung, in welcher die Pflanze vegetirt hatte, angetroffen wurde, so darf man mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß fast die ganze Menge Salpetersäure, welche der in Rede stehenden Maispflanze gegeben wurde, von derselben aufgenommen und verarbeitet worden sei, diese Menge aber berechnet sich vollkommen sicher aus der angewandten Menge des salpetersauren Kalks und Kalis, weil beide Salze in neutralem Zustande aufgelöst worden sind. Unter der Voraussetzung, die Salpetersäure sei ganz und gar mit in die Pflanze gegangen, giebt die Addition aller der in den ersten 5 Perioden von der Pflanze aufgesogenen Quantitäten Basen und Säuren:

Salpetersäure	5,6160	Grm.
Schwefelsäure	0,5196	=
Phosphorsäure	0,5730	=
Kalkerde . . .	1,0534	=
Talkerde . . .	0,2184	=
Kali	1,7454	=
	9,7258	Grm. Salze,

wozu noch eine nicht ermittelte, aber jedenfalls sehr geringe Menge phosphorsauren Eisenoxyds hinzuzurechnen ist.

Diese Salzmengen hat die Pflanze in der Zeit vom 12. Mai bis zum 10. August mit 6 Litern Wasser in sich aufgenommen und ist damit bis zur Blüthe gelangt.

In den übrigen beiden Perioden, die als sechste und siebente bezeichnet sind, in welchen die Pflanzen keine Salze mehr, sondern nur destillirtes Wasser bekam, hat sie noch 5,5 Liter Wasser aufgesogen, und von den zur Blüthezeit in ihr vorhanden gewesenen Salzen, an das die Wurzeln umgebende Wasser zurückgeliefert:

	Kali.	Kalk.	Phosphorsäure.	Talkerde.
Vom 10. bis 16. August . .	0,0160 Gr.	0,008	0,001	—
Vom 16. Aug. bis 4. Septbr.	0,0034 =	0,051	0,006	0,007
In 25 Tagen im Ganzen .	0,0194 Gr.	0,059	0,007	0,007

Zieht man diese mit dem Erscheinen der weiblichen Blüthe aus der Wurzel ausgesonderten Mengen von den vorstehenden Zahlen ab, so findet man, daß die reife Pflanze zur Zeit, wo sie geerntet wurde, an Mineralbestandtheilen im Ganzen enthielt:

Stickstoff entsprechend nahe an	5,616 Salpetersäure	=	1,4560 Stickstoff
Schwefel = . . .	0,5196 Schwefelsäure	=	0,3464 Schwefel
Phosphor = . . .	0,5730 Phosphorsäure	=	0,2500 Phosphor
Kalkerde = . . .	1,0534—0,590 Kalk	=	0,9944 Kalkerde
Talkerde = . . .	0,2184—0,0070 Talkerde	=	0,2114 Talkerde
Kali = . . .	1,7454—0,0194 Kali	=	1,7260 Kali

und eine geringe Menge phosphorsaures Eisenoxyd.

Unter Aufnahme dieser Stoffe hat die Pflanze die folgenden Gewichte an Trockensubstanz der einzelnen Organe gewonnen. Alle Zahlen drücken Gramme bei 95° getrockneter Substanz aus:

4,265	Grm.	Wurzeln
6,420	=	Stamm bis zur männlichen Blüthe
0,750	=	männliche Blüthe, aus 7 Aehren bestehend
4,500	=	von vollkommenem Samen entblößter Kolben
21,500	=	reife Samen (140 Stück)
12,853	=	Blätter und Blattscheiden
50,288	Grm.	Gesammtgewicht der trocknen Pflanze.

Vorausgesetzt nun, die Salpetersäure sei zur Bildung der Eiweißsubstanzen verwandt, Schwefel und Phosphor aber seien, wenigstens

wesentlich als solche in der reifen Pflanze vorhanden gewesen, so kommt man zu dem Schlusse, dieselbe habe auf vorstehendes Gewicht, in runder Zahl = 50 Grm. Trockensubstanz, an Mineralbestandtheilen enthalten:

0,5196	Grm.	Schwefelsäure
0,5730	=	Phosphorsäure
0,9944	=	Kalkerde
0,2114	=	Talkerde
1,7260	=	Kali
?		phosphorsaures Eisen
4,0244	Grm.	Salze,

woraus sich im Durchschnitt ein Gehalt von 8 Proc. Asche berechnet, wären diese Mineralbestandtheile in der Pflanze gleichmäßig vertheilt, was natürlicher Weise nicht der Fall ist.

Bei 50,288 Grm. Trockensubstanz hatte die Pflanze zur Zeit der Reife das Lebendgewicht von 330 Grm. (am 28. Aug.) und enthielt folglich ihr Körper in 100 Theilen

15,2	Grm.	Organische Materie + Asche
84,8	=	Vegetationswasser
100,0		

Die verschiedenen Fragen, welche beim Ueberblicken dieser Data sich stellen, ließen sich mit dem gegebenen Quantum Substanz nicht alle durch Analyse beantworten; ich mußte mich entschließen, mich für diesmal auf die Erledigung einiger wenigen zu beschränken, und will in Folgendem angeben, in welcher Beziehung ich die Analysen dieser Pflanze durchgeführt habe.

I. Analyse der Asche der Wurzel.

Zunächst schien es mir von besonderem Interesse zu sein, die Wurzel auf ihre Mineralbestandtheile zu untersuchen, weil dieselbe während der sechsten und siebenten Periode im Ganzen 19 Tage lang in destillirtem Wasser gestanden hatte, um zu erfahren, wie weit sie hierdurch ihrer Mineralbestandtheile sich entledigt hatte. Um zugleich einige qualitative Versuche über die Natur der in der Wurzel vorhandenen Stoffe anstellen zu können, wurde die gepulverte, bei 95° getrocknete Wurzelmenge in 2 Theile getheilt und die eine Hälfte von 2,1325 Gr. in der Silberschale, die mit Drahtnetz überspannt war, bei niedriger

Temperatur eingeäschert. Die Kohle verbrannte dabei außerordentlich leicht.

Es hinterblieben 0,147 Grm. einer rostrothen, also stark eisenhaltigen Asche, die beim Lösen in Salzsäure deutlich aufbrauste. Beim Wiederauflösen des Rückstandes, den diese salzsaure Lösung beim Eindunsten ließ, blieb keine wägbare Menge Kieselsäure zurück.

Kieselsäure war in der Wurzel also nur spurenweise, vielleicht gar nicht vorhanden. Die Analyse auf die übrigen Bestandtheile habe ich hier anders als bei den übrigen Organen ausgeführt; ich fällte nämlich die salzsaure Lösung der Wurzelasche zuerst durch bloßen Zusatz von Ammoniak, um alle Phosphorsäure mit einem Quantum der in der Wurzel vorhandenen drei Basen: Eisenoxyd, Kalk- und Talkerde, auszufällen. Der erhaltene Niederschlag sei mit A bezeichnet.

Darauf fügte ich zum Filtrate phosphorsaures Ammoniak und fällte dadurch die noch vorhandenen Mengen Kalk und Talkerde als Niederschlag B.

Im Filtrate C ist dann nur noch das Kali enthalten.

In dem Niederschlage A ist das phosphorsaure Eisen durch Lösen desselben in Essigsäure, der Kalk mittelst Oxalsäure und die Talkerde durch Zufügen von Ammoniak, dem noch wenige Tropfen Phosphorsäure zugefügt worden waren, bestimmt, und die ganze Phosphorsäuremenge, welche im Niederschlage A enthalten war, durch Rechnung gefunden, indem die zur Bildung von phosphorsaurem Kalk und von phosphorsaurer Ammoniaktalkerde erforderliche Menge PO_5 ausgerechnet wurde.

Bei diesem Gange der Analyse zeigte sich sofort, daß in der Wurzel außer phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Talkerde noch ein Quantum Kalk und Talkerde auf andere Weise gebunden vorhanden waren; denn als das Filtrat von dem Niederschlage A mit phosphorsaurem Ammoniak versetzt wurde, fiel noch ein Gemenge von phosphorsaurem Kalk mit etwas phosphorsaurer Ammoniaktalkerde nieder.

Diese Trennung der Kalk- und Talkerde von Alkali (C) ist zwar, wie bekannt, nicht so scharf als die sonst gewöhnliche, weil der phosphorsaure Kalk nicht unlöslich genug in Wasser ist, allein es ließ sich der Fehler dadurch sehr verkleinern, daß alle Flüssigkeiten auf wenige Cubik-Centimeter Raum eingedunstet wurden; es war wenigstens möglich, die Analyse auf alle vorhandenen Stoffe mit der geringen Menge Asche für den Zweck genau genug durchzuführen.

Das Alkali ist dem Filtrate C mittelst kieselflußsauren Kupferoxyds bestimmt. Es wurden gefunden:

Im Niederschlage A	Phosphorsaures Eisen	0,0630
	Kalkerde	0,0330
	Talkerde	0,0022
Im Niederschlage B	Kalkerde	0,0099
	Talkerde	0,0004
Im Filtrate C . . .	Kali	0,0054
		0,1139

Für die Kalkerde des Niederschlags A berechnen sich dann 0,0278 Gr. Phosphorsäure, mit welchem Quantum sie als dreibasisches Salz niederfallen mußte, und für die Talkerde desselben Niederschlags 0,0038 Gr. Phosphorsäure, um mit dieser Erde phosphorsaure Ammoniaktalkerde zu bilden.

Die Schwefelsäure wurde in der andern Hälfte der Wurzel, von der sogleich die Rede sein soll, bestimmt. Faßt man alle diese Data zusammen, so ergab die Analyse der Wurzel

	Gefunden in der Hälfte.	Berechnet auf die ganze Wurzel von 4,265 Gr.
Kieselsäure	0,0000	0,0000
Phosphorsaures Eisenoxyd	0,0630	0,1260
Schwefelsäure	Spur	0, —
Phosphorsäure	0,0316	0,0632
Kalkerde	0,0429	0,0858
Talkerde	0,0026	0,0052
Kali	0,0054	0,0108
	0,1455	0,2910

4,265 trockner Wurzel enthielten demnach 0,2910 und folglich 100 trockne Wurzel 6,8 Proc. Asche, welche bei der Darstellung noch etwas Kohlensäure gebunden hatte, so daß die directe Wägung der erhaltenen Asche (berechnet aufs Ganze) 0,2940 Grm. ergab.

Die andere Hälfte der gepulverten Wurzel benutzte ich, wie schon bemerkt, zur Bestimmung der Schwefelsäure, von der aber nur eine Spur nachgewiesen werden konnte, und zu einem besonderen Versuch über die Art und Weise, wie das Kali in der Wurzel gebunden war.

Die ganze Quantität der andern Hälfte = 2,1325 Grm. der bei 95° getrockneten fein geriebenen Wurzel wurde nämlich in einem kleinen Verdrängungsapparate mit destillirtem Wasser ausgezogen. Der stark braun gefärbte Auszug wurde eingedunstet und der Rückstand im Platinschälchen verbrannt. Die äußerst geringe Menge Asche wurde in Salzsäure gelöst, die stark saure Lösung mit Aetheralkohol und dann mit Platinchlorid versetzt, worauf sich sofort ein Niederschlag von Chlorplatinchlorkalium ausschied, der 0,012 Gr. wog und folglich 0,0023 Gr. Kali enthielt.

Dieselbe Wurzel also, welche im gesunden Zustande in der siebenten Periode nur 3,4 Milligramm Kali an das sie umgebende Wasser abgegeben und dieses nicht im mindesten gefärbt hatte, da letzteres selbst beim Eindunsten behufs der Analyse auf wenige Cubik-Centimeter farblos blieb, gab nach dem Trocknen bei 95° einen stark braun gefärbten wässrigen Auszug, der, bezogen auf die ganze Menge, das Doppelte von voriger Zahl, also 0,0046 Gr. Kali enthielt.

Die Mutterlauge von dem Platinchloridchlorkalium enthielt keine Schwefelsäure, und in der Asche des mit Wasser ausgezogenen rückständigen Wurzelpulvers war eine so geringe Menge derselben Säure enthalten, daß Chlorbarium nur eine Trübung in der Lösung der Asche hervorbrachte.

Zufolge diesen Bestimmungen sind außer den in Wasser sehr schwer löslichen phosphorsauren Salzen des Eisenoxyds, der Kalk- und Talkerde noch andere Verbindungen der Kalk- und Talkerde und des Kalis in der lebendigen Wurzel enthalten, welche in 19 Tagen nicht von dem Wasser außen durch Diffusion und Endosmose der Wurzel entzogen werden konnten, während aus der durch Trocknen getödteten destillirtes Wasser Kali in verhältnißmäßig großer Menge auszog.

Bevor ich auf eine nähere Betrachtung dieser Resultate eingehe, will ich erst alle analytischen Data zusammenstellen.

II. Analyse der Stammorgane. Der Stamm von der Wurzel bis zum Anfang der männlichen Blüthe und der von reifem Samen entblößte Kolben sind zusammen eingeäschert und analysirt. Der Stamm für sich allein wog trocken 6,420 Gr., der Kolben 4,500 Gr. Vom Stamme sind aber nur 5,620 Gr. zur Analyse verwandt, weil ein geringes Quantum zur Stickstoffbestimmung reservirt wurde.

Die folgende Analyse ist also von der Asche von

5,620 Grm. Stamm und
4,500 = Kolben
= 10,120 Grm. Trockensubstanz

gemacht worden. Diese Substanz ist in der Silberschale mit übergespanntem Drahtnetz verkohlt. Die Kohle wird vor dem vollständigen Einäschern mit Salzsäure ausgezogen. Die Analyse gab:

Kieselsäure	0,0005
Phosphorsaures Eisenoxyd	0,0030
Schwefelsäure	0,0186
Phosphorsäure	0,0440
Kalkerde	0,0990
Talkerde	0,0086
Kali	0,4974
	0,6711

Wenn 10,120 Grm. Substanz 0,6711 Mineralbestandtheile enthielten, so ergiebt sich ein Procentgehalt von 6,6 Proc. Asche. Die äußerst geringe Menge Kieselsäure, welche oben angegeben ist, rührt gewiß von in der Epidermis eingedrungenem Staub her.

III. Analyse der Samen. Die 140 Stück reifer Samen gemahlen und gerieben wogen bei 95° getrocknet 21,5 Grm. Davon wurden 1,5 Grm. zur Stickstoffbestimmung aufgehoben und 20,0 Grm. wie oben analysirt. Die Analyse gab:

Kieselsäure	0,0000
Phosphorsaures Eisenoxyd	0,0020
Schwefelsäure	0,0000
Phosphorsäure	0,0482
Kalkerde	0,0058
Talkerde	0,0396
Kali	0,1340
	0,2296

20 Grm. trockner Samen enthielten 0,2296 Mineralbestandtheile und folglich 100 Theile Samen 1,15 Proc. Mineralbestandtheile.

IV. Die Blätter. Was die Blätter anbetrifft, so muß ich mich für diesmal darauf beschränken, von quantitativen Bestimmungen nur die der Kieselsäure und weiter unten die des Stickstoffgehaltes mitzutheilen.

Zuvörderst sei bemerkt, daß die mittleren Blätter einer normalen in diesem Sommer im Boden gewachsenen Pflanze 13,5 Proc. einer stark alkalischen Asche gaben, von der 100 Theile 28 Theile Kieselsäure enthielten. Es sei ferner daran erinnert, daß bei dem normalen Wachsthum der Gräser im Boden die Kalk- und Talkerde sich so vertheilen, daß in der Samenasche mehr Talkerde gegen 1 Gewichtstheil Kalkerde enthalten ist als in den Blättern. Die Kalkerde dagegen geht, wie wir wissen, mehr in die Blätter als in die Samen.

Ein Quantum der mittleren Blätter von meiner künstlich gezogenen Pflanze gab nun eine Asche, in der ich fand:

Kalkerde 0,1486 Grm.
Talkerde 0,0072 =

also ein ähnliches Verhalten, wie es bei der normalen Pflanze statt hat, was sich namentlich herausstellt, wenn man oben die Samenasche damit vergleicht, in welcher in der That das umgekehrte Verhältniß statt hat, insofern diese letztere mehr Talkerde als Kalkerde enthält. Die Aschen der Blätter meiner künstlich erzogenen Pflanze brausten mit Säure übergossen alle stark auf, so wie es bei der Asche von normalen Pflanzen derselben Familie statt hat.

Ich habe ferner Kieselsäurebestimmungen von 3 Abtheilungen der Blätter aus den verschiedenen Höhen des Stammes gemacht, die hier nachfolgen. Den angestellten Analysen zufolge enthielten 100 Theile Asche von

		Kieselsäure.
den 3 untersten Blättern, welche trocken zusammen wogen	1,500 Gr.	4,1 %
= 4 mittleren = = = = =	3,520 =	7,1 =
= 8 obersten = + Hüllen des Kolbens, welche trocken wogen	7,833 =	5,0 =
Gesammtgewicht der Blätter	12,853 Gr.	

Das absolute Quantum Kieselsäure, das in den 12,853 Gr. Blättern enthalten war, war folgendermaßen vertheilt:

in den 3 untersten Blättern waren vorhanden	0,0070	Gr. Kieselsäure
in den 4 mittleren Blättern	0,0030	= =
in den 8 obersten + Hüllen des Kolbens zusammen	0,0120	= =
folglich in allen Blattorganen zusammen . .	0,0220	Gr. Kieselsäure

welche Menge also die Größe der Verwitterung des Glases, das als Versuchsgefäß diente und desjenigen, in welchem die Salzlösung aufbewahrt wurde, ausdrückt, falls die Kieselsäure nicht vom Staub herrührt.

V. Stickstoffbestimmungen. Die folgenden Stickstoffbestimmungen sind theils von Hrn. Wolf theils von Hrn. Stadler aus Leipzig gemacht worden.

A) 0,541 trockne Blätter gaben	0,113 Platin	= 0,016 N	= 2,96 %	Stickstoff (Stadler)
B) 0,150 Stammorgane =	0,041 =	= 0,00583 N	= 3,8 %	Stickstoff (Wolf)
C) 0,445 männl. Blüthe =	0,078 =	= 0,01108 N	= 2,48 %	= =
D) 0,565 Maissamen =	0,100 =	= 0,01421 N	= 2,5 %	= =

Berechnet man diese Procente auf die Gesammtgewichte der geernteten Organe, so findet man, daß enthalten waren in den

		Stickstoff.
10,920 Gr.	Stammorganen, d. h. Stamm + Fruchtboden	0,4150 Gr.
0,750 =	männlichen Blüthen	0,0186 =
21,500 =	Samen	0,5375 =
12,853 =	Blättern.	0,3804 =
In allen Organen außer der Wurzel zusammen . . .		1,3515 Gr.

Die Pflanze hat im Ganzen aufgesogen 5,616 Grm. Salpetersäure, worin 1,4560 Stickstoff enthalten sind. Subtrahirt man hiervon den in der Pflanze vorhandenen Stickstoff, so erhält man: 1,4560 — 1,3515 = 0,1045 Stickstoff als Ueberschuß.

Wenn nun auch von der Wurzel keine Stickstoffbestimmung gemacht werden konnte, so bleiben für 4,265 Grm. Wurzel, doch wie sich mit Vorstehendem ergiebt, noch 0,1045 Grm. Stickstoff vom Stickstoffgehalte derjenigen Menge Salpetersäure, welche der Pflanze gegeben wurde, übrig, was mehr als ausreichend ist, denn rührte in der That aller Stickstoff, den die erzeugte Pflanze enthielt, einzig von der ihr in Form von Nitraten gegebenen Salpetersäure her, so fände man, daß der eben berechnete Ueberschuß von 0,1045 Grm. bei dem Gewichte der Wurzel von 4,265 Grm. genügte, um für dieses Quantum Wurzel eine Wurzel-

trockensubstanz von 2,4 Proc. Stickstoffgehalt zu berechnen. Und es wären dann bei diesem Versuche mittelst 1,456 Grm. Stickstoff = 5,616 Grm. Salpetersäure erzeugt, folgende Quantitäten:

	Organe.	Darin Stickstoff.	Stickstoffprocentgehalt der Organe.
4,265 Gr.	Wurzeln	0,1045	2,40
10,920 =	Stammorgane (Stamm und Kolbenspindel	0,4150	3,80
0,750 =	Rispe der 7ährigen männlichen Blüthe	0,0186	2,48
21,500 =	reifer Samen	0,5375	2,50
12,853 =	Blätter und Hüllen des Kolbens	0,3804	2,50
50,288 Gr.	organ. aschenhalt. Trockensubstanz	1,4560	

Wenn der Versuch nun auch nicht den Beweis liefert, daß die Pflanze mittelst der Blätter kein Ammoniak aus der Atmosphäre aufgenommen hatte, so zeigen vorstehende Zahlen doch, daß die Salpetersäuremenge, welche der Pflanze in Form von salpetersaurem Kali und salpetersaurem Kalk neben Bittersalz gegeben worden war, aus welchem letzteren Salze sich offenbar auch etwas salpetersaure Talkerde in der Lösung bilden mußte, ausreichend ist, um den ganzen Bedarf an Stickstoff, den die Pflanze hatte, zu liefern.

Aus den nunmehr im Detail mitgetheilten Ergebnissen der Untersuchung einer einzigen Pflanze stellt sich im Ganzen Folgendes heraus:

1) Die Maispflanze hat mit einem Gesammtverbrauch von 11,5 Liter Wasser 4 Grm. Mineralsalze und nahe an 1,4560 Stickstoff, in Form von 5,616 Grm. Salpetersäure entsprechenden Nitraten, aufgenommen und damit 50 Grm. organische Substanz erzeugt.

2) Die Lösung, in welcher diese Salze der Pflanze geboten wurde, war neutral und nach der Formel $MgO, SO_3 + 2\,CaO, NO_5 + 2\,KO, NO_5$ zusammengesetzt und erhielt zeitweilig einen Zusatz von phosphorsaurem Kali. Außerdem ward phosphorsaures Eisenoxyd in der Lösung aufgeschlämmt.

3) Es ist möglich, daß in frühester Jugend die Aufnahme der Mineralsalze durch Endosmose bedingt wird. Denn zur Zeit, wo der Flächeninhalt der Oberfläche der Blätter (nicht Oberfläche und Unterfläche zusammen) etwa 50 bis 200 Quadratcentimeter beträgt, verdunstet eine Maispflanze bei 10—15° Temperatur in 24 Stunden oftmals

kaum 0,5—1 Grm. Wasser. Bei 15—25° beträgt das durch dieselben Blätter verdunstete Wasser auch noch sehr wenig, etwa 1—2 Grm.

Sobald die Blätter aber weiter entwickelt sind, bedingt die Verdunstung an den Blattflächen einen starken Zug des Wassers von den Wurzeln zu den Blättern hin.

Zur Zeit, wo die Flächen der Oberseite der Blätter zusammen etwa 1000 Quadratcentimeter Ausdehnung haben, beträgt die Verdunstung bei 15°, 20°, 25° der Reihe nach etwa 100, 150, 200 Grm. Wasser, und zu dieser Zeit muß die Wurzel von einer auffaugbaren Lösung umgeben sein.

4) Indem die Lösung aufgesogen wird, stellt die Zellenmembran den einzelnen Salzen einen verschiedenen Widerstand entgegen, den salpetersauren einen geringeren als den schwefelsauren, und eine concentrirtere Salzlösung wird schwieriger als eine verdünnte aufgesogen.

5) Der Erfolg der Thätigkeit der Endosmose wird durch den in die Wurzeln eindringenden Strom der sie umgebenden Lösung ganz umschlossen. In wässriger Lösung dringen die Salze also auch nicht durch endosmotische Vorgänge in die Wurzeln ein, die Ernährung der Pflanze fordert hier nichts weiter als eine auffaugbare Lösung der Nährstoffe.

6) Umgekehrt kommen auch zur Zeit, wo die Pflanze alle zu ihrer weiteren Ausbildung nothwendigen Mineralsalze in ihrem Körper aufgenommen hat, die Bestandtheile dieser Salze aus der Pflanze nicht auf dem Wege der Endosmose in reines Wasser zurück, wenn ihre Wurzeln zu Anfang der Blütheperiode mit destillirtem Wasser umgeben werden. Von 4 Grm. Salzen sind thatsächlich nur äußerst geringe Mengen in das Wasser zurückgegangen, und der Umstand, daß hierbei vorzugsweise kohlensaurer Kalk, wenig Kali und gar keine Schwefelsäure rückgängig wurden, beweist, daß die Zellenmembran auch in der entgegengesetzten Richtung den einzelnen Salzen einen verschiedenen Widerstand entgegenstellt. Berücksichtigt man dabei, daß die Wurzelasche außer phosphorsaurer Kalk- und Talkerde und phosphorsaurem Eisen noch Kalk- und Talkerde in anderer Form enthielt, daß die beiden ersteren Salze in Wasser keineswegs ganz unlöslich sind, daß der Wurzelsaft sauer ist und folglich von jenen Salzen noch mehr als Wasser löst, daß aus der durch Trocknen bei 95° getödteten Wurzel bloßes Wasser braune organische Substanz und Kali auszog, Substanzen, welche vorher aus der lebenden Wurzel von einem großen Quantum reinen Wassers nicht auf-

genommen werden konnten, so überzeugt man sich, daß hier entweder gar keine endosmotischen Vorgänge vorhanden waren, oder daß die Wirkungen der Endosmose durch andere Thätigkeiten annullirt worden sein mußten, da die Endosmose mit irgend einer Art von Ausgleichung der Concentrationen innen und außen hätte enden müssen.

Betrachten wir hiernach das Verhalten der einzelnen Mineralstoffe, so finden wir Folgendes:

7) Kieselsäure war absichtlich gar nicht zur Lösung hinzugesetzt. Indessen ist vielleicht durch Verwitterung des Versuchsgefäßes etwas Kieselsäure in Auflösung gegangen. Die Wurzel enthielt eine unwägbare Spur Kieselsäure. Der ganze Stamm nur ein halbes Milligramm.

In allen funfzehn Blättern und Blattscheiden zusammen waren 0,022 Grm. Kieselsäure vorhanden. Denkt man sich dieses Quantum auf die Ober- und Unterfläche der funfzehn Blätter gleichmäßig ausgebreitet, so kommen auf 1 Quadratcentimeter Blattfläche 0,000004 Grm. Kieselsäure, da nach den ausgeführten Messungen die Blätter der reifen Pflanze 2645 Quadratcentimeter Flächeninhalt auf der Oberfläche allein, auf Ober- und Unterfläche zusammen also den doppelten Flächeninhalt hatten.

Demnach bleibt es zweifelhaft, ob der gefundene Kieselsäuregehalt aus der Lösung herrührte. Es ist möglich, daß sie dem in die Epidermis eingedrungenen feinsten Staube angehört, der sich von außen auf die Blätter gelegt hat. Diese Ansicht gewinnt dadurch an Wahrscheinlichkeit, daß der ganze Stamm nur ½ Milligramm Kieselsäure enthielt, welchen Gehalt man auch wohl besser einer geringen Menge in den Blattwinkeln eingedrungenen Staubes als dem Stammorgane selbst angehörig zu betrachten hat. Es ist unwahrscheinlich, daß, stammte die Kieselsäure der Blätter aus der Lösung, der Stamm kieselsäurefrei geblieben wäre.

Die Samen zeigten sich ganz kieselsäurefrei.

Ich glaube nicht, daß die Kieselsäure zu den Nährstoffen der Gräser gehört, da ich ähnliche Verhältnisse auch bei der Untersuchung der Gerstenaschen gefunden habe.

8) Die Salpetersäure ist aus der Lösung verschwunden. Daß sie zersetzt worden ist, ergiebt sich daraus, daß sie die Basen, an welche sie gebunden war, als kohlensaure Salze in der Lösung zurückließ.

Giebt man einer Pflanze mehr salpetersaure Salze als sie bedarf, so steigt der Ueberschuß unverändert in die Pflanze mit auf. Ich bewahre noch jetzt Hafer auf, dessen Blätter mit Zischen und Sprühen verbrennen, wenn man sie über einen glühenden Körper hinzieht. Nur in der Nähe der Blattspitzen zeigt die Blattsubstanz diese Erscheinung nicht.

9) Die Schwefelsäure war bei diesem Versuche im Uebermaße angewendet, so daß man schließen darf, eine nach der Formel $MgO, SO_3 + 4\,CaO, NO_5 + 4\,KO, NO_5 + xKO, PO_5$ zusammengesetzte Normallösung hätte dieselben Dienste gethan.

10) Die Phosphorsäure ist in allen Perioden vollständig aus der Lösung außerhalb der Wurzel verschwunden, was nur durch Vermittlung des auf die Wurzeloberfläche aufgeschlämmten phosphorsauren Eisenoxyds geschehen konnte.

11) Das Eisen fand sich bei der Analyse der gezogenen Pflanze in sämmtlichen Organen wieder.

Ich habe oben S. 139 in dem Artikel über Keimung es schon ausgesprochen, daß ich nicht glaube, daß dem Eisen specifisch die Wirkung, das Blattgrün hervorzurufen, zukomme. Damit soll aber keineswegs behauptet sein, daß meine bisherigen Versuche bewiesen hätten, das Eisen könne als Nährstoff ganz fehlen. Denn obschon Herr Wolf, wie ich angeführt habe, eine Anzahl Maispflanzen zog, ohne Eisen zur Lösung gefügt zu haben, so waren Spuren von Eisen doch schon im ausgelegten Samen vorhanden. Ob das Eisen absolut fehlen kann, das müssen erst noch weitere Versuche entscheiden.

Das auf der Wurzel haftende phosphorsaure Eisen, das an und für sich fast farblos ist, färbte die Wurzel nach und nach rostgelb und wirkte vortrefflich als Ueberträger der Phosphorsäure aus der Lösung ins Innere der Pflanze. Indem das basisch gewordene Eisenoxyd sich auf vielleicht Tausenden von feinen Wurzelfasern verbreitete, sich immer wieder mit Säure sättigte, verschwand die Phosphorsäure ganz aus der Lösung.

Es läßt sich durch weitere Versuche entscheiden, ob diese Erklärung richtig ist, denn gelingt es, mit eisenfreien Lösungen eine Pflanze zu ziehen, so dürfte dieselbe Erscheinung dabei nicht wiederkehren, man müßte in solchen Lösungen im Gegentheile am Schlusse der Vegetationsperiode noch immer einen den Mengen der übrigen Stoffe entsprechenden aliquoten Theil von der gegebenen Phosphorsäure wiederfinden.

12) Die Talkerde ist den Analysen der Lösungsrückstände zufolge im Ueberschusse vorhanden gewesen, und ihre Aufnahme ist der der Schwefelsäure proportional geschehen, d. h. sie ist in demselben Verhältnisse zur Schwefelsäure, in welchem beide Körper das Bittersalz constituiren, in die Pflanze gegangen. Innerhalb der Pflanze hat diese Erde wie bei der normalen im Boden gewachsenen Pflanze den Weg zur Frucht hin eingeschlagen, in deren Asche sich mehr Talkerde als Kalkerde wiederfand. Im Zusammenhange damit erscheint es von Interesse, daß sich im Stamme doppelt so viel Schwefelsäure als Talkerde wiederfand, gerade als sei das Bittersalz unverändert in den Stamm gedrungen und erst bei dem Uebergange in die Blätter und Fruchtorgane zersetzt.

13) Die Kalkerde ist in allen Perioden in größerer Menge (5—6mal so viel) als die Talkerde aufgenommen und ist, wie bei der normalen Pflanze, vorzugsweise nach den Blättern hin gewandert.

14) Das Kali ist in allen Perioden so ziemlich in demselben Verhältnisse zum Kalk in die Pflanze getreten, als es bezüglich dieser letzteren Base zur Lösung hinzugefügt worden war, d. h. stets mit dem Kalke in gleichem atomistischen Verhältnisse und hat sich durch sämmtliche Organe verbreitet.

15) Die Asche der Samen brauste mit Säuren nicht auf, die Asche aller übrigen Organe enthielt kohlensaure Salze.

Da Talkerde und Schwefelsäure in derselben Proportion, wie sie das Bittersalz constituiren, von der Maispflanze aufgenommen worden sind, von beiden aber ein beträchtlicher Theil in allen Ernährungsperioden übrig blieb, so glaube ich, daß die Normallösung besser nach der Formel:

$$MgO, SO_3 + 4\,CaO, NO_5 + 4\,KO, NO_5$$

zusammengesetzt worden wäre. Ob dem so ist, ob das Bittersalz durch salpetersaure Talkerde ersetzt und die Schwefelsäure somit ganz wegfallen kann, ob ferner besser freie Phosphorsäure statt des phosphorsauren Kalis zu diesen Normallösungen zu setzen und auch das Eisen absolut beseitigt werden kann, das sind Fragen, welche ich demnächst weiter bearbeiten werde.

Möckern, den 1. Mai 1862.

Analyse von Unkräutern des Bodens der Versuchsstation Chemnitz

von

A. Weinhold,
Assistenten der Station Chemnitz.

Da wir soweit davon entfernt sind, alle Verhältnisse zu kennen, die die Aufnahme eines im Boden enthaltenen Stoffes in die Pflanze bedingen; da wir nicht einmal bestimmt wissen, ob eine Substanz sich durchaus vor ihrer Aufnahme in Lösung befinden muß, oder ob Lösung und Aufnahme gleichzeitig durch die Berührung der feinsten Wurzelenden vermittelt werden; da endlich die Bestimmung der löslichen Theile eines Bodens kaum so auszuführen sein dürfte, daß sie einen Anhalt giebt zur Beurtheilung dessen, was in Wirklichkeit unter dem Einflusse der Atmosphäre, des Wetters und dergleichen im Boden des Feldes gelöst wird, so können wir aus der durch die chemische Analyse ermittelten Zusammensetzung eines Bodens nur sehr unsichere Schlüsse auf seine Fruchtbarkeit machen. Man hat deshalb versucht, sich eine Kenntniß des Bodens zu verschaffen durch Analyse der auf demselben vorzüglich wachsenden Unkräuter, da man wohl annehmen kann, daß man auf jedem Boden vorzüglich diejenigen Pflanzen wildwachsend antreffen wird, für deren Ernährung die Mengen der vorhandenen assimilirbaren Mineralbestandttheile das geeignetste Verhältniß darbieten, so daß der umgekehrte Schluß von der Zusammensetzung der Aschen auf eben dieses Verhältniß gerechtfertigt erscheint, umsomehr als auch in der landwirthschaftlichen Praxis das Vorhandensein gewisser Unkräuter als ein Zeichen gilt, daß der Boden die für diese oder jene Culturpflanze erforderliche Beschaffenheit hat.

Es wurden nun einige im Garten der hiesigen Versuchsstation häufig wachsende Unkräuter auf ihre Mineralbestandtheile untersucht, um die Richtigkeit der Methode, den Boden nach seinen Unkrautaschen zu beurtheilen, zu prüfen. Sollte dieselbe gerechtfertigt erscheinen, so mußten diese Aschen sowohl unter sich einige Uebereinstimmung zeigen, als auch mit denen der Culturpflanzen, für die sich der Boden, ein Lehmboden, erfahrungsmäßig eignet. Näheres über die Zusammensetzung dieses

Bodens siehe landw. Versuchs-Stat. Bd. IV. S. 114. Die Pflanzen sind im Sommer 1861 gesammelt und von Herrn Dr. Nobbe recognoscirt. Sie befanden sich im Zustande der Fruchtreife und gehörten den folgenden Species an: Sedum Telephium L. (purpureum Bauhin.); Geranium dissectum L.; Myosotis arvensis Sibth.; Anagallis arvensis L.; Rumex acetosella L.; Stellaria media Villars.; Veronica arvensis L.; Senecio vulgaris L.

100 Theile sandfreie Trockensubstanz enthalten:	Sedum Telephium Stengel u. Blätter.	Sedum Telephium Wurzeln.	Sedum Telephium Ganze Pflanze.	Geranium dissectum.	Myosotis arvensis.	Anagallis arvensis.	Rumex acetosella.	Stellaria media.	Veronica arvensis.	Senecio vulgaris.
Kali	4,46	1,56	3,75	1,62	4,48	3,10	2,31	4,44	3,00	3,81
Natron	0,00**)	0,12	0,03	0,58	0,29	Spur	0,15	0,91	0,18	1,70
Kalk	5,32	1,57	4,38	2,69	5,71	2,01	1,64	1,85	2,81	2,20
Magnesia	0,84	0,39	0,73	1,22	0,80	0,62	1,09	2,87	1,09	1,12
Eisenoxyd	0,28	0,94	0,44	0,37	1,00	0,59	0,39	0,34	0,69	0,33
Schwefelsäure	0,50	0,48	0,50	1,08	0,52	0,96	0,31	0,38	0,82	1,04
Phosphorsäure	1,05	0,84	1,00	1,64	1,13	1,08	1,13	0,92	1,25	1,04
Kieselsäure	0,71	0,84	0,75	0,56	3,49	1,01	0,94	0,47	1,30	0,52
Chlor	0,63	0,08	0,49	0,28	0,55	0,44	0,23	1,29	0,46	0,58
negativ O *)	-0,14	—0,02	—0,11	—0,06	—0,12	—0,10	—0,05	—0,29	—0,10	—0,13
Summe	13,65	6,80	11,96	9,98	17,85	9,71	8,14	13,18	11,50	12,21

100 Theile reine Mineralsubstanz bestehen demnach aus:	Sedum Telephium Stengel u. Blätter.	Sedum Telephium Wurzeln.	Sedum Telephium Ganze Pflanze.	Geranium dissectum.	Myosotis arvensis.	Anagallis arvensis.	Rumex acetosella.	Stellaria media.	Veronica arvensis.	Senecio vulgaris.
Kali	32,3	22,7	31,3	16,3	25,2	31,8	28,3	33,6	26,1	31,1
Natron	0,0**)	1,8	0,3	5,8	1,6	Spur	1,9	6,9	1,6	14,0
Kalk	39,5	22,9	36,5	27,0	32,0	20,6	20,1	14,0	24,4	18,0
Magnesia	6,1	6,5	6,1	12,2	4,5	6,4	13,4	21,8	9,5	9,2
Eisenoxyd	2,1	13,8	3,7	3,7	5,6	6,1	4,8	2,6	5,9	2,7
Schwefelsäure	3,7	7,0	4,2	10,8	2,9	9,8	3,8	2,9	7,2	8,5
Phosphorsäure	7,6	12,2	8,4	16,4	6,3	11,0	13,9	7,0	10,9	8,5
Kieselsäure	5,1	12,2	6,3	5,6	19,5	10,8	11,5	3,6	11,3	4,3
Chlor	4,6	1,2	4,1	2,8	3,1	4,5	2,9	9,8	4,0	4,8
neg. Sauerstoff	—1,0	—0,3	—0,9	—0,6	—0,7	—1,0	—0,6	—2,2	—0,9	—1,1
Summe	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

*) Dem Chlor äquivalent, abzuziehen. **) Abwesenheit des Natrons durch Flammenreaction bestätigt.

Es ist nun allerdings nicht zu verkennen, daß sich alle diese Pflanzen durch ziemlich hohen Gehalt an Kalk und Kali auszeichnen, doch schwankt ersterer zwischen 14,0 Proc. und 36,5 Proc., letzteres zwischen 16,3 Proc. und 33,6 Proc. und die übrigen Bestandtheile zeigen gar keine Uebereinstimmung. Noch ungünstiger aber für die Eingangs erwähnte Hypothese gestaltet sich eine Vergleichung des Mineralgehalts dieser Unkräuter mit dem einiger Culturpflanzen.

Es enthalten:

	Rothklee			Runkelrüben			Turnips.
	*)	Boussingault.	Horsford.	Herapath.	Griepenkerl.	Boussingault.	Wunder.
Kali	24,5	31,73	16,10	53,46	51,10	49,69	30,4
Natron	20,3	0,67	40,74		0,00	1,91	3,1
Chlorkalium . .	0,0	7,20	0,00	0,00	12,85	0,00	0,0
Chlornatrium .	5,9	0,00	4,73	8,15	17,04	10,83	11,6
Kalk	26,9	32,80	21,91	20,24	2,45	8,91	25,9
Magnesia . . .	8,1	8,40	8,28	2,71	2,94	5,60	4,5
Eisenoxyd . . .	0,0	0,40	0,46	Spur	0,35	3,18	1,2
Schwefelsäure .	3,1	3,33	1,06	8,32	2,30	2,04	9,7
Phosphorsäure .	6,2	8,40	4,12	7,10	10,77	7,65	11 9
Kieselsäure . . .	4,9	7,07	2,60	Spur	0,19	10,19	1,7

*) berechnet aus einer Angabe in Göbel's Agriculturchemie über die durch eine mittlere Ernte dem Boden entzogenen Mengen der einzelnen Mineralbestandtheile.

Die beträchtliche Verschiedenheit der einzelnen Analysen scheint allerdings dafür zu sprechen, daß sich die Zusammensetzung einer Pflanzenasche bedeutend nach dem Boden modificiren kann, auf welchem die Pflanze wächst, somit die Aschenzusammensetzung der Bodenbeschaffenheit entspricht, anderntheils aber weichen Klee und Runkelrüben sowohl unter sich, als von dem ohngefähren Mittel der Unkräuter, wesentlich ab: ersterer durch hohen Natron-, letztere durch geringen Kalkgehalt, obgleich beide auf dem Boden des Versuchsfeldes wohl gedeihen, während dieser Boden der Turnips, die in ihrer Zusammensetzung etwa die Mitte hält zwischen Klee und Runkelrüben und die auch mit den Unkräutern einigermaßen übereinstimmt, durchaus nicht zusagt. Da also die Differenzen größer sein können bei Pflanzen, welche auf demselben Boden gedeihen, als bei solchen, die verschiedenen Boden verlangen, so scheint es, daß,

die Anwesenheit der zum Gedeihen der betreffenden Pflanzen nöthigen absoluten Mengen der einzelnen Mineralsubstanzen überhaupt vorausgesetzt, die Qualification eines Bodens für dies oder jenes Gewächs weniger abhängt von dem relativen Vorwalten eines oder einiger Bestandtheile, als von seinen physikalischen Eigenschaften: seiner wasserhaltenden Kraft u. s. w., besonders wohl von seiner mechanischen Beschaffenheit, indem ein aus sehr groben und festen Partikeln bestehender Boden der Ausbreitung der Wurzeln einen beträchtlichen Widerstand entgegensetzt, ein sehr bindiger hingegen dieselben einer bedeutenden Spannung aussetzt durch die beim Austrocknen erfolgende Zusammenziehung und Zerklüftung, die leicht ein Zerreißen der feineren Wurzeltheile zur Folge haben kann. Für die Bedeutsamkeit der physikalischen Eigenschaften spricht auch der Umstand, daß unser den Turnips ungünstiger Boden für dieselben geeignet wurde durch Zufuhr eines von nährenden Bestandtheilen möglichst freien Sandes, welcher seine große Bindigkeit verringerte.

Allerdings zeugen für das Abhängigkeitsverhältniß der Pflanzen zu der Bodenmischung unangreifbare Thatsachen, so im Besondern das Erscheinen des Klees auf jungfräulichem Boden bei consequent fortgesetzter Aschendüngung, im Allgemeinen die Existenz ganz entschieden ausgesprochener Kalipflanzen, Kalkpflanzen u. s. w. Es scheint auch nicht unmöglich, daß auf einem noch gar nicht cultivirten Boden diejenigen unter den überhaupt nicht allzureichlich vorhandenen Pflanzen, für die die Mischung der assimilirbaren Substanzen die günstigste ist, die andern im Laufe der Zeit größtentheils verdrängen, ihre Asche somit ein Bild dieser Zusammensetzung giebt; auf einem in Cultur befindlichen Boden aber werden durch die Aussaat u. s. w. so viele ihm eigentlich fremde Pflanzen zugeführt, daß dieselben nicht sogleich von den ihm eigenthümlichen verdrängt werden.

Daß einzelne Pflanzen einen Boden von bestimmter chemischer Zusammensetzung verlangen, kann auch theils seinen Grund darin haben, daß ein sehr entschiedenes Vorwalten eines Bestandtheils, des Kalkes etwa, eine besondere physikalische Beschaffenheit bedingt, theils darin, daß in manchen Bodenarten die überhaupt vorhandene oder doch die in einem Jahre assimilirbar werdende absolute Menge einer einzelnen Substanz nicht hinreicht, den gerade an dieser Substanz sehr hohen Bedarf der betreffenden Pflanze zu decken.

Wenn es nach alledem nicht thunlich erscheint, aus der Analyse der Unkräuter eines Bodens einen Schluß auf seine Zusammensetzung zu machen, so kann doch die Beurtheilung seiner Befähigung zum Tragen gewisser Culturpflanzen nach dem Vorkommen bestimmter Unkräuter, deren oben Erwähnung gethan wurde, sehr wohl gerechtfertigt erscheinen, da derselben ebensogut gleiche Ansprüche der beiderlei Pflanzen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens zu Grunde liegen kann, als gleiches Nahrungsbedürfniß.

Um die Unabhängigkeit oder Abhängigkeit der Pflanzen von der Zusammensetzung des Bodes weiter zu verfolgen, sollen nun Unkräuter von möglichst verschiedenen Standorten untersucht werden.

Kurzer Bericht über agriculturchemische Untersuchungen

von

Dr. Ed. Peters,
Chemiker der Station Schmiegel (Posen).

1. Ueber die Zusammensetzung der gemeinen Rispenhirse und deren Verwendbarkeit zur Spiritus-Fabrikation von Professor Moser*).

In Ungarn wird die gemeine Rispenhirse (Panicum miliaceum L.) vielfach cultivirt und kann in größerer Menge zu nicht hohen Preisen vom Markte bezogen werden. Dies veranlaßte den Verfasser dieselbe auf ihre Ergiebigkeit an Spiritus zu untersuchen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sprechen zwar gegen die Rentabilität des Spiritusbrennens aus Hirse, sie sind jedoch beachtenswerth als die ersten genaueren Brennerei-Versuche mit diesem Materiale und weil mehr und mehr die Spiritusfabrikation anfängt, nach Ersatzmitteln für die durch Krankheit beeinträchtigte Kartoffel umzuschauen.

Nach Prof. Moser ist die procentische Zusammensetzung der unentschälten Körner der Rispenhirse folgende:

*) Allgem. land- und forstwirthschaftl. Zeitung. 1861. Seite 8.

Wasser	13,15 %	
Proteinstoffe	10,91 =	(à 15,7 % N)
Oel	3,67 =	
Stärke (aus der Differenz) .	52,32 =	
Gummi, Zucker (Kupferprobe)	4,57 =	
Holzfaser	13,06 =	
Asche	2,32 =	
	100,00 %	

Das Verhältniß der Schalen zu dem eigentlichen Mehlkörper ist fast genau = 1 : 4.

Bei den Maischversuchen wurde die Hirse theils einfach geschroten verwendet, theils wurden daraus zwei Mehlsorten von verschiedener Reinheit dargestellt. Vorläufige Extractbestimmungen, mittelst filtrirter Auszüge von Grünmalz ausgeführt, ergaben, daß die Materialien im Mittel enthielten:

	Hirseschrot.	Grobes Hirsemehl.	Feines Hirsemehl.
Extract	50 %	54,3 %	63 %
Treber	35 =	30,6 =	23 =
Wasser	15 =	14,6 =	14 =

Die Maischversuche wurden im Laufe von vier Jahren in verschiedener Art ausgeführt. Im Ganzen wurden während dieser Zeit aus 2176 Pfd. Hirse 16,557 Maßprocente Spiritus gewonnen. Es entfallen daher im ganzen Durchschnitt 7,6 Eimergrade auf den Centner Rohstoff, die Ausbeute bei den einzelnen Versuchen schwankte zwischen 6,6 — 8 und 9 Eimergraden. Der gewonnene Alkohol erwies sich jedoch als schlecht, und um so schlechter, je schwächer das Destillat aus dem Apparate ablief. Destillate unter 80 Procent Tr. waren von ekelhaft stechendem Geruche und scharfem Geschmacke. Stärkere Destillate erwiesen sich zunehmend reiner, so waren z. B. die ersten vom Apparate ablaufenden Portionen von 88 — 90 Proc. geruch- und geschmacklos, während die späteren unreiner wurden. Durch Zusatz von Mais zum Schrotgemenge oder durch vermehrten Malzzusatz ließ sich die Qualität des Destillats nicht verbessern; auch war dasselbe beim Vermaischen von Hirsemehl eben so schlecht wie von Schrot. Prof. Moser vermuthet, daß in dem Oele der Hirse flüchtige Fettsäuren oder ein geringer Antheil eines flüchtigen Oeles enthalten sei, welche Substanzen, namentlich

bei stärkerer Destillation mit übergerissen werden. Das Fuselöl des Hirsespiritus hatte im Geruche große Aehnlichkeit mit dem durch Aether aus der Hirse extrahirten Oele. Filtration des zu Branntwein verdünnten Spiritus durch ein Filter von Holzkohle und Sand entfernte zwar den unangenehmen Geruch, aber nicht den scharfen Geschmack. Es ist daher nothwendig, den rohen Hirsespiritus zu rectificiren. Bei einer von Moser in einem Pistorius'schen Apparate ausgeführten Rectifikation wurde ein Destillat von 92,5° Tr. von angenehmem, dem Birnäther ähnlichen Geruche erzielt.

Das vortheilhafteste Verfahren ist nun, zufolge jener Versuche, folgendes: Die Hirse wird (durch Mühlsteine) fein geschroten, das Schrot mehrere Stunden lang in kaltes Wasser eingeteigt und dabei oft umgerührt. Man läßt nun so lange Wasserdampf in die eingeteigte Masse strömen, bis alles Stärkemehl sich in Kleister umgewandelt hat, wobei die Fingerprobe maßgebend ist. Die Verkleisterung des Hirsemehls beginnt bei etwa 58° R., man muß die Masse jedoch stärker — bis 70° R. — erwärmen, weil die Wärme sich ungleich in dem Maischbottich verbreitet. An Grünmalz ist ohngefähr so viel erforderlich, daß es $\frac{1}{5}$ des Gemenges ausmacht. Die Wassermenge in der Maische betrug das $4\frac{1}{2}$fache der darin enthaltenen trocknen Substanzen. Die Maische darf nicht über 15 Proc. Saccharometer-Anzeige haben: sie wurde bei $16\frac{1}{2}$° R. (der geringen Menge halber) mit Bierhefe gestellt, und erfordert circa 7 Proc. Steigraum. Auf einen Centner Schrot ist daher 4 Eimer Maischraum erforderlich. Die Gährung erfolgt meistens unter Bildung einer Treberdecke, verläuft aber dabei lebhaft und normal. Die scheinbare Attenuation betrug 0,1 — 1 Proc. bei 13 — 14 Proc. Saccharom.-Anzeige, bei concentrirteren Maischen von 16 — 17 Proc. Sacch.-Anz. bis zu 2 — 3 Proc. Bei Verwendung von Hirsemehl (ohne Hülsen) erwies sich eine höhere Concentration der Maischen als zulässig.

Eine Parallele zwischen Hirse und Mais, fällt nach Moser zu Ungunst der Hirse aus. Zwar erfordert die Maismaische, wie jede aus extractreicherem Material dargestellte Maische, einen relativ größeren Maischraum, als eine aus extractärmeren Stoffen bereitete Maische von gleicher Saccharometeranzeige, dafür giebt aber der Mais bei gleicher Concentration der Mengen mehr Spiritus, als die Hirse; $120\frac{1}{2}$ Maß Maismaische so viel wie $125\frac{1}{2}$ Maß Hirsemaische. Noch günstiger stellt sich der Mais dadurch, daß derselbe ein dickeres Einmaischen verträgt,

als die Hirse, namentlich die ungeschälte. Während die Hirsemaischen eine Concentration von 15 Proc. Saccharometer-Anzeige nicht übersteigen dürfen, vergähren die Maismaischen mindestens bei 17 Proc. noch vollständig. —

2. Ueber die Constitution der Schafmilch bei der Lähmekrankheit der säugenden Lämmer von Dr. Grouven*).

Der Verfasser analysirte die Milch von Mutterschafen, deren Lämmer von der Lähmekrankheit befallen waren und zur Vergleichung damit die Milch gesunder Schafe, die mit demselben Futter ernährt wurden. Die Analysen ergaben folgende Zusammensetzung, zur weiteren Vergleichung habe ich noch die frühere von Filhol und Joly ausgeführte Analyse der Schafmilch hinzugefügt.

	Schafmilch		
	v. gesunden Schafen.	v. kranken Schafen.	nach Filhol u. Joly.
Wasser	87,02	82,24	80,20
Milchzucker	5,41	5,05	4,70
Casein	4,83	5,88	7,90
Fett	2,36	6,34	6,80
Mineralbestandtheile	0,89	0,91	0,50
	100,51	100,42	100,10
Das specifische Gewicht betrug . . .	1,0416	1,0390	—
Die Reaction der Milch war . . .	schwach sauer.	schwach sauer.	—

Die Vergleichung seiner Analysen führt Dr. Grouven zu folgenden Schlußfolgerungen:

1. Die Milch der kranken Schafe enthält mehr Trockensubstanz, als die der gesunden, sie ist somit abnorm consistent.

2. Der Ueberschuß an Trockensubstanz in der kranken Milch ist vornehmlich durch einen fast dreifach höheren Fettgehalt und sodann durch einen etwas größeren Caseingehalt herbeigeführt.

3. Die mit der Milch ausgeführten Aschenanalysen ergaben für beide Milchsorten einen fast gleichen Gehalt an Mineralstoffen, mit Ausnahme des Eisens, welches in gesunder Milch ungefähr in vierfacher

*) Zeitschr. d. landw. Centralvereins d. Prov. Sachsen. 1861. S. 120.

Menge gegenüber der kranken Milch enthalten war; auch die Magnesia war sehr verringert.

4. Schließlich glaubt Dr. Grouven, daß die Lämmerlähme mit der zu großen Nahrhaftigkeit der Muttermilch zusammenhängt, und hält er eine dürftigere Ernährung der Mutterschafe, namentlich mit solchen Materialien, die dünnes Blut und magere Milch erzeugen und starke Kochsalzzugaben als Präservativmittel gegen die Krankheit für angezeigt.

3. Ueber die süße Milchgährung von Prof. Alexander Müller*).

Bekanntlich hat Mitscherlich schon vor längerer Zeit durch mikroskopische Untersuchungen gezeigt, daß die in der Milch suspendirten Fettküchelchen von einem aus Albuminstoffen gebildeten zarten Häutchen umgeben sind. Er zeigte ferner, daß frischgemolkene Milch an Aether kaum Spuren von ihrem Fettgehalte abgiebt. Nach den neuen Untersuchungen von Prof. Alex. Müller vermag der Aether um so mehr Butterfett aus der Milch aufzunehmen, je älter diese ist. Mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt und in verschiedenen Zeitintervallen nach dem Melken mit Aether behandelt gab die unmittelbar zuvor mit Wasser verdünnte Milch beispielsweise nach einstündiger Einwirkung folgende Fettmengen an den Aether ab (Temp. des Laboratoriums = 15° C.):

2 St. nach d. Melken	0,55 % Fett,	(Milch frisch und süß)
18 = = = =	0,85 = =	(desgl.)
65 = = = =	2,56 = =	(die Milch gerann während des Schüttelns mit Aether)
109 = = = =	4,56 = =	(die Milch schon sauer).

Die Lößlichkeit des Butterfettes hatte hiernach mit dem Alter der Milch zugenommen, nach Prof. Müller's Vermuthung, daß in Folge einer Zerstörung der Albuminhüllen der Fettküchelchen, durch welche die letzteren bloßgelegt und dem lösenden Einflusse des Aethers exponirt würden. Es ist nicht näher untersucht worden, ob die Eiweißhüllen sich vollständig auflösen, oder ob das Fett auch aus den nur verdünnten Säckchen von Aether aufgenommen wird, indem er sie vermöge einer lebhaften Endosmose aufschwellt und zersprengt. Bei verlängerter Einwirkung des Aethers auf die Milch nahm derselbe stets mehr Fett daraus auf, wenn nicht schon die einstündige Berührung, wie es bei

*) Journ. für pract. Chemie. 1861. Seite 13.

alter Milch der Fall war, hinreichte alles Fett zu lösen. Müller nennt diese Veränderung, welche die Milch bei längerem Stehen erleidet, die süße Gährung der Milch; sie ist wahrscheinlich mit einem Oxydationsprocesse verknüpft, da über Milch eingeschlossene Luft beim Stehen sauerstoffärmer wird. Bekanntlich hat auch Dr. Hoppe schon früher beobachtet, daß frische Milch in Berührung mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoff eine bedeutende Menge von Sauerstoff aufnimmt und dafür den aufgenommenen Sauerstoff übersteigende Menge von Kohlensäure ausscheidet. Auch bei Hoppe's Untersuchungen ergab sich, daß die Milch, welche einige Zeit dem Einflusse des atmosphärischen Sauerstoffs ausgesetzt war, nach Haidler's Methode, eine etwas vergrößerte Menge von Fett an Aether abgab.

Wenn man annimmt, daß die Eiweißhüllen der einzelnen Fettküchelchen ihre Vereinigung mit einander und damit die Ansammlung derselben auf der Oberfläche der Milch verhindern, und wenn der Sauerstoff der Luft diese Hüllen durch Oxydation zu schwächen oder zu zerstören vermag, so erscheint es von Wichtigkeit für die Manipulationen des Ausrahmens und der Butterbereitung, dem oxydirenden Einfluß des atmosphärischen Sauerstoffs einen möglichst ungehinderten Zutritt zu der Milch zu gestatten. Frühere von Hofrath Stöckhardt *) mitgetheilte Untersuchungen harmoniren mit dieser Ansicht. Es zeigte sich nämlich bei diesen, daß die Milch in höherer und niedrigerer Temperatur um so schneller und vollständiger aufrahmte, in je dünnerer Speise sie zum Abrahmen hingestellt, je größer also die Oberfläche war, welche eine gewisse Milchmenge dem Einfluß des Sauerstoffs darbot. Bekanntlich besteht auch das Abweichende der schwedischen Abrahmungsmethode zum Theil darin, daß die Milch in sehr flachen Gefäßen von Weißblech zum Abrahmen (bei 16 — 24 ° C.) hingestellt wird. Daß hierbei ein schnelleres und vollständigeres Ausrahmen der Milch stattfindet ist erwiesen.

4. Ueber Brodbereitung **).

Es sind in letzter Zeit zwei, eine höhere Ausnutzung des Brodkorns bezweckende neue Methoden der Brodbereitung bekannt geworden:

*) Chem. Ackersmann. 1856. Seite 56.
**) Nach den Berichten von Odling und Oppenheim.

Die von Danglish in London und von Kleemann in Dresden.

Danglish verwendet einen geschlossenen eisernen Apparat, in dem das Mehl durch Knetarme oder Messer mit Wasser zusammengeknetet wird, das vorher, unter starkem Druck, mit Kohlensäure geschwängert war. Nach guter Verarbeitung des Teiges wird der Druck, welcher auch auf den Teig noch einwirkt, ermäßigt, die Kohlensäure dehnt sich aus, und da die plastische Beschaffenheit des Teiges ihr Entweichen hindert, so wird dieser dadurch gelockert. Zum Verbacken des Teiges hat Danglish einen besonderen Ofen construirt, dessen Boden aus beweglichen eisernen Platten bestehen, welche über zwei Räder laufend eine Kette ohne Ende bilden. Da der Teig zufolge des Anmachens mit kaltem Wasser, circa 25° kälter ist, als gewöhnlicher Brodteig, so dehnt er sich langsamer aus und verlangt eine vorsichtigere Erwärmung, damit erst bei gehöriger Lockerung die Bildung der festen Kruste eintritt. Der Mehrgewinn an Brod bei dieser Methode läßt sich nach den Angaben von Graham und Heeren berechnen, denen zufolge durch die Gährung des Teiges ein Verlust von 0,7—2,1 Proc. des angewandten Mehles bedingt ist. Außerdem gewährt sie eine bedeutende Zeitersparniß. Größere Reinlichkeit, Sicherheit und Gleichförmigkeit in der Bereitung des Brodes empfehlen die Methode noch mehr. Endlich soll das so erzeugte Brod der Gesundheit besonders zuträglich sein.

Bekanntlich ist schon früher oft auf den Verlust an Nährstoffen aufmerksam gemacht worden, welcher durch die Gährung des Brodteiges herbeigeführt wird und man hat empfohlen, die Kohlensäure im Teige ohne Gährung durch Zusatz von doppelt kohlensaurem Natron und Salzsäure oder Weinsäure zu erzeugen, welches Verfahren an manchen Orten noch in Gebrauch ist. Horsford*) hat neuerdings anstatt der Säure die Anwendung von saurem phosphorsaurem Kalk empfohlen.

Das Kleemann'sche Verfahren hat, soweit es bis jetzt bekannt ist, die größte Aehnlichkeit mit der von Mége-Monries neuerdings empfohlenen Methode. Das gemahlene Korn wird durch Beuteln in Feinmehl und Kleien geschieden und die letzteren einer Maceration mit Wasser unterworfen. Die Flüssigkeit wird sodann durch Centrifugalmaschinen von den Kleien getrennt und einer besonderen (noch geheimen) Manipulation unterworfen, worauf dieselbe mit Sauerteig und der zur

*) Journ. für prakt. Chemie. 1861. Seite 192.

Erlangung der gewünschten Consistenz nöthigen Menge von Feinmehl versetzt wird. Die weitere Verarbeitung ist die gewöhnliche. Die Ausbeute an Brod beträgt nach Kleemann für einen sächsischen Scheffel 189 Pfd. gegen 160 Pfd. bei dem gewöhnlichen Verfahren. Nach Kleemann sind die aus 100 Pfd. Kleien extrahirbaren Stoffe 12½ Pfd. lufttrocknem Mehle gleichwerthig. Die aus den Kleien gewonnenen Stoffe bestehen nach Dr. Lehmanns Analyse im luftrocknen Zustande aus:

Proteinstoffen . .	22,1	%
Stärke, Dextein, Fett	58,9	=
Mineralstoffe . . .	7,0	=
Wasser	12,0	=

5. Ueber die Rousseau'sche Methode der Zuckerbereitung.

Eine in Frankreich von E. Rousseau*) erfundene Zuckerbereitungsmethode hat in neuerer Zeit viel Aufsehen erregt. Es wird bei dieser Methode die Reinigung des Saftes durch successive Behandlung mit Gyps und Eisenoxydhydrat bewirkt und die Anwendung von Knochenkohle daher vermieden.

Nach Rousseau sind es besonders zwei im Rübensafte enthaltene organische Stoffe, welche die Gewinnung des Zuckers erschweren. Der Eine dieser Stoffe ist ein eiweiß- oder caseinartiger Körper, welcher durch Aetzkalk und Kalksalze coagulirt wird. Der Andre ist ein Stoff, der, in der Rübe farblos, beim Auspressen des Saftes begierig Sauerstoff aus der Luft an sich zieht und durch diese Oxydation sich immer dunkler färbt. Durch Oxydationsmittel geht er in eine braune Substanz über. Zur Entfernung dieser beiden Körper, wird nach Rousseau der ausgepreßte Rübensaft mit einigen Tausendteln natürlichem Gypses versetzt und bis zum Kochen erhitzt, wobei die Eiweißstoffe sich als ein dichtes Coagulum an der Oberfläche ansammeln. Nach Entfernung desselben wird der Farbstoff durch Digestion des Saftes mit 8—10 Proc. seines Gewichts Eisenoxydhydrat abgeschieden. Letzteres wird in dicker Teigform zugesetzt, in welcher es noch ungefähr 70—80 Proc. Wasser enthält. Das Eisenoxyd entfernt nach Rousseau hierbei nicht allein den Farbstoff, sondern es nimmt auch den in Lösung gebliebenen Gyps

*) Durch Polytechn. Centralblatt. 1861. Seite 673 aus Compt. rend. t. 52. p. 55.

hinweg. Nach der Trennung des Saftes von dem Eisenoxydhydrat kann derselbe direct verkohlt werden. Das gebrauchte Eisenoxyd soll sich durch einfaches Liegenlassen an der Luft in kurzer Zeit regeneriren.

Die Bekanntmachung dieser Erfindung hat die Aufmerksamkeit der Zuckerindustrie in hohem Grade erregt, in Frankreich namentlich sind vielfache z. Th. commissionelle Versuche im Großen angeordnet, und aus Deutschland liegen bereits einige Berichte über solche Versuche vor; deren Ergebnisse zur Beurtheilung der Methode mitgetheilt werden sollen.

Theoretisch betrachtet hat der Gyps allerdings die Eigenschaft, die Eiweißstoffe des Rübensaftes zu coaguliren, mit dem Aetzkalk gemein, er ist jedoch nach der Scheidung viel schwieriger wieder zu entfernen. Als ein schwer lösliches Salz wird er sich beim Verkochen des Saftes fortdauernd gleichmäßig mit der Concentration des Saftes abscheiden, und es erscheint unmöglich aus gypshaltiger Zuckerlösung direct einen gypsfreien Zucker zu erzeugen. Von der Eigenschaft des Eisenoxydhydrats, den Gyps zu absorbiren, ist den Chemikern bis jetzt nichts bekannt geworden, nach den Gesetzen, welche Absorptionserscheinungen zu Grunde liegen, erscheint sie sehr unwahrscheinlich. Die Wirkung des Eisenoxydes auf den Farbstoff kann nur eine mechanische sein, da der Sauerstoff desselben viel zu fest gebunden ist, als daß er ohne Mitwirkung anderer chemischer Processe (Fäulniß) oxydirend auf den färbenden Stoff einwirken könnte. Frikenhauser hat schon früher zu gleichem Zwecke das Manganfuperoxyd empfohlen, jedoch ebenfalls ganz im Widerspruch mit dessen chemischen Eigenschaften. Das Eisenoxydhydrat besitzt jedoch die Eigenschaft, den Farbstoff der Zuckerlösung zu entfernen; es wirkt hierbei in ähnlicher Weise wie die Knochenkohle und das Thonerdehydrat, welches letztere die absorbende Eigenschaft in noch höherem Grade besitzt. Vom technischen Standpuncte aus stellen sich außerdem der Ausführung im Großen mancherlei Hindernisse entgegen, welche durch die successive Ausscheidung des Gypses beim Verkochen, die unumgängliche Einführung großer Wassermengen in den Saft mit dem Eisenoxydbrei und behufs des Ausspielens desselben, die Schwierigkeit der Herstellung der erforderlichen großen Mengen von Eisenoxyd und namentlich das vorherige Auswaschen desselben u. s. w. bedingt sind.

Daß diese Uebelstände sich bei Anwendung der Rousseau'schen Methode auf den größeren Betrieb in sehr störender Weise geltend machen, ist aus den Berichten von Fichtner (Agronom. Zeitung. 1861.)

und Schnath (Allgem. land- und forstwirthschaftl. Zeitung. 1861.) ersichtlich.

Inspector Schnath hat bei seinen in der Zuckerfabrik Martinitz in Böhmen ausgeführten Versuchen die Methode als vollständig unpractisch erfunden, da:

1. die Scheidung unvollständig ist, indem wohl die Eiweißstoffe, nicht aber die im Safte vorhandenen und bei der Verarbeitung sich bildenden Säuren abgeschieden werden;
2. Auch die Entfärbung durch Eisenoxydhydrat unvollständig ist, selbst bei Zusatz von 51—70 Proc. Eisenoxyd entfärbte sich der Saft nur bis zur weingelben Farbe; bei 6—8 Proc. sah er noch fast schwarz aus und roch und schmeckte noch nach Rübe;
3. der Zucker gypshaltig wird; will man den gypshaltigen Saft durch Knochenkohle reinigen, so verdirbt dieselbe sehr bald und die Kohle ist schwer wieder zu beleben;
4. der im Safte enthaltene Gyps die Verdampfung beeinträchtigte da er sich in Krusten fest an die Vacuumpfannen anlegt, welche schwer wieder abzulösen sind;
5. die Trennung des Saftes vom Eisenoxyde sehr schwierig ist, anfangs geht Eisenoxyd mit durch die Filter, später filtrirt der Saft zwar klar, aber langsamer, so daß durch die Einwirkung der Luft sich unkristallisirbarer Zucker bildet. Das Auswaschen des Eisenoxydes erfordert außerdem viel Wasser und Zeit.

Schließlich mögen hierbei noch die von Anthon (Dingler's polytechn. Journal. 1861.) ausgeführten Versuche über die Entkalkung der Rübensäfte durch Kieselsäurehydrat und Thonerdehydrat erwähnt werden, welche zeigen, daß (aus Wasserglas niedergeschlagene) galatinöse Kieselsäure und Thonerdehydrat in hohem Grade die Fähigkeit haben, den Kalk aus dem Zuckerkalke niederzuschlagen. Von einer praktischen Anwendung dieser Materialien zur Entkalkung der Rübensäfte kann jedoch keine Rede sein, da die Herstellung, namentlich das vorherige Auswaschen derselben, viel zu umständlich sind.

Anmerkung. Mittlerweile (nachdem vorliegender „Kurzer Bericht" bereits abgeschlossen war) haben weitere Prüfungen des neuen Rousseau'schen Verfasrens (zu Salzmünde. cf. „Erster Bericht" 2c. erstattet von Dr. H. Grouven 1862) constatirt, daß in der That der Gyps einen bedeutenden Theil der organi-

schen Bestandtheile des Saftes, eine größere Menge von Eiweißstoffen, als der Kalk, und geringe Mengen von Kali und Natron aus dem Rübensafte entfernt; daß der Gyps jedoch nachträglich schwer zu scheiden ist, auf den siedenden Rohrzucker nicht ohne Einwirkung zu sein scheint und in die Zuckerlösung eine lästige Menge von Schwefelsäure überführt; daß ferner das kostbar darzustellende und (im Großen) kaum vollständig wieder abzuscheidende Eisenoxydhydrat zwar gleichfalls Kali, Kalk und einen Theil der organischen Substanzen, doch keinenfalls allen Farbstoff und eben so wenig das Kochsalz oder die durch den Gyps zugeführte Schwefelsäure aus dem Safte entfernt und ebenfalls den rechts drehenden Zucker benachtheiligt. Der in diesen Versuchen gewonnene Zucker enthielt 3,61 Proc. Salze, die rückständige Melasse 13,5 Proc. stickstoffhaltige Substanz. Es ergiebt sich auch aus diesen Prüfungen, daß dieses neue französische Verfahren die geräuschvollen Empfehlungen, welche ihm zu Theil geworden, nicht verdient.

Die Redaction.

Mittheilungen aus dem Laboratorium der k. k. patr. ökon. Gesellschaft in Böhmen

von

Dr. Robert Hoffmann in Prag.

VIII. Untersuchung von Rüben in drei verschiedenen Vegetationsperioden.

Zweck der nachfolgenden Untersuchungen war, die Veränderungen, welche die nähern Bestandtheile der Zuckerrübe wie der Blätter im Verlaufe der Vegetation erleiden, zu ermitteln.*) Es wurden zu diesem Zwecke Rüben am 30. Juni, 31. August und 30. Oktober 1860 einer Analyse unterzogen und zwar wurde bestimmt:

Bei den Blättern: Wassergehalt, Trockensubstanz, Aschengehalt, stickstoffhaltige Stoffe und Zellstoff.

---

*) Ganz denselben Gegenstand behandelte in jüngster Zeit Bretschneider, jedoch in weit eingehenderer Art. Es erscheinen die vorliegenden Untersuchungen gegenüber den Bretschneider'schen — die veröffentlicht wurden, als ich eben meine Analysen berechnete — sehr lückenhaft; indessen dürften sie dennoch einiges Interesse bieten, weßhalb ich auch keinen Anstand nehme, sie der Oeffentlichkeit zu übergehen.

Bei dem Rübenkörper: Wassergehalt, Trockensubstanz, Aschengehalt, stickstoffhaltige Stoffe, Zellstoff und Zucker. — Am 31. Oktober wurde nebstdem eine Aschenanalyse des Rübenkörpers und der Rübenblätter vorgenommen; in demselben Monate wurde auch eine mittlere Bodenprobe dem Felde entnommen und einer Analyse unterzogen.

Die Rüben stammten von einem Felde, das der Zuckerfabrik Libesnitz (unweit Prag) angehört.

Der Boden, auf dem die Rüben gewachsen waren, ist ein stark thoniger Boden von grauer Farbe und zeigt im nassen Zustande viele Bindigkeit.

Eine mechanische Analyse ergab in 100 Gewichtstheilen desselben:

Steinchen	3,80
Grober Sand	4,36
Feiner Sand	7,25
Abschlemmbare Erde, Organische Stoffe, Wasser	84,59
	100,00

Eine chemische Analyse ergab in 100 Gewichtstheilen der Erde:

		Hiervon in Wasser löslich:	in Salzsäure löslich:
Kali	0,19234	0,00462	0,18772
Natron	0,21261	0,00890	0,20371
Magnesia	0,04531	0,00337	1,22575
Kalk	1,25935	0,03360	0,04194
Thonerde	7,68867	—	7,68867
Schwefelsäure	0,17457	0,01780	0,15677
Phosphorsäure	0,30693	0,00537	0,30156
Kohlensäure	0,33251	—	0,33251
Kieselsäure	0,14578	—	0,14578
Chlor	0,00346	0,00346	—
Organische Stoffe	6,59038	0,07000	—
In Säuren unlöslicher Rückstand	83,04809	—	—
	100,00000		
Stickstoffgehalt	0,2764	0,14712	10,28441

Ueber die Kultur der Rüben und die Düngung des Feldes, dem dieselben entnommen wurden, ist Folgendes zu bemerken. Im Frühjahr 1859 wurde das Feld mit einem Gemenge von Scheideschlamm mit Steinkohlenasche gedüngt und mit Kukurutz bestellt, der grün verfüttert wurde. Im Winter 1860 wurde das Feld tief geackert (12 Zoll) und im Frühjahr — im Monat April — mit Zuckerrüben bestellt. Kurz nach dem Aufgehen wurde die Rübe das erste Mal behackt. Nach dem Behacken wurden die Rüben verzogen, zweimal mit dem Schindpflug behandelt, die Rüben vollständig vereinzelt und Ende Juni das letzte Mal bestellt.

Untersuchungsresultate.

Dieselben finden sich im Folgenden zusammengestellt. — Gewicht der Rüben und Rübenblätter betrug am:

	30. Juni. St. Rüben 10 Gramm	31. August. St. Rüben 2 Gramm	30. Oktober. St. Rüben 1 Gramm
Blätter	998	496	500
Rübenkörper	508	1008	610
Zusammen	1506	1504	1110

Demnach Gewicht per Stück Rübe im Durchschnitt:

Blätter	99,8	248	750
Rübenkörper	50,8	504	805
Zusammen	150,6	752	1555

100 Gewichtstheile der frischen Blätter enthielten:

	Am 30. Juni	31. August	30. Oktober
Wasser	88,50	87,91	87,00
Asche	4,10	3,60	3,80
Stickstoffhaltige Stoffe	2,12	2,33	2,83
Zellstoff	1,20	2,20	1,60
Andere stickstofffreie organische Stoffe	4,08	3,96	4,77
	100,00	100,00	100,00

100 Gewichtstheile der wasserfreien Blätter enthielten am:

	30. Juni	31. August	30. Oktober
Mineralstoffe	35,65	29,77	29,23
Stickstoffhaltige Stoffe	18,43	19,27	21,76
Zellstoff	10,43	18,19	12,32
Uebrige stickstofffreie organische Stoffe	35,49	32,77	36,69
	100,00	100,00	100,00

100 Gewichtstheile der frischen Rüben enthielten am:

	30. Juni	31. August	30. Oktober
Wasser	89,20	83,20	75,20
Trockensubstanz	10,80	16,80	24,80
	100,00	100,00	100,00

Eine eingehende Analyse ergab am:

	30. Juni	31. August	30. Oktober
Wasser	89,20	83,20	75,20
Mineralstoffe	0,66	0,90	1,30
Stickstoffhalt. org. Stoffe	1,00	1,64	2,20
Zellstoff	1,01	1,50	2,07
Zucker	4,00	9,42	15,00
Anderweitige organische stickstofffreie Stoffe (Fett, Farbstoff, Pectinstoffe)	4,13	3,34	4,23
	100,00	100,00	100,00

100 Gewichtstheile der wasserfreien Rüben enthielten am:

	30. Juni	31. August	30. Oktober
Mineralstoffe	6,12	5,36	5,24
Stickstoffhaltige Stoffe	9,26	9,76	8,87
Zellstoff	9,35	8,92	8,35
Zucker	37,03	55,95	60,48
Anderweitige stickstofffreie organische Stoffe (Fett, Farbstoff, Pectin)	38,24	20,01	17,06
	100,00	100,00	100,00

100 Gewichtstheile der Rübenasche enthielten:

Kali	50,8946
Natron	5,7646
Magnesia	6,7421
Kalk	9,8376
Eisenoxyd, Manganoxyd	1,1268
Kieselsäure	3,4224
Phosphorsäure . . .	16,2650
Chlor	1,9296
Schwefelsäure . . .	4,0172
	100,0000

100 Gewichtstheile der Blatt-Asche enthielten:

Kali . . .	24,134
Natron . . .	13,011
Magnesia . .	18,316
Kalk . . .	17,796
Eisenoxyd . .	2,331
Kieselsäure . . .	5,110
Phosphorsäure	6,932
Chlor . . .	5,009
Schwefelsäure	7,361
	100,000

Es lassen die bei diesen Untersuchungen sich herausstellenden, gegenseitigen Verhältnisse der einzelnen nähern Bestandtheile der Rübenpflanze in den drei verschiedenen Vegetationsperioden in Worten ausgedrückt sich in den nachfolgenden Punkten zusammenfassen, wobei ich jedoch besonders hervorhebe, daß ich diese Folgerungen vorerst auf die untersuchten Rübenpflanzen und nicht auf die Rübenpflanze im Allgemeinen bezogen wissen möchte. Ein einziger Versuch bei einer Pflanze scheint mir denn doch nicht ausreichend, um bestimmte Gesetze, nach welchen Pflanzensubstanzen während der Vegetation einer Pflanze ab- oder zunehmen, aufzustellen, wenigstens nicht ausreichend, um diese Gesetze mit solcher unfehlbaren Bestimmtheit aufzustellen, wie dies in der jüngsten Zeit oft geschieht.

Im Anfange der Vegetation der Rübe betrug das Gewicht des Krautkopfes mehr, als das des Rübenkörpers, mit zunehmender Entwicklung der Pflanze wurde dieses Verhältniß geändert, und am 31. August

und 30. Oktober sehen wir das Gewicht des Rübenkörpers das des Krautkopfes übersteigen. Die Verhältnisse zwischen dem Gewichte des Rübenkörpers und der Blätter sind:

1 : 1,90 am 30. Juni
1 : 0,76 = 31. August
1 : 0,82 = 30. Oktober.

Nehmen wir an eine Satzweite von 14 à 14 Zoll der Rüben, so würden auf einem Wiener Joch (0,576 Hectare) 40000 Stück Pflanzen zu stehen kommen, und die Ernte würde in den einzelnen Perioden gewesen sein per Joch am:

	30. Juni	31. August	30. Oktober
An Blättern	3992 Kilogr.	9920 Kilogr.	30000 Kilogr.
An Rübenkörpern	2016 =	20160 =	32200 =

Die Blätter:

1. Das relative Verhältniß der einzelnen Bestandtheile der Rübenblätter hat sich im Verlauf der Vegetation geändert.

2. Der Wassergehalt der Rübenblätter ist mit zunehmender Entwicklung der Pflanze abnehmend, und somit nahm die Trockensubstanz (trockene Blattsubstanz) mit zunehmender Reife zu.

Nach obiger Annahme über die Anzahl der Rübenpflanzen würde demnach per Joch geerntet worden sein an Trockensubstanz:

459 Kilogr. am 30. Juni
1198 = = 31. August
3900 = = 30. Oktober

3. Die Mineralbestandtheile der Blätter, im wasserfreien wie im frischen Zustande, nahmen mit zunehmender Entwicklung ab. Die stickstoffhaltigen Substanzen zeigten Schwankungen im wasserfreien Zustande. In den frischen Blättern zeigte sich eine constante Zunahme.

Der Zellstoff zeigte Schwankungen. Ich lasse mich weiter in keine Folgerungen bei den Blättern ein, indem ich den erhaltenen Daten eben keine große Richtigkeit beimessen will wegen der Auswahl des zu untersuchenden Materials. Es wurden nämlich nicht nur die Blätter, sondern der ganze Krautkopf einer Analyse unterzogen und so mußte denn aus dieser ganzen so verschieden entwickelten Blatt- und Stengelmasse eine mittlere Probe zur Untersuchung genommen werden — eine Operation, die ziemlich schwierig mit entsprechendem Erfolge, wie ich mich im Verlaufe der Untersuchungen überzeugte, ausführbar ist, und bin zur Ansicht

gelangt, daß wenn man brauchbare Daten in dieser Beziehung erhalten will, man wohl genöthigt ist, die einzelnen Theile des Krautkopfes gesondert zu untersuchen.

Der Rübenkörper:

1. Das relative Verhältniß der einzelnen Bestandtheile des Rübenkörpers änderte sich im Verlauf der Vegetation.

2. Der Wassergehalt nahm constant ab, und demnach nahm die trockene Rübensubstanz mit fortschreitender Vegetation constant zu.

3. Nach der Annahme über die Anzahl der Pflanzen per Joch würde man demnach geerntet haben an Trockensubstanz am:

30. Juni	218	Kilogr.
31. August	3386	=
30. Oktober	7985	=

Es beziehen sich natürlich diese Daten auf Rüben von solcher Größe, wie sie der Untersuchung unterzogen wurden.

4. Die Mineralstoffe nehmen — berücksichtigt man die wasserfreien Rüben — mit zunehmender Reife ab.

5. Bei den stickstoffhaltigen Stoffen findet nicht ganz constant, bei der Trockensubstanz eine Abnahme mit fortschreitender Vegetation statt.

6. Beim Zellstoff findet hingegen eine constante Abnahme statt; diese Abnahme ist jedoch bei der frischen Rübe nicht ersichtlich; bei dieser zeigte sich eine Zunahme an diesen Stoffen mit der Reifezunahme.

7. Die Zahlen über die anderweitigen organischen Stoffe, welche die Pektinstoffe, Fett, Farbstoff in sich begreifen, zeigen ebenfalls auf eine Abnahme mit zunehmender Reife hin.

8. Allen den Stoffen entgegengesetzt nahm der Zuckergehalt der Rüben sehr bedeutend mit der Entwicklung der Rüben zu. Während die frischen Rüben am 30. Juni 4 Procent Zucker enthielten, betrug der Zuckergehalt derselben am 31. August schon 9,42 und beim Ernten derselben am 30. Oktober 15 Proc. Bei der Trockensubstanz tritt diese Zunahme natürlich noch deutlicher hervor. Bemerkenswerth ist es wohl, daß die noch ganz jungen Rüben am 30. Juni, also nachdem dieselben etwa 2 Monate vegetirten, schon einen Zuckergehalt von 4 Proc. zeigten. Vom 30. Juni bis 30. Oktober nahm der Zuckergehalt der Rüben um 11 Proc. zu, demnach täglich um 0,08943 Proc.

9. Es fand demnach mit zunehmender Reife, mit Ausnahme des Zuckers, man kann annehmen bei allen anderweitigen Rübenbestandtheilen eine Verminderung der relativen Mengen derselben statt.

10. Ob die relative Zunahme des Zuckers im Zusammenhange steht mit der relativen Abnahme aller der einzelnen übrigen Stoffe, oder nur bestimmter Stoffe, ist ein Gegenstand von hoher Wichtigkeit und von höchstem physiologischen Interesse.

In der That scheinen nur die mit dem Collectivnamen „anderweitige organische stickstofffreie Stoffe" bezeichneten Rübenbestandtheile im umgekehrten Verhältnisse mit dem Zucker zu stehen.

Diese Bestandtheile bestehen im Wesentlichen aus Pectinstoffen, über deren Rolle, und wahrscheinlich sehr wichtige Rolle, im Pflanzenleben uns noch leider fast alles zu wissen erübrigt. Die fetten Stoffe der Rüben sind in keiner so bedeutenden Menge in derselben vorhanden, als daß sie hier von wesentlichem Einfluß sein könnten. Im Mittel von mehreren Bestimmungen fand ich den Gehalt an Fetten — mit Aether ausziehbaren Stoffen — in 100 Gewichtstheilen Trockensubstanz der Rüben mit 0,13.

Wichtiger dürften jedoch die Pflanzensäuren sein, welche sich in den Rüben finden. Diese sind, wie die organischen Basen, mit bei den „anderweitigen organischen stickstofffreien Stoffen" einbegriffen, sie erleiden ohne Zweifel zum Theil wichttge Veränderungen mit fortschreitender Reife der Pflanze. Doch auch hierüber ist noch viel zu wenig bekannt, um darüber mehr sagen zu können, als es eben nur zu erwähnen.

Es sei bei dieser Gelegenheit angedeutet, daß wir über den Salzgehalt der Rüben — wie man diesen Ausdruck so häufig hört, eigentlich nichts wissen; denn das, was man mit dem Ausdruck Salzgehalt bezeichnet, ist nur der Aschengehalt der Rüben, die durch Einäschern, zum Theil jedoch schon durch Hitze und gegenseitige Einwirkung, veränderten mineralischen Bestandtheile der Rüben. Zu dem Gesammtsalzgehalte der Rüben gehören jedoch auch die pflanzensauren Salze, die sich jedoch leider der Untersuchung entziehen.

Es würde demnach eine fruchtlose Arbeit sein, Beziehungen zwischen dem Zucker und dem sogenannten Salzgehalt der Rüben zu suchen, da wir ja diesen nicht bestimmen können.

Ob Beziehungen zwischen den bloßen Mineralbestandtheilen der Rübe und dem Zucker bestehen, ist wohl sehr in Frage zu ziehen — in Berück-

sichtigung des Umstandes, daß man wohl annehmen kann, daß sich organische und unorganische Salze bis zu einem gewissen Punkte vertreten können.

Die Vermuthung, daß die Pectinstoffe in einem gewissen Zusammenhange mit der Zuckerbildung stehen, ist keinesfalls eine der unhaltbarsten Annahmen. Bretschneider in seiner erwähnten eingehenden Untersuchung über die Wachsthumsverhältnisse der Zuckerrübe meint in dieser Beziehung: „Man kann sich kaum der Vermuthung entschlagen, daß die Zuckerbildung auf Kosten der außer Zucker vorhandenen stickstofffreien Substanzen erfolge u. s. w. Bretschneider folgert dies aus seinen Untersuchungen. Eine gleiche Folgerung lassen die eben mitgetheilten Untersuchungen auch zu; denn berechnet man nach Abzug des Zuckers die übrigen Bestandtheile auf 100, so zeigt es sich, daß eben nur die im Wesentlichen aus Pro-teinsubstanzen bestehenden Rübenbestandtheile mit zunehmender Reife abnehmen, während der Zucker zunimmt, wie die stickstoffhaltigen Stoffe, der Zellstoff und die Aschenbestandtheile, wie dies aus dem Folgenden ersichtlich ist: Protein

	30. Juni	31. August	30. Oktober
Mineralstoffe	9,71	12,16	13,27
Stickstoffhaltige Stoffe	14,70	22,15	22,44
Zellstoff	14,84	20,25	21,24
Anderweitige stickstofffreie organische Stoffe	60,75	45,44	43,05
	100,00	100,00	100,00

11. Wenn nun auch immerhin sich eine relative Abnahme beim Zellstoff, den Aschenbestandtheilen, den stickstoffhaltigen Substanzen, wie den anderweitigen organischen Verbindungen zeigt, so findet doch, wenn man die in den einzelnen Perioden producirte Pflanzenmasse berücksichtigt, eine absolute Zunahme an allen den einzeln genannten Stoffen mit zunehmender Reife statt, wie dies schon aus der Menge der in den einzelnen Perioden producirten Pflanzensubstanz resultirt.

Es wurde, wie schon hervorgehoben, an trockener Rübensubstanz producirt per Joch am:

30. Juni	218	Kilogr.
31. August	3386	=
30. Oktober	7935	=

Auf die einzelnen Bestandtheile berechnet ergiebt sich das Folgende per Joch:

	30. Juni	31. August.	30. Oktober
Mineralstoffe	12,34	181,49	418,41
Stickstoffhalt. org. Stoffe	20,08	330,74	708,26
Zellstoff	20,38	302,03	656,74
Zucker	80,72	1895,46	4829,32
Uebrige stickstofffreie organische Stoffe	84,48	676,28	1372,27
	218,00	3386,00	7985,00

Ueber die feinere Verästelung der Pflanzenwurzel.

Eine Vegetationsstudie

von

Dr. Friedrich Nobbe.

1. Motive. Das functionelle Verhältniß der Pflanzenwurzel zu ihrem Medium tritt neuerdings näher in den Vordergrund der Agriculturwissenschaft. In der That, lange Zeit ist die innige Continuität des Gesammtorganismus der Pflanze, mit Einschluß der Wurzel, übersehen und vorzugsweise sind entweder die oberirdischen Gebilde oder die unterirdischen, je nach dem practischen Interesse, welches der Forschung die Richtung gab, also pars pro toto, in Untersuchung genommen worden. Und selbst heute, wiewohl man weit entfernt ist von jenem Baco'schen Standpunkte, auf welchem noch Joh. Ingenhouß den hauptsächlichsten Nutzen der Wurzeln darin sah, daß sie die Pflanzen „auf eine stabile Art an ihrem Geburtsorte festhalten,“ *) fehlt doch viel, daß bei dem Studium der Culturgewächse die Pflanzenwurzeln, soweit sie nicht unmittelbar um ihrer selbst oder vielmehr um der Producte willen cul-

*) Johann Ingenhouß, Versuche mit Pflanzen, übersetzt von Scherer. 1788. Bd. II. S. 150.

tivirt werden, welche sie im jugendlichen Zustande, behufs künftiger Organisationen, aufspeichern, überall die entsprechende Beachtung erführen. Dieser Umstand ist wesentlich schuld, daß wir über die Wurzeln der Culturpflanzen — wieweit dieselben von der Culturbehandlung gestaltlich und stofflich mitbetroffen werden, oder in wie fern Veränderungen, welche die Cultur in den Wurzeln hervorruft, organisch auf die oberirdischen Pflanzentheile zurückwirken — wenig positive Kenntnisse besitzen.

Die Entdeckung der ungeahnten Attractionskräfte der Ackerkrume für gewisse Pflanzennährstoffe, nicht minder die Studien über Vegetation von Landpflanzen in tropfbar flüssigen Medien haben, trotz der Räthsel und Widersprüche, welche die letztere Culturmethode in Bezug auf die Pflanzenernährung (als Diffusionsproceß aufgefaßt) bis jetzt darbietet, erneute Impulse in dieser Richtung gegeben, indem sie den physiologischen Functionen der Wurzeln eine erhöhte Aufmerksamkeit zulenkten.

Die Verästelung der Pflanzenwurzel, d. h. die Vergrößerung der Wasser und Mineralstoffe aufnehmenden Fläche des Pflanzenkörpers, ist, wie die in tropfbar flüssigen Medien erzogenen Pflanzen zeigen, specifisch bestimmten Grundgesetzen unterworfen. Für die Schminkbohne hat bereits vor einem Jahrhundert Carl Bonnet*) demonstrirt, daß an jungen, in angefeuchteten Schwämmen gewachsenen Individuen die Nebenwurzeln regelmäßig in vier Orthostichen angeordnet sind. Für dieselbe Pflanze, sowie für Dolichos Lablab, den Kürbis, die Sonnenblume, die Kastanie und andere dikotyledone Pflanzen hat Julius Sachs**) eine gesetzmäßige Stellung der Nebenwurzeln nachgewiesen und diese Stellung auf die Anordnung der Gefäßbündel im Hauptstamme der Wurzel ursachlich zurückgeführt. Ich habe diese Verhältnisse an den Wurzeln von jungen Kartoffelpflanzen, Zuckerrüben, von Buchweizen, Mais (Radicula und Adventivwurzeln) und anderen in wässrigen Lösungen erzogenen Pflanzen studirt und überall einen Zusammenhang der Nebenwurzelordnung mit dem Gefäßbündelsystem des Wurzelstammes nachzuweisen vermocht. Zugleich überzeugt man sich bei diesen Untersuchungen leicht,

*) Carl Bonnet, Untersuchungen über den Nutzen der Blätter. 2. Auflage. 1803. S. 86.

**) Dr. Julius Sachs, über die gesetzmäßige Stellung der Nebenwurzeln der ersten und zweiten Ordnung bei verschiedenen Dikotyledonen-Gattungen. Sitzgsbr. der k. k. Acad. d. Wiss. Oct. 1857.

daß (bei den genannten Pflanzen) ein jeder Gefäßbündelzug der jungen Wurzel unabhängig von den ihm coordinirten Paralleelzügen vegetirt, Seitengebilde aussendet und überhaupt seine individuelle Entwickelungsgeschichte verfolgt.

Indessen sind wir mit diesen Resultaten vor der Hand nicht weiter gefördert, als zu der Einsicht, daß die Anordnung der Gefäßbündel in der Wurzel das Schema für die mögliche Stellung der Nebenwurzeln vorschreibt, oder, bestimmter ausgedrückt, daß die verticalen Projectionslinien der Gefäßbündel auf die peripherische Fläche des Wurzelkörpers den geometrischen Ort der Nebenwurzeln bestimmen.

Sucht man an den sorgfältig gereinigten Wurzeln einer in festem Boden gewachsenen Pflanze dieses gesetzliche Regelmaß vergebens mehr als annähernd nachzuweisen, so möchte es scheinen, als wären die mechanischen Hindernisse, welche der Boden der Entfaltung der Pflanzenwurzel entgegensetzt, ausreichend, die Verbiegungen, Verwendungen und partiellen Deformitäten der Haupt- und Seitenwurzeln zu erklären, allein wir treffen auch in den Lösungen nur ausnahmsweise ein einfaches Regelmaß innerhalb der orthostichischen Anordnung vorherrschend. Ein vollständiger Wirtel kommt selten vor; die Interstitien zwischen je zweien Wurzelzweigen einer Orthostiche sind höchst ungleich, und häufig sehen wir die Nebenwurzeln der zweiten oder dritten Ordnung, welche typisch vierzeilig angeordnet sein sollten, scheinbar zweizeilig, ja sogar einzeilig stehen, während die übrigen, zufolge des inneren Baues geforderten Zeilen nur mit Mühe aus vereinzelten in weiten Abständen hervorbrechenden Wurzelfäden bestimmbar sind. Es zeigten mir diese Erscheinungen außer den Wurzeln verschiedener Culturgattungen, wie Buchweizen, Wicken, Kartoffeln, Kohlpflanzen, Mais und Kürbis auch die Wurzeln bez. Rhizome mehrerer wildwachsenden Pflanzen, z. B. der Ackerdistel (Cirsium arvense Scop.), des Kreuzkrauts (Senecio vulgaris L.) u. a., nachdem sie, aus dem Boden in Lösungen von Nährstoffen versetzt, neue Wurzelsysteme getrieben hatten.

Eben so wenig wie von den mechanischen Widerständen des festen Bodens lassen sich die Abweichungen der Wurzelverzweigung von der typischen Vorschrift von Licht- oder Wärmewirkungen genügend ableiten, wie etwa die Adventivsprossen des Stammes von Pappeln, Kirschen, Linden und anderen Laubbäumen, welche wir überwiegend an der Sonnenseite der Stämme hervorbrechen sehen, sofern nicht örtliche Verletzun-

gen auf die Sproßbildung bestimmend eingewirkt haben. Die Wärme ist allerdings von sehr bedeutendem Einfluß auf die Entwickelung der Wurzelsprossen im Allgemeinen. Ein Experiment Bouchardat's*) hat dies nachgewiesen. Ich habe mich jedoch vergeblich bemüht, in den Glascylindern, worin jene Pflanzen vegetirten und welche dunkel gehalten wurden, eine Coincidenz der Nebenwurzeln nach einer einheitlichen Richtungsachse an den vorzugsweise verzweigten Orthostichen aufzufinden, aus welcher das Vorhandensein vielleicht sehr feiner thermophysiologischen Wirkungen, bedingt durch die Schwankungen der Temperatur innerhalb der Flüssigkeitssäule, hätte erschlossen werden können. Die Nebenwurzeln einer und derselben Pflanze sind nach innen, außen, oben, unten entsprossen und ausgestreckt, ohne erkennbare Ursache für das örtliche Vorherrschen der einen oder andern Richtung.

Es ist eine constante Erfahrung, daß in tropfbar flüssigen Medien die Dimensionen und die Verzweigung der Wurzeln in Abhängigkeit stehen von dem Concentrationsgrade der Ernährungsflüssigkeit. Concentrirtere Lösungen erzeugen in der Regel ein kurzes, gedrungenes, mit zahlreichen Nebenwurzeln versehenes Wurzelsystem; in verdünnteren Lösungen oder gar in reinem Wasser strecken sich die dünnen und armverzweigten Wurzeln zu einer beträchtlicheren Länge hinab. Uebereinstimmend hiermit lehrt das Mikroskop, daß ein Gefäßbündel, welches oftmals fast schon im Bereiche der Wurzelhaube sich differenzirte, erst einen gewissen Ausbildungsgrad erlangt haben muß, bevor dasselbe, fern von dem Vegetationskegel der Wurzelspitze, Nebenwurzeln zu erzeugen vermag.

Scheint somit die Entstehung von Nebenwurzeln mit der Ernährungsweise der Wurzel in causalem Zusammenhange zu stehen, so ist die Frage von Bedeutung, ob die Erscheinung einer reichen Nebenwurzelbildung allgemein die Wirkung der durch die Vegetation der oberirdischen Pflanzenorgane mitbedingten Wurzelernährung sei, oder ob sich dieselbe local specificiren und auf einzelne Aeste des Wurzelsystems wo nicht beschränken, doch an einzelnen Wurzelästen vorzugsweise begünstigen lasse.

Gewisse allbekannte Erscheinungen auf dem Felde und im Forste sprechen für das Letztere. Duhamel**) fand, daß die Seitenwurzeln

---

*) Bouchardat Recherches sur la végétation appliquées à l'agriculture 1846.

**) Duhamel, Physique des arbres livre I. chap. 5.

der Bäume um so stärker und kräftiger sind, je näher der Oberfläche sie sich befinden, so daß, wenn man beim Verpflanzen eines Baumes mehrere Wurzeläste verschont, derjenige, welcher näher an der Oberfläche hinstreicht, fast immer kräftiger sein wird, als der, welcher tiefer eingepflanzt ist. Theod. de Saussure,*) in einer Abhandlung über den Einfluß des Sauerstoffs auf die Vegetation, glaubt diese Erscheinung aus der näheren Berührung der oberflächlichen Wurzeln mit dem atmosphärischen Sauerstoff erklären zu müssen und weist als ferneren Beleg für diese Ansicht darauf hin, daß die Baumwurzeln, welche in Mist, in Schlammgrund (vase) oder in Wasserröhren eindringen, sich darin unendlich theilen und Fuchsschwänze bilden, weil sie nicht darin wachsen können, ohne ihre Berührungspunkte mit der sehr kleinen Menge Sauerstoffgases zu vermehren, welche sie in diesen Medien finden.

Ohne hier auf die Rolle, welche Saussaure dem Sauerstoff in diesen Erscheinungen anweist, näher eingehen zu wollen, da ich später hierauf zurückkommen werde, erwähne ich nur, daß die Wurzeln, welche ich aus verstopften Drainsröhren gelöst und gereinigt hatte, entsprechend den Wurzeln, welche in sehr verdünnten Nährstofflösungen sich bilden, äußerst fein- und langfaserig ausgebildet waren. Sehr beachtenswerth ist ferner eine hierher gehörige Beobachtung Nöggerath's. Dieser fand**) auf einem alten Todtenfelde am Bubenheimer Berge unter einer sechs Fuß tiefen Schicht Bimstein, auf welchem Luzerne wuchs, Knochenstücke, deren Substanz vollständig durch Wurzelfilz ersetzt war.

Ein exacter Vegetationsversuch in dieser Richtung würde, wie ich glaubte, zu ermitteln haben, ob, unter übrigens gleichen Verhältnissen, durch ungleiche Localisirung der Nährstoffe innerhalb der Bodenräume, welche die Wurzeln einer Pflanze vermöge ihrer specifischen Durchschnittserstreckung zu durchsetzen vermögen, die überwiegende Ausbildung der entsprechenden Wurzelpartien örtlich beeinflußt werden könne.

Daß ein Versuch dieser Art in abgeschlossenen Gefäßen mit gutem Vertrauen und ohne die Befürchtung begonnen werden darf, durch das nothwendige Begießen mit Wasser die localisirten Stoffe aufgelöst in

---

*) Th. de Saussure, Recherches chimiques s. l. végétation. 1804. S. 110.

**) Jacob Nöggerath in Westermann's „Illustr. Monatsheften" 1859. Nr. 35.

dem ganzen Bodenraum sich verbreiten zu sehen, wird eben jenen absorbirenden Kräften der Ackererde verdankt, für deren physiologische Bedeutung dieser Vegetationsversuch ein neues Moment hinzufügen konnte, und welche zugleich die Mengenverhältnisse der anzuwendenden Düngstoffe zu der rohen Gesammterde vorschrieben.

2. Methode. Als Versuchspflanze diente badischer Mais; als Versuchsboden eine nicht absolut nahrungslose, aber nahrungsarme thonige Erde.*) Diese wurde in cylindrische Glasgefäße eingefüllt, deren jedes eine Pflanze zu tragen bestimmt war und bei 27 Centimeter Höhe und 13 Centimeter Weite ein Lumen von 3 Litres Wasser besaß.

Zwei Salzgemische, das eine stickstoffhaltig, das andere stickstofffrei, nach chemischen Aequivalenten bereitet, wurden in zwei parallelen Reihen (zu je 6 Glascylindern) in der rohen Erde, welche zuvor in einem Ziegelofen geglühet und gröblich gesiebt war, in verschiedener Weise localisirt.

Die Zusammensetzung der beiden Salzgemische war folgende:

Reihe A (Cylinder I—VI). Stickstofffrei.	Reihe B (Cylinder VII—XII). Stickstoffhaltig.
3 Aeq. phosphorsaurer Kalk,	1 Aeq. phosphorsaures Kali,
1 = Bittersalz,	1 = Kalksalpeter,
1 = Pottasche,	1 = schwefelsaures Ammoniak.
1 = kieselsaures Natron.	

Von dem stickstofffreien Salzgemisch wurden je 2,5 Grm., von dem stickstoffhaltigen je 3 Grm. mit ihrer 20—30fachen Menge roher Erde innig verrieben und, wie sogleich anzugeben, in den Cylindern vertheilt.

Die Cylinder der Reihe A erhielten somit in den 2,5 Grm. stickstofffreier Salze, auf eine Masse von mehr als 3 Kilogr. geglühter roher Erde, 0,266 Grm. Kali und 0,627 Grm. Phosphorsäure. Die Cylinder der Reihe B erhielten in den 3 Grm. stickstoffhaltiger Salze 0,502 Grm. Kali, 0,755 Grm. Phosphorsäure, 0,574 Grm. Salpetersäure und 0,180 Grm. Ammoniak.

*) Untergrund des Gartens der Versuchsstation Chemnitz.

Wiewohl das Absorptionsvermögen der rohen Erde durch das Glühen einige Einbüße erleiden mußte,*) so läßt sich doch aus den bis jetzt bekannten Ziffern für die durchschnittlichen Attractionsquanta der Ackererden berechnen, daß die zugeführten Nahrungsstoffe nur einige Procente der angewandten Erdmasse absorptiv zu sättigen vermochten. Wenn demnach auch durch wiederholtes Begießen der Töpfe kleine Quantitäten der einmal absorbirten Düngsalze wieder in Lösung gelangten, mußten dieselben von den angrenzenden Erdzonen sofort attrahirt werden, und somit die Bodenregion rings um den Ort der Localisirung, welche als mit Nährstoffen gesättigt zu betrachten war, eine relativ beschränkte sein.

Nun ist aber schon durch Th. de Saussure**) bekannt geworden, daß Dammerde (terreau), welche durch wiederholtes Auskochen mit Wasser eines Theils (11 Proc.) ihrer Nahrungsbestandtheile beraubt worden war, einen um ein Viertel geringeren Ernteertrag hervorgebracht hatte, als eine übrigens gleiche Menge derselben nicht beraubten Dammerde. Bestimmter noch haben neuerdings Naegeli und Zöller's Untersuchungen***) ergeben, daß die vegetative Massenproduction eines absorptiv ganz gesättigten Torfpulvers in höherem Verhältniß von der Production des rohen Torfpulvers differirte, als diejenigen eines halb oder viertel gesättigten Torfpulvers. Bestand demnach eine Abhängigkeit der Wurzelverzweigung von der örtlich reicheren Gegenwart von Nährstoffen, so mußte dieselbe in dem bezeichnetermaßen zubereiteten Boden zur Evidenz gelangen.

Die Vertheilung der Düngstoffe in der rohen Erde war folgende:

Cylinder I und VII: die Salzgemische sind homogen mit der rohen Erdmasse gemengt;

= II und VIII: sie bilden eine sehr dünne Horizontalschicht am Boden des Cylinders;

= III und IX: sie bilden eine solche in mittlerer Höhe des Cylinders;

---

*) Nach Dr. E. Peters absorbirten 100 Grm. einer Ackererde (Folgengut zu Tharand) aus 250 CC. einer $\frac{1}{20}$-atomigen Chlorkaliumlösung 0,1841 Grm. Kali, dieselbe Erde geglüht 0,1256 Grm.

**) Théod. de Saussure, Recherches chimiques sur la végétation. 1804. S. 171.

***) Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. CXXI. Heft 3.

Cylinder IV und X: sie bilden eine solche 3—4 Centimeter tief unter der Oberfläche;
= V und XI: sie bilden einen verticalen peripherischen Cylindermantel;
= VI und XII: sie bilden einen Verticalcylinder in der Achse des Glasgefäßes.

Behufs der letztgenannten Vertheilungsweise der Düngstoffe in der Form eines centralen Verticalcylinders wurde eine weite beiderseits offene Glasröhre (Verbrennungsröhre) in der Achse des Glasgefäßes festgehalten, während man außerhalb derselben die rohe Erde einfüllte; sodann wurde die Röhre selbst mit dem Salzgemisch angefüllt und vorsichtig herausgezogen. Die übrigen Vertheilungsweisen boten keine Schwierigkeiten dar.

Im Juni 1861 wurden die Keimpflänzchen aus dem destillirten Wasser, ihrem bisherigen Medium, in die von Papphülsen umschlossenen Cylinder gesteckt, Anfangs mit Glasglocken bedeckt und jeden zweiten oder nach Befinden dritten Tag mit destillirtem Wasser, welches nur sehr langsam in die dichte Erdmasse eindrang, mäßig begossen.

An den Ostfenstern unseres physiologischen Laboratoriums, welches von Osten und Süden sehr stark durchleuchtet und erwärmt wird, ging die Entwickelung sämmtlicher Pflanzen gesund und rasch von Statten, wiewohl die Zimmerluft und die wenig fruchtbare, dabei sehr dichte Erde sich in der zarten Gestalt der Versuchspflanzen geltend machten. Die Inflorescenz trat übereinstimmend in den letzten Tagen des August und den ersten Tagen des September ein. Den 30. October wurden die oberirdischen Stöcke abgeschnitten. Die lufttrockenen Erntegewichte *) schwankten zwischen 20,7 Grm. und 25,0 Grm. (Mittel 23,4 Grm.) bei den unter Zufuhr von stickstofffreien Salzen erwachsenen Pflanzen, und zwischen 21,5 Grm. und 27,2 Grm. (Mittel 25,5 Grm.) bei den Pflanzen, welchen stickstoffhaltige Salze dargeboten waren. Dieses Uebergewicht der unter Stickstoffzufuhr erzeugten Pflanzen ist darin begründet, daß dieselben durchschnittlich größere und reifere Fruchtkolben ausgebildet

*) Die Ernteerträge waren in verschlossenen Gläsern während des Winters an einem trocknen Orte aufbewahrt, sie wurden im Frühling 1862 etwa 24 Stunden lang gleichmäßig einer Temperatur von ca. 70° C. ausgesetzt und nach dem Erkalten gewägt.

hatten. Ich lasse dahingestellt, ob den stickstoffhaltigen Nährstoffen ein directer Einfluß auf diese Beschleunigung der samenbildenden Processe zuzuschreiben sein mag.

3. Resultate. Für das Studium der Wurzelgestaltung unter dem Einfluß äußerer Agentien ist es wesentlich, Mittel zu besitzen, durch welche man die Wurzeln nach abgeschlossener Vegetation in ihrer Totalität und natürlichen Lage aus festen Medien zu isoliren vermag. Betreffs mancher Feldpflanzen hat Schubert uns ein Verfahren an die Hand gegeben, das in den meisten Fällen ausreicht, wo es die Hauptwurzelstränge in ihrer absoluten Erstreckung zu verfolgen gilt. Handelt es sich jedoch darum, die feineren Verästelungen der Nebenwurzeln zu studiren, so ist man genöthigt, noch minder gewaltsame Hülfsmittel, als selbst diejenigen Schubert's es sind, herbeizuziehen. Aus Glascylindern dürfte sich in folgender Weise das Wurzelsystem einer Pflanze, selbst wenn dasselbe so zartfaserig verästelt ist, wie bei Mais, Getreide und andern Amphibryen, und die Erde eine thonig dichte Beschaffenheit hat, in ausreichender Vollständigkeit gewinnen lassen.

Nachdem der oberirdische Pflanzenstock entfernt ist, setzt man die Erde des Glascylinders unter Wasser, so lange nachfüllend, bis der ganze Ballen durchdrungen und aufgeweicht ist, wozu unter Umständen mehr als 24 Stunden erforderlich sind. In diesem Zustande gleitet der Erdballen leicht und unversehrt in eine große Wanne, aus welcher der Wurzelkörper mittelst vorsichtigen Abschlemmens der Erde sich allmählig isolirt. Bei gehöriger Behutsamkeit sind die so eintretenden Verluste an feinen Fasern auf zu vernachlässigende Mengen reducirbar. Das in solcher Art getrennte und in reinem Wasser abgespülte Wurzelsystem ist freilich verworren, und die Fasern desselben liegen schlaff an einander. Man kann indeß die ursprüngliche Ausbreitungsform wenigstens annähernd wiederherstellen, indem man das ganze Wurzelsystem durch Einschieben eines Stabes (bei der Maiswurzel unter den höchsten Wurzelknoten) in einen geräumigen mit Wasser gefüllten Glascylinder aufhängt, worauf durch leise horizontale und verticale Bewegungen das Fasergewirr sich sehr schön auflösen läßt.

In dieser Weise nebeneinander gestellt, zeigten nun die Wurzelkörper unserer Versuchspflanzen gestaltliche Unterschiedenheiten, welche unbedenklich als Wirkungen der verschiedenen Behandlungsweise gedeutet werden konnten, indem auch specieller nicht unterrichtete Personen aus

der äußeren Configuration des Wurzelkörpers das Local, an welchem die Nährstoffe sich befunden hatten, zu bestimmen vermochten.

Die Wurzeln sämmtlicher Versuchspflanzen sind, übereinstimmend mit ihren oberirdischen Theilen, zart und dünn gebaut. Die fast überall noch vorhandene Radicula ist von verschiedener Länge und stark verzweigt, die primären Adventivwurzeln, welche der Centralachse oberhalb des Samens entstammen, sind in mehr oder minder deutlichen Wirteln zu vier oder acht (bisweilen neun bis zehn) angeordnet, sie ziehen sich als starke Stränge mehr oder minder vertical bis zum Boden des Gefäßes hinab, woselbst sie zum Theil noch mehrfache Windungen vollführen, und sind mit zahlreichen secundären und tertiären stark behaarten und stellenweise aufs feinste verzweigten Wurzelfasern besetzt.

Der morphologische Habitus der Maiswurzel ist somit bei den Versuchspflanzen den normalen Verhältnissen identisch geblieben. Die Differenzen aber, deren soeben erwähnt wurde, treten in der Zahl der local entwickelten feinsten Seitenwurzeln hervor. An den nicht gedüngten Stellen der Cylinder sind oftmals die primären und secundären Wurzelstränge, wie dies auch an den im freien Felde gewachsenen Maiswurzeln zu beobachten ist, in der Erstreckung von einem bis zwei Centimetern unverästelt und nur mit Wurzelhaaren besetzt, während da, woselbst die Nährstoffe dargeboten waren, die Seitenzweige dicht gedrängt und ihrerseits auf's feinste verzweigt sind.

In den Glascylindern, in welchen die Düngstoffe homogen mit der ganzen Erdmasse gemengt waren, verläuft der Wurzelkörper in cylindrischer Gesammtform bis zum Boden hinab; die Nebenwurzelbildung ist nicht erkennbar örtlich differenzirt.

In den Cylindern, welche in der Tiefe von 3—4 Centim. eine dünne Horizontalschicht von Nährstoffen der Pflanze darboten, überlagert in der angegebenen Tiefe des Gefäßes eine dichte perrückenartige Wolke der feinsten Wurzelfasern die tieferen und verjüngten Partien des Wurzelsystems.

Wo die Düngung in einer horizontalen Schicht in mittlerer Höhe des Erdcylinders angeordnet war, zeigt der Wurzelkörper in der gedüngten Region eine flachgedrückt-sphäroidische Ausbauchung.

Die Localisirung der Nährstoffe in einem peripherischen Cylindermantel hat vorzugsweise an den äußeren Wurzelsträngen, und zwar von oben bis unten in ziemlich gleichmäßiger Dichtigkeit, eine Aus-

zweigung (Zerfaserung) hervorgerufen; die im Innern hinablaufenden Stränge sind verhältnißmäßig ärmer an Nebenwurzeln.

Der centrale Vertical-Cylinder der Nährstoffe hat dagegen an den inneren Strängen die Individualisirung begünstigt. Auch scheint es, als ob die Gesammtrichtung der Wurzelstränge erster Ordnung in den letztgenannten beiden Fällen eine Declination erfahren habe, bei dem peripherischen Cylindermantel nach außen, bei dem centralen Cylinder nach innen; doch sind diese letzteren Verhältnisse nicht mit genügender Sicherheit zu entscheiden.

Die Beschränkung der Nährstoffregion auf die Bodenschicht des Gefäßes endlich hat in dem einen Cylinder ein langgedehntes und wenig verzweigtes Fasersystem erzeugt, welches erst am Boden seine Hauptentwickelung erlangt hat; in dem anderen Cylinder dagegen sind die primitiven Wurzelstränge überhaupt nicht bis zum Boden gelangt und sehr dürftig entwickelt.

4. Resümé. Es geht aus den Resultaten des obigen Versuches hervor, daß die Zahl der Nebenwurzeln eines Wurzelastes keine gesetzlich beschränkte, sondern eine zufällige ist; daß die einzelnen Aeste eines Wurzelsystems in ihrer Verzweigung unabhängig von einander vegetiren und daß die Bildung der Nebenwurzeln — selbstverständlich nur an dem geometrischen Orte derselben — von außen her durch directe chemische Reize, wie die Pflanzennährstoffe sie darstellen, örtlich beeinflußt wird. „Beeinflußt“: denn ohne Zweifel sind außer diesen örtlichen Anreizen noch innere Gründe, welche in der Natur der Pflanze und der ursprünglichen Anlage des einzelnen Gefäßbündels liegen, in dem Verzweigungsmodus eines Gefäßbündels wirksam. Daß die Abstände der Nebenwurrzeln in den Orthostichen von innen her mitbestimmt werden, beweisen die Vegetationen in wässrigen Nährstofflösungen, in welchen zwar, im Vergleich zu den Vegetationen im festen Boden, allgemein eine größere, doch keine vollkommene Regelmäßigkeit der Nebenwurzelstellung anzutreffen ist. Andererseits ist es nicht unwahrscheinlich, daß die freie Hydrodiffusion, welche innerhalb der Nährstofflösung selbst, in welcher Pflanzen vegetiren, durch den Austausch der Wurzelmembranen mit den Lösungsstoffen der angrenzenden Flüssigkeitschichten hervorgerufen wird und Strömungen concentrirterer Flüssigkeiten in der Richtung nach den Wurzelflächen bedingt, in eben diesen Strömungen zufälligen Richtungsunterschieden ausgesetzt ist, deren Effect in endosmotischen Intensitätsschwankungen an der

Wurzel zur Geltung kommt. Complicirend in diese Diffusionsströmungen innerhalb der Lösungen greifen die auf- und absteigenden Ströme ein, welche auf die Herstellung des thermischen Gleichgewichts zwischen den oberflächlichen und Bodenschichten der Lösung gerichtet sind; und da sowohl die Temperaturcurven des gesammten Flüssigkeitskörpers im Wechsel der Tageswärme stetig und bedeutend schwanken — wodurch Contractionen und Extensionen, also lebhafte Verschiebungen der Flüssigkeitsmoleküle, bedingt sind — als auch die Differenzen zwischen den höher und tiefer gelegenen Schichten in der Regel einige Zehntelgrade, bisweilen aber mehrere ganze Grade der Centesimalscala betragen, so sind diese und andere physikalische Momente hinlängliche Zeugnisse dafür, daß auch in wässrigen Lösungen die Ernährung der Pflanzenwurzeln, räumlich betrachtet, weder gleichförmig noch einfach regelmäßig von Statten geht. —

Es sind aber ferner die Resultate des obigen Vegetationsversuches eine demonstratio ad oculos dafür, daß die von dem festen Boden absorbirten Nahrungsstoffe nur denjenigen noch assimilationsfähigen Wurzelzweigen wesentlich zu Statten kommen, welche mit ihnen in unmittelbare Berührung treten.

Bestätigen sich diese Schlüsse, so rechtfertigten sich auf's Neue und in eigenthümlicher Weise die Empfehlungen der Tiefbearbeitung des Bodens. Denn wiewohl die Cultur im Stande sein wird, die Bodentiefe, in welcher die Pflanze ihr Wurzelsystem vorzugsweise durch Verzweigung ausbreiten, d. h. die aufnehmende Fläche vergrößern soll — worauf doch bei einjährigen um ihrer oberirdischen Producte willen cultivirten Gewächsen das größte Gewicht liegt — durch Localisirung der Nahrung willkürlich mitzubestimmen: so ist doch aus Obigem einleuchtend, daß das Studium des specifischen Normalhabitus und der absoluten Durchschnittserstreckung der Wurzeln unserer verschiedenen Culturgattungen die Vorschriften für die Bearbeitung und Düngung des Bodens darbieten muß, wenn der gesammte Pflanzenorganismus zur höchstmöglichen Ausbildung gesteigert werden soll.

Es dürften endlich aus diesem Verhalten der Pflanzenwurzeln manche praktischen Erfahrungen von räthselhaftem Charakter eine Erläuterung finden. Die oben erwähnte Beobachtung Duhamel's, daß an den Waldbäumen vorzugsweise die nahe unter der Oberfläche streichenden Wurzeln stark und ausgebildet sind, für deren Erklärung Th. de Saussure eine

directe Einwirkung des Sauerstoffs auf die Wurzelflächen in Anspruch nahm, würde sich aus dem Plus der Verwitterungsgröße in den oberflächlichen Bodenschichten in zureichender Weise herleiten lassen. Auch die bekannte Thatsache, daß die Luzerne in manchen Gegenden nicht dauernd Fuß fassen will, ungeachtet man es an reichlicher Kalkdüngung nicht hat fehlen lassen, dürfte in vielen Fällen darin begründet sein, daß, sobald der lebensthätige Hauptstock der so äußerst tief streichenden Wurzeln dieser Pflanze in eine nahrungsarme Bodentiefe eingedrungen ist, die oberflächliche Düngung der Pflanze nur geringen Nutzen zu gewähren vermag.

Chemnitz, den 15. Juni 1862.

Unter Verantwortlichkeit von Dr. Renning.
Dresden, Druck von E. Blochmann und Sohn.

Beiträge zur Kenntniß von der Zusammensetzung der Ackererde

von

Alexander Müller
in Stockholm.

I. Die mechanische Analyse.

Zur Scheidung der mechanischen Gemengtheile der Ackererden dient vorzüglich das Schlämmen. Unter den vielen Apparaten, welche für diese Operation vorgeschlagen worden sind, halte ich nach zehnjähriger Erfahrung eine Modification des Schulze'schen Champagnerglasapparates für die zweckmäßigste; sie ist außerdem von der Beschaffenheit, daß man sich dieselbe leicht in einem jeden Laboratorium zusammenstellen kann, da sie einen Retortenhals, Kautschuckröhre und Quetschröhre verlangt. Den Retortenhals wähle ich so, daß die eine weitere Mündung noch mit einem Theile des Retortenbauchs wie mit einer Halskrause umgeben ist, und daß der Durchmesser der anderen engeren Mündung nicht mehr als höchstens 10 Millimeter beträgt. Weitere Retortenhälse hat man entweder vor der Glasbläserlampe auszuziehen oder mit einem konischen Kautschuckvorstoß zu versehen. Der Retortenhals wird möglichst vertikal in einen Retortenhalter eingeklemmt und vermittelst eines Kautschuckrohres von ungefähr fünf Millimeter Weite mit einem höher stehenden Wasserreservoir in Verbindung gesetzt. Die Menge des zuströmenden Wassers regulirt man durch einen Bunsen'schen Quetschhahn, der nahe unterhalb des Retortenhalters angebracht ist. Während dem daß man die durch Kochen im Wasser vertheilte Schlämmprobe in den Retortenhals, der nach Umständen 250—400 Millimeter hoch ist, einfüllt, läßt man einen schwachen Wasserstrom von unten her eintreten, um das Versetzen zu verhüten. Später bemißt man die nöthige Wassermenge nach

dem Gange der Schlämmung. Die Thonmilch, respective bei stärkerem Wasserfluß der aufgeschlämmte feine Sand, fließt über den oberen bekrausten Rand ab und wird wie gewöhnlich aufgefangen. Bemerkt man, daß die Schlämmung eine einseitige ist, so hilft man durch veränderte Einstellung des Retortenhalses nach.

Den durch Schlämmen vom Thon befreiten Sand pflegt man durch einen stärkeren Wasserstrom in feineren und gröberrn Sand zu zerlegen, und Staubsand, Streusand u. s. w. zu benennen. Diese ziemlich vagen Bezeichnungen sind leicht zu umgehen durch Benutzung eines Siebsatzes, durch welchen die Sandkörner nach dem verschiedenen Durchmesser in mehre Sorten zerlegt werden. Ich bediene mich seit einer Reihe von Jahren dreier Siebe, deren Durchbohrungen ½, 1 und 2 Millimeter weit sind, und da alle drei Siebe das eine auf das andere aufgesetzt (zu haben beim Mechanikus F. Hugershoff in Leipzig) und mit gemeinschaftlichem Deckel und Boden versehen werden, erhält man mit einer Siebung 4 Sorten Sandkörner, deren Durchmesser kleiner als ½ Millimeter sind oder größer als ½, 1 und 2 Millimeter. Wenn man so will läßt sich die Sortirung nach unten oder oben hin fortsetzen und dadurch eine um so getreuere Bezeichnung für die mechanische Zertheilung einer Ackererde gewinnen.

---

2. Gehalt der Ackererden an den Hydraten des Eisenoxydes und an Thonerde, sowie an löslicher Kieselsäure.

Die meisten Analysen der Ackererden beschränken sich hauptsächlich auf die in heißer Salzsäure löslichen Bestandtheile. Ausgenommen die Kalkböden hat man im Salzsäureauszug eine Menge Eisenoxyd und Thonerde, welche diejenige der übrigen Stoffe bedeutend überwiegt. Man hat sich gewöhnt, diese Oxyde des Eisens und Aluminiums als von den in der Ackererde enthaltenen Hydraten abstammend zu betrachten, und nur zum geringsten Theile von zersetzten Silikaten abzuleiten. Gleichwohl dürften die Ackererden der Regel nach nur Spuren jener Hydrate fertig gebildet enthalten. Obwohl meine hierauf bezüglichen Beobachtungen seit 2 Jahren in Folge äußerer Umstände dem Abschluß gleich fern geblieben sind, so glaube ich doch diesen Punkt zur Sprache bringen zu müssen.

Meine Gründe gegen Annahme größerer Mengen obiger Hydrate als Bestandtheile des Ackerbodens sind folgende:

a) Verhalten des kohlensauren Natrons gegen Ackererde.

Durch Salzsäure, Salpetersäure u. s. w. werden den thonreichen schwedischen Ackerböden, die meistens als vormaliger Seeschlamm und nicht als Producte unmittelbarer localer Verwitterung anzusprechen sind, nebst bedeutenden Mengen Eisenoxyd, Thonerde u. s. w. nur wenige Zehntel Procent Kieselsäure entzogen; der Rückstand dagegen mit einer Lösung von kohlensaurem Natron ausgekocht, giebt bis zu 15 Procent löslicher Kieselsäure.

Eine sofortige Behandlung mit Sodalösung ohne vorausgehende Extraction mit Säuren zieht aus dem Boden nur eine verhältnißmäßig geringe Menge löslicher Kieselsäure aus.

Es ist mir auffallend, daß unter den vielen zur Veröffentlichung gelangenden Analysen von Ackererden kaum eine den Gehalt an in Soda löslicher Kieselsäure angiebt.

b) Verhalten einer neutralen Weinsäurelösung gegen Ackererde.

Bekanntlich verhindert die Weinsäure die Ausfällung verschiedener Metalloxyde (und unter diesen auch Eisenoxyd und Thonerde) durch Alkalien. Die Weinsäure wirkt aber nicht blos passiv, sondern auch activ, und Seignettesalz, mit Eisenoxydhydrat gekocht, giebt eine alkalische intensiv braun gefärbte Eisenlösung. Das Eisenoxydhydrat verliert nicht seine Löslichkeit durch Trocknen an der Luft; das bei 100° getrocknete Hydrat ist jedoch schwerer löslich. Thonerdehydrat verhält sich ähnlich, doch scheint es sich träger zu lösen. Durch Erhitzung der Hydrate bis zur völligen Austreibung des Wassers wird die Löslichkeit beider Oxyde vernichtet. Ein auf wässrigem Wege gebildetes Silikat zeigte sich unlöslich in ammoniakalischer Weinsäurelösung, in welcher die Hydrate sich leicht lösen.

Ackererden, mit neutraler oder ammoniakalischer Weinsäurelösung digerirt, haben mir nur dann bemerkenswerthe Mengen Eisenoxydhydrat (auch Manganoxydoxydulhydrat) gegeben, wenn sie eine deutliche Ocherfarbe besaßen (gelbbrauner Lehm, eisenschüssiger Sand); aus rothem Boden (verwittertem Kalkboden, Rothtodtliegendem u. s. w.), sowie aus

lichtgefärbtem Boden zieht die alkalische Weinsäurelösung, im Vergleich mit Salzsäure, nur wenig Eisen aus.

Thonerdehydrat habe ich kaum bemerkt. Die rothen Bodenarten scheinen wasserfreies Eisenoxyd zu enthalten, die lichten dagegen hydratisches Eisenoxydsilikat. Vielleicht kann Schwefelammonium zur Scheidung und Erkennung dieser beiden Verbindungen benutzt werden.

Von der Thonerde vermuthe ich, daß sie nur selten als Hydrat in den Ackererden auftritt, sondern fast stets als Silikat vorhanden ist, und wahrscheinlich kommt es den hydratirten Eisenoxyd- und Thonerdesilikaten zu, vermöge eines wenig stabilen chemischen Gleichgewichts die Absorptionen zu bewirken, welche man so sehr geneigt ist, einer rein physikalischen Flächenanziehung zuzuschreiben.

3. Gehalt der Ackererde an kohlensaurem und organischsaurem Kalk.

Im Säureauszug einer jeden Ackererde findet sich mehr oder weniger Kalk; aber mit Ausnahme der eigentlichen Kalkböden, in welchen der Kohlensäuregehalt so groß ist, daß sie sich beim Uebergießen der Erde mit einer stärkeren Mineralsäure durch Aufbrausen bemerkbar macht, hat man nur in höchst seltenen Fällen ermittelt, wie viel von der Summe des gelösten Kalkes als Kohlensäure anzunehmen sei; doch wird Niemand die Wichtigkeit dieser Frage bezweifeln.

In Ermangelung einer Methode, den kohlensauren Kalk in Substanz aus den Ackererden auszuziehen und zu isoliren, versuchte ich die Beantwortung der Frage durch genaue Bestimmung der in der Ackererde enthaltenen Kohlensäure. Da lufttrockene Ackererde nur äußerst wenig Kohlensäuregas absorbirt und da ferner der Kohlensäuregehalt der Ackererden, wenn deren Salzsäureauszug keine anderen als die gewöhnlichen mit den Aschenbestandtheilen der Pflanzen übereinstimmenden Stoffe enthält, nur höchst selten von dem Carbonat einer anderen Basis (vielleicht Magnesia) als Kalk abhängt, so scheint mir der Schluß von der Menge der gefundenen Kohlensäure auf diejenige des Kalkcarbonates hinlänglich gerechtfertigt.

Die Bestimmung geringer Kohlensäuregehalte der Ackererden erfolgt in einer befriedigenden Weise nach der Exhalationsmethode, welche ich vor einiger Zeit beschrieben habe (siehe „Zeitschrift für analyt. Chemie"

von Fresenius, Bd. I. pag. 147). Die einzigen Veränderungen, die ich in der ursprünglichen Methode einzuführen für zweckmäßig gefunden habe, bestehen in möglichster Oberflächenvergrößerung der exhalirenden Flüssigkeit und in Ausschluß der atmosphärischen Kohlensäure vom Apparat; zu dem Ende empfehle ich als Exhalationsgefäß eine weite aber niedrige Glasbüchse, deren Hals bis auf kurzen Abstand an das Absorptionsglas sich anschließt und mit einem wohl aufgeschliffenen Glasdeckel versehen ist. Seitlich ist ein kleiner mit Stopfen dicht verschließbarer Tubulus im Exhalationsgefäß angebracht.

Vor Beginn der Analyse wird ein kohlensäurefreier Luftstrom durch den Apparat geblasen, den man dadurch erhält, daß man zwischen dem Kautschuckbalg und dem analytischen Apparat eine große mit Sägespänen und Kalkhydrat gefüllte, sowie mit entsprechendem Zu- und Ableitungsrohr und Wattfilter ausgerüstete Blechflasche einschaltet.

Man umgeht auf diese einfache Weise die Einführung einer Correction für den Kohlensäuregehalt der mit eingeschlossenen Luft, daß in gute Apparate selbst während fünftägigen Stehens eine bemerkbare Menge Kohlensäure nicht hineindiffundirt, ist durch mehre directe Versuche bewiesen worden. Entweder bleibt die Barytlösung völlig ungetrübt, oder bedeckt sich nur mit einem so dünnen Häutchen, daß die Menge des kohlensauren Baryts innerhalb der Fehlergränze der Methode fällt.

In einem Falle fand Herr Eisenstuck bei:

a = 0,13247,
b = 0,10674,
c = 21,390,
d = 26,057,
w = 0,000706 Grm. Kohlensäure;

in einem anderen Falle bei:

a = 0,11159,
b = 0,10674,
c = 12,587,
d = 13,170,
w = 0,000025 Grm. Kohlensäure,

d. h. der Titer des Theils wurde um eine Spur höher gefunden, als er nach dem Titer der angewendeten gesammten Barytlösung sein sollte.

Wenn aber während fünf Tagen keine nennenswerthe Diffussion nach Innen Statt hat, darf man sich wohl während zweier Tage auch vor Diffussion in umgekehrter Richtung sicher halten.

Es folgt nun hier eine Reihe von Kohlensäure-Bestimmungen, die Herr Eisenstuck in meinem Laboratorium an verschiedenartigen Bodenarten ausgeführt hat. Der Kohlensäuregehalt ist in lufttrockner Substanz ermittelt und auf kohlensauren Kalk überrechnet worden.

No.	Ort.	Kohlens. Kalk	Bemerkungen.
		Proc.	
1.	Skultana im Mälerthal, Untergrund.	0,901.	Thonmergel unter fast kohlensäurefreier Ackerkrume; ein Controlversuch mit Auffangen der Kohlensäure im Liebig'schen Kugelapparat gab 0,886 Procent.
2.	Stockholm.	0,132.	Ackerkrume auf Thonmergel.
3.	Ottenby auf Öland, Ackerkrume.	2,51.	Öland ist eine silurische Kalkinsel mit einer dünnen Erddecke; No. 3 und 4 stammen von einem entwässerten Morast und enthalten wie No. 5 ziemlich viel Humus mit eingemengten Muschelresten; der Kalkgehalt von No. 5 beruht vorwaltend auf Kalksteinsand; No. 6 besteht anscheinlich aus angeschwemmter granitischer Glaciererde.
4.		7,99.	
5.		4,57.	
6.		0,09.	
7.	Förlösa, Untergr.	0,06.	Leichter Thonboden reich an löslicher Kieselsäure vom Festland bei Calmar gegenüber Öland.
8.		0,02.	
9.	Gudhem, Ackerkr.	0,34.	Auf silurischen Kalkstein aufgelagert; No. 9 leichter als 10; beide wissentlich niemals gekalkt.
10.		0,45.	
11.	Boda, desgl.	0,21.	Wissentlich nie gekalkt Mergel i. Untergrund eines angrenzenden Feldstückes.
12.		0,52.	Vor 1 Jahre gekalkt Mergel i. Untergrund eines angrenzenden Feldstückes.
13.	Brangabäck, Untergrund.	0,06.	¼ geogr. Meile von 11 und 12 entfernt.
14.	Kaflas, Ackerkr.	0,66.	Vor etwa 30 Jahren gekalkt.
15.		0,06.	Wissentlich nie gekalkt.
16.		0,07.	

No.	Ort.	Kohlens. Kalk	Bemerkungen
		Proc.	
17.	Kilagarden desgl.	0,03.	Desgl.
18.		0,04.	
19.		0,25.	
20.	Desgl. Untergr.	1,17.	3½ Fuß tief.
21.		2,10.	8 Fuß tief.
22.	Suntetorp desgl.	0,08.	
23.	Gamelstorp, Ackerkr.	0,34.	wissentlich nie gekalkt.
24.		0,07.	
25.	Österäng Ackerkr.	0,19.	Desgl.
26.		0,20.	
27.		0,30.	
28.		0,20.	
29.	Satenäs, Untergr. in zunehmender Tiefe bis gegen 40 Fuß.	0,04.	Brauner Ziegelthon.
30.		0,05.	
31.		0,32.	Bläulich gefärbter Thon.
32.		0,68.	
33.		0,95.	
34.		0,45.	
35.	Marby Ackerkr.	4,75.	Am Abhange des Kinnegulle, der Kalkgehalt beruht auf eingemengtem Kalksand.
36.	Olleberg Ackerkr.	0,21.	Anscheinend aus verwittertem Diabas gebildet.
			Die Proben No. 9 bis 36 stammen alle aus Westgothland; diese Provinz ist reich an mit Diabas überlagerten silurischen Kalkbergen und — Bergrücken, welche wie Inseln aus dem mit Glacierdetrites (Sand bis feinsten Thon) bedeckten Flachland emporragen.
37.	Millmark, Ackerkr.	0,048.	Aus einem Torfmoor. Die Proben No. 37 bis 49 stammen aus der Provinz Wermland. Sedimentärkalk ist daselbst noch nicht beobachtet worden, wohl aber ein häufiges Auftreten von Urkalk im granitischen Gestein; die No. 37 bis 46 sind thonigter Beschaffenheit.
38.	Norum, Untergr.	0,004.	
39.	Desgl., desgl. mit zunehmender Tiefe	0,129.	
40.		0,070.	
41.		0,025.	
42.		0,034.	
43.		0,027.	
44.	Warpnäs, Ackerkr.	0,105.	
45.	Välinge, Ackerkr.	0,025.	

No.	Ort.	Kohlens. Kalk	Bemerkungen.
		Proc.	
46.	Malsjö.	0,086.	Einige Zoll über Urkalkstein.
47.	Risberg, Ackerkr.	0,020.	Feinsandiger Thon.
48.	Leßjöfors, Untergr.	0,027.	
49.	Katrineberg, desgl.	0,048.	Flußsand.

No.	Ort.	Hygroskop. Wasser.	Hydratwasser und org. Substanz.	Kohlens. Kalk in Erde: frischer	Kohlens. Kalk in Erde: geglüht.	* Differenz.	Bemerkungen.	
		Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.		
50.	Ackerkrumen des Experimentalgutes bei Stockholm.	2,11.	7,05.	0,077.	0,786.	0,637.	Vor einem Jahre stark gedünkt.	Leichter fruchtbarer Thonboden auf Mergeluntergrund.
51.		2,56.	7,62.	0,077.	0,482.	0,356.		
52.		1,91.	5,10.	0,095.	0,275.	0,161.		
53.		2,60.	8,49.	1,743.	2,159.	0,177.	cultivirter Waldboden, reich an Holzresten.	
54.		5,14.	23,67.	0,925.	4,600.	2,349.		
55.		4,65.	21,04.	0,173.	0,205.	0,013.	trocken gelegter Morastboden.	
56.	Eines benachbarten Feldes.	3,01.	15,05.	0,861.	5,186.	0,439.	seit Jahren stark gedüngtes Tabaksland.	

Im Allgemeinen muß ich von den schwedischen Erdablagerungen bemerken, daß sie nur an wenig Stellen durch Vermittelung der von ihnen überlagerten Gesteine gebildet sind, sondern höchst wahrscheinlich verdanken sie mit seltener Ausnahme ihre Existenz der gesteinzermalmenden Wirksamkeit ausgedehnter vorgeschichtlicher Gletscher. Als einen hervorstehenden Unterschied der schwedischen Erdablagerungen von denen des Continentes glaube ich den Umstand erwähnen zu müssen, daß der Untergrund in einer gewissen Tiefe meist weit reicher an mineralischen Pflanzennährstoffen ist, als die zu Tage liegenden Schichten, und ich bin geneigt zu glauben, daß für Bildung der schwedischen Bodenarten die

*) Nach Ueberrechnung der vorausgehenden Werthe von geglühter auf frische Substanz.

granitischen und silurischen Gesteine des Landes erst in rein mechanischer Weise zermahlen worden und nach vollendeter Schlämmung einer chemischen Verwitterung und Auflösung anheim gefallen sind, während sonst die chemische Zersetzung der Gesteine dem mechanischen Zerfallen derselben vorauszugehen und die Sichtung der Verwitterungsproducte durch Schlämmung den Schluß zu bilden pflegt.

Man findet in Schweden nur selten lebhaft verwitterndes krystallinisches Gestein, meist erscheinen die Oberflächen des Granites oder Gneises, oder krystallinischen Kalksteines u. s. w. wie geschliffen und zeigen keinen Zusammenhang mit der aufgelagerten Erde. Die thonreicheren Ackererden sind ziemlich löslich in heißer concentrirter Salzsäure und geben an diese durchschnittlich 1 Procent Alkalien und 2 bis 2½ Procent alkalische Erden ab, wobei das Kali bedeutend das Natron und die Magnesia etwas den Kalk überwiegt. Der Gehalt an in Soda löslicher Kieselsäure beträgt durchschnittlich 8 bis 10 Procent. Solcher Thonboden tritt häufig in innigem Gemenge mit geringeren oder größeren Quantitäten kohlensauren Kalkes, theils silurischen, theils conchylischen Ursprunges auf und bildet dann einen vorzüglichen Mergel.

Auf die vorangestellte Tabelle zurückkommend habe ich anzuführen, daß ich mit den Untersuchungen vorzüglich bezweckte zu zeigen, wie trügerisch die Schlüsse von dem Kalkreichthum eines unterliegenden Mergels oder benachbarten Kalkfelsens auf den Kalkgehalt der bearbeiteten Ackerkrume sind, und wir sehen in der That, daß der kohlensaure Kalk nur zu äußerst geringen Gemengen in die Ackererden übrigens sehr kalkreicher Provinzen eingeht. No. 6, 9 und 10 sind von Stellen entnommen, wo der Spaten des Draineurs auf silurischen Kalkstein aufstößt; No. 46 war bis auf wenige Zolle Abstand einem in Verwitterung begriffenen Urkalk aufgelagert und doch enthalten sie weniger kohlensauren Kalk als die künstlich gekalkten Erden No. 12 und 14. Aehnlich verhält es sich mit der auf Mergel ruhenden Ackerkrume, vergleiche die No. 1, 17—21, 29—34 und 50—56.

Dem kohlensauren Kalk scheint die Fähigkeit, nach oben zu diffundiren, vollständig zu fehlen und im Gegentheil die Eigenschaft zuzukommen, verhältnißmäßig leicht nach der Tiefe hin ausgewaschen zu werden und zu versinken. Man begegnet Erddurchschnitten, in denen man deutliche Grenzen zwischen dem eigenthümlichen chocoladbraunen geschichteten Mergel des Mälerthales und des aufgelagerten Thones wahrnimmt, doch

läßt die angestellte Säureprobe*) erst in einer größeren Tiefe die Gegenwart des kohlensauren Kalkes bemerken.

Die Frage, bei welchem Kalkgehalt einer Ackererde ist die künstliche Zufuhr von Kalk, sei es von kohlensaurem oder ätzendem, unwirksam? läßt sich nicht auf Grund obiger Mittheilungen beantworten.

Es ist nicht sowohl der Procentgehalt an kohlensaurem Kalk maßgebend, als vielmehr die Natur der übrigen Bodenbestandtheile und ich bezweifle nicht, daß eine Zufuhr von Aetzkalk (gelöschtem Kalk) unter Umständen selbst auf kalkreichem Boden lohnend sein kann; unter welchen? das haben Culturversuche in Gemeinschaft mit ausführlicheren Bodenanalysen zu ermitteln.

In den Bodenproben No. 50—56 ist der Kohlensäuregehalt zweimal bestimmt worden: a. in der lufttrockenen Substanz und b. in der an der Luft geglühten und hernach mit kohlensaurem Ammoniak erhitzten Erde. Die Differenz zwischen beiden Bestimmungen nach Ueberrechnung der zweiten auf lufttrocknen Zustand zeigt die Menge kohlensauren Kalks, welche den durch Zerstörung der organischen Substanz gebildeten Carbonaten äquivalent ist. Ohne von der Wahrheit sehr abzuirren, wird man die Differenz als einen Ausdruck für die Menge der in der Erdprobe enthaltenen organischen Kalksalze betrachten dürfen. Die Zahl der Analysen, die ich von diesem Gesichtspunkte aus habe anstellen lassen, ist zur Zeit noch nicht groß, doch ist ein Unterschied zwischen starkgedüngtem und ausgetragenem Boden nicht zu verkennen gewesen.

4. Gehalt der Ackererden an Stickstoff.

Wenngleich der Stickstoff nicht der alleinseligmachende Bestandtheil der Ackererden ist, so ist er doch einer der normalen Bestandtheile, und als solcher muß er selbst für den mineralisirten Agrikulturchemiker von Wichtigkeit sein. Daß der Stickstoffgehalt der Ackererde nur zum geringeren Theil auf der Gegenwart von Ammoniak, sondern mehr auf derjenigen von organischen Substanzen beruht, darüber sind die Gelehrten

*) Ich pflege dem plastisch feuchten Thonmergel die Gestalt einer kleinen Kugel zu geben und diese in verdünnte Salz- oder Schwefelsäure fallen zu lassen, bei ungefähr 0,4 Procent Gehalt kohlensauren Kalks zerbröckelt die Kugel allmählich unter Entwickelung einzelner Gasblasen; mit steigendem Gehalt werden auch diese Erscheinungen lebhafter.

so ziemlich einig. Es giebt indessen noch verschiedene Beziehungen, nach welchen ein Studium des in der Ackererde enthaltenen Stickstoffs Interesse gewährt. Aus Bestimmungen, die gelegentlich in meinem Laboratorium ausgeführt worden sind*), scheint mir, einen seit langer Zeit bewachsenen oder, natürlich ohne Brennkultur oder außergewöhnlich starke organische Düngung bebauten Boden vorausgesetzt, hervorzugehen, daß:

a) der Stickstoffgehalt des Bodens im Allgemeinen mit dem Gehalt an organischer Substanz steigt und fällt;

b) daß aber der Stickstoffgehalt der organischen Substanz geringer ist bei steigender Menge der letzteren im Boden, sowie

c) daß die organische Substanz in kalkhaltigem Boden stickstoffreicher ist, als in kalkarmen.

Als Beleg führe ich folgende Analysen an:

Procentgehalt

No.	des Bodens.										der organischen Substanzen.		
	Ort.			Hygroskop. Wasser.		Hydratwasser und organ. Substanz.†)		Stickstoff		Stickstoff.			
1.	No. 11.	Der früheren Tabelle über Kalkgehalt.		2,5	Proc.	5,5	Proc.	0,198	Proc.	3,6	Proc.	Ackergr.	Kalkarmer Gegend.
2.	= 14.			1,4	=	3,0	=	0,135	=	4,5	=		
3.	= 17.			4,5	=	6,8	=	0,278	=	4,1	=		
4.	= 27.			8,7	=	22,0	=	0,523	=	2,4	=		
5.	= 7.			0,8	=	1,2	=	0,048	=	4,0	=	Untergr.	
6.	= 8.			5,6	=	4,8	=	0,111	=	2,3	=		
7.	**)			8,9	=	13,6	=	0,289	=	2,1	=		
8.	= 4.			5,5	=	25,0	=	0,117	=	4,5	=	Ackerkrume v. kalkreich. Gegd.	
9.	= 5.			5,6	=	18,4	=	0,931	=	5,1	=		
10.	= 6.			3,1	=	11,1	=	0,680	=	6,1	=		
11.	= 9.			3,3	=	12,4	=	0,365	=	2,9	=		
12.	= 10.			4,0	=	5,1	=	0,230	=	4,4	=		
Mittel von	No. 1—4.			4,3	Proc.	9,3	Proc.	0,259	Proc.	3,65	Proc.		
	8—12.			4,3	=	14,4	=	0,664	=	4,60	=		

*) Die Stickstoffbestimmungen erfolgen in dem gebräuchlichen Will-Varrentrapp'schen Apparat, doch werden die Erden nicht mit Natronkalk, sondern mit reinem Alkalihydrat gemengt und, zwischen Natronkalk eingeschaltet, verbrannt, indem die Erde selbst die Rolle des Kalkes vertritt.

**) Ebenfalls von Förlösa, doch nicht in der früheren Tabelle aufgenommen.

†) Bestimmt durch Glühverlust der bei 100° getrockneten Erde, da man

Die vorstehenden analytischen Data leiten, dünkt mich, ziemlich ungezwungen zu obigen drei Folgerungen; dagegen ist die Anzahl der Beweise eine ungenügende für die endgültige Lösung einer Frage von so verwickelter Natur, und ich würde Bedenken tragen, die Antwort in der Weise, wie ich es gethan, zu formuliren, wenn sie nicht mit andern Beobachtungen so wohl zusammenstimmte, nämlich mit den Beobachtungen über sogenannte Selbstzersetzung der organisirten Stoffe bei Fäulniß und Verwesung. Ich beziehe mich vorzugsweise auf die allmählich erfolgende Stoffveränderung des Hofdüngers und des Brenntorfes.

Nach dem, was über die Zusammensetzung des Torfes in verschiedener Tiefe eines Lagers bekannt ist, muß man schließen, daß der ältere Torf deshalb reicher an in Wasser unlöslichen Aschenbestandtheilen und an Stickstoff ist, weil die Quantität der organischen Substanz mit der Zeit abnimmt und dabei vorzüglich die Elemente des Wassers austreten, so daß die organische Substanz nur relativ reicher an Stickstoff wird.

Diese relative Stickstoffzunahme hat man noch genauer am Hofdünger beobachtet — während die organische Masse bei längerer Verwahrung bedeutend abnahm, so gab doch die Analyse des Rückstandes nur eine geringe Abnahme des Gesammtstickstoffs, sie gab mit andern Worten eine relative Stickstoffzunahme zu erkennen, besonders wenn Kalk eingemischt worden war. (E. Wolff.) Ob diese Erscheinungen die ausschließliche Folge einer moleculären Selbstentmischung (Fäulniß und Verwesung) bei Gegenwart von Luft und Wasser sind, oder durch thierische Organismen*) vermittelt werden, ist eine Frage, deren Entscheidung für

---

kein Mittel kennt, die organische Substanz der Ackererde zu isoliren. Obwohl die Fehler, womit das bei Glühhitze verflüchtigte Hydratwasser die auf Glühverlust basirte Gewichtsbestimmung der organischen Substanz behaftet, nicht bedeutend sind, so dürfte doch bei einer eingehenden Erörterung der Stickstofffrage das Gewichtsverhältniß zwischen Stickstoff und Kohlenstoff zu berücksichtigen sein, indeß sollte man zugleich das Verhältniß von Kohlenstoff zu organischer Substanz kennen, da auch hierbei Regelmäßigkeiten zu vermuthen sind, ähnlich den oben für Stickstoff angesprochenen.

*) Ein sehr sorgfältiger Beobachter, Hampus von Post, ist durch mikroskopische Untersuchung zahlreicher Torflager zu dem Resultat gekommen, daß diejenige Torferde, in welcher die pflanzliche Textur fast ganz verschwunden ist, zum überwiegenden Theil aus den Excrementen, beziehendlich Speiseresten kleiner thierischer Organismen besteht. Da nun die animalische Verdauungsthätigkeit im Allgemeinen durch Ausscheidung von Kohlensäure und Wasser die mine-

unsern Fall gleichgültig ist — genug, die Rückstände einer weiter vorgeschrittenen Zersetzung sind stickstoffreicher, als die weniger veränderten Materialien (und dies in höherem Grade bei Gegenwart von Kalk).

Was für Torf gilt, gilt in noch höherem Grade für den Humusgehalt in der Erde des Waldes, der Wiese oder des Feldes. Der hauptsächlichste Unterschied zwischen ihnen besteht in der größeren Schnelligkeit, mit welcher die pflanzlichen Reste des trocknen Landes verwesen, verglichen mit den weniger Pflanzensubstanz producirenden, aber besser conservirenden Torfmooren.

Und da die Schnelligkeit der Verwesung vorzugsweise die stickstoffärmere frische Pflanzensubstanz berührt und nicht die stickstoffreicheren älteren Pflanzenreste (Humuskohle), so scheint damit eine Erklärung gegeben zu sein für den höheren Stickstoffgehalt der organischen Substanz in humusarmem Boden, im Gegensatz zu humusreichem Boden.

---

ralischen Bestandtheile und den Stickstoffgehalt der verbrauchten Nahrungsstoffe in den Excrementen concentrirt, so stimmt der größere Stickstoffgehalt alter Torferde (und alten Düngers?) recht wohl mit der Beobachtung des Herrn von Post.

Gegenüber der Behauptung, daß die Cultur-Pflanzen hinreichende Mengen Stickstoff aus der Atmosphäre zu absorbiren befähigt seien und deshalb keine Stickstoffzufuhr zur Erde bedürfen, mag es erlaubt sein, hier an die Thatsache zu erinnern, daß die animalische Lebensthätigkeit wohl den größten Theil des Kohlenstoffs und Wasserstoffs der Atmosphäre zurückerstattet, aus welcher sie von der Pflanzenwelt entnommen worden waren, aber nicht den Stickstoff. Es ist als Regel zu betrachten, daß dieser dem Erdboden für Production neuer Pflanzensubstanz (oder für andere Zwecke?) erhalten bleibt, und als Ausnahme, daß er in Form von Ammoniak den Umweg durch die Atmosphäre macht.

Kleine Beiträge zur Naturgeschichte der Rübe (Beta)

von

Friedrich Nobbe und Theodor Siegert.

I.

Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Habitus und chemischem Bestande bei der Rübenpflanze.

Man trifft in den Zuckerrübenfeldern nicht selten eine eigenthümliche Verschiedenheit in der Wachsthumsweise der Pflanzen. Bei einzelnen Individuen streben sämmtliche Blätter der Laubkrone, selbst die äußersten, fast vertical empor; bei anderen sind die äußeren Blätter sammt ihren Stielen, wiewohl sie straff sind und kräftig vegetiren, fast horizontal am Boden ausgebreitet*).

Diese Erscheinung ist nicht auf die Zuckerrübe beschränkt; sie zeigt sich in gleicher Weise bei den gelben und rothen Varietäten der Species Beta vulgaris L., und erinnert an ein ähnliches Verhalten einiger Kohl- und Lactuca-Arten. Dort wie hier sind es die erstjährigen, wesentlich nahrungbereitenden Blattorgane zweijähriger Culturgewächse, deren Anordnung an eine noch unentwickelte Stengelachse jene Verschiedenheit eines offenen oder geschlossenen Habitus darstellt. Die Rübenpflanzen, deren Blattkopf in dieser Weise unterschieden ist, erhalten dadurch einen so abweichenden Charakter, daß bei dem Ueberblicke eines Rübenfeldes der bezeichneten Art die Vermuthung entstehen könnte, man habe zwei verschiedene Rübenvarietäten vor sich.

Zieht man eine Anzahl Pflanzen von so verschiedenem Habitus, behufs näherer Vergleichung, aus dem Boden, so sieht man zunächst,

*) Natürlich ist hier nicht von welken Zuständen die Rede, noch von solchen Pflanzen, deren lange schwache Stiele unter der Last des voluminösen Blattes bogig überhangen, sondern von Pflanzen, deren übrigens starke und gestreckte Stengel zu jeder Tageszeit, selbst frisch bethaut, eine horizontale Richtung haben.

daß die hochwüchsigen Pflanzen (mit aufstrebender Krone) in der Regel zartere Herzblätter und Blätter, die liegendblättrigen dunklere und kräftigere besitzen. Die hochwüchsigen Rübenpflanzen haben ferner meist einen breit und kurz angelegten Wurzelkörper, indem die concentrischen Gefäßbündelkreise auf dem Querschnitt desselben radial entfernter von einander verlaufen und breitere Massen des secernirenden Füllgewebes zwischen sich einschließen, als dies bei den flachwüchsigen Rüben der Fall zu sein pflegt. Zugleich ist der Rübenkopf (der verkürzte markerfüllte Stengel) bei manchen Rüben kürzer, und dem kleineren Verticaldurchmesser entspricht eine stumpf-konische, fast scheibenförmige Insertionsfläche für die Blätter, während andere Rüben die Eigenthümlichkeit haben, daß ihre Vegetationsspitze aufwärts drängt, die Wurzel aber gleichzeitig sich schlank in die Tiefe hinab erstreckt. Dieses verschiedene Streckungsvermögen hat, wie es scheint, einigen Antheil an der in Rede stehenden Erscheinung. Man erinnere sich des Blüthenbodens oder Receptaculum mancher Compositen, welcher bald als fast vollkommene Scheibe, bald mehr oder minder gewölbt und konisch erscheint und dem entsprechend eine verticale oder horizontale Richtung der Blüthenachsen bedingt. Das Darniederliegen der äußeren Rübenblätter könnte indessen auch durch andere Ursachen mitbedingt werden, z. B. durch eine gewisse Raumenge der Insertionsfläche des Blattkopfes, in Folge dessen die nachwachsenden Herzblätter in ihrer Entfaltung die äußeren Blattstiele abseits drängen.

Es ist nun ohne Zweifel, auch für die Zwecke der Praxis, von Interesse, zu untersuchen, ob diese morphologischen Differenzen sich chemisch begründen lassen. Ein etwaiger Nachweis größeren Zuckergehalts in den Wurzeln der einen oder anderen Form würde die Constanterhaltung und Cultur dieser Form empfehlen.

Bei der Rübenernte im landwirthschaftlichen Versuchsgarten zu Chemnitz (October 1861) haben wir daher mehrere extrem hochwüchsige und breitwüchsige Rübenpflanzen einer Untersuchung unterzogen, welche sich auf Blätter und Wurzeln erstreckte.

Da die Auswahl extremer Formen für die Analyse in erster Reihe von Wichtigkeit erschien, so konnte bei dem geringen Umfange der disponiblen Parzellen, das Volumen der Rüben nur untergeordnet Berücksichtigung finden.

Die untersuchten Rüben hatten folgende Frischgewichte:

Tab. I.

No.	A. hochwüchsige		B. breitwüchsige	
	Rübenwurzel.	Rübenblätter.	Rübenwurzel.	Rübenblätter.
1	793,34 Grm.	—	917,45	—
2	737,38 =	—	382,52	—
3	747,18 =	—	1021,87	—
4	604,14 =	—	0	0
Summa	2882,04 Grm.	850 Grm.	2321,84 Grm.	567 Grm.
Mittel	720,51 =	212,5 =	773,94 =	189,0 =

Bezüglich der bei dieser und den folgenden Untersuchungen angewandten analytischen Methode ist Folgendes zu bemerken.

Die Rüben und die Blätter wurden, nachdem sie durch Waschen möglichst von Sand und Erde gereinigt worden waren, zerschnitten, sodann auf einem Trockenofen bei gelinder Temperatur (40—60° C.) getrocknet und der hierbei stattfindende Verlust an Wasser bestimmt; durch weitere Austrocknung eines Theils des so erhaltenen Materials im Luftbad bei 100—110° wurde die noch verbliebene Wassermenge und somit der gesammte Wassergehalt der frischen Substanz, ermittelt.

Ein anderer Theil der wie oben vorgetrockneten Substanz wurde möglichst fein gepulvert und zur Bestimmung der Cellulose, des Zuckers, des Stickstoffes, der Aschenmenge und des Wassergehaltes verwendet. Letztere Bestimmung, in gleicher Weise ausgeführt wie die obige in dem ungepulverten, vorgetrockneten Material, sollte nur die Fehler eliminiren, welche durch einen während des Pulverns veränderten Feuchtigkeitsgehalt entstehen konnten.

Behufs Ermittlung des Gehalts an Cellulose wurden 5—6 Grm. des Pulvers in einem Kölbchen zunächst mit lauwarmem destillirten Wasser angerührt, und die Lösung nach dem Absetzen des ungelöst Gebliebenen vorsichtig abgehoben oder abfiltrirt. Nachdem diese Digestion dreimal wiederholt und die überstehende Flüssigkeit so viel als möglich entfernt worden war, wurden 50 Cc. einer dreiprocentigen Kalilauge zugebracht, 15 Minuten lang gekocht (die Zeit vom Anfang des Kochens an gerechnet), mit heißem Wasser aufgefüllt, nach dem Absetzen die Flüssigkeit entfernt und dreimal mit warmem Wasser gewaschen; dann mit

50 Cc. dreiprocentiger Salzsäure wiederum 15 Minuten lang gekocht, mit heißem Wasser verdünnt, ausgewaschen und schließlich die Cellulose auf einem gewägten Filter mit kochendem Wasser, Alkohol und Aether gewaschen. In der erhaltenen Cellulose wurde der Aschengehalt durch Glühen bestimmt und vom Gewicht derselben in Abzug gebracht. Diese Vorschrift, welche im Wesentlichen derjenigen von Zöller im 2. Heft des Berichtes der Münchener Versuchsstation publicirten gleicht, wurde möglichst consequent befolgt; die erhaltenen Resultate sind daher wohl vergleichbar, wenn sie auch auf absolute Richtigkeit keinen Anspruch machen können und von denjenigen mittelst anderer Methoden gefundenen abweichen. Es wäre bei dem Mangel einer exacten Bestimmungsweise sehr zu wünschen, daß man eine der vielen für die Cellulose-Bestimmung jetzt in Anwendung befindlichen Methoden, als zur Vergleichung dienend, allgemein adoptirte.

Die Menge des Stickstoffs wurde auf die bekannte Weise durch Glühen mit Natronkalk und Auffangen des Ammoniaks in titrirter Schwefelsäure bestimmt. Durch Multiplication der so erhaltenen Stickstoffmenge mit 6,25 erhielt man die Quantität der Proteinstoffe. Trotzdem die Sicherheit und Schärfe dieser Bestimmungsart durch den Gehalt der Rüben an Asparagin, Salpetersäure, Ammoniak (?) vermindert wird, so liefert doch diese Methode zuverlässigere Resultate, als jene der directen Bestimmung der Eiweißstoffe.

Zur Zuckerbestimmung wurde die vorgetrocknete Substanz mit Weingeist von 0,83 spec. Gew. ausgekocht und die zuckerhaltige Lösung auf dem Wasserbad unter Wasserzusatz bis zur Verflüchtigung des Alkohols, sodann mit einigen Tropfen Schwefelsäure bis zur völligen Umwandlung des Rohrzuckers in Fruchtzucker erwärmt. Die erhaltene Flüssigkeit wurde unter Zusatz von Bleiessig auf ein bestimmtes Volumen gebracht, filtrirt und mit der Fehling'schen Kupferlösung titrirt.

Die Quantität der Aschenbestandtheile wurde durch Glühen in der Muffel ermittelt; um die so erhaltenen Werthe von den durch den beigemengten Sand ꝛc. (welcher vorzüglich bei den Blättern trotz sorgfältiger Reinigung in ungleichen Mengen vorhanden war) verursachten Fehlern möglichst zu befreien, wurde der erhaltene Glührückstand in Salzsäure gelöst, das ungelöst Gebliebene abfiltrirt, gewägt und von der Menge der rohen Asche abgezogen. Sind auch die so erhaltenen Resultate, da einerseits Kieselsäure aus der Asche ungelöst bleibt, andrerseits

Bestandtheile der beigemischten Erde gelöst werden, nur mit Vorsicht vergleichbar, so schien uns doch diese Methode die genaueste zu sein.

Als „stickstofflose Stoffe" wurden in den Tabellen die übrigen nicht direct bestimmten Bestandtheile, als Pectinstoffe, organische Säuren, Fett, Gummi ꝛc. bezeichnet.

Was die Bestimmung des spec. Gewichts des Rübensaftes betrifft, so wurde nach Alex. Müllers Vorgange jede Untersuchungsrübe vertical symmetrisch getheilt, und von jedem Theil, auf entgegengesetzter Seite der ganzen Länge der Rübe nach, ein proportionaler Keilschnitt entnommen (die verbleibenden Theile der Rüben wurden zerkleinert und dienten zu den sämmtlichen übrigen, oben angeführten Bestimmungen). Die erhaltenen Schnitte wurden auf dem Reibeisen zerrieben, die Masse in einem Tuch gepreßt, und der nach einiger Zeit geklärte Saft mittelst eines Pyknometers von bekanntem Fassungsraum gewägt.

Das spec. Gewicht der ganzen Rüben wurde aus dem Gewicht des Wassers berechnet, welches dieselben aus einem mit Abflußrohr versehenen Topfe verdrängten.

Tab. II. Analytische Resultate.

	Auf frische Substanz				Auf trockne Substanz			
	Rübenwurzeln		Rübenblätter		Rübenwurzeln		Rübenblätter	
	hochwüchsig	breitwüchsig	hochwüchsig	breitwüchsig	hochwüchsig	breitwüchsig	hochwüchsig	breitwüchsig
Wasser . . .	86,10	86,09	90,96	91,60	—	—	—	—
Zellstoff . .	1,16	1,03	1,44	1,33	8,37	7,45	15,91	15,78
Zucker . . .	8,28	8,02	—	—	59,56	57,65	—	—
Pectin ꝛc. .	2,21	2,33	4,07	3,63	15,87	16,73	45,06	43,26
Protëin . .	1,48	1,66	1,41	1,49	10,64	11,96	15,54	17,76
Asche . . .	0,77	0,86	2,12	1,95	5,56	6,21	23,49	23,20
	100,00	100,00	100,00	100,00				

	Hochwüchs. Rüben	Breitwüchs. Rüben
Specif. Gewicht des Safts . .	1,0670	1,0672

Der Wassergehalt in den Wurzeln der hoch- und breitwüchsigen Rübenpflanzen zeigt keine Differenzen; das geringe Plus in den Blättern ist ebenfalls ohne Bedeutung.

Die Zellstoffmasse ist etwas größer in den Wurzeln der hochwüchsigen; in den trocknen Blättern ist keine Differenz im Zellstoff der beiden Formtypen bemerkbar.

Der Zuckergehalt der hochwüchsigen Rüben ist etwas höher, als der der breitwüchsigen; doch sind auf alle Fälle die Unterschiede zu gering, als daß weitere Schlüsse von praktischer Bedeutung darauf basirt werden könnten.

Im Stickstoffgehalt übertreffen die Blätter und Wurzeln der breitwüchsigen Rübenpflanzen die hochwüchsigen um 1—2 Procent der Trockensubstanz.

Dagegen zeigt der Aschengehalt keine Unterschiede weder in den Wurzeln noch Blättern, sowie auch auf die Differenzen in den Pectinstoffen, in Anbetracht der für diese Körper üblichen Ermittelungsweise aus der Differenz, kein großes Gewicht zu legen ist.

Die in den obigen Resultaten enthaltenen Differenzen zwischen den hoch- und breitwüchsigen Rübenpflanzen sind an sich zu gering, um unmittelbare praktische Folgerungen zuzulassen, und bedürfen überdies der Bestätigung unter Benutzung eines Bodens, welcher der Rübencultur günstiger als der Lehmboden unseres Versuchsgartens ist.

Würden wir indeß im Stande sein, diese morphologischen und chemichen Eigenschaften durch rationelle Züchtung nicht nur constant zu erhalten, sondern auch zu steigern, so würde für die Zwecke der Zuckerfabrikation die hochwüchsige, für Fütterungszwecke die breitwüchsige Rübe sich vorzugsweise empfehlen.

II.

Ueber die chemische Verschiedenheit jugendlicher, ausgewachsener und vergilbter Blätter der Zuckerrübe.

Die Zahlenwerthe, welche durch Bauschanalysen des „Blattkopfes" der Rüben gewonnen werden, leiden an dem Mangel, daß in dem Blattbüschel Elemente von sehr verschiedenen Lebensaltern für die Bestimmung zusammengewürfelt sind. Es giebt daher auch die vergleichende Untersuchung junger und ausgebildeter Blattköpfe kein vollkommen treues Bild der chemischen Veränderungen, denen die Blätter im Fortschritt ihrer Vegetation unterworfen sind. Denn in der jungen Rübenpflanze hat man es mit einem Organismus zu thun, dessen Massenproduktion vor-

zugsweise auf die Entwickelung der aufnehmenden Fläche: Blattorgane und Nebenwurzeln, gerichtet ist, welche Letzteren in dieser Periode oftmals den jungen Hauptwurzelkörper um das Mehrfache an Länge überbieten;*) in den späteren Lebensperioden dieser Pflanze dagegen betrifft die Volumenvermehrung vorherrschend den Körper der Pfahlwurzel, ein Secretionsorgan, welches vielleicht nur an seiner Vegetationsspitze der Aufnahme von Nährstoffen wesentlich dient. Dazu kommt, daß nicht a priori anzunehmen ist, die an älteren Rübenpflanzen neuentstehenden Herzblätter seien in ihrer Zusammensetzung identisch mit den ersten Laubblättern der Jugendperiode der Pflanze; denn diese „Herzblätter" unterscheiden sich schon in ihrer äußeren Form, nicht minder in ihrer Ernährungsweise, von den zuerst gebildeten Blättern der jugendlichen Pflanze.

Wir haben uns hier die Aufgabe gestellt, zu untersuchen, welche chemischen Unterschiede zur Erntezeit die ungleichaltrigen Blätter eines und desselben Rüben-Individuums zeigen, und zwar:

1) die jungen Herzblätter;
2) die vollkommen ausgewachsenen, noch frisch grünen Blätter;
3) die bereits vergilbten (nicht vertrockneten) Blätter.

Am 15. October 1861 wurden zu diesem Zwecke von mehreren gesunden Pflanzen unseres Versuchsgartens 633 Grm. Herzblätter (bis zu 2 Decimetern Länge), 700 Grm. grüner Blätter mit abgeschlossenem Größenwachsthum und 646 Grm. vergilbter Blätter an der Stengelbasis abgeschnitten und mit ihren Stielen zusammen der Analyse unterzogen.

Ergebnisse:

	Frische Blätter.			Wasserfreie Blätter.		
	Herzblätter.	ausgew. Blätter.	vergilbte Blätter.	Herzblätter.	ausgew. Blätter.	vergilbte Blätter.
Wasser	88,15	90,70	87,11	—	—	—
Zellstoff	1,95	1,45	2,29	16,46	15,63	17,74
anderw. org. Nl. . .	4,67	4,22	5,55	39,45	45,35	43,04
Protein	3,72	1,74	1,02	31,39	18,69	7,95
sandfreie Asche . .	1,50	1,89	4,03	12,70	20,33	31,27

*) Ueber diese Entwickelungsgeschichte der Rübenpflanze hoffen wir demnächst speciellere Data darbieten zu können.

Vorstehende Tabelle lehrt, daß in dem Laubblatt der Rübe der procentische Wassergehalt bis zum vollendeten Wachsthum hin eine — zwar nicht beträchtliche — Zunahme, von da ab dagegen wiederum eine Abnahme erfährt. Im Gegensatz dazu erreichen Cellulose und die anderen organischen stickstofffreien Stoffe ein Minimum während der Periode des abgeschlossenen Wachsthums. Da jedoch in der trocknen Blattmasse die Schwankungen im Procentgehalt der beiden letztgenannten Körper verschwinden, so ist die Annahme begründet, daß diese Schwankungen überhaupt nur das Resultat des verschiedenen Wassergehalts sind, und in der That die procentischen Mengen der stickstofffreien organischen Körper, mit Einschluß des Zellstoffes, keine wesentlichen Veränderungen im Verlaufe der Vegetation des Rübenblattes erfahren.

Weit anders stellt sich die Sache für die Proteinkörper und für die mineralischen Bestandtheile. Erstere nehmen mit dem Alter des Blattes constant und bedeutend ab, letztere in eben dem Maße zu.

Das Protoplasma der Blätter, welche den Höhepunkt ihrer Entfaltung erreicht haben, scheint demnach zur Deckung des Proteinbedarfs der neuentstehenden Herzblätter mit ihrer vorherrschend zellenbildenden Lebensthätigkeit, vielleicht auch zur Deckung des gleichen Bedarfs der noch wachsenden Pfahlwurzel einen wesentlichen Beitrag zu liefern.

Die auffallende Procentzunahme an unorganischen Substanzen, welche die Rübenblätter mit zunehmendem Alter erfahren — ein Resultat, zu welchem auch Alexander Müller in seinen Studien über die Naturgeschichte der Rübe*) und andere Analytiker**), deren Untersuchungsmethode mit der unsrigen vergleichbar ist, gelangt sind — scheint dafür zu sprechen, daß in den Blattorganen ein großer Theil der unverbrennlichen Stoffe in der Form schwerlöslicher Verbindungen abgeschieden und dem Diffusionsstrome entzogen werden, d. h. der Fähigkeit zu jenen Wanderungen verlustig gehen, welche von einzelnen Mineralstoffen mehrfach nachgewiesen worden ist.

---

*) Zur Geschichte der Runkelrüben s. landw. Versuchsstat. Bd. I. S. 245.

**) Auch für die Blätter der Haferpflanze und der Kleepflanze haben die Analysen von R. Arendt bez. H. Hellriegel und R. Ulbricht eine Zunahme des Mineralgehaltes mit zunehmendem Alter ergeben, s. ds. Zthr Bd. I. S. 31 IV, S. 31 und III S. 241.

III.

Ueber den Einfluß einer schwachen Entlaubung der Zuckerrübe auf die Quantität und Qualität der Ernte.

Die Samen der weißen schlesischen Zuckerrübe, welche letztere zu den vorliegenden Versuchen diente, waren am 29. Mai 1861 auf vier ungedüngten Parcellen, deren jede 61,75 Quadratmeter umfaßte, zum Saatbetrage von einem Zollpfund, in Reihen von 0,5 Metern Entfernung etwa 5 Centimeter tief gesteckt und eben gerecht worden. Die ersten Kotyledonen erschienen am 12. Juni, die überschüssigen Pflänzchen wurden am 10. Juli ausgelichtet.

Die Parcellen I. und II. dienten lediglich als Controlparcellen. Die Pflanzen der Parcellen III. und IV., welche zu der Entlaubung bestimmt waren, wurden am 14. August, die ersteren der fünf, die letztern der zehn äußersten (ältesten) Blätter sammt ihren Stielen beraubt. Das gesammte Frischgewicht der so entnommenen Laubmasse betrug für Parcelle III. 12,17 Kilogr. und für Parcelle IV. 32,5 Kilogr. oder 1971 Kilogr. bez 5265 Kilogr. auf die Fläche eines Hektare berechnet. Die Parzelle IV., welcher wir am 6. September abermals je zwei bis vier Außenblätter im Betrage von 29 Kilogr. (4098 Kilogr. pr. Hekt.) entnahmen, hatte somit einen Gesammtverlust von 61,5 Kilogr. per Parcelle oder 9963 Kilogr. pro Hektare an vegetirenden Blattorganen erlitten.

Die Ernte der im Uebrigen ordnungsmäßig cultivirten Pflanzen fand nach 140 Vegetationstagen, am 16. October, statt. Folgendes sind die erzielten Erntegewichte, wobei die während der Vegetation entführte Laubmasse dem Ergebniß der betr. Parcellen hinzugerechnet worden ist.

Tab. I.

No. der Parcelle.	Behandlung.	Zahl der geernteten Pflanzen.	Gewicht der frischen Rübenwurzeln.	Gewicht der frischen Rübenblätter.	Gesammt-Gewicht.	Durchschn.-Gewicht einer Rübenwurzel	Durchschn.-Gewicht einer Laubkrone.	Verhältniß der Blätter zu den Wurzeln.
		Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Grm.	Grm.	
I.	nicht entlaubt	308	115,02	78,85	193,87	374	256	1 : 1,46
II.	dgl.	316	112,43	66,03	178,74	356	209	1,70
I. II. / 2	dgl.	312	113,73 *)	72,44	186,17	365	233	1,57
III.	1mal entlaubt	328	110,00	81,62	191,62	336	249	1,35
IV.	2mal entlaubt	310	67,22	100,00	167,20	217	323	0,67

*) 204 Zollcentner pro sächs. Acker.

Die normale Productionskraft unsres nicht gedüngten Versuchsbodens erreicht, wie aus dem mittlern Ergebniß der Parcellen I und II erhellt, 72,44 Kilogr. Rübenlaub. Demgemäß beträgt die der einmal beraubten Parcelle entzogene Blattmasse 16,8 Procent des normalen Laubertrags. Man sieht, daß schon eine so geringfügige, neun Wochen vor der Ernte ausgeführte Entfernung vegetirender Lauborgane in demselben Sinne, wenn auch kaum erkennbar, gewirkt hat, wie es von beträchtlicheren Entlaubungen bei Rüben und Kartoffeln bekannt ist: die Blattbildung der verstümmelten Pflanzen wird gesteigert und die Entwicklung der unterirdischen Secretionsorgane entsprechend gehemmt. Entschiedener tritt diese Wirkung hervor bei einer zu derselben Periode ausgeführten Entnahme von 45 Proc. des normalen Mittelertrags unseres Bodens, auf welche drei Wochen später, also sechs Wochen vor der Unterbrechung des Wachsthums durch die Ernte, eine abermalige Entnahme von 40 Proc. gefolgt ist. Diese Entnahme von in Summa 85 Proc. des Normalblattertrags ist immerhin, im Vergleich zu den sonst bei Entblätterungsversuchen üblichen Mengenverhältnissen, als eine sehr mäßige zu bezeichnen.

Durch einmalige Entlaubung im Betrage von 16,8 Proc. erscheint der Blattertrag um 12,5 Proc. erhöht, der Rübenertrag um 3 Procent vermindert; durch zweimalige Entlaubung im Betrage von 85 Proc. ist der Blattertrag um 38 Proc. gesteigert, der Rübenertrag um 41 Proc. erniedrigt.

Berechnen wir die Erntegewichte sämmtlicher Versuchsparcellen auf eine gleiche Stückzahl von Pflanzen (z. B. auf 316 Stück per Parcelle, als der mittleren Anzahl der Pflanzen unsrer Parcellen, oder 51192 Stück per Hektare) und zugleich auf die Fläche eines Hektare, so stellen sich zwar die Verhältnisse im Einzelnen etwas anders, das Hauptresultat aber bleibt dem Wesen nach unverändert.

Tab. II.

Ernteerträge auf 1 Hektare und auf gleiche Stückzahl berechnet.

No. der Parc.	Behandlung.	Gewicht der Rübenwurzeln.	Gewicht der Rübenblätter.	Gesammtgewicht.
		Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
I. II.	Nicht entlaubt . .	18660	11910	30570
III.	Entlaubung v. 16,8 %	17170	12730	29910
IV.	Entlaubung von 85 %	11100	16520	27620

Auch bei dieser Umrechnung ergiebt sich noch ein Plus von 7 Proc. bez. 39 Proc. an frischen Blättern und ein Minus von 8 Proc. bez. 41 Proc. an frischer Rübenmasse bei den entlaubten Pflanzen, gegenüber dem mittleren Ertrage der nicht beraubten Parcellen; im Ganzen aber stellt sich ein Verlust von 2 Proc. bez. 10 Proc. an frischer Pflanzensubstanz als unzweifelhafte Folge der Entlaubung heraus.

Die morphologische Gestalt der entlaubten Rübenpflanzen hat einige nicht unerhebliche Abänderungen erlitten. Die allgemeine Tendenz der Rübenwurzel, in schwerem Boden das schöne Regelmaß der birnenförmigen Gestalt, an welcher in zwei symmetrischen Längsfurchen die Nebenwurzeln angeordnet sind, aufzugeben und bei stärkerer Verjüngung ein mehrfach gabliges verkrümmtes Gebilde darzustellen, ist bei unsren Rüben, auch den nicht entlaubten, erkennbar. Die entlaubten Rüben aber besitzen eine größere Menge von Nebenwurzeln. Der oberirdische Stengeltheil der Pflanze ist durchweg langkonisch, und alle Folgeerscheinungen dieses Umstandes treten damit gleichzeitig auf: der zuckerarme Marktheil der verkürzten Stengelachse erreicht in einigen Fällen die ungewöhnliche Länge von 5 Centimetern, die oberen Partien der Rübe sind mehr oder minder ergrünt, und die Asymmetrie der Gefäßbündelkreise, deren Beginn die Grenze zwischen Stengel und Wurzel der Rübe bezeichnet, zieht sich tiefer als gewöhnlich hinab. Zudem haben die zweimal entlaubten Rüben ein sehr energisches Bestreben, die Knospen, welche in den Achseln der hinweggeschnittenen Blätter angelegt waren, zu Sprossen zu entfalten: eine Erscheinung, die man auch an solchen Rübenindividuen häufig beobachtet, welche von oben her dadurch hohl geworden sind, daß Insectenverletzungen den Vegetationsherd des Stengels der Verwitterung preisgaben. Doch haben diese Sprossen nirgendwo eine erhebliche Größe erreicht.

Inwieweit die chemische Beschaffenheit der Rübenpflanze durch eine schwache Entlaubung influirt wird, ergeben folgende die näheren chemischen Bestandtheile der Ernten betreffende Tabellen.

Für alle folgenden Bestimmungen wurden von jeder der vier Versuchsparcellen 12 Pflanzen genommen; die Gewichte derselben waren folgende:

Tab. III.

Absolute und specifische Gewichte der Untersuchungsrüben.

No. der Parcellen.	Absolute Gewichte.					Specifische Gewichte	
	Gewicht der 12 Rübenwurzeln.	Gewicht der 12 Laubkronen.	Gesammt-Gewicht.	Gewicht der größten Rübe.	Gewicht der kleinsten Rübe.	der Rüben.	des Rübensaftes
	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
I.	8,200	3,667	11,867	983	374	1,051	1,0676
II.	6,367	3,217	9,584	991	168	1,040	1,0668
III.	4,667	2,033	6,700	791	97	1,047	1,0673
IV.	3,500	2,083	5,583	536	124	1,048	1,0593

Tab. IV.

Wasser, organische Substanz und Asche in Procenten.

No. der Parcellen.	Rübenwurzel.			Rübenblätter.		
	Wasser.	Organische Substanz.	Asche.	Wasser.	Organ. Substanz.	Asche.
I.	86,59	12,70	0,71	90,16	7,70	2,14
II.	86,38	12,98	0,64	89,85	8,19	1,96
I. II. / 2	86,49	12,84	0,68	90,01	7,95	2,05
III.	86,30	13,01	0,69	89,13	8,88	1,99
IV.	87,99	11,21	0,80	89,34	8,83	1,83

Tab. V

Die organische Substanz der Rübenwurzel in Procenten.

No. der Parcellen	Im frischen Zustande.				Im wasserfreien Zustande.			
	Zellstoff.	Zucker.	Nh.	Nl.	Zellstoff.	Zucker.	Nh.	Nl.
I.	1,03	7,52	1,33	2,82	7,66	56,06	9,94	21,02
II.	1,04	7,87	1,43	2,63	7,65	57,83	10,50	19,29
I. II. / 2	1,03	7,70	1,38	2,72	7,66	56,94	10,20	20,15
III.	1,18	7,13	1,34	3,36	8,64	52,04	9,79	24,53
IV.	1,14	6,29	1,43	2,36	9,51	52,35	11,89	19,62

Tab. VI.

Die organische Substanz der Rübenblätter in Procenten.

No. der Parcelle.	Im frischen Zustande.			Im wasserfreien Zustande.		
	Zellstoff.	Nh.	Nl.	Zellstoff.	Nh.	Nl.
I.	1,46	1,83	4,41	14,82	18,60	44,83
II.	1,51	1,76	4,92	14,84	17,35	48,64
I. II.	1,48	1,80	4,66	14,83	17,98	46,65
2 III.	1,47	1,95	5,46	13,51	17,93	50,20
IV.	1,41	2,66	4,76	13,21	24,94	44,68

Bevor wir zur Discussion der vorstehenden Tabellen schreiten, möge eine aus den letzteren mit Herzuziehung der Tabelle II berechnete Uebersicht des absoluten Ertrags eines Hektare an den wichtigsten näheren Bestandtheile der Rübenpflanze vorausgeschickt werden.

Tab. VII.

Absolute Ernteerträge an Trockensubstanz pro Hektare in Kilogramm.

No. der Parcelle.	Rüben-wurzeln.	Rübenblätter.	Gesammt-ertrag.
I. II.	2521	1190	3711
2 III.	2351	1384	3736
IV.	1333	1750	3083

Tab. VIII.

Absoluter Zellstoff-Ertrag pro Hektare.

No. der Parcelle.	In Rüben-wurzeln.	In Rüben-blättern.	Gesammt-menge.
	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
I. II.	192,20	176,27	368,47
2 III.	202,61	187,13	389,74
IV.	126,54	232,93	359,47

Tab. IX.
Absoluter Ertrag an Proteinstoffen pro Hektare.

No. der Parcelle.	In d. Rüben-wurzeln.	In d. Rüben-blättern.	Gesammt-menge.
I. II.	257,51	214,38	471,89
2 III.	230,08	248,24	478,32
IV.	158,73	439,43	598,16

Tab. X.
Absoluter Ertrag an Pectin ꝛc. pro Hektare.

No. der Parcelle.	In d. Rüben-wurzeln.	In d. Rüben-blättern.	Gesammt-menge.
I. II.	507,55	555,01	1062,56
2 III.	576,91	693,79	1270,70
IV.	260,85	786,35	1047,20

Tab. XI.
Absolute Aschenernte pro Hektare.

No. der Parcelle.	In d. Rüben-wurzeln.	In d. Rüben-blättern.	Gesammt-menge.
I. II.	126,89	244,16	371,05
2 III.	118,47	254,60	373,07
IV.	88,80	302,32	391,12

Tab. XII.
Absoluter Zuckerertrag pro Hektare.

No. der Parcelle.	Kilogramm.	
I. II.	1436,82	
2 III.	1224,22	
IV.	698,19	

Die einmalige und sehr schwache Entlaubung (16,8 %) hat das Product eines Hektare an Trockensubstanz und Asche in den Rübenwurzeln nicht alterirt; die zweimalige und etwas stärkere Blattentziehung (85 %) dagegen erniedrigte die relative, also in noch höherem

Grade die absolute Menge der Trockensubstanz und erhöhte um ein Geringes den Aschenprocentgehalt der Rübenwurzel. In den Blättern der entlaubten Parcellen finden wir im Gegensatz hierzu eine etwas höhere procentische Menge der Trockensubstanz und eine etwas geringere der Asche, als in denen der unverletzten Parcellen: entsprechend dem Umstande, daß wir es bei entlaubten Pflanzen mit Blättern ausschließlich mittleren und jugendlichen Alters zu thun haben (siehe unsere vorstehende Abhandlung).

In dem absoluten Ernteertrag machen diese Verhältnisse sich nichtsdestoweniger dahin geltend, daß die Entlaubung eines Rübenfeldes in einer absolut geringeren Masse organischer Substanz eine absolut größere Menge mineralischer Stoffe dem Boden entzieht: ein Umstand, welcher bedenklicher erscheinen würde, wenn nicht diese Stoffe, da die Abblattung in der Regel zu Fütterungszwecken geschieht, dem Felde in der Form des Stalldüngers wieder zu Gute kämen.

An Cellulose scheint in den Rüben eine (fast verschwindende) relative Zunahme, in den Blättern eine gleich unbeträchtliche Abnahme vorzuliegen. Diese Veränderungen sind indeß in der That so unerheblich — wenn man die Bestimmungsmethode des Zellstoffs und ihre Fehlergrenzen berücksichtigt — daß man vielleicht aussprechen darf, eine mäßige Entlaubung verändere die Relationen des Zellstoffs in der Rübenpflanze nicht.

Ein Gleiches scheint für das Mengenverhältniß des Zuckers zu der Gesammtmenge organischer Trockensubstanz zu gelten. Der absolut verminderte Wurzelertrag indessen, in Verbindung mit dem größeren Wassergehalt der entlaubten Rüben machen, daß im Gefolge der Entlaubung die Zuckerernte um mehr als die Hälfte herabgedrückt erscheint.

Ganz ebenso verhalten sich die anderen stickstofffreien organischen Körper; denn die geringen Unterschiede im Procentgehalt derselben lassen sich nicht wohl als Entlaubungsresultate deuten.

Die Proteïnstoffe zeigen in den Rübenwurzeln eine zweifelhafte procentische Zunahme: eine unzweifelhafte in den Blättern. (Letzteres bestätigt wiederum die Resultate unserer vorhergehenden Untersuchung bezüglich des Stickstoffgehalts jüngerer und älterer Blätter.) Da nun zu diesem höheren Procentgehalt der Blätter an Stickstoff eine überwiegende Production oberirdischer Organe bei den entlaubten Pflanzen

hinzutritt, so ist durch das von uns beobachtete Maß der Entlaubung der Gesammtertrag an Protein um ein Fünftel vermehrt worden.

Landwirthschaftl. Versuchsstation Chemnitz, physiologisch-chemische Abtheilung. August 1862.

Ueber den Einfluß der Reife und der Nachreife auf die Keimungs- und Vegetationskraft der Roggenkörner

von

B. Lucanus,
Assistenten der Station Dahme.

Wenn bereits im vorhergehenden Hefte (S. 147 ff.) die Lösung der Frage: „Welchen Einfluß übt die Reife und Nachreife auf die Güte des Kornes" versucht wurde, so schlossen wir hieran noch die weitere Frage: wie weit erstreckt sich der Einfluß beider auf die Keimungs- und Vegetationskraft der Körner? Bezüglich dieser Frage wurde auf eine ausführlichere Mittheilung in den „Annalen der Landwirthschaft" als bevorstehend hingedeutet. Da letztere Mittheilung indeß zu unterbleiben hat, so erlaube ich mir nun hier etwas ausführlicher auf die erwähnte Frage einzugehen.

Das verwendete Material (Winterkorn) war ein gleiches, wie das früher benutzte. Die Eintheilung desselben in fünf Reifungsperioden und die Trennung jeder Periode in vier Versuchsreihen gilt auch hier, so daß also eine nochmalige ausführlichere Beschreibung der Eintheilung des Materials fortfallen kann.

Anfang October wurde die Aussaat der Körner vorgenommen und zwar auf zweierlei Bodenarten: einmal auf leichterem sehr humosen Boden im Garten der hiesigen Station, und dann auf sehr leichtem armen Höhesandboden.

Diese Aussaat auf verschiedenen Boden schien nöthig, da zu vermuthen stand, daß durch einen Boden, der sehr reich an Pflanzennährmitteln ist, durch welchen also vom Anfang der Vegetation an der jungen Keimpflanze eine beträchtliche Menge von Stoffen zugeführt wurde, die

Folgen der ungleichen Beschaffenheit des Saatgutes vermindert oder wohl gar aufgehoben werden könne.

Bei folgender Mittheilung der Versuchsresultate erlaube ich mir, zur besseren Ueberſicht jede Versuchsreihe für sich in ihren Perioden zusammenzustellen.

1. Versuchsreihe.

Körner nach der Ernte einer sofortigen Trennung von Aehren und Spelzen unterworfen; ein Nachreifen also unmöglich gemacht.

Es keimten von 100 Körnern:	Auf armem Sandboden.	Auf reichem Gartenboden.
der Reifungsperiode I.	3	6
" " II.	6	4
" " III.	6	13
" " IV.	35	37
" " V.	73	95

Interessant war es, von vorn herein den Aufgang der Saat und die Entwickelung der kleinen Pflanzen zu beobachten. Wie mit der Reife der Samenkörner ihre Keimungskraft steigt, so zeigte sich in der Vegetation der Pflanzen, selbst in den weiterstehenden Reifungsperioden, eine gleiche Zunahme. Die Pflanzen, die aus reiferer Saat hervorgegangen waren, zeigten sich von vorn herein ungleich kräftiger und überholten die früheren Perioden sowohl an Stärke als an Länge bedeutend. Dieser Unterschied war selbst bis zur Bildung der Aehre zu beobachten, und die im Frühjahre angestellten Messungen der Pflanzen sprechen deutlich für das eben Gesagte.

Durchschnittliche Länge der Pflanzen:	Auf dem Sandboden	Auf dem Gartenboden	
	am 20. März. Centim.	am 7. März. Centim.	am 20. März. Centim.
der Reifungsperiode I. .	$3\frac{1}{4}$	$5\frac{3}{4}$	8
" " II. .	4	4	6
" " III. .	4	6	$6\frac{1}{2}$
" " IV. .	5	$6\frac{3}{4}$	$9\frac{1}{2}$
" " V. .	6	$6\frac{3}{4}$	$10\frac{1}{4}$

Die erhaltenen Ernteresultate waren folgende:

60 Körner Aussaat gaben Ertrag in:	Auf Sandboden.				Auf Gartenboden.			
	Zahl der geernteten Pflanzen.	Körner.	Stroh u. Kaff.	Summa.	Zahl der geernteten Pflanzen.	Körner.	Stroh u. Kaff.	Summa.
		Gramme.				Gramme.		
der Reifungsperiode I.	2	0,1	2,9	3,0	4	33	64	97
„ „ II.	4	0,4	4,6	5,0	1	4	9	13
„ „ III.	4	0,7	7,3	8,0	7	26	60	86
„ „ IV.	21	20,5	61,5	82,0	22	133	237	370
„ „ V.	44	52,2	137,8	190,0	56	257	538	795

Dieser bedeutende Unterschied im Ertrage ist nicht nur der größeren Anzahl der gekeimten Körner zu Gute zu rechnen, sondern beruht eben sowohl in der vermehrten Massenproduction der einzelnen Pflanzen selber, und erhellt sehr deutlich bei Berechnung obiger Zahlen auf den Ertrag einer Pflanze.

Es lieferte Ertrag je eine Pflanze:	Auf Sandboden.			Auf Gartenboden.		
	Körner.	Stroh u. Kaff.	Summa.	Körner.	Stroh u. Kaff.	Summa.
	Gramme.			Gramme.		
der Reifungsperiode I.	0,05	1,45	1,50	8,25	16,00	24,25
„ „ II.	0,10	1,15	1,25	4,00	9,00	13,00
„ „ III.	0,18	1,82	2,00	3,80	8,50	12,30
„ „ IV.	0,98	2,83	3,91	6,04	10,80	16,84
„ „ V.	1,19	3,13	4,32	4,60	9,61	14,21

Aus diesem Allen geht also hervor, daß mit der Reife des Saatgutes die Keimungskraft desselben zunimmt und zwar in bedeutender Progression, bis das Maximum bei der vollkommensten, der Tod- oder Ueberreife, eintritt.

Ebenso wie die Keimungskraft zunimmt, steigt die Vegetationskraft der aus diesen Körnern erzielten Pflanzen und zwar gleichfalls bis zur vollkommensten Reife. Endlich ist der erzielte Ertrag von dem reifsten

Samen gegenüber solchem, der nicht diese vollkommene Reife erlangt hat, gleichfalls bedeutend höher, und zwar tritt dieses sehr scharf bei dem armen Sandboden hervor, wo der Pflanze nur wenige Nährmittel durch den Boden zu Gebote standen. Die junge Keimpflanze war hier im Anfange ihrer Entwickelung fast lediglich auf die ihr durch das Samenkorn mitgegebenen Stoffe angewiesen. Je mehr Stoffe nun durch reiferen Samen der jungen Pflanze im Anfange ihrer Vegetation geboten wurden, um so kräftiger entwickelte sich dieselbe, und behauptete dann während der ganzen Zeit ihrer Entwickelung ein gesunderes kräftigeres Aussehen, bis endlich selbst der Ertrag bedeutend zu Gunsten dieses Reifezustandes sprach. Bei dem Versuche in reichem Gartenboden wird der Schluß etwas anders. Trotzdem in der Vegetationszeit bis zum Frühjahre immer noch ein Unterschied in der Stärke und Größe der Pflanzen der einzelnen Reifungsperioden zu beobachten war, schwankten die erhaltenen Ernteerträge unter sich bedeutend. Mit gutem Grunde, glaube ich, kann dies der großen Nahrungszufuhr, die den Pflanzen im Gartenboden geboten wurde, zugeschrieben werden. Der geringe Mehrzuschuß von Nährstoffen aus dem reiferen Samen mußte hier nothwendig gegenüber der bedeutenden Zufuhr, die die Pflanzen durch den Boden erhielten, im Laufe der Vegetation immer mehr verschwinden, bis endlich beim Ertrage der einzelnen Perioden der Einfluß der Güte des Saatgutes ziemlich verwischt war.

Zu bemerken ist hier noch, daß die ungleich kräftigere Entwickelung der ersten Reifeperiode bei dem Versuche im Gartenboden ihren Grund darin hat, daß die Pflanzen am Rande des Versuchsbeetes standen, sie daher, da an sich nur 4 zum Aufgang gekommene Pflanzen diese Periode bildeten, nach fast allen Seiten einen größeren Raum zu ihrer Ausbildung hatten und in Folge dessen sich kräftiger entwickelten.

3. Versuchsreihe.

Körner nach der Ernte im Zusammenhange mit Aehren und Halmen gelassen, ein Nachreifen also möglich. Art der Aufbewahrung der in der landwirthschaftlichen Praxis üblichen gleich, und Mitte Septbr. der Ausdrusch vorgenommen.

Es keimten von 100 Körnern:	Auf dem Sandboden.	Auf dem Gartenboden.
der Reifungsperiode I.	70	85
" " II.	70	85
" " III.	71	86
" " IV.	27	50
" " V.	92	84

Es hatten eine durchschnittliche Länge erreicht die Pflanzen:	Auf dem Sandboden	Auf dem Gartenboden	
	am 20. März. Centim.	am 7. März. Centim.	am 20. März. Centim.
der Reifungsperiode I. .	4	6	8
" " II. .	$4\frac{1}{4}$	$6\frac{1}{4}$	$8\frac{3}{4}$
" " III. .	$5\frac{1}{4}$	$6\frac{3}{4}$	10
" " IV. .	$5\frac{3}{4}$	7	$10\frac{1}{2}$
" " V. .	6	7	$10\frac{1}{2}$

60 Körner Aussaat gaben Ertrag in:	Auf Sandboden.				Auf Gartenboden.			
	Zahl der geernteten Pflanzen.	Körner.	Stroh u. Kaff.	Summa.	Zahl der geernteten Pflanzen.	Körner.	Stroh u. Kaff.	Summa.
		Gramme.				Gramme.		
der Reifungsperiode I.	40	3,8	31,2	35	47	164	312	476
" " II.	39	20,2	48,8	69	47	227	458	685
" " III.	40	39,7	94,3	134	54	252	533	785
" " IV.	15	24,1	65,9	90	28	120	260	380
" " V.	51	67,2	174,8	242	50	325	550	875

1 Korn brachte demnach Ertrag in:	Auf Sandboden.			Auf Gartenboden.		
	Körner.	Stroh u. Kaff.	Summa.	Körner.	Stroh u. Kaff.	Summa.
	Gramme.			Gramme.		
der Reifungsperiode I.	0,10	0,78	0,88	3,49	6,64	10,13
" " II.	0,52	1,25	1,77	4,83	9,74	14,57
" " III.	0,99	2,36	3,35	4,67	9,87	14,54
" " IV.	1,61	4,39	6,00	4,29	9,27	13,58
" " V.	1,32	3,43	4,75	6,50	11,00	17,50

Die hier mitgetheilten Resultate gegenüber denen der 1. Versuchsreihe zeigen deutlich den Einfluß des Nachreifens auf die Güte der Körner und zwar am wesentlichsten tritt dieser Einfluß in der Keimungskraft der Körner hervor. In den ersten Perioden, wo in voriger Versuchsreihe bis 6 von 100 Körnern keimten, steigt die Zahl hier bis zu 70 — 80 und erreicht auf dem Gartenboden nahezu die späteren Perioden.

Die geringe Keimungskraft der Samenkörner vierter Periode im Garten wie im Sandboden beruht vielleicht darin, daß diese Pflanzen bei etwas feuchter Witterung eingebracht worden waren und die Körner, trotz der luftigen Aufbewahrung derselben, in ihrer Keimungskraft gelitten hatten.

Bei der weiteren Entwickelung der Pflanzen dieser Versuchsreihe und denen der vorhergehenden trat ein Unterschied zu Gunsten der Pflanzen der 3. Versuchsreihe hervor. Die Körner einer gleichen Periode, die nach der Ernte noch nachreifen konnten, entwickelten Pflanzen, die im Anfange der Vegetation stärker und größer waren, als solche, bei denen ein Nachreifen der Saatkörner unmöglich gemacht war.

Wenn gleich nun durch den Prozeß des Nachreifens die Keimungs- und selbst anfangs die Vegetationskraft bedeutend erhöht und bis dahin nahezu die Güte der vollkommenen Reife erreicht wurde, so behaupteten in der späteren Entwickelung doch die Pflanzen der vollkommensten Reife den Vorrang. Die normal gereiften Samen zeigten im Vergleich zu

den nachgereiften ein kräftigeres Aussehen, und der Ernteertrag ergiebt, daß die Pflanzen der vollkommensten Reife auch die größte Pflanzenmasse producirt haben.

2. und 4. Versuchsreihe.

2. Versuchsreihe: Nachreife beschränkt, eine nachträgliche Aufnahme von Nahrungsstoffen in die Samen nur aus den Spelzen und Spindeln möglich.

4. Versuchsreihe: Nachreife begünstigt durch Zufuhr von Wasser zu den Pflanzen nach der Ernte, eine nachträgliche Aufnahme von Nahrungsstoffen in die Körner aus allen Theilen der Pflanzen möglich.

Diese beiden übrigen Versuchsreihen erlaube ich mir der Kürze halber zusammenzuziehen und nach Vorführung sämmtlicher erhaltenen Resultate dieselben einer gemeinsamen Betrachtung zu unterwerfen.

Es keimten von 100 Körnern:	Auf Sandboden.		Auf Gartenboden.	
	2. Reihe.	4. Reihe.	2. Reihe.	4 Reihe.
der Reifungsperiode I. . .	80	55	82	67
" " II. . .	67	77	77	48
" " III. . .	82	82	82	92
" " IV. . .	80	82	88	100
" " V. . .	72	77	97	92

Es hatten eine durchschnittliche Länge die Pflanzen:	Auf Sandboden.		Auf Gartenboden.			
	2. Reihe	4. Reihe	2. Reihe		4. Reihe	
	am 20. März. Centim.	am 20. März. Centim.	am 7. März. Centim.	am 20. März. Centim.	am 7. März. Centim.	am 20. März. Centim.
der Reifungsperiode I.	4	4	$6\frac{1}{2}$	8	$6\frac{1}{4}$	$8\frac{1}{2}$
" " II.	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$6\frac{3}{4}$	9	$6\frac{1}{4}$	9
" " III.	6	$5\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$	10
" " IV.	6	$5\frac{1}{2}$	7	10	$7\frac{3}{4}$	12
" " V.	$5\frac{3}{4}$	6	$7\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{4}$	11

Von 60 Körnern Aussaat wurden geerntet (in Grammen):	Auf Sandboden.								Auf Gartenboden.							
		2. Reihe.				4. Reihe.				2. Reihe.				4. Reihe.		
	Zahl der geernteten Pflanzen.	Körner.	Stroh u. Kaff.	Summa.	Zahl der geernteten Pflanzen.	Körner.	Stroh u. Kaff.	Summa.	Zahl der geernteten Pflanzen.	Körner.	Stroh u. Kaff.	Summa.	Zahl der geernteten Pflanzen.	Körner.	Stroh u. Kaff.	Summa.
		Gramme.				Gramme.				Gramme.				Gramme.		
in der Reifungsperiode I.	43	4,3	20,7	25	32	6,7	35,3	42	47	241	478	719	39	205	412	617
" " II.	39	11,0	41,0	52	46	25,3	67,7	93	45	213	454	667	28	175	378	553
" " III.	48	32,2	102,8	135	49	77,1	175,9	252	47	294	531	825	53	322	575	897
" " IV.	44	53,7	116,3	170	47	51,7	120,3	172	53	333	677	1010	60	300	607	907
" " V.	39	33,6	83,4	117	44	38,4	106,6	145	57	290	590	880	55	376	766	1142

1 Korn brachte demnach Ertrag:	Auf Sandboden.						Auf Gartenboden.					
	2. Reihe.			4. Reihe.			2. Reihe.			4 Reihe.		
	Körner.	Stroh u. Kaff.	Summa	Körner	Stroh u. Kaff	Summa.	Körner.	Stroh u. Kaff	Summa.	Körner.	Stroh u. Kaff.	Summa.
	Gramme.			Gramme.			Gramme.			Gramme.		
in der Reifungsperiode I. .	0,10	0,48	0,58	0,21	1,10	1,31	5,13	10,17	15,30	5,26	10,56	15,82
" " II. .	0,28	1,05	1,33	0,55	1,47	2,02	4,73	10,09	14,82	6,25	13,50	19,75
" " III. .	0,67	2,14	2,81	1,57	3,59	5,16	6,25	11,30	17,55	6,08	10,85	16,93
" " IV. .	1,22	2,64	3,86	1,10	2,56	3,66	6,28	12,77	19,05	5,00	10,12	15,12
" " V. .	0,86	2,14	3,00	0,87	2,42	3,29	5,09	10,35	15,46	6,84	13,93	20,77

Bei Betrachtung dieser beiden Versuchsreihen zeigt sich eine ziemliche Uebereinstimmung mit den Resultaten der 3. Versuchsreihe, so daß die bei dieser letzteren gezogenen Schlüsse durch die hier erhaltenen Zahlen bestätigt werden. Andernfalls ist durch die verschiedene Aufbewahrung der Pflanzen nach der Ernte bei der 2., 3. und 4. Reihe kein erheblicher Vortheil erzielt worden. Der Prozeß des Nachreifens zu Gunsten der Körner ist bei der 4. Reihe, wo die Nachreife möglichst begünstigt war, gegenüber der 2. und 3. Reihe nicht bedeutend erhöht. Nur etwa bei den 3 ersten Perioden, wo die Körner in ihrer Entwickelung noch sehr zurück waren, Stroh und Spelzen dagegen noch größere Mengen von Nahrungsstoffen aufgespeichert enthielten und solche daher bei Zuschuß von Wasser leichter und längere Zeit hindurch nach der Ernte an die Körner abgeben konnten, war bei der 4. Reihe ein vollkommenes Nachreifen erreicht worden.

Ebenso stellen sich die Ergebnisse der 2. Reihe denen der 3. gegenüber fast ziemlich gleich. Durch das Fehlen des Halmes beim Nachreifen ist dieser Prozeß nicht sehr verringert, so daß, wie früher bereits erwähnt, sich hiernach schließen läßt, daß es für die nachreifenden Körner ziemlich gleichgültig ist, ob ihnen zur weiteren Stoffaufnahme nur die Spelzen und Spindeln oder außerdem noch Halm und selbst die Wurzel zu Gebote stehen.

Für die Landwirthschaft wünschenswerth schien es, die Länge der Zeit des Nachreifens nach der Ernte genau kennen zu lernen, um nicht bei frühem Ausdrusche des Getreides diesen Prozeß zu stören und dadurch einen Verlust in der Güte der Körner zu erleiden. Es wurde auch hierüber ein kleinerer Versuch eingeleitet.

Da der Prozeß, den ich das „Nachreifen" der Körner genannt habe, in einer Aufnahme von Nahrungsstoffen aus den anderen Organen der Pflanze besteht, und diese Stoffe nur in flüssigem Zustande, also bei Gegenwart von Saft, beweglich sind, so war von vorn herein zu vermuthen, daß dieser Prozeß auch nur so lange stattfinden konnte, als noch Saft in der Pflanze vorhanden war. Um Gewißheit hierüber zu erlangen, wurde nun eine Quantität Roggen in der Gelbreife (unserer 4. Periode) geschnitten und in 4 Partien getheilt. Bei der 1. Partie wurden am Tage der Ernte die Körner sofort von Stroh und Spelzen getrennt; die übrigen drei Partien blieben vorläufig in einem schattigen, kühlen Lokale bis zur weiteren Verwendung stehen. Nach 8 Tagen

wurde dann eine 2. Partie der Trennung unterworfen. Nach 27 Tagen, stets vom Tage der Ernte an gerechnet, die 3. Partie und nach 50 Tagen endlich die letzte.

Nachdem nun diese 4 Partien gleichen Roggens in den bezeichneten Zwischenräumen von den Halmen und Spelzen getrennt waren, wurden die Körner einer Gewichtsbestimmung unterworfen, deren Resultat folgendes war:

100 Körner wogen:	In Grammen.	Zunahme gegen I. in Procenten.
I. Gleich nach der Ernte ausgekörnt . .	19,89	—
II. Nach 8 Tagen " . .	22,10	11,1
III. Nach 27 Tagen " . .	22,24	11,8
IV. Nach 50 Tagen " . .	22,05	10,9

Aus diesen Zahlen ergiebt sich, daß schon nach einem Zeitraum von circa 8 Tagen eine Zunahme des Gewichtes der Körner nicht mehr stattgefunden hat und also das Nachreifen der Körner nach dieser Zeit aufhört. Die kleinen Differenzen zwischen II., III. und IV. können leicht durch Ungleichheit der Körner unter sich herbeigeführt sein. Der Zunahme von I. zu II. gegenüber sind dieselben auch so unbedeutend, daß sie unberücksichtigt bleiben können.

Nach diesem mögen nun die Ergebnisse dieser Arbeit, in folgende Schlüsse zusammengezogen, nochmals kurz hier nebeneinander gestellt folgen.

Die Keimungskraft der Körner schreitet mit Ausbildung derselben d. h. mit der Reife des Kornes im gleichen Verhältnisse fort. Vor der Bildung resp. Ablagerung von Stärke in den Körnern ist die Keimungskraft auf ein sehr geringes Minimum beschränkt, von da ab steigt sie dann bedeutend, bis sie ihr Maximum in der vollendeten Reife erreicht hat.

Im gleichen Verhältnisse, wie mit der Güte des Kornes die Keimungskraft sich erhöht, nimmt die Vegetationskraft der aus diesen Körnern hervorgegangenen Pflanzen zu.

Unreife Samen nach der Ernte noch einige Zeit in Verbindung mit Spelzen und Halmen gelassen, bilden sich auf Kosten dieser letzteren Organe noch weiter aus: die Körner reifen nach. Hierbei scheinen die Aehrentheile den größten Einfluß zu besitzen, denn Samen, nach der Ernte nur mit den Spelzen in Verbindung gelassen, reifen fast ebenso vollständig nach, wie gleiche Samen, die im Zusammenhange mit Halmen oder selbst Wurzeln blieben. Dieser Prozeß des Nachreifens der Körner ist nach etwa 8 Tagen nach der Ernte als beendet anzusehen; das Gewicht der Körner vermehrt sich nach dieser Zeit nicht mehr. Die in der Pflanze vorhandene natürliche Feuchtigkeit reicht zur Ausführung des Prozesses hin, durch eine künstliche Wasserzufuhr zur Pflanze (nach der Ernte) wurde die Güte des Kornes nicht bedeutend erhöht.

Durch das Nachreifen ist es möglich, in Bezug auf die Keimungskraft des Kornes die natürliche Reife zu ersetzen, nicht aber in Bezug auf die Vegetationskraft der Pflanzen. Die aus unreif geernteten und im Strohe nachgereiften Körnern erzogenen Pflanzen bleiben schwächer und liefern eine geringere Ernte als solche Pflanzen, die aus einem natürlich auf dem Stamme ausgereiften Samen hervorgegangen sind, und dies gilt besonders für ärmere Bodenarten, welche der Pflanze nur wenige Nahrung darbieten. Ein kräftiger, nahrungsreicher Boden kann dagegen durch die Menge seiner Nahrungszufuhr zur jungen Pflanze die Ungleichheit des Saatgutes theilweise aufheben, so daß auf solchem Boden Saatgut von minder vorzüglicher Güte einen ebenso guten Ertrag geben kann, wie vollkommen ausgereiftes Getreide.

Ueber den Einfluß des Bodens auf den Gehalt der Turnipspflanze an verschiedenen Mineralstoffen

von

Dr. Gustav Wunder.

In Anschluß an meine früheren Mittheilungen über den Gehalt der Turnipspflanze an den verschiedenen Mineralstoffen, stelle ich in Folgendem noch die Analysen von in sehr verschiedenem Boden gewachsenen Turnipsrüben zusammen.

Ich glaubte, daß die Untersuchung von solchen in verschiedenem Boden, sonst aber unter ganz gleichen Umständen gewachsenen Pflanzen zugleich einen Beitrag zur Erörterung der Frage liefere, inwiefern eine Vertretung der Mineralsubstanzen in den Pflanzen stattfindet. —

Die früher analysirten Turnipspflanzen waren alle in dem ziemlich schweren Lehmboden des Chemnitzer Versuchsstationsfeldes gezogen worden. Eine ausführliche Analyse dieses Bodens habe ich in dem vorhergehenden Hefte dieser Zeitschrift Seite 114 mitgetheilt, auf welche ich hier verweise. — Die zu den jetzt mitzutheilenden Analysen verwendeten Rüben waren in einem an sich unfruchtbaren, aus der Nähe von Röderau bezogenen Sande gewachsen, der durch Zusatz verschiedener Salze ertragsfähig gemacht war.

Eine Analyse des Sandes ergab folgende Zusammensetzung in 100 Theilen:

Kieselsäure .	92,3	p.C.
Phosphorsäure	0,1	=
Thonerde . .	4,4	=
Eisenoxyd . .	1,0	=
Kalk . . .	0,5	=
Magnesia . .	0,2	=
Kali . . .	1,6	=
Natron. . .	0,8	=
	100,9	p.C.

An kochende Salzsäure gaben 100 Theile Sand folgende Bestandtheile ab:

Eisenoxyd und Thonerde	1,44	p.C.
Kalk	0,06	=
Magnesia	0,12	=
Kali	0,08	=
Natron	0,07	=
Phosphorsäure . . .	0,02	=
in Summa	1,79	p.C.

Der Sand wurde in Holzkästen von 16 Kubikfuß Inhalt (4 Fuß hoch, 2 Fuß breit, 2 Fuß dick) gebracht. In jedem solchen Kasten, der durch circa 400 Kilogramm Sand gefüllt wurde, wurden 4 Pflanzen gezogen.

Der Sand, in welchem die hier in Betracht kommenden Pflanzen gewachsen waren, hatte auf je 400 Kilogramm folgendes Salzgemisch empfangen:

Chlornatrium	131	Gramm.
salpetersaures Natron	245	=
zweifach kohlensaures Kali . . .	1000	=
krystallis. Schwefelsaure Magnesia	610	=
kohlensaure Magnesia	6	=
phosphorsaurer Kalk	316	=
salpetersaurer Kalk	890	=
	2198	Gramm.

Die vorstehende Mischung war nach Maßgabe früher ausgeführter Analysen der Aschen von Turnipspflanzen zusammengesetzt; das angewendete Quantum dieser Mischung hatte sich bei vorläufig angestellten Versuchen in Töpfen und ähnlichen Kästen als das zweckmäßigste erwiesen. Wurde es vermindert, so gediehen die Pflanzen zwar anfangs besser, blieben aber später augenscheinlich aus Mangel an Nahrung zurück; wurde es dagegen vermehrt, so litten die Pflänzchen in der ersten Periode bedeutend, ohne Zweifel, weil sie der Einwirkung zu concentrirter Salzlösungen ausgesetzt waren.

Die Kästen standen unbedeckt auf dem Versuchsfelde der Chemnitzer Versuchsstation.

In ihnen wurden drei Jahr hintereinander Turnipsrüben gezogen. Diese wurden bei mangelndem Regen in den beiden ersten Jahren mit destillirtem Wasser, im dritten Jahre mit Brunnenwasser begossen.

In den auf die bezeichnete Weise gedüngten Kästen wurde geerntet:

	an Rüben	an Blättern	Summa.	Zahl der geernteten Pflanzen.
im ersten Jahre	777 Grm.	619 Grm.	1396 Grm.	3
= zweiten =	2190 =	2621 =	4811 =	4
= dritten =	310 =	410 =	720 =	2

Es wurden zunächst die in den drei Jahren geernteten Wurzelknollen analysirt, da die Blätter, wie meine früheren Analysen bewiesen haben, in ihrer Zusammensetzung viel geringere Schwankungen zeigen, auch wenn die Vegetationsverhältnisse, unter denen sie sich entwickelten, wesentlich verschiedene waren. Hinsichtlich der bei der Analyse angewandten Methoden verweise ich auf die früheren Mittheilungen. Es ergaben sich folgende Zahlen:

I.

In 100 Theilen Trockensubstanz.

	in Sand gewachsen:			in Lehmboden gewachsen:	
	1. Jahr.	2. Jahr.	3. Jahr.	1. Jahr.	2. Jahr.
Eisenoxyd . . .	0,10		0,11	0,16	0,10
Kalk	0,77		1,17	0,85	1,05
Magnesia . . .	0,55		0,70	0,35	0,45
Kali	8,15	5,92	4,73	3,95	4,90
Natron	1,63	1,42	1,17	0,85	0,82
Phosphorsäure . .	1,18		1,15	1,55	1,79
Schwefelsäure . .	1,18		1,37	1,02	1,39
Chlor	0,42		0,40	9,40	0,24
Kieselsäure . . .	0,09		0,19	0,12	0,26
	14,07		10,99	9,25	10,98
Sauerstoff dem Chlor-Aequivalent	0,10		0,09	0,09	0,05
Mineralsubstanz	13,97	11,35	10,90	9,16	10,93

II.

In 100 Theilen Mineralsubstanz.

	in Sand gewachsen:			in Lehmboden gewachsen:	
	1. Jahr.	2. Jahr.	3. Jahr.	1. Jahr	2. Jahr.
Eisenoxyd . . .	0,69		0,98	1,72	0,91
Kalk	5,47		10,77	9,28	9,61
Magnesia . . .	3,97		6,41	3,82	4,12
Kali	58,29	52,16	43,36	43,12	44,83
Natron	11,68	15,60	10,76	10,60	7,50
Phosphorsäure . .	8,47		10,57	16,92	16,38
Schwefelsäure . .	8,47		12,55	11,14	12,53
Chlor	3,01		3,72	2,66	2,20
Kieselsäure . . .	0,61		1,72	1,31	2,38
	100,68		100,84	100,60	100,46
Sauerstoff	0,68		0,84	0,60	0,46
	100,00		100,00	100,00	100,00

Vergleicht man zunächst die Zusammensetzung der Aschen*) von den im Sande gewachsenen Rüben, so ergiebt sich, daß im ersten Jahre die Gegenwart der beträchtlichen Menge von Kalisalzen im Boden den Kaligehalt der Wurzelasche beträchtlich gesteigert hatte. Natürlich mußte im zweiten und dritten Jahre der Kaligehalt des Sandes theils durch die früheren Ernten, theils und namentlich durch Auswaschen vermindert worden sein, und wir sehen, daß sich in Folge dessen der Kaligehalt der Wurzelaschen in dem zweiten und dritten Jahre verminderte von 58 auf 52 und 43 p.C.

Kalk und Magnesia waren in dem ersten Jahre durch das Kali verdrängt worden. Der Kalkgehalt der Wurzelaschen stieg daher, während sich der Kaligehalt verminderte von 5,5 auf 10,8 p.C., der Magnesiagehalt von 4,0 auf 6,4 p.C.

Um zu sehen, in welchem Verhältnisse sich die verschiedenen Basen vertreten hatten, sind in Folgendem die Sauerstoffmengen derselben berechnet.

---

*) Unter Asche ist hier nicht der bei der Verbrennung bleibende Rückstand, sondern die Summe der bei der Analyse der Trockensubstanz gefundenen Mineralstoffe zu verstehen.

100 Mineralsubstanz enthalten Sauerstoff:

	1. Jahr.	3. Jahr.
in Form von Eisenoxyd .	0,21	0,30
= = = Kalk . .	1,57	3,08
= = = Magnesia .	1,60	2,58
= = = Kali . .	9,92	7,38
= = = Natron . .	3,02	2,77
Sauerstoff aller Basen	16,32	16,11

Trotz der bedeutenden Schwankungen des Kalk=, Magnesia= und Kali=Gehalts ist also der Sauerstoffgehalt sämmtlicher Basen nahezu constant geblieben, und es scheint sonach, als habe hier eine Vertretung der Basen nach chemischen Aequivalenten stattgefunden. — Ich darf jedoch nicht unerwähnt lassen, daß, wenn ich die sämmtlichen Analysen von Turnipspflanzen, die ich ausgeführt habe, zusammenstelle, auch der Sauerstoffgehalt der Basen nicht unbeträchtliche Schwankungen zeigt.

Man ersieht aus den mitgetheilten Zahlen, daß der Kalkgehalt der Turnipsrübe und der Rübenasche beträchtlich reducirt werden kann, wenn der Pflanze eine beträchtliche Menge Alkali zur Aufnahme geboten wird.

Der Kalkgehalt der im Sand gewachsenen Rüben war im ersten Jahre nicht in Folge eines Mangels von Kalk im Boden reducirt worden, denn im folgenden Jahre wurde, wie die mitgetheilten Zahlen beweisen, demselben Sande, ohne daß er eine Düngung erhielt, eine dem Gewichte nach beträchtlichere Ernte und darin eine größere Kalkmenge abgewonnen, als im ersten Jahre; es konnte also im ersten Jahre nicht Kalk gefehlt haben, der Kalk war nur durch das überschüssige Alkali verdrängt worden.

Bei alle dem ergaben auch meine Versuche, daß die Vertretung des Kalks durch Alkali nur innerhalb gewisser Grenzen stattfinden kann, und daß der Kalk ein wesentlicher Bestandtheil der Rübe ist; denn als in einem anderen Kasten derselbe Sand mit derselben Menge von pflanzennährenden Substanzen unter alleiniger Ausschließung des Kalkes versetzt wurde, keimten zwar die in den Sand gelegten Saamen, und es entwickelten sich in den ersten Wochen kleine Pflänzchen, die sich auch den ganzen Sommer hindurch frisch erhielten, die aber nach Verlauf der ersten Wochen keine Spur von Wachsthum erkennen ließen. Sie hatten, wie sich bei der Ernte ergab, ziemlich 2 Ellen lange, bis auf den Boden des Kastens reichende, fadendünne Wurzeln getrieben; bei alledem wog

jedes Pflänzchen kaum einige Gramm. — Die Mischung, welche bei diesem Versuche zu 400 Kilogramm gesetzt worden war, war folgende:

Chlornatrium	131	Gramm.
salpetersaures Kali	1400	=
krystallis. phosphorsaures Natron	726	=
krystallis. schwefelsaures Magnesia	650	=

Aus den Angaben über das Gewicht der Rüben, welche bei dem zuerst erwähnten Versuche in den drei aufeinander folgenden Jahren im Sande gezogen waren, geht hervor, daß in dem ersten Jahre, in welchem der Kaligehalt der Rübenaschen auf 58 p.C. gesteigert war, ein verhältnißmäßig geringer Ertrag erzielt wurde. In meinen früheren Mittheilungen habe ich angegeben, daß ich in den Aschen verkümmerter Rüben 38 p.C. Kali fand. Es scheint sonach der Schluß gerechtfertigt, daß die Verhältnisse, welche einer Steigerung des Kaligehalts der Rübenasche auf 58 p.C. wie diejenigen, welche eine Verminderung desselben auf 38 p.C. veranlassen, das Wachsthum der Pflanze bereits wesentlich beeinträchtigen.

Die beiden letzten Columnen der Tabelle II geben die Zusammensetzung der Aschen von Turnipsrüben, welche in zwei aufeinanderfolgenden Jahren in dem Lehmboden des Chemnitzer Versuchsstationsfeldes gewachsen waren.

Man sieht, daß der Gehalt derselben sowohl an Kalk als an Kali nahe übereinstimmt mit dem Kalk- und Kaligehalt der Aschen von den Pflanzen, welche im dritten Jahre auf Sandboden gewachsen waren; nur der Phosphorsäuregehalt zeigt hier eine nicht unbeträchtliche Differenz. Es ergiebt sich also, daß der Sandboden, nachdem ihm der Ueberschuß der ihm anfangs zugesetzten alkalireichen Düngesalze entzogen war, Pflanzen von nahezu derselben Zusammensetzung lieferte, als der ziemlich schwere Lehmboden.

Nimmt die Pflanze ihre Nahrungsstoffe aus dem Bodenwasser oder direct von den Bodentheilchen auf?

Eine kritische Beleuchtung der neuesten Ansicht Liebig's über die Aufnahme der pflanzlichen Nahrungsstoffe. *)

Von

Dr. Wilh. Schumacher

in Glehn (bei Neuß).

Die Frage, auf welche Weise die Pflanze ihre mineralischen Nahrungsstoffe aus dem Boden aufnimmt, ist in den letzten zwei Jahren zu einer physiologischen Tagesfrage geworden, und ihre Bedeutung macht es begreiflich, daß sie so vielfach besprochen wird und die Agricultur-chemiker und Pflanzenforscher in Thätigkeit setzt. Vor dem Erscheinen von von Liebig's naturwissenschaftlichen Briefen über moderne Landwirtschaft zweifelte wohl Niemand daran, daß die mineralischen Stoffe, welche von der Pflanze dem Boden entnommen werden, in dem vom Boden capillarisch festgehaltenen Wasser gelöst seien und aus dieser Lösung in die Pflanze übergehen. Von Liebig sprach dann aber die Ansicht aus, daß die Pflanze ihre mineralischen Nahrungsstoffe direct von den Bodentheilchen der Ackerkrume nehme, welche mit der Wurzel in Berührung stehen; ja er ging soweit, daß er das Bestehen der Pflanze für gefährdet hielt, wenn ihr die mineralischen Stoffe aus einer Lösung zugeführt würden. Lesen wir von Liebig selbst: „Es ist wahrscheinlich, daß die größte Anzahl der Culturpflanzen darauf angewiesen ist, ihre mineralische Nahrung direct von der Ackerkrume zu empfangen, und daß ihr Bestehen gefährdet ist, daß sie verkümmern und absterben, wenn ihnen diese Bestandtheile in einer Lösung zugeführt werden.“ **) Diese Ansicht, gestützt auf richtig scheinende Lysimeterversuche und Drainwasser-

---

*) Auszüge aus einem zu Anfang des nächsten Jahres erscheinenden größeren Werke des Verfassers über die Aufnahme der Nahrungsstoffe der Pflanze.

**) Liebig, Naturwissenschaftliche Briefe über moderne Landwirthschaft. 2. Abdruck. 1859. Dieses so wie die folgenden Citate über Liebig, deren Quelle nicht angegeben ist, sind in dem 3. Briefe des vorgenannten Werkes zu finden.

Analysen, versetzte die Welt in Erstaunen; wenn man auch noch darüber im Unklaren war, wie dieser Uebergang stattfinden könne, so mußte man sich doch schon dieser Ansicht zuneigen, weil sie von Liebig mit hinreißender Ueberzeugung vortrug, und der Mangel einer anderen Erklärung der betreffenden Vorgänge gar zu fühlbar war. Was aber hat von Liebig zu dieser Ansicht geführt? Diese Frage wird uns bald klar werden, wenn wir einen flüchtigen Blick auf ihre Geschichte werfen. Die ältere, von manchen Physiologen auch jetzt noch angenommene Theorie von der Ueberführung der mineralischen Nahrungsstoffe in die Pflanze behauptete, auf Grund der Thatsache, daß die Pflanze Wasser durch die Blätter verdunstet, die Verdunstung erzeuge eine aus der Bodenflüssigkeit in die Pflanzenwurzel eintretende Strömung des Wassers, und in dieser Strömung sollten die gelösten anorganischen Nahrungsstoffe in die Pflanze mit eintreten, wobei Boden und Pflanzen sich passiv verhalten, d. h. es sollten diese Stoffe sich in die Pflanze hineinbewegen, weil sie eben in dem Wasser gelöst sind und eine in der Pflanze thätige Kraft sollte sie nicht dazu bestimmen.*) Nachdem zuerst Schulz-Fleeth (1854)**) auf die Unrichtigkeit dieser Theorie hingewiesen hatte, erklärte später auch von Liebig sie für einen Irrthum; seine Untersuchungen lehrten ihn, daß die anorganischen Nahrungsstoffe und das Wasser nicht in demjenigen Verhältnisse in die Pflanze eintreten, in welchem sie in dem Boden, worin die Versuchspflanzen vegetirten, vorhanden waren — ein Resultat, zu welchem de Saussure schon vor vielen Jahren gelangt war. Für Bodenpflanzen glaubte von Liebig diese Verhältnisse ebenfalls annehmen zu dürfen. „Empfingen die Landpflanzen," so sagt er, „ihre Nahrung aus einer Lösung, so würden sie von dieser Lösung der Zeit nach und im Verhältnisse nur soviel aufnehmen, als Wasser durch ihre Blätter verdunstet, sie würden nur aufnehmen können, was die Lösung enthält und zuführt." Dieses geschieht aber nicht, und von Liebig hatte Recht, wenn er diese Ansicht verwarf. Nochmehr wurde von Liebig in seinem Zweifel an der Richtigkeit der Ansicht, daß die Pflanze ihre Nahrungsstoffe aus einer Lösung nehme, durch die Lysimeterunterunterfuchungen von Fraas und Zöller und die Analysen des Drain-

*) Siehe meine Abhandlung „die Aufnahme der gelösten Nahrungsstoffe in die Pflanze." Diese Zeitschrift, Heft 9.

**) Poggendorff's Annalen der Chemie und Physik. Bd. 88.

wassers bestärkt, aus welchen man den Schluß zog, daß im Boden eine Lösung vorhanden sei, deren gelöste anorganische Stoffe zu einer Ernte nicht hinreichten — ein Schluß, der wohl seine Richtigkeit zu haben schien, ich sage, zu haben schien, denn ich werde später zeigen, daß die Interpretation der Versuchsresultate eine höchst einseitige und dadurch falsche war.

Noch immer blieb aber die Frage unentschieden, auf welche Weise denn eigentlich der Uebergang der anorganischen Nahrungsstoffe stattfinde. Von Liebig beobachtete, daß die Ackerkrume die Eigenschaft besitze, aus gewissen Salzlösungen Stoffe zu absorbiren und fest zu halten; eine Erscheinung, die Way schon früher entdeckt hatte. Seither wurden diese Erscheinungen von vielen Forschern studirt und so häufig besprochen, daß ich hier füglich über ihre Geschichte hinweg gehen kann. Lange war eine so glänzende Entdeckung in der Pflanzen- oder vielmehr Bodenphysik nicht mehr gemacht worden, wie die der Absorption, und viele bis dahin unerklärliche Erscheinungen erschienen sofort in hellem Lichte.

Aber auch für von Liebig war die Absorption der anorganischen Nahrungsstoffe in der Ackerkrume ein Deus ex machina, der ihm den Weg zeigte, auf dem er zur Erklärung der räthselhaften Vorgänge bei der Aufnahme der Nahrungsstoffe gelangen und die entstandene Lücke in der Pflanzenphysiologie ausfüllen konnte. „In dem Boden sind die Nahrungsstoffe in einem ähnlichen Zustande, wie etwa Farbstoffe in der Kohle, oder Jod im Jodstärkemehl enthalten in einem für die Aufnahme durch die Wurzeln geeignetem Zustand, aber für sich nicht löslich im Regenwasser und nicht eher hinwegführbar durch dieses Lösungsmittel, als bis die Ackerkrume damit gesättigt ist.“ „Es ist jetzt mehr als wahrscheinlich, daß die große Mehrzahl der Culturpflanzen darauf angewiesen ist, ihre Nahrung direct von den Theilen der Ackerkrume zu empfangen, welche mit den auffaugenden Wurzeln sich in Berührung befinden, und daß sie absterben, wenn ihnen die Nahrung in einer Lösung zugeführt wird. Die Wirkung concentrirter Düngungsmittel, durch welche, wie der Landwirth sagt, die Saat verbrenne, scheint damit in Beziehung zu stehen.“ Nachdem von Liebig diese Ansicht gewonnen hatte, machte es ihm kein Bedenken, seine frühere Ansicht, daß die Pflanzen ihre mineralischen Nahrung aus einer Lösung aufnehmen müßten, aufzugeben — eine Ansicht, von der er sagte: „Alle

Widerstände, welche die Löslichkeit und Aufnahmefähigkeit der im Boden vorhandenen Nahrungsstoffe der Gewächse hindern, heben in demselben Verhältnisse deren Fähigkeit auf, zur Ernährung zu dienen, d. h. sie machen die Nahrung wirkungslos.*) Indessen wollte es doch nicht so leicht gelingen, eine wahrscheinliche Erklärung zu finden, wie sich denn eigentlich die Pflanze zu den Bodentheilchen und den auf den Bodentheilchen abgelagerten Nahrungsstoffen verhalte, auf welche Weise die Nahrungsstoffe von den Bodentheilchen in die Pflanzenwurzel übergehen. Von Liebig sah dies selbst ein, denn er sagt: „Es ist schwer sich eine Vorstellung zu machen, in welcher Weise die Pflanzen mitwirken, um die Auflösung der Mineralbestandtheile zu bewerkstelligen; daß Wasser für den Uebergang unentbehrlich ist, versteht sich wohl von selbst.“ Erst die Beobachtung, daß die Pflanze durch ihre Wurzel Säuren oder sonstige Stoffe ausscheide, brachte einige Aufklärung in das Räthsel der Aufnahme; man sagte: die aus der Wurzel ausgeschiedenen Säuren wirken lösend auf die mit der Wurzel in Berührung stehenden Bodentheilchen und auf die von den Bodentheilchen absorbirten Nahrungsstoffen, wodurch dann ein directer Uebergang in die Wurzelzellen und von da in die Pflanze selbst möglich sei.

So steht es mit der Liebig'schen Theorie heute, und in ihrer jetzigen Entwicklung hat sie bereits viele Freunde gefunden unter Landwirthen und Agriculturchemikern. Diese Anerkennung mag die Liebig'sche Theorie hauptsächlich dem Umstande zu verdanken haben, daß, nachdem Schulz-Fleeth und von Liebig die ältere Theorie als Irrthum erwiesen hatten, eine gewisse Leere sich in der Pflanzenphysiologie allgemein fühlbar machte und zu irgend einer Erklärung drängte. Dem Chemiker mochte die Liebig'sche Theorie wohl genügen, dem Pflanzenphysiologen und Pflanzenphysiker indeß nicht; diesem mußte der Mangel der inneren Wahrscheinlichkeit gleich schon fühlbar werden. Sie war im Drange der Nothwendigkeit geschaffen und trägt den Stempel der Uebereilung an der Stirne, mußte aber auf den richtigen Weg führen.

In der letzten Zeit nun neigen sich viele Forscher zu Liebig's Ansicht hin und selbst von hervorragenden Agriculturchemikern wird die Möglichkeit zugegeben, daß die Aufnahme der anorganischen Nahrungsstoffe des Bodens, direct von den Bodentheilchen stattfinden könne, weil sie sich

*) Grundsätze der Agriculturchemie (1855) Seite 16.

überzeugt haben, daß die im Boden enthaltene Lösung nicht concentrirt genug sei, um eine mittelmäßige Erndte zu liefern. Fraas und Zöller, Knop, Wunder, Eichhorn, diese Herren sind es besonders, die sich auf die Seite der Liebig'schen Theorie gestellt haben. Es ist demnach gewiß an der Zeit, einen prüfenden Blick auf dieselbe zu werfen, und dies um so mehr, als die Annahme der genannten Ansicht die physiologischen und agriculturchemischen Forschungen in ganz verkehrte Bahnen einlenken könnte und bereits eingelenkt hat.

Zunächst will ich diejenigen Untersuchungen und Versuche einer Kritik unterwerfen, auf welche die Liebig'sche Theorie begründet und von ihren Anhängern behauptet wird; gelingt mir dieses, nehme ich der Liebig'schen Ansicht die Stützen, so muß sie selbst auch fallen oder sich modificiren lassen.

Die Nahrungsstofflösung im Boden.

Die Zusammenlagerung der Bodentheilchen, die mehr oder weniger rund und von verschiedener Größe sein können, ist derart, daß sie kleine freie Räume bilden, welche zum größten Theil so klein sind, daß sie capillare Eigenschaften besitzen. Kommt Wasser mit dem Boden in Berührung, so wird dasselbe durch die Capillarität gleichmäßig über den Boden verbreitet, d. h. soweit wie die capillaren Räume mit einander in Verbindung stehen und dieselben nicht, wie bei feuchtem plastischen Thone, in sich durch Verklebung abgeschlossen sind. In dem capillarisch von dem Boden festgehaltenen Wasser können und müssen die gelösten Stoffe aber so diffundiren, wie in freiem Wasser; die Capillarität, sowie überhaupt die Flächenanziehung ist kein wesentliches Hinderniß der Diffusion, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man in ein capillares Glasröhrchen Wasser, welches mit ein wenig Lackmustinctur blau gefärbt ist, aufsteigen läßt und darauf den unteren Theil des Röhrchens mit einer Säure in Berührung bringt, wobei dann die Rothfärbung des blaugefärbten Wassers in demselben anzeigt, wie weit die Säure in das Wasser des Haarröhrchens hinauf diffundirt ist. Capillarröhrchen und capillare Zwischenräume des Bodens sind gar nicht in Betreff ihrer Wirkungen verschieden, und wenn das eine zeigt, daß unter dem Einflusse der Flächenanziehung die Diffusion nicht gestört wird, so muß dieses ebenfalls in den capillaren Räumen des Bodens stattfinden. Uebrigens ist dies Bestehen der Diffusion der gelösten Stoffe im Boden-

wasser durch meine Versuche nachgewiesen, die indeß auch lehrten, daß die Diffusion in einem Boden, der nicht mit Wasser gedüngt ist, sehr langsam vor sich geht. Auch die neuesten Arbeiten von Pollacci haben meine Ansicht bestätigt.*) Gewisse Nahrungsstoffe, die in einer Lösung mit dem Boden in Berührung kommen, werden aus ihrer Lösung ausgeschieden, vom Boden also absorbirt, können aber unter gewissen Verhältnissen wieder in Lösung treten. Vorzüglich sind es die Kali- und Ammoniaksalze, die Phosphorsäure und Kieselsäure, welche vom Boden absorbirt werden. Muß man auch nach den neueren Untersuchungen darüber annehmen, daß diese Bindung eine rein chemische ist (? Red.), bedingt durch Aufnahme des absorbirten Stoffes (Kali und Ammoniak) in die chemische Zusammensetzung einer eigenthümlichen Art von Silicatverbindung, so ist diese Bindung doch nicht derart fest, daß die Stoffe nicht wieder leicht in lösliche Formen übergeführt werden könnten. Allein schon Wasser vermag einen großen Theil des absorbirten Kali's und Ammoniak's wieder in Lösung zu versetzen, wie Peters und W. Knop, letzterer besonders für Ammoniak, gezeigt haben.**) Kohlensäure und andere Säuren, nach Mulder und E. Risler auch Humate und Krenate, sowie Natronsalze wirken sehr energisch auflösend; und wenn das lösende Agens in hinreichender Menge zugegen ist, so können die gelösten Stoffe auch in Auflösung unabsorbirt erhalten bleiben. Jedenfalls ist die Kohlensäure das wichtigste Lösungsmittel; jeder gute Ackerboden, sowie jeder Boden, der mit reichlicher Vegetation bedeckt ist, besitzt in den sich zersetzenden Pflanzentheilen und humosen Stoffen eine Kohlensäurequelle; Boussingault und Levi fanden in 100 Gewichtstheilen Luft des Bodens 1—4 Gewichtstheile Kohlensäure und das Bodenwasser enthält ebenfalls beständig Kohlensäure gelöst, wenn auch nicht gerade bis zur Sättigung. Die im Wasser gelöste Kohlensäure reicht allein schon hin, eine für eine Ernte genügende Menge absorbirter mineralischen Stoffe in Lösung zu versetzen; und solange freie Kohlensäure im Bodenwasser zugegen ist, bleiben sie in Auflösung erhalten. Daß aber soviel Kohlensäure im Bodenwasser zugegen ist, läßt sich dann gar nicht bezweifeln, wenn in der Luft des Bodens noch Kohlensäure enthalten ist;

---

*) Journal d'agric. prat 1862. No. 5.

**) Landwirthschaftliche Versuchsstationen, Peters: Band II. Seite 113, Knop: IV. (10. Heft.)

bei der großen Oberfläche, in welcher das durch die Capillarität sehr vertheilte Bodenwasser der Luft des Bodens ausgesetzt ist, kann die Absorption der Kohlensäure von dem Bodenwasser sehr leicht stattfinden.

Welche große Menge absorbirter Stoffe kohlensäurehaltiges Wasser aufzulösen vermag, zeigen uns die Versuche von Peters*). Er behandelte rohe Erde und solche, welche Kali aus Chlorkalium absorbirt hatte, mit der fünffachen Menge Wasser, welches vorher mit Kohlensäure gesättigt worden war, in einer verschlossenen Flasche acht Tage lang, während welcher Zeit das Wasser viermal von Neuem mit Kohlensäure imprägnirt wurde.

Es lösten sich bei dieser Behandlung aus 100 Gramm Erde:

Erde mit 0,1535 Gramm absorbirtem Kali	. . 0,0378	Gramm	Kali.
desgl.	. . 0,0554	=	=
Erde mit 0,1226 Gramm absorbirtem Kali	. . 0,0488	=	=
desgl.	. . 0,0548	=	=
Gewöhnliche rohe Erde	 0,0084	=	=
desgl.	 0,0092	=	=

Von dem absorbirten Kali wird also $\frac{4}{5}$—$\frac{4}{3}$ wieder gelöst. Die aus der rohen Erde gelöste Kalimenge ist sehr beträchtlich; es würden auf diese Weise aus einem sächsischen Acker Land, dessen Ackerkrume (zu 1 Fuß Tiefe) nur $1\frac{1}{2}$ Million Kilogr. beträgt, schon 126 Kilogr. Kali gelöst worden sein, eine Menge, die vollständig hinreicht, um eine sehr reiche Rübenernte zu liefern, denn nach Liebig bedarf die Rübenernte eines Hectars 248 Kilogr. Kali, was für den sächsischen Acker circa 124 Kilogr. macht, zu diesem Versuche war nur acht Tage lang kohlensäurehaltiges Wasser mit dem Boden in Berührung, wieviel würde wohl in 5—6 Monaten aufgelöst worden sein? In acht Tagen war doch die Erde noch nicht erschöpft? Man könnte mir einwerfen, daß mit unserm Ackerboden eine so große Menge Wasser auf einmal nicht in Berührung kommt; ein solcher Vorwurf kann indeß wenig Bedeutung haben, denn nicht das Wasser ist hier das lösende Agens, sondern die Kohlensäure; jemehr Kohlensäure dem Boden zugeführt wird oder sich in ihm entwickelt, um so mehr Stoffe werden gelöst, ob die gelösten Stoffe nun in einer größeren oder geringeren Menge Wasser gelöst sind, bleibt sich am Ende gleich, vorausgesetzt natürlich, daß die Stoffe nicht in so reicher Menge

*) A. a. O. Seite 136.

gelöst werden, daß die Sättigungscapacität des Wassers überstiegen wird. Niemand wird wohl Anstand nehmen, das bei diesem Versuche aus dem Boden gelöste Kali als gelöst im Bodenwasser anzusehen. Im Boden sind indeß auch noch viele andere lösende Agentien zugegen, wie organische Säuren, Humussäuren, Kren- und Apokrensäure, salpetersaure Salze, Chlornatrium, welche alle eine bedeutende lösende Kraft besitzen und gewiß im Ackerboden nicht unthätig bleiben. Ueber die lösende Wirkung verschiedener Salze, Chlornatrium und Chilisalpeter besonders, hat uns Peters a. a. O. sehr interessirende Versuche mitgetheilt.

Uebrigens ist es gar nicht nöthig, daß im Boden schon sovie Nahrungsstoffe gelöst seien, wie eine Ernte bedarf; es handelt sich hier mehr darum, ob eine größere Menge gelöster Stoffe im Boden zugegen ist, und ob die Pflanze die gelösten Stoffe aus einer Lösung aufnimmt. Wie bekannt spricht von Liebig sich verneinend aus; wohingegen die zu besprechenden Versuche alle das Vorhandensein gelöster Stoffe zeigen. Hauptsächlich sollte durch sie nachgewiesen werden, daß in der Bodenlösung eine zur Ernährung der Pflanze oder zur Lieferung einer guten Ernte hinreichende Menge gelöster Stoffe nicht zugegen sei, und wenn sich eine hinreichende Menge nicht findet, so schloß man weiter, muß die Liebig'sche Theorie, nach welcher gar kein Nahrungsstoff aus einer Lösung aufgenommen werden kann, richtig sein. Diese Theorie ist allein auf den Mangel einer genügenden Quantität gelöster Stoffe begründet; zeige ich nun, daß in dem Boden doch eine genügende Menge vorhanden ist, zeige ich dieses nur in einem einzigen Falle, so habe ich das Recht, jene Theorie zu verwerfen. Es wird also zunächst bei der Kritik der zu besprechenden Versuche nöthig sein, zu untersuchen, ob die Versuche derart ausgeführt und ob alle Verhältnisse so berücksichtigt wurden, daß die Resultate derselben ein Urtheil über die Menge der gelösten Stoffe erlauben und weiter, ob eine genügende Menge bei richtig ausgeführtem Versuche gefunden wurde. Ich bemerke hier schon, daß die zu einer guten Ernte nöthige Menge gelöster Stoffe gar nicht im Boden vorhanden zu sein braucht, und dennoch die gelösten Stoffe aus einer Lösung aufgenommen werden können. Ueber diesen Gegenstand herrschte eine solche Verwirrung, daß man wirklich erstaunen muß. Wenn auch die im Boden vorkommende Menge gelöster Stoffe gar nicht zu einer Ernte genügt, so beweist dies doch gar noch nicht, daß die gelösten Stoffe nicht aus einer Lösung aufgenommen werden könnten; was gelöst im

Boden vorhanden ist, das muß nach den unbestreitbaren Gesetzen der Diffusion auch in die Pflanze übergehen; wenn aber die gelösten Stoffe nicht genügen, so haben wir nach einer andern Quelle zu suchen, die die fehlende Menge liefert; diese Quelle kann aber nicht die von Liebig aufgestellte Ansicht von der directen Aufnahme sein, weil sie wieder nach den Gesetzen der Diffusion nicht möglich ist.

Ich will hier vorerst einige Versuche erwähnen, durch welche nachgewiesen wurde, daß in einem Boden eine hinreichende Menge gelöster Stoffe vorhanden sein kann. So fand Grouven, daß aus zwei Gartenböden pro sächsischem Acker, wenn solche bei 1 Fuß Tiefe etwa 1,500000 Kilogr. Erde hätten, durch Wasser (3000 Theile zu 1000 Theile Erde) 103 resp. 133 Kilogr. Kali und 21 resp. 78 Kilogr. Phosphorsäure gelöst werden konnten — Mengen, die zu einer reichen Rübenernte genügen.*) Ebenso fanden Verdeil und Risler vollständig ausreichende Mengen.**) Für diese Bodenarten wäre also Liebig's directe Aufnahme gar nicht nöthig gewesen; und es läßt sich doch gar nicht annehmen, daß diese großen Mengen gelöster Stoffe, wenn sie auch nur im Verlaufe der Vegetationsperiode allmählich zur Auflösung gekommen sind, von der Pflanzenwurzel nicht aufgenommen worden seien. Mit Bezug auf Grouvens Versuch läßt sich auch nicht sagen, daß der Gartenboden sich anders gegen die Wurzeln verhalte, als Ackerboden.

Die Lysimeterversuche von Fraas und Zöller.***)

Das Lysimeter von Fraas besteht aus zwei Abtheilungen, einem obern Behälter, welcher ½—1 Kubikfuß groß und zur Aufnahme von Erde bestimmt ist, und einem unteren, dessen Raum das bei heftigem oder langdauerndem Regen durch die Erde des oberen Behälters sickernde Wasser aufnehmen soll; der Boden des oberen Behälters ist eine siebförmig durchlöcherte Platte, welche auf den unterem Behälter ruht. Der ganze Apparat ist derart in den Boden eingesetzt, daß die Oberfläche der Erde im Lysimeter mit der Bodenoberfläche in gleicher Ebene liegt. Wenn es so stark regnet, daß die Erde des Lysimeters mehr Wasser

*) Agronomische Zeitung. 1858. Seite 469.

**) Comptes rendus Tom. 35 pag. 95.

***) Ergebnisse landwirthschaftlicher und agriculturchemischer Versuche an der Station des Generalcomité des bayerischen landwirthschaftlichen Vereines in München. 2. und 3. Heft.

empfängt, als sie durch ihre Capillarität festzuhalten vermag, so sickert der die Sättigung übersteigende Theil des gefallenen Wassers in das untere Gefäß des Lysimeters ab; das durch den Boden gegangene Wasser hat mineralische Stoffe aufgelöst und diese müssen natürlich ebenfalls mit dem Wasser aus dem Boden austreten und in dem Wassergefäß sich ansammeln.

Die Lysimeter-Untersuchungen reichen bis zum Jahre 1857; man operirte mit rohem, vegationslosem, mit gedüngtem und mit bepflanztem Boden; die Düngung war in der Regel eine mineralische. Die Herren Fraas und Zöller kamen durch ihre Untersuchnngen zu dem Schlusse: „Es unterliegt keinem Zweifel, die Zusammensetzung der Lysimeter-Rückstände muß ein Bild abgeben von der Zusammensetzung einer im Boden enthaltenen Lösung. Wenn aber die mitgetheilten Analysen ein solches Bild abgeben, so muß die Ansicht aufgegeben werden, daß den Pflanzen ihre Nahrung durch eine Lösung zugeführt wird." „Die zu den Versuchen dienenden Bodenflächen lieferten Erträge an den darauf cultivirten Pflanzen. Die Mengen Phosphorsäure und Kali, welche die Cerealien, z. B. zur Stroh- und Körnerbildung, bedurften, übersteigen aber weit die, welche sie möglicher Weise durch Lösungen (von der angegebenen Zusammensetzung) hätten erhalten können." Wie aber konnten die Experimentatoren zu diesen Schlüssen kommen? Mir ist das unbegreiflich, wissen dieselben etwas über die Lösung im Boden selbst? Ich glaube, nein. Die Lysimeter-Lösungen „von der angegebenen Zusammensetzung" sind sehr weit davon entfernt, uns Kenntniß von der Lösung im Boden und von der Menge der in einer Vegetationsperiode löslich werdenden mineralischen Stoffe zu geben. Die Resultate der Lysimeter-Untersuchungen sind nicht begriffen und dadurch falsch interpretirt worden. Die folgenden Betrachtungen sollen uns darüber belehren.

Der Boden enthält, mit Ausnahme jener Zeit, wo es stark regnet, und die Verdunstung noch nicht wieder einen großen Theil des Wassers in die Atmosphäre zurückgeführt hat, $\frac{1}{5}$ bis höchstens $\frac{1}{3}$ derjenigen Wassermenge, welche von dem Boden capillarisch festgehalten werden kann, also $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{3}$ der Sättigungsmenge des Bodens. Wird nun der Boden durch einen starken Regen gesättigt, so verdünnt sich die in ihm enthaltene Lösung um das Dreifache; erst wenn es nach der Sättigung des Bodens weiter regnet, kann Wasser in das Lysimeter abtropfen und gelöste Stoffe aus dem Boden nach unten mitführen. Denken wir uns einem Boden,

der durch 900 Cc. Wasser gesättigt wird und bereits 300 Cc. enthält; fallen auf diesen nur 700 Cc. Wasser, so wird die ursprüngliche Lösung um das $3\frac{1}{3}$ fache verdünnt, die Stoffe, welche vor dem Regen in 300 Cc. Wasser gelöst waren, haben sich nun auf 1000 Cc. vertheilt; im Boden bleiben 900 Cc. zurück, und 100 tropfen aus dem Boden in das Wassergefäß des Lysimeters ab. Diese 100 Cc. haben aber die Concentration der Bodenlösung während des Regens. Während nun in dem Lysimeter die aus dem Boden abgetropfte Lösung unverändert bleibt, verdampft aus dem Boden der größte Theil des Wassers, und sehr bald ist nur noch höchstens $\frac{1}{3}$ der Sättigungsmenge vorhanden, wodurch dann aber auch die der Bodenlösung um Vieles concentrirter ist, als die abgetropfte Lysimeterlösung. In regenfreien Perioden, oder in solchen, wo der Regen nicht stark und nicht häufig fällt, steigt der Wassergehalt des Bodens nicht über $\frac{1}{3}$ der Sättigungsmenge, in der Regel ist viel weniger vorhanden. Also selbst in einer Periode, wo der Boden mit Wasser übersättigt ist, entspricht die aus dem Boden fortgehende Menge gelöster anorganischer Stoffe durchaus nicht der Menge gelöster Stoffe im Boden; in letzterem ist immer eine viel größere Menge enthalten, als durch den Regen aus ihm nach unten abgeführt wird. Bei nicht ganz abnormen Witterungsverhältnissen fällt aber während des größten Theiles der Vegetationsperiode nicht beständig ein so starker Regen, daß der Boden mit Wasser vollständig durchtränkt wird, es sei denn, daß es ein äußerst lockerer Sandboden ist und das scheint doch den Boden in der Lysimetern nicht gewesen zu sein. Man darf wohl annehmen, daß während der Vegetationsperiode höchstens 2—3 Regenperioden eintreten, in welchen der Boden gesättigt und übersättigt wird; außer diesen Perioden ist der Regen mehr auf die Vegetationsperiode vertheilt und die Verdunstung führt beständig große Mengen Wasser aus dem Boden fort. Wie aber bei nicht gesättigtem Boden, also während des größten Theiles der Vegetationsperiode, die Bodenlösung beschaffen ist, darüber giebt das Lysimeter keinen Aufschluß, weil eben kein Wasser aus seinem Boden abtropft. Nicht das, was aus dem Boden fortgeht, sondern das, was von gelösten Stoffen in ihm zurück bleibt, gestattet eine Beurtheilung der Concentration der Bodenlösung und der Menge der gelösten Stoffe, die der Pflanze dargeboten ist.

Im Boden ist eine vielfach stärkere Lösung vorhanden, als im Lysimeter; ob nun die Concentration der Bodenlösung zu einer Ernte hin-

reicht, darüber können uns die Lysimeteruntersuchungen nicht belehren, darüber wissen wir bis jetzt überhaupt nichts. Bei den meisten derartigen Versuchen findet man eine erstaunliche Einseitigkeit und Oberflächlichkeit; man untersucht, wieviel mineralische Stoffe in einer kurzen Zeit, in 8 Tagen etwa, durch Wasser aus einem Boden gelöst und fortgeführt werden, man berechnet wieviel anorganische Stoffe zu der Ernte irgend einer Frucht nöthig ist, und findet, daß die in 8 Tagen gelöste Menge Stoffe nicht zu dieser Ernte hinreicht; man vergißt dabei aber ganz, daß während des anderen Theiles der Vegetationsperiode auch Stoffe in Lösung übergeführt werden. Ganz dasselbe findet man auch bei der Interpretation der Lysimeterversuche. Was in zwei oder drei Regenperioden aus dem Boden ausgeführt wird, soll zur Beurtheilung der in einer Vegetationsperiode gelösten und der Pflanze zu Gebote stehenden Menge anorganischer Stoffe genügend sein. Ich werde später auf diese interessante Verirrung der Agriculturchemiker, die ihre Forschungen und Ansichten irre geleitet hat, ausführlich zurückkommen.

Die Berechnung Zöller's, wieviel anorganische Stoffe in jener Zeit, wenn der Boden mit Wasser übersättigt ist, aus einem Morgen oder bayerischen Tagewerk Acker verloren gehen, und wieviel dieser Stoffe durch eine Million Theile Wasser aus einem Tagewerk fortgeführt wird, ist nutzlos; denn unser Ackerboden ist kein Lysimeter, und eine Uebersättigung des Ackerbodens findet nur unter den ungünstigsten Verhältnissen Statt, nämlich dann nur, wenn die Ackerkrume auf einer undurchlassenden Unterlage ruht, unter welchen Umständen jedoch nur an ein Fortgehen der gelösten Stoffe zu denken ist, wenn die Unterlage eine schiefe Ebene bildet, die nach einer Seite hin Abfluß hat. Bei Boden mit einem durchlassenden Untergrunde ist eine Sättigung kaum denkbar, weil das Wasser stets tiefer nach unten geht. Freilich kommt es gar nicht selten vor, daß, besonders bei thonreichem Boden, das Wasser nicht sofort in die Tiefe eindringt und über dem Boden stehen bleibt; hier ist indeß nur eine Sättigung der oberflächlichen Schicht der Ackerkrume zugegen, indem der Regen schneller fällt, als ihn die Capillarität und der Druck in die tiefern Schichten zu führen vermag. Hat erst das Wasser Zeit tiefer einzudringen, so wird die Uebersättigung der oberflächlichen Schicht sich bald verloren haben. Wird das Wasser bei starkem Regen auch in den Untergrund abgeführt und der Ackerkrume dadurch gelöster Stoff entzogen, so ist dieser aber durchaus nicht der

Ackerkrume und der Vegetation verloren; denn wenn das Wasser aus der Ackerkrume verdunstet, steigt es aus dem Untergrunde in die Höhe und führt auch die gelösten Stuffe wieder mit hinauf. Man vergleiche hierüber die neuesten sehr lehrreichen Untersuchungen von E. Pollacci.*) Sollte auch ein Theil der Nahrungsstoffe in den tieferen Schichten absorbirt und dadurch der Lösung entzogen werden, so stehen den Landwirthen Mittel zu Gebote, welche diese Stoffe wieder in Auflösung versetzen und der Diffusion nach oben zugänglich machen.

Anstatt dieser Zahlenspielereien wäre es vielleicht lohnender gewesen, Anstoß an den oft sehr hohen Zahlen für die Menge des in dem Wassergefäße befindlichen Wassers zu nehmen und durch Berechnung aus der Menge des gefallenen Wassers und der wasserhaltenden Kraft des Lysimeterbodens diese Zahlen zu prüfen. Zöller fand z. B. in den Sommermonaten des Jahres 1858 bei 1 Fuß Tiefe des Lysimetersbodens bis zu 30 Litres Wasser in dem Wasserbehälter des Lysimeters; in dem doch ziemlich wasserarmen Sommer 1859 (von 15. März bis 15. November) 23 Litres. Mir kamen diese Mengen erstaunlich groß vor, doch vermag ich eine Controle an ihnen nicht zu üben, weil in den Mittheilungen darüber weder Regenhöhe noch wasserhaltende Kraft des Bodens angegeben ist, mithin die wichtigsten Momente zur Controle fehlen. Wenn mich nicht alles trügt, ist nur ein Theil, oft vielleicht nur ein kleiner Theil des im Lysimeter angesammelten Wassers aus einem übersättigten Boden abgetropft; der andere Theil stammt aus einer anderen Quelle —: es ist dies die Verdunstung des Wassers aus dem Boden des Lysimeters in den Raum des Wassergefäßes des Lysimeters. Bekanntlich nimmt die Temperatur des Bodens von der Oberfläche bis zu einer gewissen Tiefe hin während der Vegetationsperiode, von April bis September, ab. Das Wassergefäß des Lysimeters befindet sich in einer kälteren Schicht des Bodens als die Erde des Lysimeters. Das die Erde durchziehende wärmere Wasser verdunstet an der Unterseite der Erdschicht in den Raum des Wassersbehälters hinein; dieser Raum ist beständig mit Wasserdampf gesättigt, der sich an den kälteren Wänden des Gefäßes und auf das kältere Wasser niederschlägt und dadurch in tropfbarflüssige Form übergeführt wird. In dem stets mit Wasser gesättigten Raume bedarf es nur einer äußerst geringen Temperaturdifferenz, um den Wasser-

*) Journal d'agriculture pratique, 1862. No. 5.

dampf in Thau und Wasser überzuführen. Die Niederschlagung des Wasserdampfes ist eine beständige, mithin kann auch die Verdunstung des Wassers aus dem Boden beständig Wasserdampf in den Raum des Wasserbehälters hineinführen. Diese Behauptungen sind nicht nackte physicalische Vermuthungen, ich habe sie auch im Experimente bestätigt gefunden.

Ein seines Bodens beraubtes Becherglas wurde unten mit einer doppelten Lage Filtrirpapier zugebunden und in ein Cylinderglas, welches eben so weit war, daß es das Becherglas mit dem am Rande umgeschlagenen Papier bei einiger Reibung aufzunehmen vermochte, ½ Zoll tief hinein gesteckt. Nachdem das Papier, welches über den Rand des Cylinderglases hervorragte, abgeschnitten worden war, wurde die Fuge zwischen dem Rande des Cylinders und der Wand des Becherglases versiegelt, so daß im Cylinder sich ein von dem Becherglase abgeschlossener Raum befand, die Abschließung aber durch das Filtrirpapier bewerkstelligt war. Der Raum des Cylinders war durch ein feines Röhrchen (Haarröhrchen) mit der äußeren Luft in Communication gesetzt, so daß die Wirkungen des Luftdruckes nicht störend auf die Vorgänge in dem Apparate einzuwirken vermochten. Das Becherglas wurde mit mäßig feuchter Erde gefüllt und mit 15 Cc. Wasser übergossen, wobei die Erde jedoch noch sehr weit von ihrer Sättigung entfernt war. Das Gewicht der Erde betrug 240 Grm., ihre wasserhaltende Kraft (einschließlich derjenigen Menge, welche hygroskopisch festgehalten wurde) betrug 42 Proc.; als die Erde eingefüllt wurde, enthielt sie ⅕ ihrer Sättigungsmenge Wasser. Der Apparat befand sich an einem Orte, der wenigstens 8 Stunden Sonne hatte. Schon nach wenigen Stunden hatten sich Wassertropfen an den inneren Wänden des Cylinderglases abgesetzt, denen ein starker Beschlag vorausging; die Papierscheide, worauf die Erde des Becherglases ruhte, blieb dabei und später immer trocken. Als der Apparat 11 Tage gestanden hatte, fand ich in ihm 5 Cubikcentimeter Wasser; dieses Wasser stammte also nur aus dem Wassergase, welches die Erde durch das Filtrirpapier in den Raum des Cylinders aushauchte. Die Temperatur in dem Cylinder konnte nicht bestimmt werden; ich setzte sie der Lufttemperatur gleich, offenbar ist sie aber niedriger. (? Red.) Zu manchen Stunden des Tages, besonders des Nachmittags, war die Lufttemperatur der Temperatur der Erde im Becherglase gleich, gegen Abend und früh Morgens war sie in der Erde bedeutend höher. Es waren demnach Temperaturdifferenzen genügend gegeben, die in dem

Raume des Cylinders eine Niederschlagung von Wasser aus der stets gesättigten Luft daselbst veranlassen konnten.

Man könnte nun diesem Versuche vorwerfen, daß er nicht geeignet sei, um auf den Lysimeter angewandt zu werden, weil seine Temperaturdifferenzen offenbar größer waren, als dies im Boden der Fall sein wird. Ich gebe das zu; ich habe deshalb aber auch die Sache an einem improvisirten Lysimeter geprüft. Ich setzte ein 8 Centimeter weites Cylinderglas so tief in die Erde, daß es von einer Erdschicht von 31,5 Centimeter (1 Fuß) Höhe bedeckt war. Das Glas war mit einer doppelten Lage Filtrirpapier zugebunden, um das Hineinfallen der Erde zu verhindern. Die Temperatur des Bodens an jener Stelle, wo das Glas eingesetzt war, verhielt sich wie folgt: die Messung geschah einige Stunden nach 12 stündigem Regen, und nachdem sich die Sonne dann und wann hatte sehen lassen, am 10. Juli 1862

in	5 Centimeter	Tiefe	20°,0	C.
=	10 =	=	17°,5	=
=	20 =	=	17°,2	=
=	31 =	=	16°,8	=
=	40 =	=	16°,5	=

Der Regen der diesjährigen Vegetationsperiode war nur 40 Centimeter tief eingedrungen und das Glas stand auf der vollständig trocknen, aber leicht durchlassenden Erdschicht. Nach 4 Tagen wurde das Glas herausgenommen und in demselben etwa 1 Cubikcentimeter Wasser gefunden. Es war zwar in diesen Tagen Regen gefallen, aber an eine Sättigung des Bodens war gar nicht zu denken, was auch schon daraus hervorging, daß die Erde, welche das Glas von der Seite umgab, ganz trocken war.

Ehe also bei den Lysimeterversuchen nicht nachgewiesen ist, welchen Antheil die Verdunstung des Wassers auf die im Lysimeter befindliche Wassermenge hat, können die Resultate dieser Versuche weiter gar keine Berücksichtigung finden; daß die Verdunstung aber von Einfluß ist oder sein kann, haben meine eben geschilderten Versuche dargethan.*)

---

*) An der Versuchsstation des rheinpreußischen landwirthschaftlichen Vereins in St. Nicolas bei Glehn werden Lysimeter mit Berücksichtigung aller vorhin angedeuteten Verhältnisse aufgestellt und wird der Dirigent der Versuchsstation, Herr Dr. Karmrodt, die Resultate seiner Zeit bekannt machen.

Einen kurzen Blick auf das Gesagte zurückwerfend, muß ich es noch einmal wiederholen, daß die Resultate der Lysimeterversuche durchaus keinen Schluß auf die Menge der im Boden enthaltenen gelösten anorganischen Stoffe gestatten, und daß es voreilig genannt werden muß, wenn man den Schluß zieht, daß den Pflanzen die Nährstoffe in einer Lösung nicht zugeführt werden. Vielleicht könnte ein hartnäckiger Vertheidiger entgegenhalten, daß in den Lysimeterrückständen sich nur Spuren oder doch nur sehr geringe Mengen Phosphorsäure finden und im Boden doch auch keine bedeutende Menge derselben gelöst zugegen sein könne, selbst wenn die Bodenlösung um das zehnfache stärker sei, als die Lysimeterlösung. Dieser Einwurf hat viel Wahrscheinlich-Scheinendes, wenigstens für diejenigen, welche gewöhnt sind, Naturerscheinungen nur aus der Vogelperspective sich anzuschauen; er würde jedoch beweisen, daß man bei der Physik des Bodens nicht über die alltäglichsten Ansichten hinauskommen könne. Der Boden besteht aus kleinen Theilchen, die zwischen sich mehr oder weniger freie Räume haben, welche zum Theil capillare Eigenschaften besitzen; die Capillarräume sind aber auch von sehr verschiedener Größe, und je kleiner sie sind, um so stärker ist ihre Attraction. Wenn ein Boden mit Wasser gesättigt ist, so sind alle Capillarräume gefüllt; wenn dann aber Wasser verdunstet, so verlieren zuerst die größeren mit ihrer schwächeren Attraction das Wasser, ein Verlust, der sich von den größeren zu den kleinsten fortsetzt.*) Hat der Boden die Hälfte des Wassers seiner Sättigungsmenge verloren, so ist eine gewisse Anzahl, vielleicht die Hälfte der capillaren Räume und zwar sind gerade die größeren wasserfrei, noch viel mehr Räume sind aber frei bei der gewöhnlich im Boden vorhandenen Menge capillaren Wassers, die bis $\frac{1}{5}$ bis höchstens $\frac{1}{3}$ der Sättigungsmenge geht. In dieser sehr geringen Menge Bodenwasser sind die aus dem Boden gelösten Stoffe sämmtlich vorhanden, in ihr nur wirken die lösenden Agentien, die Kohlensäure u. s. w., und halten die Stoffe in Lösung. Wird nun der Boden mit Wasser übersättigt, so füllen sich nicht nur die capillaren Räume, sondern auch alle nicht capillaren Räume mit Wasser, die ursprüngliche Lösung nimmt bedeutend an Concentration ab, ihre Stoffe verbreiten sich auf das neu hinzu gekommene Wasser; sie kommen nun mit einer viel

*) Man vergleiche hierüber mein Werk: „die Diffusion in ihren Beziehungen zur Pflanze. Leipzig 1861.“ Seite 73 u. f.

größeren chemisch- (absorbirend-) wirkenden Fläche in Berührung als in ihrer ursprünglichen Lösung; die lösenden Agentien genügen nicht mehr, um dieselben in Lösung zu erhalten und sie werden nun absorbirt, aus ihrer Lösung ausgeschieden. Das in's Lysimeter abtropfende Wasser ist arm an Phosphorsäure und Kali, weil diese Stoffe gerade am leichtesten absorbirt werden. Der Effect dieser Erscheinungen ist gar nicht anders, als wenn man eine Lösung von irgend einem absorbirt werdenden Salze und mit einer so starken Concentration durch 10 Gramm Erde gehen läßt, daß die Erde von dem Salze gesättigt wird und noch eine kleine Menge mit dem Wasser aus dem Boden abfließen kann; wird man nun dieselbe Menge Lösung von derselben Concentration auf 30 Gramm Erde einwirken lassen, so tritt natürlich mit dem abfließenden Wasser kein Salz mehr aus; es wird sämmtlich absorbirt. Hier ebenso wie in dem übersättigt werdenden Boden ist im ersten Falle eine kleinere Menge chemisch wirkender Capillarräume vorhanden, als im zweiten Falle, im Boden nach der Sättigung vielleicht eine drei- bis zum fünffachgrößere als vorher, im Versuche eine dreifachgrößere Menge bei 30 Gramm, als bei 10.

Diese Verhältnisse auf das Lysimeter bezogen erklären uns leicht, weshalb so wenig Phosphorsäure und Kali in den Lysimeterrückständen zu finden ist. Wir haben hierbei aber noch ganz unberücksichtigt gelassen: daß im Lysimeterboden viele nicht capillare Räume sind, wie dies bei einem Boden, der dem Volumen nach aus 1 Steinen und 3,7 Feinerde besteht*), nicht anders möglich ist; daß diese Räume, wenn der Boden mit Wasser übersättigt ist, gefüllt sind; daß das Wasser in ihnen aber durch den hydrostatischen Druck sehr schnell aus dem Boden nach unten abgeführt wird und durchaus nicht Zeit genug vorhanden ist, als daß viel gelöster Stoff aus den Capillarräumen auf das schnell den Boden in seinen größern nicht capillaren Räumen durchziehende Wasser diffundiren könnte, denn zur Diffusion ist Zeit nöthig und zwar schon viel Zeit im Boden. Ein mit Steinen durchsetzter Boden, wie der der Lysimeter in den Jahren 1858—1860, zeigt diese Erscheinungen, das schnelle Durchgehen des auffallenden Wassers nämlich, sehr auffallend.

---

*) Münchener Ergebnisse landwirthschaftlicher und agriculturchemischer Versuche. 3. Heft (1861) Seite 89.

Diese Erörterungen haben uns gezeigt, mit welcher Aufmerksamkeit auch die geringsten Erscheinungen zu betrachten und zu studiren sind, ehe man die Schlüsse des Experimentes als vollgültig ansehen darf.

Die Drainwasser-Analysen.

Der Gehalt der Drainwässer an anorganischen Stoffen ist es ganz vorzüglich, worauf von Liebig seine Ansichten glaubt stützen zu dürfen. „Die Drainwasser," so lesen wir bei ihm, „enthalten alle Stoffe, welche das Regenwasser aus der Ackerkrume aufzulösen vermag, und ihre Zusammensetzung giebt einen Begriff von der Menge derselben, welche eine Pflanze während ihrer Vegetationsperiode aus dieser Lösung möglicher Weise empfangen kann." Zunächst muß ich mir erlauben darauf hinzuweisen, daß Drainwasser nicht immer das durch den Boden sickernde Regenwasser, sondern häufiger noch, und besonders gilt das bei permanent fließenden Drains, Quellwasser ist.

Wenn ich auch zugeben wollte, daß im Boden eine Lösung von derselben Concentration vorhanden sei, wie sie sich in dem aus dem Boden abgesickerten Drainwasser findet, so ist doch aus dem Gehalte des Drainwassers auf den Gehalt des Bodens nicht zu schließen, weil das Drainwasser immer nur ein Theil des Bodenwassers ist. Denken wir uns einen beständig fließenden Drain, dem also neben dem meteorischen Wasser auch Quellwasser zugeführt wird; wird dem Boden beständig soviel Wasser zugeführt, daß er 10 Theile Wasser festhält, während beständig 1 Theil abfließt, so enthält der Boden 10 mal mehr anorganische Stoffe gelöst und zur Disposition der Pflanze, als im Drainwasser aus ihm fortgeführt worden; es ist das gar nicht anders als wenn ich aus einem Gefäße, welches 10 Litres Wasser mit 10 Gramm Salz enthält, 1 Litre fortgieße, es bleiben dann im Gefäße 9 Litres mit 9 Gramm Salz zurück und 1 Litre mit 1 Gramm ist fortgegangen; die Concentration in der fortgegossenen Lösung war aber eben so stark, wie die im Gefäße. Bei Bodenarten, die von obengenannter Natur sind, finden sich diese Verhältnisse immer, wenn auch nicht immer so bedeutend wie in unserm Beispiele, wo das abfließende Wasser sich zu dem im Gefäße befindlichen wie 1:10 verhält. Aber auch in solchem Boden müssen beständig Stoffe gelöst werden, die die abfließenden Mengen ersetzen. Bei einem Boden, der nur nach anhaltend feuchtem Wetter fließt, dem kein Wasser aus einer Quelle zugeführt wird, treten ähnliche Ver-

hältnisse ein, wie sie bereits bei dem Lysimeter geschildert wurden. In nicht regenreichen Zeiten enthält die Ackerkrume nur wenig Wasser oder Bodenlösung, kommt nun starker Regen, wird die ursprüngliche Lösung bedeutend verdünnt, und fließt das Bodenwasser in dieser Verdünnung ab, so entspricht die Concentration des Drainwassers nur der Concentration des Bodenwassers während des Regens, später, wenn das Wasser durch Abzug nach unten und durch Verdunstung zum größten Theile wieder fortgegangen ist, hat die Bodenlösung auch wieder eine höhere Concentration; außerdem verhält sich die Menge der gelösten Stoffe im Boden zu der Menge im abfließenden Wasser, wie die Menge des Wassers im Boden zu der aus ihm abfließenden Menge. Unter diesen Verhältnissen findet auch eine Absorption der gelösten Stoffe, besonders des Kalis und der Phosphorsäure Statt, wie ich dies zum Schlusse der Betrachtung über das Lysimeter erläutert habe.

Die Drainwasser-Analysen, woran von Liebig seine Betrachtungen knüpft, von Thomas Way und Krocker, gehören aber zu den ärmsten, die von Analytikern untersucht wurden. So fand Krocker nie mehr als 0,02 Theile Kali in 10,000 Theilen Wasser, während Breunlin in 10,000 Wasser 0,54—1,55 Theile schwefelsaures Kali oder 0,28—0,84 Theile Kali (K 0) fand*). Das von Breunlin untersuchte Drainwasser floß aus einem Boden ab, dem das Wasser aus Quellen zugeführt wurde. Breunlin bemerkt zu seinen Analysen: „Drainagewasser ist im Allgemeinen Regen- oder Quellwasser, welches wegen undurchlassenden Untergrundes der Ackerkrume durch Drainröhren abgeführt wird. Seine Zusammensetzung giebt nicht immer ein Bild der löslichen Stoffe der Ackerkrume; um diesen Schluß sicher ziehen zu können, darf man die geognostische Lage des drainirten Grundstücks nicht außer Acht lassen.“ Es gilt das besonders für Boden mit Quellwasser. Ist das Quellwasser reich, so kann auch das Drainwasser reich an anorganischen Stoffen sein; ist jenes arm, so muß man dieses ebenfalls arm finden; denn das Quellwasser kommt nur in einem untergeordneten Grade mit der Ackerkrume und seinen gelösten Stoffen in Berührung; das reiche Quellwasser giebt wenig an die Ackerkrume ab, das arme nimmt wenig aus ihr auf. Em. Wolff fand in dem Drainwasser a) eines Roggenfeldes und b) einer Weide in 10,000 Theilen bei a) schwefelsaures Kali 0,118

*) Landwirthschaftliche Versuchs-Stationen, Band I. Seite 257.

schwefelsaures Kali, bei b) jedoch nur Spuren; das Wasser war drei Tage nach starkem Regen gesammelt*).

Wenn der Regen in so großer Menge fällt, daß das Wasser in den Untergrund abzieht und mit ihm gelöste Stoffe aus der Ackerkrume nach unten wandern, so werden sie hier jedenfalls unlöslich abgeschieden, absorbirt werden, es gilt das hauptsächlich für Kali und Phosphorsäure, wenn nicht gleichzeitig eine so große Menge lösender Agentien mit hinabgeht, daß die zur Absorption neigenden Stoffe in Lösung erhalten werden können; das scheint nun aber nicht gar oft der Fall zu sein. Mögen auch die lösenden Agentien, die Kohlensäure, in der Ackerkrume genügen, um Kali und Phosphorsäure z. B. in Lösung zu erhalten; kommen dann aber diese Stoffe mit der viel größeren chemisch wirkenden Fläche der Capillarräume des Untergrundes in Berührung, so genügen die lösenden Agentien nicht mehr zur Löslicherhaltung der gelösten Phosphorsäure- und Kalimengen, diese werden absorbirt. Das nun in den Drainröhren abfließende Wasser muß natürlich schon ziemlich arm an Kali und Phosphorsäure austreten können; in vielen Fällen geschieht dieses aber nicht.

Ueberhaupt kann ich mich nur schwer dazu verstehen, so unsichere und wandelbare Zahlen, wie die der Drainwässer-Analysen zur Beurtheilung eines Gegenstandes von so bedeutender Tragweite, wie die Aufnahme der pflanzlichen Nahrungsstoffe, chemischerseits für die Physiologie zu benutzen; um so weniger aber noch kann ich mich dazu verstehen, wenn die Verhältnisse, unter welchen die Zahlenergebnisse erhalten wurden, so unklar, so complicirt sind, wie ebenfalls bei dem Drainwasser.

Schließlich will ich mir noch erlauben, die Vertheidiger der Liebig'schen Theorie auf die Krocker'schen Drainwasser-Analysen noch einmal hinzuweisen. Dieselben gestatten nämlich den höchst wahrscheinlichen Schluß, daß in der Ackerkrume die Bodenlösung weit stärker an Kali ist, als das Drainwasser, denn während bei verschiedenen Drainwässern sich nur 0,02 Kali in 10,000 Theilen Wasser fanden, enthält das von der Oberfläche des Bodens ablaufende Regenwasser schon in 10,000 Theilen 0,04—0,06; das ablaufende Wasser konnte diese Mengen aber nur aus einer viel concentrirteren Lösung aufnehmen**). Zwar steht Dem

*) Agriculturchemische Untersuchungen in Möckern 1851—1852. 1. Bericht Seite 156.

**) Liebig, Naturwissenschaftliche Briefe über moderne Landwirthschaft. S. 38.

entgegen, daß das ablaufende Wasser nicht über jenen Boden floß, dessen Drainwasser analysirt wurde; ich will das gelten lassen, doch lassen die Durchschnittszahlen solche Vermuthungen zu.

Eichhorn's und Wunder's Versuche.*)

Eichhorn ließ lufttrockene, längere Zeit nicht gedüngte Erde aus dem Wirthschaftsgarten der Poppelsdorfer landwirthschaftlichen Lehranstalt so viel Wasser aufnehmen, als sie capillarisch festzuhalten vermochte. Nachdem das capillarisch gebundene Wasser 10 Tage lang bei gewöhnlicher Temperatur mit seiner lösenden Kraft auf die Bodentheilchen eingewirkt hatte, wurde soviel Wasser zugesetzt, als die Erde bereits enthielt, um die Lösung aus der Erde zu gewinnen, dann Erde und Wasser geschüttelt und das Wasser abfiltrirt. Die durch das capillarisch fest gehaltene Wasser gelösten Bestandtheile waren nun auf die doppelte Menge Wasser vertheilt und wurden darin bestimmt. Eichhorn fand in 100,000 Theilen seiner Lösung:

Kieselsäure	2,40
Phosphorsäure	1,55
Kalk	6,40
Kali	5,77

u. s. w.

Die Hälfte des Wassers in dieser Lösung hatte indessen nur dazu gedient, um die im feuchten Boden enthaltene Lösung herauszuspülen. Diese Zahlen geben also den Gehalt in 50,000 Theilen der ursprünglich im Boden enthalten gewesenen Lösung an. Von 100 Gramm des capillarisch im Boden gebundenen Wassers waren demnach in der kurzen Zeit von 10 Tagen aufgelöst worden:

Kieselsäure	0,0048	Gramm.
Phosphorsäure	0,0031	=
Kalk	0,0128	=
Kali	0,0115	=

Eichhorn berechnete nun, wieviel Stoffe das in der Vegetationsperiode auf einen Morgen fallende Wasser aus dem Boden lösen wird (wenn es auf einmal mit dem Boden in Berührung kommt

*) Zeitschrift der landwirthsch. Lehranstalt und Versuchsstation zu Poppelsdorf, 1. Heft, S. 22 und landwirthschaftliche Versuchsstationen, Bd. II, S. 105.

und 10 Tage mit ihm in Berührung bleibt), und fand, daß die gelöste Menge Stoffe vollständig hinreichen werde, um eine gute Ernte zu liefern. Wieviel wird aber gelöst werden, wenn im Boden die lösenden Agentien wie Kohlensäure u. s. w. mit gewirkt hätten, und das Wasser Monate lang mit dem Boden in Berührung geblieben wäre? Eichhorn hat auch durch Versuch gefunden, daß Wasser mit 1 Proc. Chlornatrium oder kohlensaurem Ammoniak viel größere Mengen löste.

Wunder stellte ähnliche Versuche an, glaubte aber in Bezug auf Eichhorn's Versuche zum Schlusse berechtigt zu sein, daß im Boden nicht soviel gelöst werde, als zu einer Ernte nöthig sei „vielmehr stehen unsere Resultate — wie er sich ausdrückt — mit den erwähnten von Liebig ausgesprochenen Ansichten im Einklange." Er ließ ebenfalls Erde mit soviel Wasser in einem verschlossenen Ballon in Berührung kommen, als sie capillarisch festzuhalten vermochte. Nach vierzigtägiger Berührung entzog er die Bodenlösung vermittelst der Luftpumpe dem Boden. Seine Lösung enthielt in 100,000 Theilen:

Kieselsäure	2,57
Phosphorsäure	Spuren
Kalk	8,36
Kali	0,75

u. s. w.

Die bedeutende Differenz zwischen den Eichhorn'schen und den Wunder'schen Zahlen ist offenbar Folge der Verschiedenheit des Bodens; der Poppelsdorfer Boden ist reicher als derjenige, mit welchem Wunder experimentirte. Wunder berechnet ebenfalls seine Zahlen auf einen Acker. Ein sächsischer Acker von 1 Fuß Tiefe kann 1,500,000 sächsische Pfund Wasser capillarisch festhalten, die durch eine Regenmenge von 5,6 Zoll geliefert wird. Eine Regenmenge von 5,6 Zoll soll höchstens in einer Vegetation auf den sächs. Acker Landes fallen. Wunder denkt sich den Regen auf ein Mal gefallen, den Boden also mit Wasser gesättigt. „Da die erste (vorstehende) Tabelle angiebt, wie viel Mineralstoffe in 100,000 Theilen Wasser gelöst sind, und da 1,500,000 Pfund Wasser von 1 Acker festgehalten werden können, so erhält man, indem man die Zahlen der ersten Tabelle mit 15 multiplicirt, in Pfunden ausgedrückt, die Mengen der Mineralstoffe, die dem Acker durch diejenige Wassermenge entzogen werden, welche er vermöge seiner wasserhaltenden Kraft festhalten kann, und welche zugleich durch

die während der Wachsthumsperiode der Cerealien etwa fallende Regenmenge von 5,6 Zoll geliefert wird.

„Ein Regenfall von 5,6 Zoll entzieht dem sächsischen Acker:

Kieselsäure	39	Pfund
Phosphorsäure	—	=
Kalk	125	=
Magnesia	56	=
Kali	11	=

u. s. w." (Wunder.)

Wunder vergleicht damit diejenige Menge Mineralbestandtheile, die eine Halmfrucht-Ernte einem ungedüngten Boden entzog und findet, daß die geerntete Frucht mehr Kali, Phosphorsäure und Kieselerde gebrauchte, als in den untersuchten Lösungen gefunden wurde. Ich will das am Ende zugeben, wenn die „Wachsthumsperiode" nur 4 Wochen gedauert hätte; nun dauert dieselbe aber 9 Monate, von November bis Ende Juli, und nehmen wir 2 Monate, während welcher die Temperatur der Ackerkrume unter 0° ist, so bleiben immer noch 7 Monate, während welcher im Boden mehr oder weniger Stoffe gelöst werden. Wir wollen hier einmal eine andere Rechnung anstellen. Nehmen wir an, der Boden enthalte durchschnittlich 7 Monate hindurch $\frac{1}{3}$ der Sättigungsmenge, also 500,000 Pfund Wasser per sächs. Acker, gleichgültig ob durch Regen oder sonstige atmosphärische Niederschläge und durch Absorption von Wassergas aus der Luft dem Boden zugeführt, die durchschnittlich ebensoviel lösen, als im Wunder'schen Versuche in Lösung übergeführt wurde, so würden in 4 Wochen die Mengen in der Tabelle A., in 7 Monaten die Mengen in Tabelle B. in dem Boden gelöst worden sein und zwar in 1 sächs. Acker.

	A.		B.	
Kieselsäure	13	Pfund	91	Pfund
Phosphorsäure	?	=	?	=
Magnesia	18,6	=	130	=
Kalk	42	=	294	=
Kali	3,6	=	25	=

Wie Jedermann mir zugestehen wird, nähern sich diese Zahlen mehr der Wirklichkeit, als die von Wunder berechneten. Aber auch diese Zahlen repräsentiren in Bezug auf Kali und Phosphorsäure nicht solche Mengen, die zu einer Roggenernte genügen. Es kann uns dies aber

gar nicht in Erstaunen versetzen, denn in der Ackerkrume ist kein reines Wasser, wie in dem Wunder'schen Versuche, sondern ein mit Kohlensäure mehr oder weniger imprägnirtes Wasser zugegen, welches mit Hülfe von anderen Säuren, der Humussäuren, Quell- und Quellsatzsäure, des aus der Wurzel ausgeschiedenen kohlensauren Kalis u. s. w. viel bedeutendere Mengen lösen muß, und die dem Boden entzogen werden können, als im Wunder'sche Versuche.

Wie sich das kohlensäurehaltige Wasser im Gegensatze zu reinem Wasser gegen Boden verhält, darüber liegen mir keine directen Untersuchungen vor; Angaben in einer Arbeit von Peters werden indeß auch genügen, uns den nöthigen Aufschluß zu geben. Peters zog 100 Grm. Erde mit 250 Grm. Wasser, das andere Mal 100 Grm. derselben Erde mit 250 Grm. kohlensäurehaltigen Wassers aus, indem er im ersten Falle das Wasser mehrere Mal erneuerte, im zweiten Falle vier Mal dies Wasser mit Kohlensäure imprägnirte. Er fand, daß löslich ist an Kali*)

durch Wasser	aus 100 Grm. Erde	0,0024 Gr.
durch kohlensäure-haltiges Wasser	= = = =	0,0088 = (im Mittel zweier Versuche).

Lösende Kraft des Wassers = 1, des kohlensäurehaltigen = 3,7.

Uebertragen wir nun ein niedrigeres Verhältniß, etwa 1 : 2 oder 1 : 2,5, auf die Wunder'schen Zahlen, so erhalten wir vollständig genügende Mengen Kali, und jedenfalls auch eine zureichende Menge Phosphorsäure.

Eins dürfen wir bei diesem Versuche von Wunder nicht übersehen, nämlich die Einwirkung der Luft; es ist bekannt, daß diese zur Zersetzung der Stoffe im Boden höchst nöthig ist, und die Zersetzung der Stoffe ist es doch, die zuerst zur Löslichmachung beiträgt. Hübsche Belege hierzu giebt uns A. Stöckhardt**). Er brachte Erde in hohe Cylinder und ließ von unten Gase in die Erde von Zeit zu Zeit eintreten, während ein anderes Gefäß kein Gas erhielt. Die Erde erhielt eine Einsaat von Hafer und Erbsen. Ohne Gaszufuhr enthielt die Erntemasse sammt den Wurzeln an Mineralbestandtheilen 0,52 Grm.,

*) Landwirthschaftliche Versuchsstationen, Band II, Seite 114 und 126.

**) Ebendaselbst, Band I, Seite 21 u. ff.

unter Zufuhr von atmosphärischer Luft 0,95 Gramm. Nach der Aberntung fanden sich in 6 Kilogramm Erde des Cylinders an in Wasser löslichen Mineralstoffen:

	ohne Luftzufuhr	unter Zufuhr von Luft
	1,52 Grm.	2,76 Grm.
darin Kali, ausziehbar durch Wasser	0,069 =	0,168 =
Natron dito	0,168 =	0,225 =

Der Luftzutritt war aber im Wunder'schen Versuche gänzlich behindert, da, um vor Verdunstung des Wassers zu schützen, der Ballon, worin sich die Erde befand, geschlossen gehalten werden mußte; außerdem waren auch die sämmtlichen Capillarräume mit Wasser angefüllt und wenn wirklich die Luft Zutritt zum Ballon gehabt hätte, so vermochte sie doch nicht, in die Erde einzudringen. Berücksichtigen wir auch diese Verhältnisse, so dürfen wir mit Sicherheit annehmen, daß die im Boden während einer Vegetationsperiode lösbar werdenden Stoffe in größerer Menge vorhanden sein müssen, als sie sich nach dem Wunder'schen Experimente berechnen.

Wenn also Eichhorn durch seine Untersuchungen zum Schlusse kam, daß die in dem Bodenwasser während einer Vegetation gelöst vorkommenden Stoffe zu einer Ernte genügen, selbst dann, wenn allein nur Wasser das lösende Agens ist, so ist schon a priori der Schluß erlaubt, daß die Pflanze vollständig durch eine Lösung ernährt werden kann. Ob das aber auch bei minder reichem Boden der Fall sein wird, lassen wir vorerst unberücksichtigt; wir werden darauf später zurückkommen. Es handelt sich hier nur darum, ob in einem Boden so viele gelöste Stoffe vorhanden sein können, daß die auf ihm vegetirenden Pflanzen genügend ernährt werden, und das war im Eichhorn'schen sowohl, wie im Wunder'schen Falle möglich. Wenn Wunder findet, daß die Eichhorn'schen Zahlen auf $\frac{2}{3}$ reducirt werden müssen, so würde diese Reduction in viel mehr als genügender Weise ausgeglichen worden sein, hätte der Eichhorn'sche Versuch statt 8 Tagen 4 Wochen, wie der Wunder'sche, gedauert, d. h. wenn Wunder die reducirten Eichhorn'schen Zahlen nicht mehr ausreichend zu einer guten Ernte findet, so würden sich bei vierwöchentlicher Behandlung doch Mengen ergeben haben, die mehr als hinreichend gewesen wären. Es wird wohl kaum einen Chemiker geben, der sich zu der Annahme versteht, daß im Eichhorn'=

schen Versuche nach 8 Tagen keine Stoffe mehr hätten gelöst werden können. Hätte ich bei der Correction der Zahlen des Wunder'schen Versuches zu hoch gegriffen, so würden doch immer auch bei niedrigeren Zahlen die im Boden gelöst werdenden Mengen von Mineralstoffen vollständig zu einer guten Ernte genügen.

Ich glaube diesen Gegenstand mit der Ueberzeugung verlassen zu können, daß die von Wunder nach den Resultaten seiner Untersuchungen aufgestellte Ansicht durchaus nicht zulässig ist; daß die Ergebnisse dieser Versuche gar nicht geeignet sind, über die Liebig'sche Theorie ein Urtheil abzugeben, wenigstens so lange man dem nackten Versuche Wunders entgegensteht; ich glaube im Gegentheile, daß dieser Versuch, sobald bei ihm die natürlichen Verhältnisse Berücksichtigung finden, gegen die Liebig'sche Ansicht spricht.

von Liebig.

Nachdem ich nachzuweisen versucht habe, daß denjenigen Versuchen, durch welche man die Liebig'sche Theorie zu stützen sucht, jede Beweiskraft abgeht, will ich nun die Theorie selbst, wie sie Liebig entwickelt hat, in's Auge fassen. Hierbei drängt sich uns zuerst die Frage auf, ob denn wirklich die Pflanzenwurzel von den Bodentheilchen oder dem Boden die ungelösten aber lösbaren mineralischen Stoffe direct aufzunehmen vermag.

Wie ich überhaupt bei meinen physiologischen Forschungen die physicalischen und chemischen Erscheinungen zuerst in ihrer einfachsten Form studire, Alles beseitige, was die Grundursache der Naturerscheinung verhüllt; wenn ich, mit einem Worte, die Naturerscheinungen, freilich so weit, wie dies möglich, zuerst vermittelst des Experimentes in ihrer Nacktheit studire, um Anhaltspunkte für die Erforschung derselben unter complicirteren Verhältnissen zu haben: so glaubte ich auch hier meinen gewöhnlichen Weg nicht verlassen zu dürfen. Folgendes Experiment wird uns auf die vorhin gestellte Frage Antwort geben.

Zwei Glasröhren von 5 Centimeter Durchmesser, wovon die eine 8, die andere 11 Centimeter lang war, wurden an dem einen Ende mit durchbohrten Korken geschlossen, beide Röhren durch eine an ihren beiden Enden umgebogene Röhre von kleinerem Durchmesser dadurch in Communication gesetzt, daß die aufstehenden Enden in die Korkdurch-

bohrungen hineingesteckt wurden. Der ganze Apparat bildete nun eine communicirende Röhre. Die Oeffnung der kürzeren Röhre wurde mit einer aus Collodium dargestellten Membran verschlossen und in die längere Röhre so lange Wasser hineingegossen, bis dieses in der kürzeren Röhre die Membran berührte. Um die Füllung leichter bewerkstelligen zu können, war durch den Kork der kürzeren Röhre ein dünnes Röhrchen bis in die Nähe der Membran geführt, welche die Luft bei der Füllung abführte. War der Apparat, der in einem passenden Gestelle ruhte, gefüllt, so mußte in beiden Röhren hydrostatisches Gleichgewicht derart herbeigeführt werden, daß die Membran eine vollkommen plane Fläche, also weder concav noch convex, war. Nun brachte ich auf die Membran eine geschliffene Marmorplatte und leitete in das Wasser der offenen Röhre gut gewaschene Kohlensäure, welche von hier aus durch die Verbindungsröhre bis in die mit Membran verschlossene Röhre und an die Membran selbst diffundirte. Mit der Membran stand auf der einen Seite kohlensäurehaltiges Wasser, auf der andern kohlensaurer Kalk in Berührung. Die Frage, welche uns der Apparat beantworten sollte, war die: wird das kohlensäurehaltige Wasser durch die Membran hindurch den festen kohlensauren Kalk lösen? Ganz dieselbe Frage wird man bei der Pflanze stellen müssen, nämlich, wird der Kohlensäure (oder andere lösende Stoffe) enthaltende Zelleninhalt durch die Zellenmembran hindurch die festen oder ungelösten Stoffe lösen und direct in die Zellen einführen? Es zeigten sich schon in 6 Tagen ganz bedeutende Kalkmengen in dem Wasser des Apparates und die Frage war bejaht. Die Molecularinterstitien der Membran enthalten das kohlensäurehaltige Wasser, die festen Stoffe, welche dicht an der Membran liegen und mit dem Wasser der Molecularinterstitien der Membran in Berührung stehen, sind dem zersetzenden Einflusse der Kohlensäure ausgesetzt; die durch Kohlensäure löslich gemachten Stoffe treten sofort in das Wasser der Molecularinterstitien ein und werden von hier aus auf den von der Membran umschlossenen Inhalt (bei der Pflanze, in diese hinein) übergeführt. Bei der Pflanze ebenso wie bei dem Experimente.

Diese Erscheinungen direct bei der Pflanze zu studiren, ist, wenigstens bei unsern Culturpflanzen, nicht möglich, weil solche nicht ohne Bodenwasser existiren können, und man dadurch nicht untersuchen kann, ob die Wurzelzellen die durch ihren Einfluß löslich gemachten Stoffe direct von den festen Theilen aufnehmen können. Wir haben jedoch einige Beo-

bachtungen, die uns den Schluß gestatten, daß auch die Wurzel der höheren Pflanze die gelösten Stoffe direct aufnehmen kann.

Julius Sachs nämlich beobachtete, daß Maispflänzchen kohlensauren Kalk auflösen, wenn er sie zwischen polirte, zusammengebundene Marmorplatten, die in die Erde gestellt waren, legte. Er konnte deutlich die Einwirkung der Wurzel wahrnehmen, denn diejenigen Stellen der polirten Flächen, welche mit den Wurzeln in Berührung gewesen, waren rauh geworden, weil der kohlensaure Kalk daselbst in Auflösung übergegangen war. Auch Sachs leitet diese Erscheinungen von aus der Wurzel ausgeschiedener Kohlensäure ab.*)

Bei manchen niedrig organisirten Pflanzengruppen, die auf nacktem Felsen vegetiren und denen keine Lösung dargeboten ist, aus denen sie anorganische Stoffe aufnehmen könnten, muß die Aufnahme dieser Stoffe direct von den verwitterten Steintheilchen oder von der Oberfläche des Felsens selbst, etwa wie im eben besprochenen Falle von Sachs, stattfinden. Besonders gilt dies von den Flechten, die massenhaft die nackten Felswände überziehen. Nach Slater**) soll in den Flechten freie Oxalsäure oder doch wenigstens ein gelöstes oxalsaures Salz zugegen sein, welches dann jedenfalls auf den Felsen lösend einzuwirken im Stande ist. Nach Slater's Untersuchungen ist die Oxalsäure fähig, gepulvertes Glas und Gestein sowie phosphorsaure Salze zu zersetzen.

Nach diesen Versuchen und Beobachtungen unterliegt es keinem Zweifel, daß die Pflanzen mineralische Stoffe direct von den Bodentheilchen aufzunehmen vermögen; es ist hierzu aber durchaus keine der Pflanze eigenthümliche Kraft nöthig; es sind dies einfache physicalisch-chemische Vorgänge. Auch die Bodenpflanzen, die Culturpflanzen scheiden unter gewissen Verhältnissen lösende Agentien aus, Kohlensäure, kohlensaures Alkali u. s. w.; von Liebig und Heerd***) beobachteten, daß Kohlensäure durch die Pflanzenwurzel ausgeschieden wird. Auch bei Boden- und Culturpflanzen an ihrem Standorte, im Boden, mag dieses vorkommen; da aber nun die Wurzel von Wasser umgeben ist, tritt die Kohlensäure in das Wasser aus, wirkt natürlich lösend, wenn auch diese ihre Thätigkeit bei der Gegenwart der im Boden erzeugten Säuren sehr

*) Botanische Zeitung, 1860, No. 13.
**) Chem. Gaz. 1856. Seite 130.
***) Auf der 34. Versammlung der deutschen Naturforscher in Karlsruhe.

wenig zu bedeuten hat. Nur dann vermag Kohlensäure aus der Pflanze in das Bodenwasser einzutreten, wenn in demselben die Concentration der Kohlensäurelösung niedriger ist, als im Zelleninhalte, wenn also dem Bodenwasser keine Kohlensäure durch die Zersetzung von organischen Stoffen im Boden geliefert wird; wo das Bodenwasser mit Kohlensäure imprägnirt ist, diffundirt dieselbe in die Pflanze hinein, wie dies auf jedem humusenthaltenden Boden der Fall ist. Die gelösten Stoffe sind im Bodenwasser enthalten, aus diesem nimmt die Pflanzenwurzel sie auf. Wenn wir auch annehmen wollten, die Wurzel, die von Wasser umgeben ist, vermöchte die Nahrungsstoffe direct von den Bodentheilchen aufzunehmen, so ist dabei doch eine Ernährung der Pflanze factisch unmöglich. Ich muß hier noch einmal an das Diffusionsgesetz erinnern, welches uns zeigt, daß, wenn eine concentrirtere Lösung durch eine permeable Membran von reinem Wasser oder einer wenig concentrirten Lösung desselben Stoffes getrennt ist, so lange der gelöste Stoff aus der concentrirteren Lösung in die minder concentrirte hinüber diffundirt, bis auf beiden Seiten der Membran eine gleich concentrirte Lösung vorhanden ist. Ganz dasselbe ist bei der Pflanze der Fall. Nehmen wir einmal als diffundirenden Stoff das phosphorsaure Kali. Beide Bestandtheile desselben, die Phosphorsäure sowie das Kali, seien vom Boden absorbirt und ungelöst in ihm vorhanden; die Wurzel löse diese nun und führe sie in ihre Zellen ein; nun ist aber in der Zelle eine concentrirtere Lösung von phosphorsaurem Kali als im Bodenwasser (denn nach von Liebig soll in demselben gar kein gelöstes phosphorsaures Kali vorkommen) und dasselbe muß unbedingt wieder nach außen, in das Bodenwasser zurück diffundiren. Ein Hinauf- und Weiterdiffundiren in die Pflanze hinein, in deren höheren Theile, ist nicht möglich. Die Pflanze würde es auf diesem Wege nur zu einem Kreislaufe der vom Boden absorbirt werdenden Stoffe zwischen Bodentheilchen, Wurzelzellen und Bodenwasser bringen, in welch letzterem sie wieder von den Bodentheilchen absorbirt würden. Eine Ernährung ist dabei ausgeschlossen.

Die Pflanzen haben in jedem nicht mit Wasser gesättigten Boden zweierlei Wurzeln, Wasserwurzeln und Luftwurzeln (? Red.); die ersteren befinden sich in jenen Capillarräumen, welche Wasser enthalten, also in dem Bodenwasser, die anderen sind in die wasserfreien Capillarräume hineingewachsen und legen sich zum Theil an die Wandungen des Capillarraumes an. Die Menge der Luftwurzeln ist sehr variabel und hängt ab von dem Feuchtig-

keitszustande des Bodens. Ist der Boden ziemlich trocken, so hat die Pflanze viele Luftwurzeln, tritt aber darauf viel Wasser in den Boden ein, so füllen sich eine Menge bis dahin wasserfreier Capillarräume mit Wasser, die Luftwurzeln gehen zu Grunde und Wasserwurzeln entwickeln sich an ihrer Stelle; nimmt der Feuchtigkeitsgehalt des Boden nun wieder ab, so werden Capillarräume wasserfrei und die dort entstandenen Wasserwurzeln gehen ebenfalls zu Grunde, während sich neue Luftwurzeln bilden. Die einen vermögen die andern nicht zu ersetzen; die Wasserwurzel kann ihre auffaugende Thätigkeit nicht im wasserfreien Raume beibehalten, so auch die Luftwurzeln nicht im Wasser. Wie schon vorhin bemerkt wurde, legen sich die Luftwurzeln mit ihren Wurzelhärchen, zum Theil wenigstens, an die Wandung der Capillarräume an, stehen hier also mit den Bodentheilchen in directer Berührung und ohne Zweifel nehmen sie hier Stoffe direct von den Bodentheilchen mit Hülfe der aus ihren Zellen austretenden Säuren auf. Von Liebig hat also nicht ganz Unrecht, wenn er von einer directen Aufnahme der absorbirt im Boden vorkommenden Stoffe spricht; es ist indeß die oben beschriebene Aufnahme gar nicht die von von Liebig gemeinte; denn von Liebig's auffaugende Wurzeln sind gar keine Luft-, sondern Wasserwurzeln, solche die sich in einem Bodenwasser befinden, welches frei von aufgelösten Nahrungsstoffen ist. Die Aufnahme durch die Bodenluftwurzeln hätte für die Pflanze aber gar keinen Vortheil, wenn das Bodenwasser, wie von Liebig meint, frei von gelösten Nahrungsstoffen wäre. Die folgende Auseinandersetzung, die wir, um es mit einem concreten Falle zu thun zu haben, an phosphorsaures Kali knüpfen wollen, soll uns das zeigen. Das durch die Luftwürzelchen direct von den Bodentheilchen aufgenommene phosphorsaure Kali diffundirt in der Wurzel weiter und bis zum Cambium, von hier aus verbreitet es sich nach allen Seiten hin, kommt aber auf diesem Wege ebenfalls in die Wasserwurzeln. Diesen letzteren wird, wie ich vorhin gezeigt habe, das phosphorsaure Kali von dem an diesem Stoffe freien Bodenwasser, wenn von Liebig's Ansicht richtig sein sollte, entzogen; gelange nun aus den Luftwurzeln phosphorsaures Kali in die Wasserwurzeln, so müßte dieses natürlich ebenfalls in das Bodenwasser austreten und von den Bodentheilchen absorbirt werden. Der Effect ist also ganz derselbe, als wenn das gelöste phosphorsaure Kali aus einer Lösung durch die Wasserwurzeln aufgenommen worden wäre. Man könnte hiergegen zwar den Einwurf machen, daß sobald die gelösten

Stoffe in die Wurzel eingetreten seien, sie sofort in ihr unlöslich ausgeschieden würden und dadurch nicht mehr fähig sind, wieder aus der Pflanze heraus zu diffundiren, oder daß die Wurzelzellenmembran eine derartige Beschaffenheit hat, daß sie wohl Stoffe in die Pflanze ein-, aber nicht mehr aus ihr austreten lasse.

Daß diese Vorwürfe nur in sehr untergeordneter Weise in Anwendung gebracht werden können, läßt sich leicht zeigen. Die von der Pflanzenwurzel aufgenommenen Nahrungsstoffe können nur zum allergeringsten Theile in ihr ausgeschieden werden, da sie ja auch in den höheren Pflanzentheilen zu finden sind, und hierher gerade diffundiren müssen, weil in diesem Theile hauptsächlich ja nur der Stoffwechsel und damit die Consumtion gelöster Stoffe seinen Sitz hat. In jedem Theile der Pflanze befinden sich gelöste Nahrungsstoffe, auch Phosphorsäure und Kali. Setzt man eine Pflanze, die aus dem Boden genommen und von der Erde durch Abspülen befreit ist, ohne die Wurzel aber verletzt zu haben, oder eine Pflanze, die aus einer Nährstofflösung gelöste Stoffe aufgenommen, in destillirtes Wasser, so kann man die in der Pflanze gelöst vorhandenen Stoffe, worunter auch alle zur Ernährung nothwendige sind, aus der Wurzel in das destillirte Wasser austreten machen; auf diese Weise kann man eine Pflanze ganz an ihren gelösten Nahrungsstoffen erschöpfen. Schneidet man eine Pflanze an einer beliebigen Stelle ab, und setzt die Schnittfläche mit destillirtem Wasser in Berührung, so wird auch gelöster Stoff jedem Pflanzentheile entzogen. Dr. W. Knop, ich und andere haben dieses zur Evidenz nachgewiesen. Ich will hier nur noch an jene Untersuchungen erinnern, bei welchen die einzelnen Pflanzentheile gesondert auf ihre Bestandtheile untersucht wurden, wie z. B. bei der Arendt'schen Untersuchung des Hafers; in allen diesen Untersuchungen wurden gelöste Stoffe, Kali und Phosphorsäure, in den einzelnen Pflanzentheilen gefunden, vorausgesetzt, daß sie nicht bereits abgestorben waren. Freilich werden auch in der Pflanzenwurzel gewisse Stoffe unlöslich abgeschieden, aber von wichtigen Nährstoffen sind das nur kleine Mengen. Es gehören hierher besonders Eisenoxyd, Mangan (=oxyduloxyd) und kohlensaurer Kalk. Es ist ja bekannt, daß diese sich oft in den Wurzeln massenhaft angehäuft haben. Wittstein*) wies bei Primula farinosa nach, daß sich das Mangan-

*) Annalen der Chemie und Pharm. Band 108, Seite 203 u. f.

oxyduloxyd einzig und allein in den Wurzeln aufgehäuft findet und in die höheren Pflanzentheile gar nicht übergegangen war.*) Wollte man die Annahme machen, daß die in der Wurzel einmal ausgeschiedenen Stoffe wieder gelöst und, dadurch diffusibel geworden, in die höheren Theile hinauf diffundirten, so kommen wir dadurch auch um nichts weiter, weil sie dann ja auch der Diffusion nach außen wieder zugänglich geworden sind.

Was den zweiten Einwurf betrifft, daß nämlich die Membran der Wurzelzellen die Stoffe nach dem Innern der Pflanze hineindiffundiren, aber von innen nicht mehr nach außen zurückdiffundiren lasse, widerlegt sich sofort, wenn man sieht, daß die Pflanzen gelöste Stoffe, ihre Nahrungsstoffe, an destillirtes Wasser abgeben. Uebrigens wäre eine solche Annahme eine physikalische Ungereimheit, da die Zellenmembran, die keine gelöste Stoffe von innen nach außen diffundiren läßt, auch keine von außen nach innen durchlassen kann, und wenn sie gelösten Stoffen in der einen Richtung den Durchgang gestattet, sie es auch in der andern Richtung thut.

Die vollständige Ernährung der Bodenpflanzen, also auch unserer Culturpflanzen, setzt eine Nährstofflösung im Boden voraus, erstens weil sie nicht vegetiren können ohne Wasser, und zweitens weil bei Gegenwart von Wasser im Boden und in der Umgebung der Wurzeln dieses Wasser Nahrungsstoffe gelöst haben muß, wenn diese in die Pflanze höher hinauf diffundiren sollen. Eine solche Lösung fehlt indeß auch in keinem Boden, er müßte denn ganz steril sein; ich habe gezeigt, daß sogar bei vielen Untersuchungen eine zu Ernten hinreichende Menge gelöster Stoffe gefunden wurde. Je reicher die Bodenflüssigkeit ist, um so stärker ist die Ernährung, denn bei reichem Gehalte derselben kann die Pflanze nicht bloß Nahrungsstoffe aus der Bodenflüssigkeit aufnehmen, auch führen ihr dann die Luftwurzeln reichlich Stoffe zu. Concentration der Nahrungsflüssigkeit im Boden, des Bodenwassers, und Concentration der Zellflüssigkeit der hauptsächlich saftführenden Wege, das Cambiums mit den Wurzeln, muß gleich stark sein; ist die Concentration der Zellflüssigkeit höher, als die des Bodenwassers, so werden die gelösten Stoffe bis zur Ausgleichung der Concentration aus der Pflanze austreten;

*) So fand auch Weinhold in der Asche von Sedum telephium L. das Natron auf die Wurzeln beschränkt. Siehe diese Zeitschrift Heft 10. —
Anm. d. Red.

ist die Concentration außerhalb der Pflanze höher, als innerhalb derselben, so ist dies das günstigste Verhältniß, es können beständig Stoffe in die Pflanzen eintreten, wodurch der Stoffwechsel befördert wird, und die im Stoffwechsel consumirten beständig ersetzt werden, was ein schnelles Wachsthum und eine reiche Production organischer Stoffe zur Folge hat.

Es ist zwar behauptet worden, daß in der Bodenflüssigkeit keine Nahrungsstoffe gelöst seien, und die Pflanzen sie deshalb nicht aus einer Auflösung aufnehmen könnten. Nach v. Liebig's eigner Anschauung muß aber doch eine Nährstofflösung im Boden sein. Von Liebig sagt: „Das mit Kohlensäure vollständig gesättigte Wasser wird überall, wo es Körnchen von phosphorsaurem Kalk antrifft, dieses Salz auflösen; allein dieses Lösungsmittel kann nur bewirken, daß sich das phosphorsaure Salz in der Ackererde verbreitet, die Lösung kann ebenfalls den Ort, wo sie sich gebildet hat, nicht verlassen, ohne daß das aufgelöste Salz von Ackererde, welche nicht damit gesättigt ist, der Lösung entzogen wird." Löst nun das kohlensäurehaltige Wasser ein Körnchen phosphorsauren Kalk auf, so wird die Lösung sich „rings um jedes Körnchen nach allen Seiten in die Ackerkrume" verbreiten; „überall wo diese Lösung mit Ackerkrume zusammentrifft, welche nicht mit phosphorsauren Kalk gesättigt ist, wird die Erde von dem zugeführten phosphorsauren Kalke eine gewisse Menge binden, der damit gesättigte Theil wird der Verbreitung der Lösung in weiteren Kreisen kein Hinderniß in den Weg setzen." Denken wir uns, um uns strenge in diesem Gedankengange zu halten, ein Körnchen phosphorsauren Kalkes, welches eben in Auflösung begriffen ist, so wird zuerst im nächsten Umkreise des Körnchens der Boden sich sättigen, und die neu aufgelösten Kalkphosphatmengen müssen nun unangetastet über den schon gesättigten Umkreis hinweg diffundiren, um zu dem ungesättigten Theile hin und daselbst zur Absorption zu gelangen, auf diesem Wege diffundirt also eine Lösung phosphorsauren Kalkes, und weil sich nun in der nächsten Umgebung des sich auflösenden Körnchens ebensogut Wurzeln befinden, wie in dem nicht gesättigten Umkreise, und weil weiter das gelöste Kalkphosphat unbedingt aus der Lösung in die Pflanze hineindiffundiren muß, so haben wir eine Aufnahme des gelösten phosphorsauren Kalkes aus einer Lösung, und je weiter die Verbreitung des Kalkphosphats von dem Körnchen aus fortschritet, um so mehr kann von der Pflanze davon aufgenommen werden. Anfangs wird der gesättigte Umkreis des Körnchens klein sein und

der Pflanze wenig gelöster Stoffe geboten werden, je mehr der gesättigte Umkreis sich vergrößert, um so reichlicher ist natürlich auch die Aufnahme gelöster Stoffe. Wo Wurzeln sind, findet auch Aufnahme statt, und die Wurzeln verbreiten sich nach allen Seiten im Boden, und die Annahme, daß die Wurzeln gerade diejenigen Bezirke des Bodens fliehen sollen, wo sich bereits ein gesättigter Boden und aufgelöste Nahrungsstoffe finden, ist bis jetzt noch nicht gemacht worden. Ob die Menge der auf diese Weise der Pflanze zur Aufnahme gebotenen Stoffe zur Ernährung genügt, wissen wir nicht, übrigens hat es für uns auch kein Interesse, dieses zu wissen; nach meiner Ansicht bedarf es ja nur einer geringen Menge, um gute Ernten möglich zu machen. Wenn man früher behauptete, daß die Pflanzen Schaden nehmen und absterben würden, sobald ihnen die Nahrungsstoffe in einer Lösung geboten seien, so wird man diese Behauptung heute wohl nicht mehr aufrecht erhalten wollen, nachdem so viele Versuche gezeigt haben, daß man ganz normale Pflanzen in wässerigen Lösungen erziehen kann. Auch das Experiment wird leicht davon überzeugen. Man sättige einen mit einer Pflanze bestandenen Boden (Topfpflanze) indem man ihn einigemal in Zwischenzeit von 12—24 Stunden mit einer sehr verdünnten Lösung phosphorsauren Kali's übergießt, und zwar das Begießen so oft wiederholt, bis das ablaufende, durch den Boden gegangene Wasser Phosphorsäure und Kali enthält. Nun ist der Boden gesättigt, und das Uebergießen einer weiteren Portion der Lösung wird den Boden übersättigen. Hat man mit verdünnten Lösungen experimentirt, so nimmt die Pflanze gar keinen Schaden dabei, auch wenn man weitere Mengen Lösung zuführt. Nur zuweilen habe ich bemerkt, daß kurz nach dem Aufgießen, und besonders wenn die Lösung etwas concentrirt war, die Pflanzen welkten, eine Erscheinung, die aber nicht als krankhaft anzusehen ist. Uebergießt man den Boden mit Kalkphosphatlösung, so wird die Bodenlösung concentrirt; das phosphorsaure Kali mit seinem hohen endosmotischen Aequivalente entzieht der Pflanze viel Wasser, wodurch diese welkt, sich aber erholt, wenn Bodenflüssigkeit und Zellflüssigkeit sich wieder in's Gleichgewicht gesetzt haben, was sehr bald geschieht. Es sind das dieselben Erscheinungen, wie man sie auch bei Chlornatrium- und anderen Lösungen beobachtet.*)

*) Siehe mein Werk: „die Diffusion in ihren Beziehungen zur Pflanze." Seite 121 u. f.

Werfen wir einen Blick auf das in der vorstehenden und einer früheren an diesem Orte mitgetheilten (die Aufnahme der gelösten Nahrungsstoffe in die Pflanze — Heft 9) Abhandlung Gesagte zurück, so lassen sich die Hauptpunkte einer Theorie der Aufnahme der mineralischen Nahrungsstoffe in den folgenden kurzen Sätzen präcisiren.

1) Die Pflanze nimmt ihre anorganischen Nahrungsstoffe entweder aus einer Lösung, oder direct von den Bodentheilchen oder auf beiden Wegen zugleich.

2) Die alleinige Aufnahme aus einer Lösung kommt nur bei Pflanzen vor, welche im Wasser oder in einem von Wasser vollständig durchtränkten Boden vegetiren.

3) Die alleinige Aufnahme von den Bodentheilchen kann nur bei solchen Pflanzen stattfinden, deren Wurzeln oder aufnehmende Zellen nicht von einer wässrigen Lösung umgeben sind und ohne solche existiren können, wie bei den Flechten.

4) Die eigentlichen Bodenpflanzen, wozu unsere Culturpflanzen ebenfalls gehören, nehmen die anorganischen Nahrungsstoffe, sowohl aus Lösung, als auch direct von den Bodentheilchen auf.

5) Die Bodenpflanzen besitzen Wasserwurzeln, welche sich in den mit Wasser gefüllten Capillarräumen befinden, und Luftwurzeln, die in die wasserfreien Capillarräume eindringen und sich mit ihren Wurzellärchen zum Theil an die Wandung des Capillarraumes anlegen. Die ersteren dienen der Aufnahme aus der Lösung, die letzteren der directen Aufnahme von den Bodentheilchen.

6) Die Wasserwurzeln können die anorganischen Nahrungsstoffe nicht direct von den Bodentheilchen aufnehmen.

7) Eine Aufnahme der mineralischen Nahrungsstoffe bei unsern Bodenpflanzen, die ohne Gegenwart von Wasser im Boden nicht existiren können, durch die Bodenluftwurzeln kann der Pflanze nur dann von Vortheil sein, wenn die Wasserwurzeln sich in einer Lösung befinden, welche die von den Luftwurzeln aufgenommenen Nahrungsstoffe auch enthält. Ohne diese Bedingung wäre die Ernährung der Bodenpflanze nicht möglich oder doch höchst unvollkommen, da nur wenige oder gar keine Stoffe in die höheren Pflanzentheile hinein gelangen könnten.

8) Die Concentration der Bodenlösung und die Concentration der Zellflüssigkeit in den hauptsächlichsten Saft- oder Diffusionswegen (Wurzel und Cambium) muß in Bezug auf die gelösten Nahrungsstoffe gleich sein.

9) Jede Concentrationsdifferenzirung zwischen beiden Flüssigkeiten, mag sie in der Pflanze oder in der äußeren Nahrungsflüssigkeit eintreten, hat Diffusionsströmungen nach dem Orte der Störung zur Folge, die so lange andauern, bis die Concentrationsdifferenz ausgeglichen oder das gestörte Gleichgewicht wieder hergestellt ist.

10) Die vorzüglichsten Ursachen der Concentrationsdifferenzirung, die von der Pflanze oder von dem Zellwasser der Pflanze ausgeht, sind a) Consumtion der gelösten Stoffe im Stoffwechsel, wodurch gelöste Stoffe aus der Nahrungsflüssigkeit in die Pflanze eingeführt werden, und b) die Verdunstung des Wassers aus den Blättern, welche durch Concentrirung des Zelleninhaltes Wasser in die Pflanze aus der Nahrungsflüssigkeit eintreten macht.

11) Die vorzüglichsten Concentrationsdifferenzirungen mit ihrem Sitze in der Nahrungsflüssigkeit sind Concentrationszunahme derselben a) durch Auflösung neuer Mengen anorganischer Stoffe oder b) durch Fortführung des Wassers aus der Nahrungsflüssigkeit in Folge der Verdunstung des Wassers aus der Pflanze. Beide Vorgänge bedingen den Eintritt neuer Mengen gelöster Stoffe in die Pflanze.

12) Zur Concentrationsdifferenzirung und deren Ausgleichung trägt selbstredend auch die Aufnahme der Nahrungsstoffe direct von den Bodentheilchen vermittelst der Bodenluftwurzeln bei.

13) Die Ernährung der Bodenpflanzen ist abhängig von der Gegenwart einer Nährstofflösung in dem Boden; die Zuführung der Nahrungsstoffe aus der Bodenlösung wird unterstützt durch die Aufnahme der Nahrungsstoffe vermittelst der Bodenluftwurzeln direct von den Bodentheilen

14) Die letztere Zuführung kann bei trocknem Wetter und trocknem Boden von wesentlicher Bedeutung bei der Ernährung der Pflanze sein.

15) Jeder fruchtbare Boden enthält gelöste und ungelöste Nahrungsstoffe.

16) Die ungelösten Nahrungsstoffe sind assimilationsfähig, also wesentlich von den rohen in den unzersetzten mineralischen Bodenbestandtheilen vorkommenden Stoffen verschieden. Sie sind durch chemische Kräfte (und vielleicht auch physikalische) vom Boden absorbirt.

17) Die ungelösten Nahrungsstoffe werden von gewissen Agenzien, wozu besonders Kohlensäure, Humussäuren, und vielleicht auch Essig- und andere verwandte Säuren gehören, gelöst und in die Bodenflüssigkeit oder direct in die Pflanze übergeführt.

18) Die lösenden Agentien werden entweder aus den Pflanzenwurzeln ausgeschieden oder in dem Boden selbst gebildet.

19) Die von den Bodenluftwurzeln ausgeschiedenen lösenden Agentien bedingen die directe Zuführung der Nahrungsstoffe von den Bodentheilchen in die Pflanze.

20) Die von den Wasserwurzeln ausgeschiedenen treten in die Nährstofflösung des Bodens und vermitteln die Verflüssigung der ungelösten Nahrungsstoffe und deren Ueberführung in die Bodenlösung, von wo aus sie nach den Gesetzen der Diffusion in die Pflanze eintreten.

21) Jeder mit Vegetation bedeckte oder durch pflanzliche Düngstoffe gedüngte Boden besitzt so hinreichende Quellen lösender Agentien, daß ein Austreten der lösenden Agentien in die Bodenlösung ganz überflüssig ist, mit Bezug auf Kohlensäure und vielleicht auch auf andere Stoffe nicht einmal stattfinden kann. Das Austreten der Kohlensäure z. B. setzt voraus, daß das Bodenwasser ärmer an Kohlensäure ist als die Zellflüssigkeit; da dieses aber grade umgekehrt bei vegetationskräftigem und unserm gedüngten Ackerboden der Fall ist, so muß sogar noch Kohlensäure in die Pflanze hinein diffundiren.

22) Bei fruchtbarem Boden braucht auch selbst die Bodenluftwurzel keine lösenden Agentien auszuscheiden, da die Capillarräume, in welchen sie sich befinden, mehr oder weniger Kohlensäure enthalten, welche sich auf die Bodentheilchen niederlegt und lösend wirkt; in diesem Falle kann die Luftwurzel vermittelst des Wassers der Molecularinterstitien ihrer Zellenmembran die gelösten Stoffe direct von den Bodentheilchen aufnehmen.

23) Die Liebig'sche Theorie, wie sie von Liebig und Anderen ausgebildet wurde, ist in so weit falsch, als sie bei Gegenwart von Bodenwasser die Nahrungsstoffe direct von den Bodentheilchen aufnehmen läßt, oder, wie es nach unsern Ansichten lauten würde, in so weit, als sie die vom Boden absorbirten Nahrungsstoffe durch die Wasserwurzeln direct von den Bodentheilchen aufnehmen läßt, während dieselben in dem Bodenwasser nicht gelöst vorhanden sein sollen.

24) Die Versuche von Fraas und Zöller, von Wunder, die Drainwasseranalysen u. s. w. sind falsch interpretirt, und können deshalb nicht benutzt werden, um für die Liebig'sche Theorie etwas zu beweisen.

25) Die Liebigsche Theorie muß demnach dahin modificirt werden, daß im Boden eine Lösung aller den Pflanzen zu ihren Gedeihen nöthigen anorganischen Stoffe zugegen ist, und daß die Pflanze eigene Organe besitzt, um die assimilirbaren absorbirten Stoffe von dem Boden direct aufnehmen zu können, ohne daß diese Organe aus der Bodenlösung Stoffe aufzunehmen vermögen.

26) Schulz-Fleeth*) war der Erste, welcher die Unrichtigkeit der früheren Theorie von der Aufnahme der anorganischen Stoffe, die ich Verdunstungstheorie genannt habe, andeutete; von Liebig hat dieselbe bewiesen. Schulz-Fleeth deutete die Aufnahme der anorganischen Stoffe durch Diffusion an. Der Verfasser hat die Diffusionstheorie weiter entwickelt**), unserm großen Meister von Liebig kommt indeß das Verdienst zu, durch seine Idee von der directen Aufnahme den richtigen Weg zur Erklärung der Erscheinungen der Nahrungsstoff-Aufnahme bei den Bodenpflanzen und den Culturgewächsen gezeigt zu haben***).

Glehn, am 22. Juli 1862.

---

*) Poggendorff's Annalen der Chemie und Physik. Band 88: „Ueber die Aufnahme der unorganischen Salze in die Pflanze."

**) In meinem Werke: „die Diffusion in ihren Beziehungen zur Pflanze."

***) In seinen „Naturwissenschaftlichen Briefen über moderne Landwirthschaft."

Einwirkung von Ammoniaksalzen auf Boden

von

A. Weinhold,

Assistenten der Station Chemnitz.

I. Schwefelsaures Ammon.

Wegen der großen Wichtigkeit, welche die Zersetzungen löslicher Salze in Berührung mit dem Ackerboden für die Erklärung der Pflanzenernährung erlangt haben, sollte der Boden unserer Versuchsstation auf sein Verhalten, zunächst zu Ammonsalzen, untersucht werden. Einestheils wurden die in Lösung übergeführten Bestandtheile des Bodens in Betracht gezogen; anderntheils hatte ich die Möglichkeit der Auffindung einer Gesetzmäßigkeit in den Mengen des absorbirten Ammons im Auge, die durch die Arbeiten von Henneberg, Stohmann und Bödeker in Aussicht gestellt war und so äußerst wünschenswerth gewesen wäre, um Versuche mit verschiedenen Bodenarten unter einander vergleichen und aufeinander reduciren zu können: da es kaum thunlich ist, für alle Bodenarten dieselben Mengen von Salz, Boden und Wasser einzuhalten, weil die wasserhaltende Kraft mancher Boden so bedeutend ist, daß bei Anwendung kleiner Mengen Wasser kein zur Analyse genügendes Quantum Flüssigkeit von dem Boden abgehoben werden kann, bei anderen Bodenarten die Absorption so gering ist, daß bei Anwendung größerer Mengen von Lösung das absorbirte Quantum Ammoniak gegen das gelöst bleibende zu klein ist, um mit der nöthigen Genauigkeit bestimmt werden zu können. Bödeker's Untersuchungen haben nun für die Versuche von Henneberg und Stohmann allerdings eine Regelmäßigkeit nachgewiesen; doch darf dieselbe wohl nicht als ein Gesetz bezeichnet werden; denn erstens schließen sich die Versuche nur in engen Grenzen, zum Theil nur scheinbar an die aufgestellten Formeln an, anderntheils ergiebt sich das Gesetz bei näherer Prüfung als an sich selbst im höchsten Grade unwahrscheinlich.

Es sollen sich bei Anwendung gleicher Mengen von Erde und Wasser die Quantitäten des in der Lösung wirkenden Stoffes verhalten

wie die Quadrate ihrer Wirkungen, oder, wenn bei Anwendung von p Ammoniak die absorbirte Menge = a ist, so soll die bei Anwendung von $p' = np$ Ammoniak absorbirte Menge $a' = a\sqrt{n}$ werden. Für 100 Gramm Erde, 200 Cc. Flüssigkeit und 170 bis 3400 Milligrm. Ammoniak ist die Uebereinstimmung genügend; es ist für $p = 170$

$$a = 55.$$

Nun aber giebt die obige Formel für $n = \frac{a^2}{p^2}$ oder, was dasselbe ist, für $p' = \frac{a^2}{p}$

$$a' = np = p',$$

d. h. bei Anwendung von $p' = \frac{(55)^2}{170} = 17{,}8$ Milligrm. Ammoniak müßte dasselbe vollständig absorbirt werden.

Soweit Bödeker die Rechnung ausgeführt hat, deutet dieselbe darauf hin, daß gerade bei den geringen Gehalten der Lösung die berechneten Zahlen mit den beobachteten am besten harmoniren sollen und doch ist bekanntlich nie eine vollständige Absorption des Ammoniaks beobachtet worden. Daß für concentrirtere Lösungen das Gesetz sehr bald die Grenze seiner Richtigkeit erreicht, ist von Bödeker selbst hervorgehoben. Für den Fall, daß nicht nur die Ammoniakmenge, sondern auch das Volumen der angewandten Lösung wechselt, berechnet Bödeker das absorbirte Quantum in der Art, daß er von dem Absorptionsquantum, welches für die betreffende Ammoniakmenge gelten würde, wenn dieselbe in 200 Cc. Wasser gelöst wäre, für jede 100 Cc. mehr vorhandenen Wassers 10 Mgrm. abzieht. Diese Zahl haben Henneberg und Stohmann gefunden für die Löslichkeit des absorbirten Ammoniaks in Wasser, mit dem Bemerken, daß die Anziehung des Bodens gegen das einmal absorbirte Ammoniak intensiver ist, als die gegen das gelöste, trotzdem wird sie angewendet für gelöstes Ammoniak. Will man sich indeß an diese Zahl halten, so ergiebt sich, daß, wenn bei 200 Cc.

Lösung von	170	340	680	1700	3400	Mgrm. Ammoniak
absorbirt werden	55	77,8	110	173,9	245,9	

die Absorption für dieselben Ammoniakmengen bei 400 Cc. Lösung betragen muß

35	57,8	90	153,9	225,9

es sind also für 400 Cc. Lösung die absorbirten Mengen nicht den Wur-

zeln der angewendeten Quanten proportional, und sie würden es ebenso wenig sein für jeden andern constanten Abzugsfactor als 10 Milligr., somit widerspricht also das Gesetz sich selbst, denn wollte man auch annehmen, das Wurzelverhältniß gälte für das Ammoniak an sich, und es sei für jedes Volum Wasser eine constante Größe zu subtrahiren, so würden wieder für 200 Cc. die gefundenen Zahlen nicht die sein können, die sie sind, ja es würden in andern Fällen negative Werthe resultiren.

Wolf hat gefunden, daß gleiche Mengen Boden gleiche Quantitäten einer Basis absorbiren, wenn die übrigbleibenden Lösungen gleiche procentische Zusammensetzung haben, ein Satz, der, selbst ohne experimentell bewiesen zu sein, kaum bezweifelt werden könnte, sobald man annimmt, daß die Absorption das Resultat der Anziehung des Bodens und des Wassers gegen die betreffende Basis ist, und daß dieselbe ihr Ende erreicht, wenn diese beiden Anziehungen in's Gleichgewicht getreten sind. Wenn es nun versucht werden sollte, für andere Verhältnisse die Bedingungen dieses Gleichgewichtes zu finden, so durften nicht die überhaupt angewendeten Mengen Ammoniak mit den absorbirten verglichen werden, sondern die am Ende existirenden Gehalte des Bodens und der Flüssigkeit. Es wurden zunächst drei Reihen Versuche mit dem analysirten Boden des Versuchsfeldes (s. diese Zeitschrift Heft 11) gemacht und bei einer das Verhältniß von Salz variirt gegen ein gleichbleibendes Verhältniß von Boden und Flüssigkeit (A), bei der zweiten wechselte das Verhältniß der Flüssigkeit gegen gleiche Mengen von Salz und Boden (B) und bei der dritten endlich wurde das Verhältniß des Bodens gegen eine Lösung von gleichem Procentgehalte verändert (C). Der Boden enthielt bei seiner Verwendung 3,93 % Wasser.

Versuch.	Angewendet.									
	Litre Flüssigkeit.	Kilogr. Boden.	Schwefels. Ammon.	Schwefelsäure.	Ammoniak.	Absorb. Ammoniak.	Schwefelsäure nach der Einwirkung.	Verhältniß des abs. Ammons zum gelösten.	Ammongehalt auf 1 Kilogr. Boden.	Verhältniß des Gehaltes des Bodens zu dem von 1 Liter Flüssigkeit.
A 1	0,25	0,1	1,000	0,606	0,258	0,088	0,604	1 : 1,93	0,88	1 : 0,77
2	0,25	0,1	0,900	0,545	0,232	0,088	0,545	1 : 1,64	0,88	1 : 0,66
3	0,25	0,1	0,800	0,485	0,206	0,079	0,489	1 : 1,61	0,79	1 : 0,64
4	0,25	0,1	0,700	0,424	0,180	0,071	0,424	1 : 1,53	0,71	1 : 0,61
5	0,25	0,1	0,600	0,364	0,155	0,072	0,367	1 : 1,15	0,72	1 : 0,46
6	0,25	0,1	0,500	0,303	0,129	0,058	0,295	1 : 1,23	0,58	1 : 0,49
7	0,25	0,1	0,400	0,242	0,103	0,051	0,247	1 : 1,02	0,51	1 : 0,41
8	0,25	0,1	0,300	0,182	0,077	0,039	0,187	1 : 0,98	0,39	1 : 0,39
9	0,25	0,1	0,200	0,121	0,052	0,030	0,129	1 : 0,73	0,30	1 : 0,29
10	0,25	0,1	0,100	0,061	0,026	0,012	0,069	1 : 1,17	0,12	1 : 0,47
B 1	0,6	0,1	0,500		0,129	0,049		1 : 1,63	0,49	1 : 0,16
2	0,7	0,1	0,500		0,129	0,041		1 : 2,15	0,41	1 : 0,15
3	0,8	0,1	0,500		0,129	0,044		1 : 1,93	0,44	1 : 0,15
4	0,9	0,1	0,500		0,129	0,042		1 : 2,08	0,42	1 : 0,19
5	1,0	0,1	0,500		0,129	0,038		1 : 2,39	0,38	1 : 0,24
C 1	0,75	0,5	0,991		0,255	0,158		1 : 0,61	0,32	1 : 0,41
2	0,75	0,4	0,991		0,255	0,137		1 : 0,86	0,53	1 : 0,44
3	0,75	0,3	0,991		0,255	0,123		1 : 1,07	0,37	1 : 0,43
4	0,75	0,2	0,991		0,255	0,114		1 : 1,24	0,23	1 : 0,33
5	0,75	0,1	0,991		0,255	0,065		1 : 2,92	0,65	1 : 0,39

Selbstverständlich beziehen sich die in Columne V und VI für Schwefelsäure und Ammoniak angegebenen Zahlen auf die in dem angewendeten schwefelsauren Ammon enthaltenen Mengen beider Bestandtheile. Wo nicht die Columnentitel etwas Anderes angeben, verstehen sich die Zahlen als Gramme. Wenn nun das Gesetz, nach dem die Absorption erfolgt, denn ein solches muß schließlich doch existiren, nicht zu compliciert wäre, so hätte es müssen zu Tage treten durch Vergleichung der siebenten und neunten Columne, oder noch einfacher durch Vergleichung der zehnten und elften. Daß die Zahlen der einen Reihe in keiner Weise als Functionen der Anderen zu erkennen waren, hätte nun noch daran liegen können, daß die Ungleichmäßigkeit des Bodens zu große Abweichungen verursacht, wie dies bei den Versuchen A 5, B 2 und B 4 allerdings entschieden der Fall ist. Deshalb wurde von dem Boden eine große Quantität nochmals so sorgfältig, als es nur immer möglich war, gemischt und damit noch eine Anzahl Versuche angestellt, und zwar jeder mehr als ein Mal.

Versuch		Angewendet: Lit. Flüssigkeit	Angewendet: Kilogr. Boden	Angewendet: Schwefelsaur. Ammon.	Angewendet: Schwefelsäure	Angewendet: Ammoniak	Fl. enthält nach der Einwirkung: Schwefelsäure	Fl. enthält nach der Einwirkung: Ammoniak	Fl. enthält nach der Einwirkung: Kalk	Fl. enthält nach der Einwirkung: Natron	Fl. enthält nach der Einwirkung: Kali	Fl. enthält nach der Einwirkung: Magnesia	SO^3 erfordert O	Basenenthalt. O	Absorbirt NH^3	Verh. des absorb. Ammons zum gelösten	Ammongehalt des Bodens auf 1 Kilogramm	Verh. d. Gehaltes des Bodens zu dem von 1 Lit. Flüssigk.
D a	1	1,0	0,3	0,500	0,303	0,129	0,333	0,058	0,012	0,021	0,110	0,049	0,065	0,086	0,071	1 : 0,82	0,24	1 : 0,25
	2						0,329	0,056							0,073	1 : 0,77	0,24	1 : 0,23
	3						0,319	0,058							0,071	1 : 0,82	0,24	1 : 0,25
D b	4	1,5	0,4	0,750	0,455	0,193	0,507	—	—	—	0,153	0,052	—	—	—	—	—	—
	5						0,507	0,091							0,102	1 : 0,89	0,25	1 : 0,24
	6						0,512	0,091							0,102	1 : 0,89	0,25	1 : 0,24
D c	7	1,5	0,2	0,750	0,455	0,193	0,489	0,120	0,011	0,034	0,105	0,030	0,098	0,108	0,073	1 : 1,64	0,37	1 : 0,22
	8						0,488	0,120							0,073	1 : 1,64	0,37	1 : 0,22
	9						0,489	0,115							0,078	1 : 1,47	0,39	1 : 0,20
D d	10	2,0	0,4	2,000	1,212	0,515	1,265	0,320	0,022	0,113	0,274	0,058	0,254	0,286	0,195	1 : 1,64	0,49	1 : 0,33
	11						1,267	—							—	—	—	—
	12						1,274	0,323							0,192	1 : 1,68	0,48	1 : 0,34

Auch diese Versuchsreihe läßt keine Gesetzmäßigkeit erkennen, wenn man nicht etwa in den für die Versuche a und b gefundenen Verhältnißzahlen eine Bestätigung des Wolf'schen Satzes erblicken will, deren er einestheils wohl kaum noch bedarf, während anderntheils die hier zu Ende resultirenden Zahlen nicht genau gleich und die angewandten Mengen von Salz und Flüssigkeit im Verhältniß zum Boden nicht gar zu bedeutend abweichen, so daß man die Uebereinstimmung auch für eine zufällige halten kann. —

Betrachtet man die Zahlen dieser Tabelle, so findet sich zunächst, daß die Menge der Schwefelsäure in der Flüssigkeit zugenommen hat, wie dies schon bei den meisten Versuchen der Reihe A zu erkennen war. Trotzdem übersteigt die Gesammtmasse der in Lösung befindlichen Basen noch das Aequivalent dieser Säure. Die Lösung enthielt eine Quantität der Basen als Chlormetalle, doch wurde das Chlor nicht bestimmt. Außer den bisher genannten Stoffen enthielten die Lösungen nur organische Substanzen und eine ganz geringe Spur von Eisen, Phosphorsäure war darin nicht nachzuweisen, obschon beträchtliche Mengen zu diesem Zwecke eingedampft wurden. Die Reaction aller Lösungen war durchaus neutral. Die an die Stelle des absorbirten Ammoniaks getretenen Basen sind immer von je 3 gleichen Versuchen zusammen bestimmt worden, da die Mengen sonst gar zu gering gewesen wären, um einigermaßen zuverlässige Resultate zu erhalten. Man ersieht schon aus der Tabelle, daß das Verhältniß von Kali, Natron, Kalk und Magnesia in den verschiedenen Versuchen wesentlich abweicht, es ist, wenn man den Kalk als Einheit nimmt:

bei	a	0,11 :	0,19 :	1 :	0,45
	b			1 :	0,34
	c	0,10 :	0,33 :	1 :	0,29
	d	0,08 :	0,41 :	1 :	0,21

und so kann es denn nicht Wunder nehmen, daß das Gesetz der Absorption nicht aufzufinden ist, da dasselbe nicht nur durch die Anziehung des Wassers und des Bodens gegen das Ammoniak bedingt ist, sondern durch das Zusammenwirken aller der beiderseitigen Anziehungen gegen die sämmtlichen in Action tretenden Substanzen, so daß es wohl ein äußerst complicirtes sein muß.

Wollte man dem Gesetze noch weiter nachspüren, so könnte vielleicht nur der Weg noch allenfalls zulässig erscheinen, daß man reine Mine-

ralien von einer ganz bestimmten, möglichst einfachen Zusammensetzung in Untersuchung nähme, bei denen nur eine einzige Basis gegen die der Lösung ausgetauscht werden könnte.

Behufs der Analyse waren von den Flüssigkeiten der Reihe D abgehoben worden:

von a	700	Cc.
von b	1000	„
von c	1000	„
von d	1500	„

Diese Flüssigkeitsmengen wurden nun durch gleiche Volumina Wasser ersetzt, und nachdem dieselben längere Zeit unter öfterm Umschütteln eingewirkt hatten, wurden die Lösungen wiederum untersucht, um die relative Löslichkeit des absorbirten Ammoniaks zu bestimmen. Diese Löslichkeit kann nur eine relative genannt werden, da nicht anzunehmen ist, daß sich das Ammoniak als die Verbindung auflöse, in der es im Boden absorbirt enthalten ist, sondern es wahrscheinlich ist, daß in Folge des durch Vertauschung eines Theiles der Lösung gegen Wasser gestörten Gleichgewichtes der gesammten Anziehungen ein complicirter Hin- und Her-, respective Rückumsatz der einzelnen Stoffe erfolgt, und selbst wenn man dies nicht voraussetzen wollte, das gelöste Ammoniak nicht durch das zugesetzte reine Wasser, sondern durch die entstehende verdünntere Lösung zahlreicher Stoffe aufgenommen wird. Um aber nur einigermaßen vergleichbar zu sein, wurde diese relative Löslichkeit so aufgeführt, wie es anderweit schon geschehen ist, derart nämlich, daß angegeben wird, wieviel Theile des zugesetzten reinen Wassers auf 1 Theil des gelösten Ammoniaks kommen. Um nicht unnöthig große Zahlen zu erhalten, deren hintere Stellen doch keine Bedeutung hätten, sind die letzten drei Stellen derselben weggelassen, so daß sie auch angesehen werden können als die Cubikcentimeter zugesetzten Wassers, die einem Milligramm gelösten Ammoniaks entsprechen.

Versuch.		Angewendet Kilogr. Boden.	Angewendet Liter Flüssigkeit.	Boden enthält vor der Einwirkung Ammoniak.	Flüssigkeit enthält vor der Einwirkung NH^3	CaO	MgO	KO	NaO	SO^3	Flüssigkeit enthält nach der Einwirkung NH^3	CaO	MgO	KO	NaO	SO^3	Sonach Ammoniak wieder gelöst.	Relative Löslichkeit	Uebrigbleibender Geh. von 1 Kilogr. Boden an NH^3.
Ea	1	0,3	1,0	0,071	0,017	0,033	0,015	0,004	0,006	0,098	0,025	0,040	0,013	0,003	0,011	—	0,008	88	0,21
	2			0,073	0,017						0,023						0,006	117	0,22
	3			0,071	0,017						0,026						0,009	78	0,21
Eb	4	0,4	1,5	—	—	0,051	0,017	—	—	0,170	0,040	—	—	—	—	—	—	—	—
	5			0,102	0,030						0,040						0,010	100	0,23
	6			0,102	0,030						0,036						0,006	166	0,24
Ec	7	0,2	1,5	0,073	0,040	0,035	0,010	0,004	0,011	0,163	0,049	0,035	0,015	0,010	0,014	0,176	0,009	111	0,32
	8			0,073	0,040						0,048						0,008	125	0,33
	9			0,078	0,038						0,046						0,008	125	0,35
Ed	10	0,4	2,0	0,195	0,080	0,069	0,014	0,006	0,028	0,317	0,099	0,056	0,024	0,009	0,014	0,355	0,019	79	0,44
	11			—	—						0,100						—	—	—
	12			0,192	0,080						0,096						0,015	88	0,14

Hiernach giebt unser Boden an reines Wasser viel weniger von dem Ammoniak, welches er absorbirt enthält, ab, als z. B. der von Henneberg und Stohmann untersuchte des Weender Versuchsgartens (wie er auch mehr Ammoniak als dieser absorbirt). Während der Weender Boden an 100 Cc. Wasser 10 Mgrm. von dem absorbirten Ammoniak abgiebt, nimmt dieselbe Wassermenge aus unserem Boden durchschnittlich etwa 1 Milligramm auf. Die neben dem Ammoniak in Lösung befindlichen Basen haben ihr gegenseitiges Mengenverhältniß geändert, so daß die oben gemachte Annahme eines allgemeinen Umsatzes dadurch gerechtfertigt erscheint. Um dieselbe noch weiter zu prüfen, wurden von den Flüssigkeiten der Reihe E wieder bei a je 700, bei b und c je 1000 Cc. abgehoben, aber nur bei den Versuchen a 2, a 3, b 5, b 6, c 8 und c 9 durch reines Wasser ersetzt, dagegen

bei a 1	durch	700	Cc.	Lösung,	enthaltend	1,055	CaO, SO^3
„ b 4	„	1000	„	„	„	1,477	„ „
„ c 7	„	1000	„	„	„	1,477	„ „

Da auf diese Weise die Menge des in Lösung vorhandenen Kalkes auf ein Vielfaches von derjenigen gebracht war, welche die Flüssigkeit in den vorhergehenden Versuchen aufgenommen hatte, so war zu erwarten, daß sie damit verhältnißmäßig mehr gesättigt sei, als der Boden, und daß deshalb ein Theil des gelösten Kalkes vom Boden absorbirt und gegen Ammon umgetauscht werden werde. Es stellte sich nun in der That heraus, daß bei

	a 1	0,020
„	b 4	0,038
„	c 7	0,027

Ammoniak wieder gelöst worden waren, während bei den Versuchen ohne Gypszusatz die Zunahme des Ammoniaks in der Lösung nicht mehr durch die Analyse nachgewiesen werden konnte.

2. Aetzammoniak.

Es wurden einige Versuche mit Aetzammoniak angestellt; doch zeigen die Parallelversuche unter einander beträchtliche Abweichungen, wie auch Henneberg und Stohmann für freies Ammoniak trotz aller Vorsichtsmaßregeln keine constanten Zahlen erhalten konnten. Die Flüssigkeiten waren stark braun gefärbt und konnten durch wochenlanges Stehen nicht geklärt werden, es wurde deshalb nur das Ammoniak in denselben bestimmt.

Angewendet			Nach der Einwirkung noch gelöst NH^3.	Absorbirt NH^3.	Absorbirt NH^3 auf 1 Kilogrm. Boden.
Kilogramm Boden.	Liter Flüssigkeit.	NH^3.			
0,150	0,40	0,160	0,062	0,098	0,65
0,150	0,40	0,160	0,044	0,116	0,77
0,150	0,40	0,160	0,045	0,115	0,77
0,150	0,40	0,425	0,193	0,232	1,55
0,150	0,40	0,425	0,195	0,230	1,53
0,150	0,40	0,425	0,215	0,210	1,40
0,150	0,40	0,425	0,223	0,202	1,35
0,075	0,35	0,372	0,233	0,139	1,85
0,075	0,35	0,372	0,235	0,137	1,83

Auch für freies Ammoniak zeigt sonach unser Boden ein recht bedeutendes Absorptionsvermögen. Die mit Ammoniak imprägnirte Erde zeigte noch nach dem Eintrocknen, das zuerst bei gewöhnlicher Temperatur, zuletzt bei circa 50° geschah, einen nicht unbeträchtlichen Ammoniakgehalt. Salpetersäure in der trocknen Erde nachzuweisen, gelang nicht.

Die Versuche bestätigen die drei schon mehrfach gefundenen Sätze:

„a) bei gleichen Mengen Flüssigkeit und Boden wächst mit zunehmendem Gehalte der Lösung die Absorption, aber letztere in schwächerem Verhältniß als erstere;"

„b) bei gleichen Mengen Salz und Boden nimmt die Absorption ab in geringerem Verhältniß, als das Volumen der Lösung steigt;"

„c) bei gleichen Mengen von Salz und Flüssigkeit wächst die Absorption mit der Menge des Bodens, aber ebenfalls in geringerem Verhältniß als diese;"

lassen aber nirgends die Art dieses Verhältnisses erkennen.

Ueber das Chlor als specifischen Nährstoff der Buchweizenpflanze

von

Friedrich Nobbe und Theodor Siegert.

I.

Die empirische Thatsache, daß verschiedene Sorten käuflichen Abraumsalzes sehr ungleiche, bisweilen entgegengesetzte Wirkungen auf die Vegetation der Culturpflanzen zu äußern pflegen und daß diese Erscheinungen mit dem sehr wechselnden Gehalte jenes Salzes an Chlorkalium, Chlornatrium, Chlormagnesium und Chlorcalcium offenbar im Zusammenhange stehen, ist der Ausgangspunkt unserer nachfolgenden Untersuchung gewesen.

Es können diese Wirkungen entweder specifische Wirkungen der unmittelbar in die Pflanze eingedrungenen Chlorverbindungen sein, oder dieselben können ihre Begründung finden in den Zersetzungen, Umbildungen oder Lösungen, welche die Chloride im Ackerboden hervorrufen.

Für die Erörterung des ersteren Gesichtspunktes, welche wir uns vorgesetzt, erschien es angemessen, die Wirkung der einzelnen in wechselnder Menge zugeführten Chloride auf die Entwickelung irgend einer Pflanzenspecies zu studiren. Zu diesem Zwecke bot sich die Zucht dieser Pflanzen in wässrigen Nährstofflösungen und eine planmäßige Vergleichung ihres Entwicklungsganges sowohl unter einander, als mit dem Entwicklungsgange von Pflanzen derselben Art, welche gleichzeitig im festen Boden des freien Feldes nach gewöhnlicher Culturmethode gezogen wurden, als der geeignetste Weg dar.

Wiewohl es noch Gegenstand der Controverse ist, ob die Ernährung der Landpflanzen nach der vielbesprochenen Culturmethode in flüssigen Medien als eine normale aufzufassen sei, so kann diese Controverse sich füglich nur auf das Verhältniß des Wurzel-Epiblema zu den von außen gebotenen Nährstoffen beziehen; denn daß manche Gattungen von Landpflanzen in wässrigen Nährstofflösungen aus den (wie auch immerhin aufgenommenen) Nährstoffen ihre organologischen Gebilde normal zu gestalten vermögen, ist nach den von uns und Anderen gewonnenen Erfahrungen für uns nicht zweifelhaft.

Wenn wir bei im Werden begriffenen Culturmethoden mit landwirthschaftlichen Gewächsen experimentiren, welche durch die Pflege von Jahrhunderten zu einer enormen Höhe der Massenproduction künstlich gesteigert sind, müssen wir allerdings darauf Verzicht leisten, concurrenzfähige Individuen zu erzielen. Trotzdem wird eine in Lösungen erzeugte Pflanze jedenfalls dann als physiologisches Versuchsobject verwerthbar sein, wenn sie die Lebensprocesse der Zellenbildung, der Assimilation und Secretion, kurz ihre Metamorphose in der Art vollzieht, daß die morphologische Gestalt aller ihrer Organe von dem typischen Character der Pflanzen sui generis nicht erheblicher abweicht, als etwa bei Individuen derselben Culturspecies, welche auf uncultivirtem Boden sich selbst überlassen vegetiren.

Der gegebene Zweck legte es nahe, die Versuchspflanzen unter Zufuhr solcher Nährstoffe, überhaupt unter solchen Umständen zu cultiviren, welche sich bereits für mehrere Pflanzen als günstig bewährt haben, und hierbei in einer Versuchsreihe das Chlor auszuschließen, in den übrigen Reihen den Zusatz von Chloriden nach Art und Menge zu variiren.

W. Knop hat, auf Grund seiner Erfahrungen an Mais, Gerste, Hafer und anderen Pflanzen, ein Salzgemisch vorgeschlagen als muthmaßlich geeignet, Pflanzen der genannten Gattungen in flüssigen Medien zur Samenreife zu fördern. Eine Lösung dieses Salzgemisches, welches keine Chlorverbindung einschließt, schien um so geeigneter, bei einem Versuche über die physiologische Bedeutung des Chlors als Normallösung zu Grunde gelegt zu werden, als für diesen Versuch (aus andern Gründen) die Buchweizenpflanze gewählt war, in deren Samen das genannte Element nur ein geringer constitutiver Factor ist.

Das bezeichnete Nährstoffgemisch hat folgende Zusammensetzung:

1 Aeq. schwefelsaure Magnesia,
4 = salpetersaurer Kalk,
4 = salpetersaures Kali,
x phosphorsaures Kali,
y phosphorsaures Eisenoxyd.

Diese chlorfreie Normallösung wurde von uns in den Versuchsreihen I. und VIII. angewandt und in den übrigen Versuchsreihen folgendermaßen modificirt:

In der Versuchsreihe:		wurde ersetzt:		durch:
II.	1 Aeq.	schwefelsaure Magnesia,	1 Aeq.	Chlormagnesium.
III.	2 =	salpetersaurer Kalk,	2 =	Chlorcalcium.
IV.	2 =	salpetersaures Kali,	2 =	Chlorkalium.
V.	2 =	salpetersaures Kali,	2 =	Chlornatrium.
VI.	4 =	salpetersaurer Kalk,	4 =	Cylorcalcium.
VII.	4 =	salpetersaures Kali,	4 =	Chlorkalium.

Jede dieser Lösungen erhielt pro Litre einen Zusatz von 0,033 Grm. Eisenphosphat im aufgeschlämmten Zustande und von Zeit zu Zeit kleine Mengen einer Lösung von

phosphorsaurem Kali (KO, PO_5)

im Gesammtbetrage von 0,133 Grm. p. L.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß sämmtliche angewandte Substanzen, wo es im Plane lag, das Chlor oder die Schwefelsäure auszuschließen, auf ihre Reinheit von diesen Stoffen geprüft worden sind.

Von den zum Behuf des Keimens in einer Porzellanschale mit destillirtem, sehr schwach Salzsäure haltigen Wasser besprengten Buchweizensamen wurden je zwei bis drei, nachdem die Radicula sichtbar geworden, auf Gaze, welche über der centralen Durchbohrung von Korkscheiben aufgesiegelt war, so gelegt, daß die Spitze nach unten durch die Gaze-Maschen hindurch bis nahe an den Wasserspiegel eines Opodeldocgläschens reichte, auf dem das Korkscheibchen ruhte. Uebergestürzte Glasglocken dienten, die Atmosphäre feucht zu erhalten. Nachdem die Radicula eine Länge von 3 bis 6 Cm. erreicht hatte, wurden die Keimpflänzchen in Korkklammern gespannt, welche in der Art hergestellt waren, daß kleine dünne Korkscheibchen in der Mitte durchbohrt und durch einen Verticalschnitt halbirt waren. Beide Hälften wurden an einen etwa 8-förmig gebogenen Messingdraht so gesteckt, daß sie federnd verbunden waren.*)

Die Lösung der verschiedenen Versuchsreihen, in welche sodann zunächst die Pflänzchen gestellt wurden (28. Mai), befanden sich in

*) Diese Klammern bieten den Vortheil, mit Hülfe von etwas Baumwolle die Pflanzen einestheils fest zu umschließen, ohne späterhin durch Druck zu schaden oder einen bedeutenderen Theil des Stengels dem Licht und der Luft zu entziehen, anderntheils aber das Herauslösen der Pflanze sehr einfach zu gestatten.

100 Cc. fassenden Opodeldocgläsern und enthielten in 1000 Cc. Flüssigkeit 1 Grm. Salzgemisch, Nach 7 Tagen (den 4. Juni) wurden die Opodeldocgläser mit Cylindern von 1 L. Mächtigkeit, deren jeder drei Pflanzen erhielt, und die Lösung von 1 p. M. mit einer solchen von 2 p. M. vertauscht. Nach wiederum 14 Tagen wurden auch diese Cylinder durch solche von 3 L. Rauminhalt ersetzt, und die Concentration der Lösungen jetzt auf 3 p. M. erhöht.

Letztgenannte Lösungen wurden nun während der ganzen ferneren Vegetation der Versuchspflanzen nicht erneut, ihre Acidität aber, da diese ein Bedingniß der Vegetation zu sein scheint, häufig geprüft und sobald dieselbe zu verschwinden schien, durch Zusatz von phosphorsaurem Kali eine sehr schwach aber ausgesprochen saure Beschaffenheit wieder hergestellt. Eine alkalische Reaction der Lösung ist während der Vegetation niemals eingetreten, ebenso wenig eine Chlorose der Pflanzen, wie denn auch das phosphorsaure Eisenoxyd bis zur Ernte hin seine gelblichweiße Farbe bewahrt und der Erneuerung nicht bedurft hat.

Für jede Versuchsreihe wurden, um etwaige Individualitäten auszugleichen, sechs Pflanzen, also zwei Cylinder, bestimmt, für die Versuchsreihe I. aber 12 Pflanzen (4 Cylinder).

Die Cylinder waren von Papphülsen, welche zurückgeschlagen werden konnten, umschlossen und mit Pappscheiben bedeckt, in deren Durchbohrungen die oben erwähnten Korkklammern, welche die Pflänzchen trugen, sowie in der Mitte der Scheibe ein durchbohrter Kork für den Befestigungsstab der Pflanzen eingefügt wurden. Ein fünftes Loch in den Pappscheiben war zur Aufnahme des Thermometers und für den Wassernachguß bestimmt.

Außer den obenerwähnten Beobachtungen der Acidität wurden bei den periodisch vorgenommenen Revisionen der Pflanzen die Wasserverdunstung, die Länge des Stengels, die Länge der Wurzel (so lange dies ohne Beschädigung derselben geschehen konnte) gemessen, die Zahl der Internodien und der Zweige, der Eintritt der Blüthe, die Zahl der Blüthentrauben und überhaupt der Entwicklungsgang jeder der 54 und später 60 Pflanzen im Einzelnen beobachtet.

Auf Grund des Versuchsprotokolls fassen wir die wichtigeren Beobachtungen über den allgemeinen Vegetationsverlauf nachstehend in der Kürze zusammen.

In die Dreipromillelösung der Dreilitrecylinder versetzt, trieben die Pflanzen Neben- und Adventivwurzeln in Menge, und zeigten zumeist eine solche Lebhaftigkeit der Vegetation und Production, daß sie die im Versuchsgarten am 26. Mai ausgesäeten Controlpflanzen bis zur Blüthenzeit hin (gegen Mitte Juli) ganz entschieden übertrafen.

Die 6 Pflanzen der Versuchsreihe II. aber (Cylinder II. A. und B.), welche anstatt eines Aeq. $MgO\ SO_3$ ein Aeq. $MgCl$ erhalten hatten, blieben sämmtlich von vorn herein auffällig hinter den übrigen zurück. Da die Lösungen, in welchen dieselben vegetirten, sich nicht blos durch den Gehalt an Chlormagnesium, sondern auch durch den Mangel an Schwefelsäure von den übrigen Lösungen unterschieden, so erschien ein Parallelversuch mit Ausschluß von Chlormagnesium und Schwefelsäure angezeigt, und es wurden von den stets in destillirtem Wasser berei gehaltenen Reservekeimpflanzen sechs gesunde Individuen am 3. Juli in einpromillige und am 10. Juli in dreipromillige Lösungen versetzt (Cylinder IX. A. und B.), welche sich von der Lösung in den Cylindern II. nur dadurch unterschieden, daß die schwefelsaure Magnesia, anstatt durch Chlormagnesium, durch salpetersaure Magnesia vertreten wurde.

So wenig wie das flüssige Medium, in welchem die Wurzeln unserer Pflanzen sich verbreiteten, bis zur Blüthenzeit hin pathologische Unterschiede hervorrief, ebensowenig zeigten die Pflanzen der einzelnen Versuchsreihen unter einander Differenzen als Wirkung der verschiedenen Nährstofflösungen. Mit dem Eintritt der Blüthenbildung aber traten allerdings Unterschiede der letzteren Art deutlich und immer intensiver hervor. Diese Differenzen zeigten sich nicht so sehr in der gestörten Massenproduction, als vielmehr in der Unfähigkeit der Pflanzen, den Fruchtbildungsproceß zu vollziehen. Da nun aber der Fruchtbildungsproceß der Pflanze das sicherste Kriterium einer gesunden Entwickelung abgeben dürfte, jedenfalls sicherer, als die absolute Production organischer Masse, indem die ganze Vegetation auf diesen Proceß, durch den die Metamorphose der Pflanze ihren bedeutsam characterisirenden Abschluß findet, hindrängt, so erblicken wir in dem Verhalten unserer Pflanzen nach dieser Richtung hin in erster Reihe eine specifische Einwirkung der verschiedenen Nährstoffgemische. Wie sich die zugesetzten Salze im Einzelnen in dieser Beziehung verhalten haben, ergiebt sich deutlich aus der weiter unten aufgestellten Uebersicht des Verlaufs der Floration.

Die Wurzeln unserer Pflanzen waren im Allgemeinen langgestreckt, in vierzeiliger Anordnung sehr dicht verzweigt und lang behaart. Adventivwurzeln brachen (mit Ausschluß der Versuchsreihen II. A. und B., welche fast keine solchen aufzuweisen hatten,) in aufsteigender Ordnung an den hypokotylen Stengelgliedern aller Pflanzen in der feuchten Atmosphäre über dem Wasserspiegel mehr oder minder reichlich hervor. Die Zahl der Adventivwurzeln war größer, als an Landpflanzen von gleichem Ausbildungsgrade; doch ist bei letzteren in der Regel die Hauptachse der Wurzel stärker entwickelt. Bisweilen entsprangen Adventivwurzeln oberhalb des Pappdeckels, seltener oberhalb der Kotyledonen, an einer Pflanze sogar oberhalb des ersten Laubblattes.

Hervorragend durch Zahl und Stärke der Adventivwurzeln waren anfangs folgende Pflanzen:

III. A. 3, III. B. 2, IV. A. 1 und 3, IV. B. 1, VI. A. 1 und 3, VI. B. 1, 2 und 3, VII. B. 1 und 2,

doch haben in keinem Cylinder die Wurzeln der drei Pflanzen den Raum des Gefäßes ausgefüllt. Später entwickelten auch andere Pflanzen, unter ihnen VII. A., ein vorzugsweise starkes Adventivwurzelsystem, während an manchen Pflanzen ein Theil der oberen Adventivwurzeln, nachdem dieselben eine gewisse Länge erreicht hatten, von der Spitze her verdorrten. Diese Erscheinung trat jedesmal dann ein, wenn die Adventivwurzeln bei einer gewissen Länge den Wasserspiegel nicht berührten. Abgesehen von äußeren Umständen, welche hierfür bisweilen mitwirken, z. B. dem zufälligen Insertions-Abstande der Adventivwurzeln vom Wasserspiegel, ist dieses Vertrocknen aus mangelndem Streckungsvermögen in der Regel schon ein gewisses Schwächezeichen des betreffenden Pflanzenindividuums, insofern die Adventivwurzeln, bevor sie das Nahrungsmedium erreichen, gleichsam als Keimlinge auf die Mutterpflanze bezüglich ihres Mineralstoffsbedarfs angewiesen sind. Da nun wiederum auf der Function der Adventivwurzeln zu einem wesentlichen Theile die Ernährung der Buchweizenpflanze beruht, deren Hauptwurzelachse nicht selten eine geringe Längenstreckung und mangelhafte Verzweigung erlangt, so ist es klar, daß durch das Absterben eines Theils dieser Ernährungsorgane die freudige Entwickelung der Pflanze beeinträchtigt werden muß.

An den Kotyledonen trat die bemerkenswerthe Erscheinung hervor, daß dieselben nach der Blüthe und sogar bei der Ernte mehrfach noch vollkommen frisch, dunkelgrün und kräftig waren; in zwei Fällen

(Pflanze: V. A. 1 und VIII. A. 2), wo der Haupttrieb des Stengels litt und aus beiden Kotyledonenachseln Seitentriebe hervorgebrochen waren, zeigten sich die Kotyledonen bei der Ernte ganz außerordentlich vergrößert, vollkommen frisch und lederartig.

Die Blätter waren herzpfeilförmig, zugespitzt, um $\frac{3}{5}$ divergirend; die unteren lang, die oberen kürzer gestielt, die Hochblätter sitzend, alle „Tuten" häutig, stumpf. Ihr Breitendurchmesser am Grunde betrug im Mittel 4 bis 8 Cm., im Maximo 11 Cm.; der Längsdurchmesser entspricht im Allgemeinen dem Breitendurchmesser (die im Garten erzogenen Buchweizenpflanzen hatten einen Breitendurchmesser von nur 4 bis 7 Cm. im Mittel und von 9,5 Cm. im Maximo). Die Blätter unserer Wasserpflanzen waren zum Theil äußerst kräftig, parenchymatös und dunkelgrün; auch die intensive Rothfleckigkeit der Oberseite mancher Blätter, und die Röthe der Stengel und Blattrippen (besonders an der Sonnenseite) waren ebenso wie die im Sonnenlicht häufig eintretende Einrollung der Blätter Erscheinungen, welche auch im Felde an der Buchweizenpflanze beobachtet werden. Nicht minder stimmten unsere Pflanzen in der Fahlfleckigkeit, welche manche Blätter vom Rande her, nachdem dieselben einen bläulich gelbgrünen Ton durchlaufen hatten, entfärbte und sodann consumirte, auf andern Blättern in der Form kleinerer Flecken auftrat, mit den Gartenpflanzen überein.

Die Stengel zeigten im Allgemeinen eine Tendenz zu überwiegender Streckung auf Kosten der Seitenzweige und zwar die der gesundesten Pflanzen zumeist; wie denn die Zahl der Zweige eine weit geringere, und sie selbst minder massig waren, als dies bei unseren Landpflanzen beobachtet wurde. Während letztere von der tiefsten Blattachsel bis hoch hinauf kräftige, beblätterte Seitensprosse erzeugten, besaßen unsere Wasserpflanzen nur an den mittleren (den in der Regel kräftigsten) Achseln entweder überhaupt kümmerliche oder, wenn auch langgestreckte (bis 70 Cm. Länge), doch zarte Laubsprosse, während die Axillarknospen der niedersten Blätter in der Regel verkümmert waren. Die Maximalhöhe unseres Feldbuchweizens war 0,9 M., während einige unserer Wasserpflanzen eine Länge von fast 1,5 M. erreicht haben; der mittlere Querdurchmesser ihres Stengels schwankte zur Erntezeit zwischen 4 und 8 Mm., der der Gartenpflanzen zwischen 5 und 15 Mm.

Die Blüthen waren sowohl in Beziehung auf Inflorescenz, als auf den anatomischen Bau von den Blüthen des Bodenbuchenweizens

nicht abweichend; denn dieselben traten in den oberen Blattachseln des Stammes und der Zweige in der Form von Büscheltrauben hervor; der Perigonkreis der Einzelblüthe war 4—5 spaltig, weiß, bisweilen rosig angehaucht. Die Staubgefäße, welche das 2—3 spaltige Pistill umgaben, bildeten zwei Kreise, deren äußerer aus fünf kürzeren mit den Perigontheilen alternirenden Fäden bestand und die Staubbeutel nach innen richtete, und dessen innerer, durch einen Drüsenkranz von jenem geschieden, drei längere mit auswärts gewendeten Staubbeuteln versehene Fäden trug. Auch der Blüthenstaub zeigte mikroskopisch keine von dem unserer Bodenpflanzen abweichende Form.

Die Früchte (Schließfrüchte), wo solche zur Ausbildung gelangten, hatten die Form, Farbe und Zeichnung des Saatguts, dem sie entstammen, wurden von dem vertrockneten Perigon am Grunde fest umschlossen und bezeugten ihre Keimkraft schon zum Theil dadurch, daß mehrere Samen am vegetirenden Stengel die Radicula hervorgetrieben haben.

In Folgendem geben wir eine gedrängte tabellarische Uebersicht des Verlaufs der Floration bei unsern Versuchspflanzen: Die consequent durchgeführte Parallele sämmtlicher Pflanzen an drei Beobachtungsterminen (20. Juni, 10. Juli und Erntetag 10.—18. August) wird am geeignetsten sein, eine Vorstellung dieses Verlaufs zu gewähren.

Floration.

Versuchsreihe I. (ohne Chlor).

Cyl. Pfl.

A. 1. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: 2 Knospentrauben*); — Ernte: 3—4 verkümmerte Knospen; keine Frucht.

2. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: 5—6 Knospentrauben; — Ernte: kein Fruchtansatz.

3. Juni 20: Knospe beginnt; — Juli 10: noch nicht aufgeblüht; — Ernte: kein Fruchtansatz.

B. 1. Juni 20: keine Knospen; Juli 10: Knospentrauben; — Ernte: Blüthen als Knospen vertrocknet; keine Frucht.

---

*) Die Ausdrücke: Knospentraube und Blüthentraube sind im eigentlichen Sinne zu verstehen, so daß letzterer vollständig eröffnete Blüthen bezeichnet. Bei der Ernte waren, wo nicht das Gegentheil angegeben ist, sämmtliche Blüthen vertrocknet.

Cyl. Pfl.

2. Juni 20: keine Knospe; — Juli 10: Knospentrauben; — Ernte: Blüthen nur als Knospentrauben; keine Frucht.
3. Juni 20: mehrere Knospentrauben; Juli 10: mehrere Sprossen mit geöffneter Blüthe; — Ernte: Blüthen vertrocknet; kein Fruchtansatz.

C. 1. Juni 20: beginnende Knospung; — Juli 10: 3 aufgeblühte Trauben; — Ernte: keine Frucht.
2. Juni 20: keine Knospen; Juli 10: Knospen (1 Blüthe aufgebrochen); — Ernte: einige taube Früchtchen.
3. Juni 20: Knospentrauben; Juli 10: 4 Trauben vollblühend, 3 Früchtchen; — Ernte: 7 Trauben, mit einigen tauben Früchtchen.

D. 1. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: Blüthen fast als Knospen vertrocknet.
2. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: unbedeutende Blüthenansätze, ohne Frucht.
3. Juni 20: knospend; — Juli 10: 6 Blüthensprossen; einige Früchtchen; — Ernte: Blüthen vertrocknet, ein paar taube Früchtchen.

Versuchsreihe II.

(1 Aeq. Chlormagnesium ohne Schwefelsäure.)

A. 1. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: 4 vertrocknete Blüthentrauben ohne Frucht.
2. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: Blüthen im Knospenzustand vertrocknet.
3. Juni 20: beginnende Knospung; — Juli 10: 2 blühende Trauben; — Ernte: 8 reiche Blüthentrauben ohne Fruchtansatz.

B. 1. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: eine kleine Knospentraube; — Ernte: 6 sehr kleine vertrocknete Blüthentrauben.
2. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: 13 Blüthentrauben, fast alle im Knospenzustande vertrocknet.
3. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: 10 vertrocknete Blüthentrauben, ohne Fruchtansatz.

Versuchsreihe III.

(2 Aeq. Chlorcalcium.)

Cyl. Pfl.

A. 1. Juni 20: keine Knospe; — Juli 10: 2 arme Blüthentrauben; — Ernte: 18 Blüthentrauben, ohne Fruchtansatz.

2. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: 6 theilweise eröffnete Trauben, ohne Fruchtansatz.

3. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: 4 verzweigte (nicht beblätterte) Blüthensprossen, nebst einigen Knospentrauben; — Ernte: ein keimfähiger und einige taube Samen.

B. 1. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: Knospentrauben; — Ernte: 3 Knospentrauben; kein Fruchtansatz.

2. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: einzelne Blüthen geöffnet; — Ernte: mehr als 30 Blüthentrauben, kein Fruchtansatz.

3. Juni 20: knospend; — Juli 10: 5 reife Blüthentrauben, zum Theil mit Früchtchen; — Ernte: 13 Blüthentrauben, fast alle mit anscheinend reifen Früchten.

Versuchsreihe IV.

(2 Aeq. Chlorkalium.)

A. 1. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: Knospentrauben; — Ernte: 15 Blüthentrauben, kein Fruchtansatz.

2. Juni 20: beginnende Knospung; — Juli 10: 2 Knospentrauben; — Ernte: 18 Blüthentrauben, 7—8 reife und ebenso viel taube Früchte.

3. Juni 20: beginnende Knospung; — Juli 10; 7 Blüthentrauben; — Ernte: 12 Blüthentrauben, in jeder 1—4 reife Samen.

B. 1. Juni 20: nicht kospend; — Juli 10: 6 Trauben in voller Blüthe; — Ernte: 25 Blüthentrauben, in jeder Traube des Hauptstiels (mit Ausschluß der Terminaltrauben) 1—3 wohlgereifte Früchte.

2. Juni 20: beginnende Knospung: — Juli 10: 5 Trauben in voller Blüthe; — Ernte: 18 Trauben, zum Theil mit reifen und tauben Früchten.

3. Juni 20: vorgeschrittene Knospung; — Juli 10: 7 Trauben in voller Blüthe, mit einzelnen reifen und mehreren tauben Früchten.

Versuchsreihe V.

(2 Aeq. Chlornatrium.)

Cyl. Pfl.

A. 1. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: kaum beginnende Knospung; — Ernte: 5 kleine und 2 ganz verkümmerte Knospentrauben, ohne Fruchtansatz.

2. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: kaum beginnende Knospung; — Ernte: 8—9 Blüthentrauben, kein Fruchtansatz.

3. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: volle Blüthen; — Ernte: 7 vertrocknete Blüthentrauben, kein Fruchtansatz.

B. 1. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: beginnende Blüthe; — Ernte: kein Fruchtansatz.

2. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: kein Fruchtansatz.

3. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: beginnende Blüthe; — Ernte: kein Fruchtansatz.

Versuchsreihe VI.

(4 Aeq. Chlorcalcium).

A. 1. Juni 20: knospend, — Juli 10: volle Blüthe; — Ernte: 42 Blüthentrauben, mit einzelnen reifen Früchten, 2 derselben an der Pflanze gekeimt (Radicula 1 resp. 3 Mm. lang).

2. Juni 20: keine Knospe; — Juli 10: partielle Blüthe; — Ernte: 24 Blüthentrauben, 1 reife Frucht.

3. Juni 20: knospend; — Juli 10: 6 Blüthentrauben mit Früchtchen; — Ernte: 10 Blüthentrauben mit wohlgereiften Früchten.

B. 1. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: 7 Blüthentrauben; — Ernte: 25 Blüthentrauben, mit einigen tauben Früchten.

2. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: Knospentrauben; — Ernte: 50 Blüthentrauben, keine einzige, selbst taube Frucht.

3. Juni 20: knospend; — Juli 10: volle Blüthe; — Ernte: 15 Blüthentrauben, 6 gut gereifte Früchte, noch frische Blüthen.

Versuchsreihe VII.

(4 Aeq. Chlorkalium.)

A. 1. Juni 20: kaum knospend; — Juli 10: beginnende Blüthe; — Ernte: 18 Blüthentrauben, 3 taube Früchte.

Cyl. Pfl.

2. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: beginnende Blüthe; — Ernte: 34 Blüthentrauben, einige reife, zwei gekeimte und mehrere taube Früchte.

3. Juni 20: knospend; — Juli 10: Blüthentrauben mit Früchtchen; — Ernte: 14 Blüthentrauben, 10 normale Samen.

B. 1. Juni 20: Knospung beginnend; — Juli 10: Blüthentrauben; — Ernte: 50 Blüthentrauben, 6 reife Samen.

2. Juni 20: Knospung beginnend; — Juli 10: Blüthentrauben; — Ernte: 18 Blüthentrauben, 5 reife Samen.

3. Juni 20: Knospung vorgeschritten; — Juli 10: Blüthentrauben mit Früchtchen; — Ernte: 10 Blüthentrauben, in jeder bis 8 sehr schöne Früchte.

Versuchsreihe VIII. (wie I.)

A. 1. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: Blüthen im Knospenzustand vertrocknet, kein Fruchtansatz*).

2. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: ein paar kümmerliche Knospentrauben, keine Frucht.

3. Juni 20: knospend; — Juli 10: volle Blüthe; — Ernte: 8—9 vertrocknete Blüthentrauben, ohne Frucht.

B. 1. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: Blüthen als Knospen vertrocknet, ohne Frucht.

2. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: Blüthen und Knospen vertrocknet, ohne Frucht.

3. Juni 20: knospend; — Juli 10: vollblühend; — Ernte: 7 Blüthentrauben, eine taube Frucht.

Versuchsreihe IX. (ohne Chlor und Schwefelsäure.)

A. 1.
2.
3.
B. 1.
2.
3.

Juli 25: beginnende Knospung; — August 2: beginnende Blüthe; — Ernte: Blüthen zum Theil vor der Eröffnung vertrocknet, keine Frucht.

*) Die beiden Cylinder dieser Versuchsreihe hatten am 27. Juli, als die Blüthen entschieden zu vertrocknen scheinen, einen Zusatz von 0,435 Grm. Chlor-

Die Ernte der Versuchspflanzen, am 11. August begonnen und am 18. August beendet*), bestimmte sich für die einzelnen Individuen nach dem scheinbaren Vegetationsabschluß derselben. Als Kriterium dieses Abschlusses wurde das Reifen der Samen beziehendlich das Verdorren der Terminalsprosse und das Schwarzwerden der Nebenwurzelhauben angesehen.

Die Rubrik „Vegetationstage" der folgenden, die äußeren Vegetationsergebnisse darstellenden Tabellen umschließt die Anzahl Tage zwischen der präsumtiv vollendeten Keimung (dem Versetzen in die Lösungen von 1 p. M. Concentration) und der Ernte. Im Allgemeinen sind diese Zahlen kleiner, als die für im Felde wachsenden Buchweizen resultiren Ziffern. Wir nehmen keinen Anstand, diese Erscheinung mit jenem weiter unten zu analysirenden Complex äußerer Umstände in Beziehung zu denken, unter denen unsere Pflanzen dürftig vegetirt haben. Eine dürftige Assimilation pflegt bekanntlich auch auf dem Felde eine Beschleunigung der Metamorphose auf verengter parenchymatischer Grundlage hervorzurufen. Daß aber unsere Versuchspflanzen, selbst die bestentwickelten, mit einer mehr als zweihundertfachen Reproduction der Trockensubstanz des Samens und wohl ausgebildeten Früchten nur dürftig assimilirt haben, zeigt nicht nur ein Vergleich ihrer großen Aschenmenge mit der geringen Menge organischer Substanz, es zeigt dasselbe auch schon der oberflächliche Vergleich ihrer Masse mit derjenigen unserer im Versuchsgarten gezüchteten Controlpflanzen.

Es verdient jedoch bezüglich der Ernteresultate Bemerkung, daß die Blätter unserer Pflanzen durch Ohrwürmer (Forficula auricularia L.) und Blattläuse (einer Aphis-Art), deren völlige Abhaltung und Entfernung nicht thunlich war, einige Beeinträchtigung erlitten haben.

Zur Ermittelung der Länge des Stammes und der Wurzel wurde der Kotyledonen-Ansatz als Grenze zwischen diesen beiden Organen postulirt, da wir, wiewohl das hypokotyle Stengelglied auf diese Weise

---

calium (VIII. A.) bez. 0,061 Grm. Chlormagnesium (VIII. B.) pro Litre Flüssigkeit erhalten. Man sieht, daß dieser Zusatz von Chlor keinen förderlichen Einfluß auf die fernere Entwickelung der Fruchtorgane geübt hat.

*) Die Pflanzen der später begonnenen Versuchsreihe IX. wurden an einem Tage, den 29. August geerntet.

zur Wurzel geschlagen wird, nur so allein im Stande sind, ein festes Maß für den Stengel, zugleich aber die sämmtlichen Adventivwurzeln bei dem Wurzelorgan zu erhalten. Denn wie bereits erwähnt entspringen nur in seltenen Ausnahmsfällen oberhalb der Kotyledonen einzelne bald vertrocknende Adventivwurzeln.

Die gemessenen Pflanzen wurden zunächst an der Luft vorgetrocknet (die Wurzeln, nachdem sie vorsichtig mit destillirtem Wasser abgewaschen worden), sodann zerschnitten und von jeder Versuchsreihe (sechs bez. zwölf Pflanzen) Stammorgane und Wurzelorgane gesondert zur Ermittlung von Trockensubstanz und Asche verwendet. Auf die Bestimmung des Wassergehalts wurde verzichtet, weil die Pflanzen bei der Ernte etwas welk waren; nur in der später begonnenen Versuchsreihe IX. wurde nach Entfernung der abgewelkten Blätter aus dem Frischgewicht der Stammorgane im Vergleich zu ihrem Trockengewicht der Wassergehalt zu 87,3 % bestimmt.

Vor dem Zerschneiden der Pflanzen wurden die reifen Früchte abgepflückt, die unreifen am Stengel gelassen und mit diesem zusammen weiter untersucht. Von den reifen Samen wurden eine größere Menge theils zu den unten detaillirten Keimungsversuchen verwandt, theils haben wir sie für spätere anderweite Versuche aufgehoben; der übrig bleibende kleinere Theil wurde, da das Samenmaterial einzelner Versuchsreihen für eine gesonderte Analyse nicht ausreichend war, behufs der chemischen Untersuchung zusammen geworfen. Aus den hierbei erhaltenen Mittelwerthen ist die in den Samen geerntete Menge organischer Substanz und Asche für die betreffende Versuchsreihe nach Maßgabe ihres frischen Samengewichts berechnet.

In der die analytischen Ergebnisse enthaltenden Tabellen sind zu größerer Uebersichtlichkeit die Erntegewichte der verschiedenen Versuchsreihen auf eine Pflanze im Durchschnitt berechnet, indem die erhaltenen Gewichtsmengen durch 6 bez. 12 dividirt wurden.

Unter der Rubrik „Multiplum eines Samens" derselben Tabellen ist das Verhältniß des geernteten Gewichts an Trockensubstanz, bez. organischer Substanz oder Asche einer Pflanze je einer Versuchsreihe zu dem durchschnittlichen Gehalt eines der Testa beraubten Samenkorns des angewandten Saatguts an Trockensubstanz, organischer Substanz oder Asche angegeben.

100 Stück enthülste Körner unsres Saatguts wogen frisch 2,047 Grm. und gaben 1,747 Grm. Trockensubstanz und 1,713 Grm. aschefreie organische Substanz. Es hat also ein enthülstes Samenkorn

0.01747 Grm. Trockensubstanz,
= 0,01713 Grm. organische Substanz
+ 0,00034 Grm. Asche

geliefert.

Die nachträgliche Analyse der rückständigen Lösungen ergab in den Cylindern II., welchen die geringste Menge Chlor zugesetzt war, die Anwesenheit von Chlor; in den Cylindern VII., welche bei der kleinsten Menge Salpetersäure die größte Menge fester Stoffe an die Pflanze abgegeben und die größte Samenmenge gebildet hatten, nicht nur noch Salpetersäure, sondern auch Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor, Magnesia, Kalk und Kali.

I. Vegetation der Buchweizenpflanze ohne Einwirkung von Chlor.

Versuchsreihe.	Bezeichnung des Cylinders.	Bezeichnung der Pflanze.	Salzgehalt der Lösungen in Aequivalenten.	Salzgehalt der Lösungen in Grm. pro Litre.	Vegetationstage.	Länge des Stengels in Cm.	Länge der Wurzel in Cm.	Anzahl der Internodien.	Anzahl der beblätterten Zweige.	Anzahl der reifen Samen.	Menge des verdunsteten Wassers.
I.	A.	1			75	25	27	6	2		
		2			75	50	47	11	4		1710
		3			77	61	51	7	3		
	B.	1			75	23	34	5	2		
		2			75	50	60	6	3		1420
		3	1 Aequ. MgO, SO_3	0,2272	75	43	43	7	2	0	
	C.	1	4 „ CaO, NO_5	1,2418	75	29	26	4	2		
		2	4 „ KO, NO_5	1,5310	75	49	46	7	2		1180
		3		3,0000	76	60	42	7	0		
	D.	1			75	23	42	3	0		
		2			76	46	59	7	0		1140
		3			75	71	49	6	2		
Mittel:					75	44	44	6	2		454
VIII.	A.	1			75	46	31	7	2		
		2			78	35	44	7	3		1490
		3	wie I.*)	wie I.	78	71	45	6	2	0	
	B.	1			75	54	40	9	5**)		
		2			75	62	41	8	5		1420
		3			77	79	39	6	1		
Mittel:					76	58	40	7	3		485
IX.	A.	1			57	57	58	11	3		
		2			57	70	60	9	2		2200
		3	1 Aequ. MgO, NO_5	0,2753	57	48	60	9	3		
	B.	1	4 „ CaO, NO_5	1,2202	57	51	32	8	3	0	
		2	4 „ KO, NO_5	1,5045	57	52	42	8	4		2320
		3		3,0000	57	51	37	8	3		
Mittel:					57	55	48	9	3		753

*) Der am 25. Juli, also nahe dem Vegetationsabschlusse, gegebene Zusatz von KCl, resp. MgCl zu Cylinder VIII. A., resp. VIII. B. hat, wie es scheint, keine Einwirkung gezeigt. — **) Außerdem 2 Sprossen in den Cotyledonenachseln.

II. Vegetation des Buchweizens unter Einwirkung verschiedener Chlorverbindungen.

Versuchsreihe.	Bezeichnung des Cylinders.	Bezeichnung der Pflanze.	Salzgehalt der Lösungen in Aequivalenten.	Salzgehalt der Lösungen in Grm. pro Liter.	Vegetationstage.	Länge des Stengels in Cm.	Länge der Wurzel in Cm.	Anzahl der Internodien.	Anzahl der beblätterten Zweige.	Anzahl der reifen Samen.	Menge des verdunsteten Wassers.
II.	A.	1			82	35	36	6	0		
		2	1 Aequ. Mg Cl	0,1827	77	51	54	8	3		1300
		3	4 „ CaO, NO_5	1,2627	82	41	45	5	1 *)	0	
	B.	1	4 „ KO, NO_5	1,5556	79	23	40	6	0 **)		
		2			82	53	52	10	4		1290
		3		3,0000	82	62	47	9	5		
Mittel:					81	44	46	7	2		432
III.	A.	1			78	75	38	12	3		
		2	1 „ MgO, SO_3	0,2434	78	52	56	9	2		2070
		3	2 „ CaO, NO_5	0,6654	75	91	41	8	2	23	
	B.	1	2 „ Ca Cl	0,4504	82	19	31	6	0		
		2	4 „ KO, NO_5	1,6408	82	86	48	10	5		2700
		3		3,0000	82	94	36	8	1 *)		
Mittel:					80	70	42	9	2	4	795
IV.	A.	1			82	73	42	10	4		
		2	1 „ MgO, SO_3	0,2434	82	85	63	10	3		2410
		3	4 „ CaO, NO_5	1,3308	82	81	50	8	2	62	
	B.	1	2 „ KO, NO_5	0,8204	82	130	58	9	3		
		2	2 „ KCl	0,6054	82	80	37	7	2		2640
		3		3,0000	82	95	41	9	2		
Mittel:					82	91	49	9	3	10	842
V.	A.	1			77	24	43	6	1 **)		
		2	1 „ MgO, SO_3	0,2546	77	79	44	10	4		2000 (?)
		3	4 „ CaO, NO_5	1,3913	77	76	37	9	3	0	
	B.	1	2 „ KO, NO_5	0,8574	75	48	34	9	3		
		2	2 „ Na Cl	0,4963	75	60	39	8	4		2000
		3		3,0000	75	45	49	9	3		
Mittel:					76	55	41	9	3		666 (?)

III. Vegetation der Buchweizenpflanze unter Einwirkung verschiedener Quantitäten von Chlor.

Mittel:					76	55	41	9	3		666 (?)

III. Vegetation der Buchweizenpflanze unter Einwirkung verschiedener Quantitäten von Chlor.

Versuchsreihe.	Bezeichnung des Cylinders.	Bezeichnung der Pflanze.	Salzgehalt der Lösungen in Aequivalenten.	Salzgehalt der Lösungen in Grm. pro Litre.	Vegetationstage.	Länge des Stengels in Cm.	Länge der Wurzel in Cm.	Anzahl der Internodien.	Anzahl der beblätterten Zweige.	Anzahl der reifen Samen.	Menge des verdunsteten Wassers.
III.	A.	1	1 Aequ. MgO, SO_3	0,2434	78	75	38	12	3	23	2070
		2	2 „ CaO, NO_5	0,6654	78	52	56	9	2		
		3			75	91	41	8	2		
	B.	1	2 „ Ca Cl	0,4504	82	19	31	6	0		2700
		2	4 „ KO, NO_5	1,6408	82	82	48	10	5		
		3		3,0000	82	94	36	8	1 *)		
Mittel:					80	70	42	9	2	4	795
VI.	A.	1	1 „ MgO, SO_3	0,2622	82	103	37	12	4	62	3130
		2	4 „ Ca Cl	0,9703	82	95	50	10	3		
		3			82	87	36	7	2		
	B.	1	4 „ KO, NO_5	1,7675	82	91	37	12	4		3340
		2		3,0000	82	96	37	11	6		
		3			82	91	38	9	2		
Mittel:					82	94	39	10	4	10	1078
IV.	A.	1	1 „ MgO, SO_3	0,2434	82	73	42	10	4	62 †)	2410
		2	4 „ CaO, NO_5	1,3308	82	85	63	10	3		
		3			82	81	50	8	2		
	B.	1	2 „ KO, NO_5	0,8204	82	130	58	9	3		2640
		2	2 „ KCl	0,6054	82	80	37	7	2		
		3		3,0000	82	95	41	9	2		
Mittel:					82	91	49	9	3	10	842
VII.	A.	1	1 „ MgO, SO_3	0,2622	82	74	29	11	2	121 †)	3370
		2	4 „ $CaO\ NO_5$	1,4336	82	123	33	11	3 **)		
		3			82	92	36	9	3		
	B.	1	4 „ KCl	1,3042	82	112	42	11	4 ***)		3940
		2		3,0000	82	87	30	10	4		
		3			82	91	61	9	1		
Mittel:					82	97	39	10	3	20	1218

*) Sehr starker verästelter Zweig. — **) Und 3 verzweigte Blüthentrauben. — ***) Bis 70 Cm. lang und wieder stark verzweigt. — †) Ausschließlich zweier am Stengel gekeimten Samen bei VI. A. 1. und VII. A. 2.

B. Analytische Resultate.

Versuchsreihe.	Trockengewicht der Ernte.					Organische Substanz der Ernte.					Aschenmenge der Ernte.				
	Stamm-organe.	Wurzel-organe.	reife Samen.	Summa.	Multipl. eines Samens.	Stamm-organe.	Wurzel-organe.	reife Samen.	Summa.	Multipl. eines Samens.	Stamm-organe.	Wurzel-organe.	reife Samen.	Summa.	Multipl. eines Samens.
I. Vegetation der Buchweizenpflanze ohne Einwirkung von Chlor.															
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.		Grm.	Grm.	Grm.	Grm.		Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	
I.	1,125	0,143	—	1,268	73	0,911	0,120	—	1,031	60	0,214	0,023	—	0,237	700
VIII.	1,324	0,186	—	1,510	86	1,027	0,153	—	1,180	69	0,297	0,033	—	0,330	1000
XI.	1,814	0,298	—	2,112	121	1,529	0,267	—	1,796	105	0,285	0,031	—	0,316	900
II. Vegetation der Buchweizenpflanze unter Einwirkung verschiedener Chlorverbindungen.															
II. (Mg Cl)	0,808	0,176	—	0,984	56	0,621	0,155	—	0,826	48	0,137	0,021	—	0,158	450
III. (Ca Cl)	1,969	0,244	0,086	2,299	132	1,596	0,206	0,084	1,886	110	0,373	0,038	0,002	0,413	1200
IV. (K Cl)	1,963	0,243	0,233	2,439	140	1,544	0,207	0,227	1,978	115	0,419	0,036	0,006	0,461	1400
V. (Na Cl)	1,603	0,214	—	1,817	104	1,303	0,179	—	1,482	86	0,300	0,035	—	0,335	1000
III. Vegetation der Buchweizenpflanze unter Einwirkung verschiedener Quantitäten von Chlor.															
III. (2 Ca Cl)	1,969	0,244	0,086	2,299	132	1,596	0,206	0,084	1,886	110	0,373	0,038	0,002	0,413	1200
VI. (4 Ca Cl)	3,071	0,323	0,268	3,662	210	2,498	0,271	0,261	3,030	177	0,573	0,052	0,007	0,632	1900
IV. (2 K Cl)	1,963	0,243	0,233	2,439	140	1,544	0,207	0,227	1,978	115	0,419	0,036	0,006	0,461	1400
VII. (4 K Cl)	2,915	0,324	0,527	3,766	215	2,375	0,277	0,513	3,165	185	0,540	0,047	0,014	0,601	1800

Tabelle IV.

Verhältniß der Transspiration zu der producirten Trockensubstanz, organischen Substanz und der Asche.

Versuchsreihe:	Einem Liter verdunsteten Wassers entsprechen: Trockensubstanz. Grm.	Organische Substanz. Grm.	Asche. Grm.
A. ohne Chlorzufuhr.			
I. ohne Chlor	2,78	2,26	0,52
VIII. = =	3,11	2,43	0,68
IX. = =	2,80	2,38	0,42
Mittel:	2,90	2,36	0,54
B. unter Zufuhr verschiedener Verbindungen von Chlor.			
II. Mg Cl	2,28	1,91	0,37
III. Ca Cl	2,89	2,37	0,52
IV. K Cl	2,90	2,35	0,55
V. Na Cl	2,73	2,23	0,51
Mittel:	2,70	2,22	0,48
C. unter Zufuhr verschiedener Mengen von Chlor.			
III. 2 Ca Cl	2,89	2,37	0,52
VI. 4 Ca Cl	3,40	2,81	0,59
IV. 2 K Cl	2,90	2,35	0,55
VII. 4 K Cl	3,09	2,60	0,50
Mittel:	3,07	2,53	0,54

Tabelle V.

Verhältniß zwischen Stamm und Wurzeln*).

Versuchsreihe:	Behandlung.	100 Theilen organischer Wurzelsubstanz entsprechen: organische Substanz der Stammorgane.
I.	ohne Cl	762
II.	1 Mg Cl	433
III.	2 Ca Cl	772
IV.	2 K Cl	745
V.	2 Na Cl	729
VI.	4 Ca Cl	921
VII.	4 K Cl	858
VIII.	wie I.	674
IX.	ohne Cl u. SO_3	572
Mittel:		718

*) Wir haben die organische (aschefreie) Substanz zu dieser Vergleichung gewählt, weil angesichts der Unmöglichkeit, die Wurzeln von anhaftendem Eisenphosphat absolut zu reinigen, die Ziffern für die Wurzelasche, also auch die für die Trockensubstanz minder zuverlässig sind.

Tabelle VI.

Procentischer Aschengehalt.

Versuchsreihe:	der Stammorgane.	der Wurzelorgane.
I.	19,0	16,3
II.	16,9	11,8
III.	19,0	15,4
IV.	21,3	14,7
V.	18,7	16,4
VI.	18,6	16,0
VII.	18,5	14,6
VIII.	22,5	18,0
IX.	15,7	10,5
Mittel:	18,9	15,0

Tabelle VII.

Vergleich der geernteten Samen mit dem Saatgut.

	100 Stück frische Samen wiegen Grm.	100 Theile frische Substanz enthalten:				100 Th. Trockensubstanz enthalten:	
		Wasser.	Trockensubstanz.	organ. Substanz.	Asche.	organ. Substanz.	Asche.
Saatgut	2,561	16,2	83,8	82,0	1,8	97,9	2,1
Versuchsreihe III.	2,661	14,7	85,3	83,1	2,2	97,4	2,6
IV.	2,640						
VI.	3,040						
VII.	3,060						

Keimkraft der geernteten Samen. Am 30. August wurden von jeder der 4 Versuchsreihen III., IV., VI. und VII., welche reife Samen geliefert hatten, je drei Körner, und zugleich von dem Saatgut zwölf Körner nach der oben beschriebenen Methode zum Keimen ausgelegt. Nach 36 Stunden hatten alle 3 Samen der Reihe VI. (4 Aeq. Ca Cl) die Radicula hervorgestreckt. Nach 60 Stunden waren auch von den übrigen drei Reihen je ein Same gekeimt, während die zwölf Körner des Saatguts noch völlig geschlossen waren. Am 8. September, also nach neun Tagen, war die Entwicklung folgende:

Saatgut: 1 Same beginnt das Würzelchen zu zeigen.

Versuchsreihe III. (2 Ca Cl): 2 Samen gekeimt. — Nr. 1 ist 13 Mm. lang, hat 8 Nebenwurzeln von 5 bis 8 Mm. Länge. —

Nr. 2 ist 13 Mm. lang und hat 3 Nebenwurzeln von 2 bis 4 Mm. Länge.

Versuchsreihe IV. (2 Aeq. K. Cl.): Nr. 1 hat ein hypokotyles Glied von Mm., 4 Nebenwurzeln von etwa 1 Mm. Länge. — Nr. 2 öffnet sich. — Nr. 3 ruht.

Versuchsreihe VI. (4 Aeq. Ca Cl): Drei Samen gekeimt. — Hypokotyle Glieder von 20, 20 und 13 Mm., mit bez. 7, 6 und 4 Nebenwurzeln von bez. 15, 10 bis 13 und 1 bis 2 Mm. Länge. Die Testa ist fast gelöst.

Versuchsreihe VII. (4 Aeq. K Cl): Nr. 1 hat sich zu 13 Mm. Länge gestreckt und 4 kaum hervortretende Nebenwurzeln gebildet. — Nr. 2 und 3 ruhen.

Die Discussion der vorstehenden Tabellen, sowie die Confrontirung derselben mit dem Ernte-Ergebniß der im Versuchsgarten gezogenen Controlpflanzen behalten wir uns vor für das nächste Heft dieser Zeitschrift, indem wir uns hier darauf beschränken, einige der wichtigeren unmittelbaren Thatsachen des Experiments zu constatiren.

1) Die Buchweizenpflanze vermag in wässrigem Medium unter Zufuhr gewisser Salzlösungen alle Bildungsstufen ihrer Metamorphose zu vollziehen und bei einem mehr als zweihundertfachen Trockengewicht keimfähige Samen zu reproduciren.
2) Der Vegetationsproceß der Buchweizenpflanze fordert nicht als solcher die Aufnahme von Kieselsäure, Kohlensäure, Natron oder Ammoniak durch die Wurzelorgane.
3) Die Buchweizenpflanze vermag nahezu ihren gesammten Kohlenstoffbedarf aus der Atmosphäre zu decken.
4) Das Chlor scheint wesentlich für die Samenbildung der Buchweizenpflanze zu sein.
5) Es scheint ferner nicht gleichgültig zu sein, mit welchem electropositiven Element verbunden, noch auch, in welchen relativen Mengen das Chlor den Wurzeln zugeführt wird.
6) Die Schwefelsäure scheint ebenfalls für den Vegetationsproceß der Buchweizenpflanze nothwendig zu sein.
7) Die organische Masse der Stammorgane übertrifft im Durchschnitt um das Siebenfache die der Wurzelorgane. Die bestentwickelten

Versuchspflanzen haben das höchste Verhältniß der Stammorgane zu den Wurzelorganen.

8) Auf gleiche Mengen organischer Substanz führt die Wurzel eine geringere Menge unverbrennlicher Substanz, als der Stamm.

9) Die Transspiration der Blattorgane, d. h. die Größe der Wasserverdunstung, ist annähernd correspondent dem organischen Product und der Aschenmenge einer Versuchspflanze.

10) Das Verhältniß der Transspirationsgröße zu der Aschenmenge einer Versuchspflanze ist um ein Vielfaches höher, als der Concentrationsquotient der Nahrungslösung.

Chemnitz, September 1862.

Inhaltsverzeichniß der Bände I bis IV.

Autorenregister.

Sachregister.

Allgemeines.

Atmosphäre. Wasser.

Boden. Düngstoffe.

Pflanzenwachsthum. Bestandtheile der Pflanzen. Vegetationsversuche.

Nahrungs- und Futtermittel. Fütterungsversuche.

Technisches.

Analytisches.

Verzeichniß von Corrigendis

in den Bänden I bis IV (Heft 1—12) der „Landw. Versuchsstationen".

Band I Heft 1 S. 56 Z. 19 von oben anstatt „Mineralstoffe" ist zu lesen „Mineralstoffen".
" I " 1 " 62 " 4 von unten anstatt „Bahn" ist zu lesen „Basis".
" I " 1 " 72 " 3 v. u. anstatt „diesem Theile" ist zu lesen „diesen Theil".
" I " 1 " 73 " 3 v. o. anstatt „Mangnesia" ist z. l. „Magnesia".
" I " 1 " 78 " 2 v. u. anstatt „von demselben vollständig aufgezehrt wurde" ist z. l. „dässelbe vollständig aufzehrte".
" I " 1 " 79 " 5 v. u. anstatt „einer weitern" ist z. l. „eine weitere".
" II " 6 " 256 " 18 v. o. anstatt „die Pflanzen A" ist zu lesen „die Pflanzen B".
" II " 6 " 256 " 24 v. o. anstatt „die Pflanzen A" ist zu lesen „die Pflanzen B".

In den Band II S. 90 aufgeführten Analysen von keimenden Bohnen sind in der einen Abtheilung die Zahlen für den Sauerstoff unrichtig berechnet. Die daselbst aufgeführten Analysen müssen folgendermaßen geschrieben werden:

	a (K)	C (W)	c (K)
Kohlenstoff	45,62	46,64	45,81
Wasserstoff	5,31	6,42	6,11
Stickstoff	3,22	3,09	3,41
Sauerstoff	45,85	43,85	44,67
	100,00	100,00	100,00
Aschenprocente	4,00	3,60	3,96

	II (W)	III (W)	IV (W)	
Kohlenstoff	45,18	47,54	46,00	46,17
Wasserstoff	5,99	6,45	5,78	5,91
Stickstoff	3,97	5,05	7,68	5,68
Sauerstoff	44,86	40,96	40,54	42,24
	100,00	100,00	100,00	100,00
Aschenprocente	4,97	8,60	16,20	18,12

" III " 9 " 239 Z. 6 v. o. ist anstatt „10,29%" (Wasser) zu lesen „14,29%".
" III " 9 " 239 " 8 v. u. ist anstatt „123,075 Kilogr." z. l. „89,01. Kilogr."
" III " 9 " 239 " 7 v. u. ist anstatt „103,27 Kilogr." z. l. „75,01 Kilogr."

Band III Heft 9 S. 240 = 2 v. o. ist anst. „Reportirung" z. l. „Repartirung".
= III = 9 = 240 = 6 v. o. ist anstatt „augustifolia" z. l. „angustifolia".
= III = 9 = 240 = 6 v. o. ist anstatt „14,49%" z. l. „14,40%".
= III = 9 = 243 = 27 v. o. ist anstatt „Wahrheit" z. l. „Wesenheit",
= III = 9 = 248 = 31 v. o. ist anstatt „alkanischen" z. l. „alkalischen".
= III = 9 = 256 = 33 v. o. ist anstatt „eben" z. l. „oben".
= III = 9 = 258 = 9 v. o. ist zwischen „hier" und „Differenzen" einzuschalten „die".
= III = 9 = 259 Anmerkung 2, Zeile 2 ist anstatt „Analogien" z. l. „Analogieen".
= III = 9 = 260 Z. 6 ist anstatt „hiervon" zu lesen „hieran".
= III = 9 = 265 = 1 = = „entfalten" z. l. „enthalten".
= III = 9 = 272 = 6 = = „sonst" z. l. „fast".
= III = 9 = 273 = 7 = = „Analitikern" z. l. „Analytikern".
= III = 9 = 277 = 15 = = „Gilea-Arten" z. l. „Pilea-Arten".
= III = 9 = 279 sind die Zahlen für das Chlor der Blüthen, Blüthentheile ohne Samen und Samen der Periode IV des zweiten Schnittes in folgender Weise abzuändern:

Blüthen	10,66
Blüthentheile ohne Samen	13,72
Samen	6,15

= III = 9 = 314 = 8 ist v. o. (Columne C, bei Kalkerde) ist anstatt „0,0624" zu lesen „0,2624".
= IV = 10 = 9 = 26 ist anstatt „sonst" zu lesen „fast".
= IV = 10 = 25 die Zahlenangaben für abgestorbene Organe gehören zu der auf derselben Seite stehenden Anmerkung und hätte deshalb die Tabelle der Anmerkung nach-, nicht vorangestellt werden müssen.
= IV = 10 = 33 Z. 31 ist anstatt „aus" z. l. „auch".
= IV = 10 = 43 = 4 = = „als" z. l. „aus".
= IV = 10 = 43 = 14 = = „CaO,CO.2" z. l. „CaO,CO_2".
= IV = 10 = 60 = 29 = = „nur" z. l. „nun".
= IV = 10 = 95 = 2 v. u. ist anstatt „Nolo" zu lesen „Rhizom".
= IV = 11 = 147 = 4 ist anstatt „erhellend und" z. l. „erhellen, um".
= IV = 11 = 153 = 34 = = „durch" z. l. „nach dem".
= IV = 11 = 193 = 7 v. o. ist anstatt „kann" z. l. „können".

Unter Verantwortlichkeit von Dr. Reuning.
Dresden, Druck von E. Blochmann und Sohn.

64