

633.7.03

631.821.1
631.415.1

471

BIBLIOTHEK
INSTITUUT VOOR
BODEMVRUCHTBAARHEID
GRONINGEN

SEPARAAT
No. 14545

Einige Beiträge zur Kalkfrage auf Grasland

Von

D. de Bries, Groningen, Holland

Vortrag

gehalten am III. Grünland-Kongress
der nord- und mitteleuropäischen Länder

Zürich, den 18. bis 20. Juli 1934.

Graslanduntersuchungen unterscheiden sich in mehreren wichtigen Punkten von Ackerbauproblemen; ich nenne nur:

1. Die Krume wird nicht gemischt durch Bodenbearbeitung; daher Ungleichmäßigkeit in horizontaler und namentlich in senkrechter Richtung.
2. Gras bildet einen gemischten Bestand, dessen Zusammensetzung sich plastisch den äußeren Umständen anpassen kann.
3. Auf der Weide wird geerntet in einem Stadium von schnellem Wachstum, worin die chemische Zusammensetzung sich stetig ändert, sodas kleine Unterschiede in der Zeit des Abweidens ziemlich große Unterschiede in Zusammensetzung mit sich bringen können. Auf der Wiese sind die Umstände mehr denen der Ackerbaugewächse ähnlich, aber auch hier bildet die Ernte nicht einen so ausgeglichenen Endzustand wie dort.
4. Auf der Weide ist der Ertrag schwer zu ermitteln, weil das Gras während des Abweidens sofort wieder weiterwächst. Die Nährstoffzufuhr ist wegen der tierischen Exkremente schwer genau festzustellen.
5. Zusammensetzung und Qualität des geernteten Produktes machen sich in mancher Hinsicht mehr praktisch fühlbar (Einfluß auf Vieh, Milch und Käse) als bei Ackerbauprodukten; Qualitätsbestimmungen in Form von Futtermittelforschungen sind aber sehr umständlich und mit großen experimentellen Schwierigkeiten verbunden.

Ich übergehe weitere Schwierigkeiten und spezielle Aspekte, die mehr mit der Viehhaltung als mit Kulturfragen zusammenhängen, und werde kurz einige der genannten speziellen Punkte aus dem Kalkproblem behandeln.

Horizontale Ungleichmäßigkeiten.

Das Ausstreuen eines Düngerstoffes, wie sorgfältig es geschehen mag, gibt in der Praxis, nach kleinen Oberflächen beurteilt, immer eine sehr ungleichmäßige Verteilung, indem Düngerkörnchen mit ungedüngten Stellen abwechseln und auch die Verteilung der größeren und kleineren Körnchen unvermeidlich sehr unregelmäßig ist. Eine Mischung findet nur in geringem Maße statt durch das Treten des Viehes, durch Maulwürfe, Regenwürmer usw.; die horizontale Verbreitung durch das Bodenwasser ist bekanntlich nur gering.

Um einen Eindruck über die stellenweise Ungleichmäßigkeit zu bekommen, hat Chemiker B. Bruin auf einer gekalkten Parzelle eines Kalkversuchsfeldes (Pr 93), sieben Monate nach der letzten Befalkung, mit einem Zylinderbohrer von 5 cm Durchmesser Einzelproben von der Schicht 0—3 cm genommen und er fand an 11 Stellen folgende Zahlen für CaCO_3 -Gehalt:

0,02, 0,33, 0,65, 0,72, 0,77, 1,1, 2,3, 2,6, 4,1, 4,5, 5,5 %

Obgleich der Kalk auf der 300 m²-Parzelle des Versuchsfeldes natürlich mit weit größerer Sorgfalt gleichmäßig verteilt wurde als in der Praxis üblich ist, sind die Unterschiede im CaCO₃-Gehalt von einzelnen 20 cm² großen Stellen ganz enorm und man hat gegebenenfalls mit einer sehr starken horizontalen Ungleichmäßigkeit zu rechnen, der der Pflanzenbestand sich natürlich sehr plastisch anpaßt und von der man bei der gewöhnlichen Bodenuntersuchung, wobei zwölf Bohrstiche gemischt und die Unterschiede nivelliert werden, in dem gefundenen Mittelwert nichts merkt.

Vertikale Verteilung.

Für die Entnahme von Bodenproben auf Grasland lautet in unserem Lande die Vorschrift: Proben sind zu nehmen von Schicht 0—5 cm, Schicht 5—10 cm und, wenn gewünscht, Schicht 10—20 cm. Durchschnittsproben von dickeren Schichten werden nur in speziellen Fällen berücksichtigt. Schon die gesondert für diese Schichten erhaltenen Zahlen geben genügend Anhaltspunkte, um auf ein allmähliches langsames Eindringen des Kalkes zu schließen. Am besten läßt sich dies aber studieren an gefalkten Parzellen von Versuchsfeldern. Als Beispiel führen wir in Tabelle I einige Zahlen an für ein Befalkungsversuchsfeld auf schwerem, stark entkalktem, anmoorigem Ton (60 % kleiner als 0,02 mm und 17 % Humus in der Schicht 0—5 cm), mit einer Knicksschicht auf 20 cm Tiefe, die den Boden schwer durchlässig macht. Die Weide ist, wie das in vielen Gegenden bei uns gebräuchlich ist, ringsum von wasserführenden Gräben umgeben; die Grasnarbe liegt etwa 1,20 m über Wasserpegel.

Jährlich wurde auf den gefalkten Parzellen im Herbst, in 1930 (siehe Tabelle I) sofort nach der Entnahme von Bodenproben, 1500 kg/ha Muschelfalkblume (gebrannter Kalk) gegeben. Tabelle 1 zeigt die erhaltenen Zahlen.

Tabelle 1. Versuchsfeld Pr 98, Hetteema in Daard.

Gefalkt	Probe- entnahme	Schicht 0—5 cm			Schicht 5—10 cm		
		pH	Ca CO ₃	Ca O ge- bunden	pH	Ca CO ₃	Ca O ge- bunden
Nicht gefalkte Parzelle.							
Nicht gefalkt	12. Nov. 1930	5,5	0	0,87	5,6	0	0,79
	19. Nov. 1931	5,7	0	0,88	5,8	0	0,74
	14. Sept. 1932	5,55	0	0,90	5,65	0	0,73
	9. Nov. 1933	5,55	0	0,88	5,6	0	0,74
Gefalkte Parzelle.							
8. Jan. 1930	12. Nov. 1930	6,0	0,11	1,00	5,7	0	0,79
12. Nov. 1930	19. Nov. 1931	6,4	0,33	1,17	6,0	0	0,75
20. Nov. 1930	14. Sept. 1932	6,7	0,41	1,33	6,0	0	0,82
21. Nov. 1932	9. Nov. 1933	6,65	0,48	1,32	6,0	0	0,83

Kalkgabe jährlich 1500 kg/ha Kalkpulver, äquivalent 0,44 % CaCO₃ pro Sektar und 5 cm Tiefe (Volumgewicht 0,81).

Der Kalk bleibt also fast vollständig in den oberen 5 cm; in der Schicht 5—10 cm findet nur eine geringe Steigerung des pH und des an Ton und Humus gebundenen CaO (extrahiert mit 10 % HCl) statt.

Um die Verteilung des Kalkes näher kennen zu lernen, wurden nun von B. Bruin Schichten von je 1 cm Dicke untersucht (März 1933); dabei ergaben sich die in Tabelle 2 erhaltenen Zahlen.

Tabelle 2.

Versuchsfeld Pr 98, März 1933.

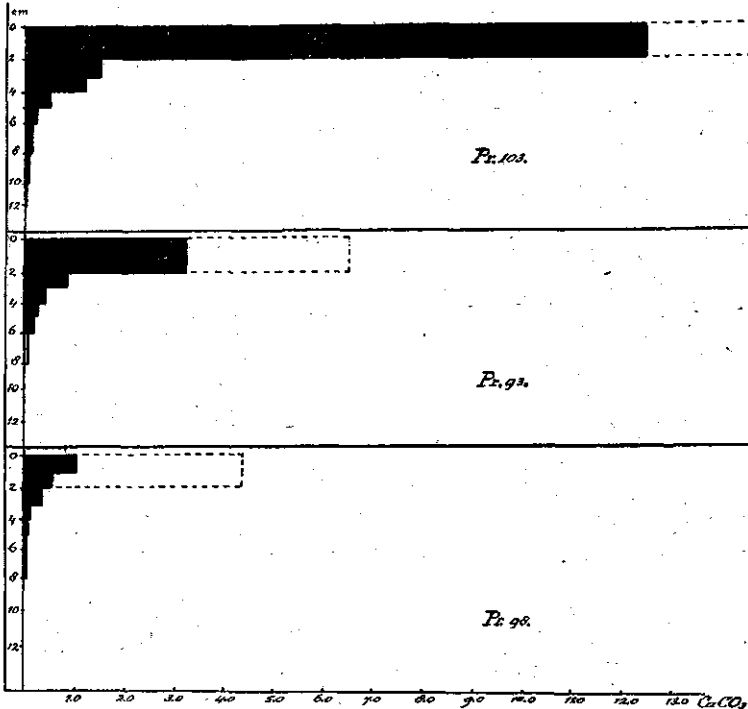
Schicht	Nicht gefaltte Parzelle		Gefaltte Parzelle	
	pH	CaCO ₃	pH	CaCO ₃
0—1 cm	5,6	Sp	6,7	1,06
1—2 cm	5,6	—	6,8	0,65
2—3 cm	5,5	—	6,8	0,47
3—4 cm	5,7	—	6,7	0,14
4—5 cm	5,7	—	6,4	0,07
5—6 cm	5,7	—	6,5	Sp
6—7 cm	5,7	Sp	6,2	Sp
7—8 cm	5,7	—	6,2	Sp
8—9 cm	5,8	—	6,0	—
9—10 cm	5,7	—	6,1	—

Während auf den ungefaltten Parzellen das pH in allen Schichten unverändert 5,6—5,7 ist, und der CaCO₃-Gehalt gering (meistens abwesend, nur hier und da Spuren), sieht man auf den gefaltten Parzellen eine starke Anhäufung des Kalkes in der oberen 1 cm-Schicht, und ein rasches Absinken in der zweiten und dritten Zentimeter-Schicht. Ein Teil des Kalkes ist bis 10 cm eingedrungen (siehe pH im Vergleich mit nicht gefaltt), aber von den vier jährlichen Kalkungen, wovon die letzte von November 1932 bis März 1933 auf dem Felde lag, ist der weitaus größte Teil unverändert in den oberen drei Zentimetern geblieben.

Abb. 1 zeigt die Verhältnisse für dieses Versuchsfeld und für zwei andere, wo mehr CaCO₃ gegeben war. Man sieht, daß der weitaus größte Teil des Kalkes in den oberen zwei Zentimetern liegt.

Ähnliche Verhältnisse gelten für das Eindringen der Phosphorsäure, wie in einer vorläufigen Mitteilung schon bekanntgegeben¹⁾ und binnen kurzem ausführlich gezeigt werden wird. Tabelle 3 gibt einen Auszug aus den Zahlen für drei Versuchsfelder (P-Zahl wasserlöslich, P-citr. löslich in 1 % Zitronensäure).

¹⁾ Vergleiche „Die Phosphorsäure“ 2 (1932), Seite 271.



CaCO₃-Gehalt von 1 cm dicken Schichten auf drei Versuchsfeldern, ein Jahr oder mehr nach der letzten Befallung. Gestrichelt: totale CaCO₃-Gabe berechnet auf obere 2 cm-Schicht. Schwarz: anwesendes CaCO₃.

Abb. 1.

Table 3.

Versuchsfeld I				NH 49				PR 98		
Schicht	pH	P-Zahl	P-Citr	pH	Summ	P-Zahl	P-Citr	pH	P-Zahl	P-Citr
0—1 cm	6,1	6	48	6,2	16	25	112	5,6	60	144
1—2 "	6,1	4 ¹ / ₂	46	6,3	16	25	129	5,6	57	124
2—3 "	6,1	4	41	6,4	16	22	128	5,5	56	120
3—4 "	6,0	3 ¹ / ₂	43	6,5	16	19	138	5,7	32	120
4—5 "	6,0	2	41	6,5	14	14	135	5,7	28	108
5—6 "	6,0	2	32	6,4	13	10	121	5,7	32	104
6—7 "	5,8	1	17	6,0	13	6	94	5,7	16	104
7—8 "	5,9	1	12	6,0	13	6	94	5,7	11	88
8—9 "	5,7	0	4	6,1	12	3	50	5,8	11	88
9—10 "	5,8	0	1	6,1	12	3	50	5,7	8	72

Die Abnahme schon in 6—10 cm Tiefe ist sehr bedeutend. Dazu kommt, daß eine Durchschnittsprobe von der Schicht 0—10 cm in

manchen Fällen gar nicht den Mittelwert dieser Zahlen gibt, weil für die Analyse phosphorsäurereiche Schichten mit den phosphorsäurearmen innig gemischt und zusammen ausgezogen werden, wobei Festlegungserfcheinungen eintreten können, wie in der ausführlicheren Publikation gezeigt werden wird.

Es ist klar, daß dieses sehr starke vertikale Gefälle die Bodenuntersuchung für Grasland sehr kompliziert. Sogar Bemusterung in 5 cm-Schichten, wie bei uns üblich, gibt ein zu sehr verflachtes Bild; Bemusterung von dünneren Schichten bringt aber große praktische Schwierigkeiten mit sich, auch wegen der starken Unebenheit der Oberfläche einer vom Vieh zertretenen Weide, wo gerade die obersten unregelmäßig liegenden Zentimeter die Nährstoffe stark angehäuft enthalten.

Anderungen im Kalkzustand durch Stickstoffdünger.

Der Kalkzustand des Bodens ändert sich auch durch andere Einflüsse als Befalkung, zum Beispiel durch den Stickstoffdünger. Auch in solchen Fällen erfolgt die Änderung auf Grasland schichtenweise; als Beispiel greifen wir (siehe Tabelle 4) ein Versuchsfeld auf sandigem Boden heraus, das im Frühling 1928 aus Ackerland eingelät wurde, und wo vier verschiedene Dünger verglichen werden, nämlich Chilealpeter als basen-bringend, schwefelsaures Ammoniak als basen-entziehend, Harnstoff als Stickstoffdünger, der das pH nahezu unverändert läßt, und dann noch schwefelsaures Ammoniak mit einem gleichen Gewicht an CaCO_3 in Form von Mergel in regelmäßigen, meist jährlichen Portionen, wodurch das pH auch unverändert blieb. Beim Beginn, im April 1928, war das pH der damals noch homogenen 0—10 cm-Schicht 5,7. Allmählich änderten sich die Zahlen wie folgt:

Tabelle 4.

Versuchsfeld Pr 75, Goodijk in Marum.

Stickstoffdünger	Schicht 0—5 cm			Schicht 5—10 cm		
	1931	1932	1933	1931	1932	1933
Chilealpeter	6,3	6,65	6,75	6,3	6,5	6,4
Harnstoff	5,7	5,65	5,35	5,8	5,7	5,5
Schwefel. Umm. u. Mergel	5,8	5,6	5,8	5,7	5,65	5,5
Schwefelsaures Ammoniak .	5,1	4,7	4,1	5,6	5,3	4,9

Die Steigerung des pH bei Chilealpeterdüngung, die Senkung bei Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak sind in der Schicht 0—5 cm deutlich zu erkennen. In der Schicht 5—10 cm schreiten die Änderungen viel langsamer vor.

Auch im Gehalt der einzelnen Kationen und ihrem Verhältnis sind die Änderungen in den beiden 5 cm-Schichten sehr verschieden. Tabelle 5 gibt die Gehaltzahlen in Milliäquivalent per 100 gr trockenen Boden im November 1933.

Tabelle 5.

Stickstoffdünger	Schicht	Ca O	Mg O	K ₂ O	Na ₂ O	NH ₄	Summe
Chilesalpeter	0—5	11,0	1,4	0,23	2,7	0,01	15,4
	5—10	9,7	0,89	0,06	1,8	0,07	12,5
Harnstoff	0—5	9,1	1,0	0,13	0,48	0,07	10,7
	5—10	9,2	0,84	0,06	0,39	0,07	10,6
Schwefels. Amm. u. Mergel	0—5	16,2	0,72	0,13	0,32	0,14	17,5
	5—10	11,0	0,62	0,04	0,35	0,07	12,1
Schwefelsaures Ammoniak	0—5	1,7	0,35	0,21	0,26	0,14	2,7
	5—10	6,3	0,69	0,08	0,29	0,07	7,4

Zu erwähnen ist, daß auf allen Parzellen Phosphat gegeben wurde als Thomasschlackenmehl und in späteren Jahren als Bicalciumphosphat, und Kali in Form von 40 % Salz. Die Änderung im Basenverhältnis durch die verschiedene Form der Stickstoffdüngung tritt klar hervor, und ebenso die langsamere Einwirkung in der Schicht 5—10 cm. Es ist interessant, auch das gegenseitige Verhältnis der Basen zu betrachten, wie das in Tabelle 6 zu finden ist.

Tabelle 6.

Stickstoffdünger	Schicht	Ca O	Mg O	K ₂ O	Na ₂ O	NH ₄
Chilesalpeter	0—5	72	9	1 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{2}$	0
	5—10	78	7	1 $\frac{1}{2}$	14	1 $\frac{1}{2}$
Harnstoff	0—5	85	9	1	4 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$
	5—10	87	8	1 $\frac{1}{2}$	4	1 $\frac{1}{2}$
Schwefels. Amm. u. Mergel	0—5	92 $\frac{1}{2}$	4	3 $\frac{3}{4}$	2	3 $\frac{3}{4}$
	5—10	91	5	1 $\frac{1}{4}$	3	3 $\frac{3}{4}$
Schwefelsaures Ammoniak.	0—5	64	13	8	10	5
	5—10	85	9	1	4	1

Auch bei diesen Zahlen ist die regelmäßige Zufuhr, namentlich von Kali, Magnesium und Natron, in der Kalidüngung nicht zu vergessen. Die Ertragsverminderung auf den mit schwefelsaurem Ammoniak gedüngten Parzellen kann in diesem Falle keine große Rolle gespielt haben, wie aus Tabelle 7 ersichtlich ist.

Es wurde auf diesem Versuchsfeld nur geerntet, zwei bis vier, meistens dreimal im Jahre. Der Ertrag reagierte deutlich auf die Düngerform, und zwar waren die jährlichen Erträge nach Angabe von Dr. S. J. F r a n k e n a für vier Jahre:

Tabelle 7.

	q/ha				Verhältniszahlen			
	1929	1931	1932	1933	1929	1931	1932	1933
Chilesalpeter	83,0	96,5	120,3	118,8	100	100	100	100
Harnstoff	75,7	95,0	113,1	124,1	91	98 ^{1/2}	94	104 ^{1/2}
Schwefel-Ammoniak und Mergel	76,7	92,7	111,5	123,2	92 ^{1/2}	96	92	104
Schwefel-Ammoniak	80,1	87,0	103,8	106,7	96 ^{1/2}	90	86 ^{1/2}	89 ^{1/2}

Der Ertragsrückgang durch schwefelsaures Ammoniak tritt deutlich hervor, ist jedoch nicht so groß, daß die Mineralien-Entziehung durch die Ernte eingreifende Änderungen verursachen würde.

Der Einfluß der schwefelsauren Ammoniakdüngung auf den ersten Schnitt ist viel ausgeprägter als auf die ganze Jahresernte, wie Tabelle 8 zeigt.

Tabelle 8.

	q/ha				Verhältniszahlen			
	1929	1931	1932	1933	1929	1931	1932	1933
Chilesalpeter	20,5	54,6	42,0	34,2	100	100	100	100
Harnstoff	19,5	51,4	39,5	34,6	95	94	94	101
Schwefel-Ammoniak und Mergel	17,7	50,6	35,5	30,9	86 ^{1/2}	92 ^{1/2}	84 ^{1/2}	90 ^{1/2}
Schwefel-Ammoniak	16,8	45,1	29,5	21,1	82	82 ^{1/2}	70	61 ^{1/2}

Also eine ständige Abnahme in den späteren Jahren.

Botanische Zusammensetzung.

Auch die botanische Zusammensetzung der Narbe hat sich auf dem eben besprochenen Versuchsfeld in den 5 Jahren, seit im Frühling 1928 gleichmäßig eingesät wurde, schon merklich verschoben; Tabelle 9 gibt Mittelwerte von Proben aus dem zweiten Schnitt 1932 und dem ersten Schnitt 1933.

Tabelle 9.

	Poa pratensis	Poa trivialis	Lolium perenne	Festuca pratensis	Agro- stis alba	Kräuter
Chilesalpeter	63	8	5	5	3	12
Harnstoff	65	5	3	10	3	8
Schwefelsaures Ammoniak und Mergel	79	4	3	7	3	1
Schwefelsaures Ammoniak.	62	0	2	3	19	1

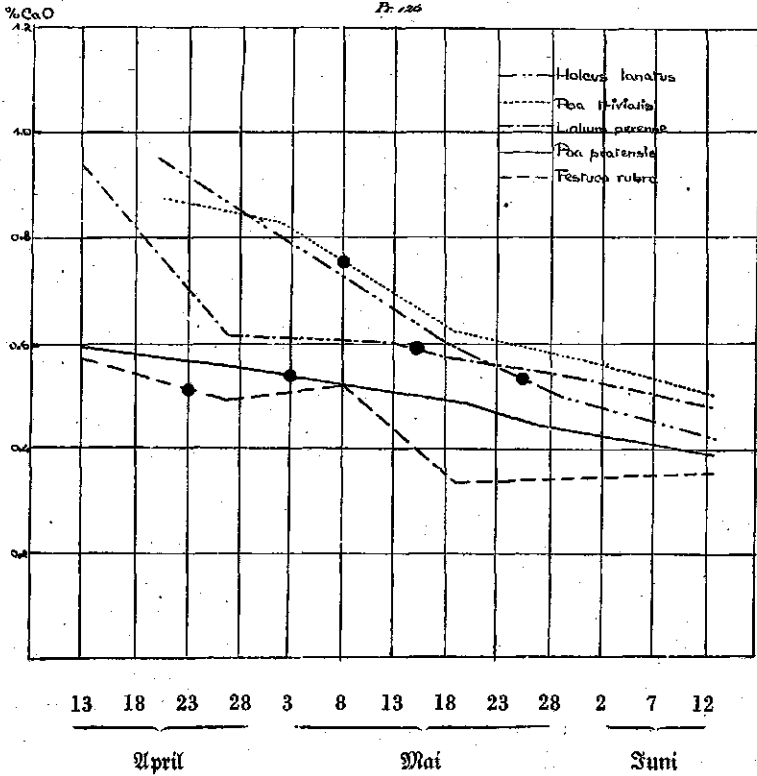
Die botanische Zusammensetzung ist auf diesem Versuchsfeld etwas exzeptionell, weil es eine ungewöhnliche Behandlung erfährt (schwere Stickstoffdüngung, jährlich 210 kg/ha N, und drei- bis viermal Mähen). Gewöhnlich bilden *Lolium perenne*, *Poa trivialis*, *Agrostis alba*, *Festuca pratensis* und *Trifolium repens* den Hauptbestandteil unseres Graslandes, daneben als weniger wichtige Arten *Anthoxanthemum odoratum*, *Bromus mollis*, *Alopecurus geniculatus* usw. Im allgemeinen nimmt *Poa trivialis* durch Befalkung zu, *Alopecurus* ab; aber der allgemeine Eindruck ist, daß die Behandlungsweise (Zeit des Mähens, des Weidens usw.) von weit größerem Einfluß auf die Änderungen in botanischer Zusammensetzung sein kann als Befalkung bezw. Änderung des Bodens.

Auf den gekalkten Parzellen kann *Taraxacum officinale* ziemlich stark hervortreten; so zum Beispiel auch auf Pr 75. Es müßte noch untersucht werden, ob offene Stellen durch Absterben der Gräser durch die direkte Einwirkung des Kalkes dabei mitspielen.

Chemische Zusammensetzung.

Betreffend der chemischen Zusammensetzung von Gras oder Heu verfügen wir über ein sehr großes Zahlenmaterial. Dieses gibt uns aber meistens Bruttoreultate, die keinen Einblick in den ursächlichen Zusammenhang geben — und daher keine Möglichkeit, zu allgemeinen Schlußfolgerungen und Regeln zu kommen — weil unbekannt bleibt, inwieweit Änderungen in der botanischen Zusammensetzung der einzelnen Gräser an sich mitspielen.

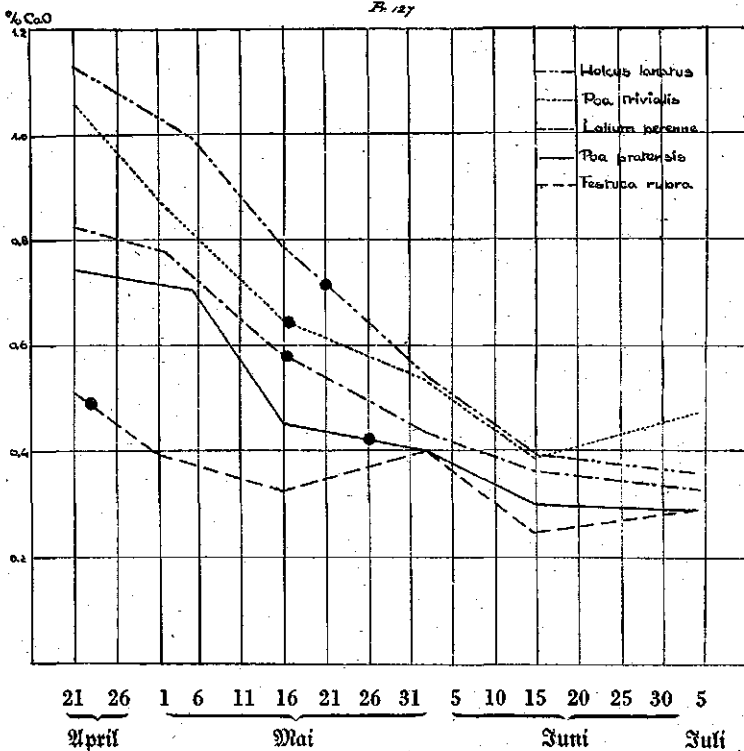
Es ist daher wünschenswert, die chemische Zusammensetzung der einzelnen Grasarten, jede Art in verschiedenen Wachstumsstadien, zu kennen und damit eine der Grundlagen zu gewinnen, die zum besseren Verständnis der komplizierten Verhältnisse nötig sind. Aber die einzelnen Aschenbestandteile sind uns derartige vergleichbare Daten aus der Literatur noch nicht bekannt. Das Material, das von Dr. Th. B. van Itallie in einer größeren Arbeit zusammengefaßt wird, eignet sich nicht für eine kurze Übersicht, so daß ich hier nur einen Griff tun und einige Kalkzahlen anführen kann. Abb. 2 gibt den CaO-Gehalt für fünf Spezies, gewachsen auf Sandboden, und Abb. 3 dasselbe für Moorboden. Wie man sieht, sind *Holcus lanatus* und *Poa trivialis* Gräser mit ausgesprochen hohem Kalkgehalt, während *Festuca rubra* und, in geringerem Maße, *Poa pratensis* als kalkarm zu bezeichnen sind. Diese Unterschiede finden sich während der ganzen Wachstumsperiode. Aber auch die Bodenverhältnisse spielen eine nicht unbedeutende Rolle und verschieben die gegenseitige Lage.



CaO-Gehalt in verschiedenem Wachstumsstadium bei fünf Grasarten, gewachsen auf einem Versuchsfeld auf Sandboden. Der Punkt gibt die Zeit des In-die-Ahre-Schossens an.

Abb. 2.

Es wird eine bedeutende Menge Arbeit kosten, bevor wir die Zusammenhänge so übersehen, daß synthetisch ein klares Bild entsteht und wir die Bruttozahlen für die chemische Zusammensetzung von Heu oder Gras nach einzelnen Faktoren spalten und in ihrem ursächlichen Zusammenhang verstehen können. Wenn z. B. das entkalkend wirkende schwefelsaure Ammoniak Anlaß gibt zu einem stärkeren *Holcus*-Wuchs, wird der Mineralgehalt des gemischten Grases weniger sinken als der Mineralgehalt der besseren Gräser an sich usw. Welche Folgen dies für den Futterwert des Grases hat, ist dann weiter zu erforschen und schaltet, neben der Physiologie der Rasenpflanzen, die Physiologie der Viehes ein.



Dasselbe wie Abb. 2, für Moorboden.

Abb. 3.

Zusammenfassung.

Bei Grasland wird der Boden nicht durch Bearbeitung gemischt; daher große Unterschiede im CaCO_3 -Gehalt in horizontaler Richtung auf befallten Parzellen, wo in 20 cm^2 Stichproben Gehaltszahlen von 0,02 bis 5,5 % gefunden wurden. Das Eindringen des Kalkes geht nur langsam vor sich, ist aber bis 10 cm tief im pH bemerkbar; die Unterschiede im CaCO_3 -Gehalt sind in senkrechter Richtung sehr groß, so z. B. in der oberen 1 cm-Schicht 1 %, abnehmend bis 0,07 % in 5 cm Tiefe (Tabelle 2). Bedeutend sind auch die Unterschiede im Phosphorsäure-Gehalt (Tabelle 3).

Die Änderung im pH unter dem Einfluß von verschiedenen Stickstoffdüngern zeigt auch vertikale Staffelung (Tabelle 4). Anschließend werden die auf dem betreffenden Versuchsfelde entstandenen interessanten Unterschiede im CaO-Gehalt und Gehalt an sonstigen Basen erwähnt, welche durch sechsjährige Anwendung

von Chilesalpeter bezw. Schwefelsaurem Ammoniak verursacht wurden (Tabelle 5 und 6). Die Änderungen in Ertrag und in botanischer Zusammensetzung werden besprochen (Tabelle 7—9).

Es werden weiter einige Resultate besprochen aus einer ausführlichen Untersuchung der Mineralbestandteile von fünf Grasarten, gewachsen auf zwei Versuchsfeldern und zu verschiedenen Zeiten geschnitten (Abb. 2 und 3). Obgleich der CaO-Gehalt ständig abnimmt, bleibt ein Unterschied zwischen den verschiedenen Arten bestehen.

Summary.

In the case of grassland, the soil is never mixed through cultivation; this accounts for the fact that there are great differences in the CaCO_3 content in a horizontal sense on limed plots, where we found in samples originating from plots of 20 m² contents varying from 0.02 to 5.5%. The calcium penetrates but slowly into deeper horizons, so that the differences in a vertical sense are also very considerable. We have found for instance in the upper layer of 1 cm 1%, decreasing down to 0.07% in the depth of 5 cm (Table 2).

The change in the pH under the influence of different nitrogenous fertilizers shows also differences in a vertical sense (Table 3). It is further shown in this paper that in the case of the experimental field in question there developed differences in the content of CaO and other bases caused by fertilization during six years with Chilean nitrate on the one and sulphate of ammonia on the other hand (Tables 4 and 5). The changes in yield and in botanical composition are discussed (Tables 6—8).

There are further discussed some results of an exact investigation on the mineral matter of five species of grasses grown on two experimental fields and cut at different times (Figures 1 and 2). In spite of the steady decrease of the CaO content, there remains a well defined difference between the different species.