

Ein Düngungsversuch
an
Schwarzkiefern-Stangenholz
des
„Grossen Föhrenwaldes“
bei Wr.-Neustadt.

Von
Dr. N. v. Lorenz
in Mariabrunn.

Im Frühjahr 1903 habe ich einen vergleichenden Düngungsversuch an einem damals rund 60jährigen Schwarzkiefernbestande im Großen Föhrenwalde bei Wiener-Neustadt eingeleitet. Die nach Ablauf einer siebenjährigen Versuchsperiode erhaltenen Resultate sind so unzweideutig, daß es mir von Interesse erscheint, dieselben im Folgenden zu veröffentlichen.

Da bei der Versuchsanlage auf die Möglichkeit eines finanziellen Reinertrages der Düngung Rücksicht genommen werden sollte, war es — im Hinblick auf die sehr geringe Produktionsfähigkeit dieses Waldbodens — von vornherein notwendig, die Düngungskosten möglichst niedrig zu stellen, das heißt relativ geringe Düngermengen auf die Versuchsflächen zu bringen. Die zulässigen Maximalspesen der Düngung haben sich aus der folgenden wirtschaftlichen Überlegung ergeben. Bekanntlich liefert der Große Föhrenwald eine beträchtliche Nebennutzung durch die Verwertung seiner reichlichen, langnadeligen Streu, und zwar ergibt 1 *ha* Wald jährlich, je nach Bestandesalter und Witterung, 20—40 *rm* waldtrockener Nadelstreu, von der 1 *rm* mit 1 *K* bezahlt wird. Speziell auf unserer Versuchsfläche betrug die jährliche Streumenge rund 30 *rm* pro 1 *ha*; entsprechend einer jährlichen Streurente von rund 30 *K*. Wir haben somit jedes Jahr — auf 1 *ha* berechnet — ungefähr 30 *K* für Kunstdünger ausgelegt und unsere Flächen damit gedüngt, also gewissermaßen auf unsere direkte Streurente verzichtet in der Hoffnung, dieselbe auf dem Umwege einer gesteigerten Holzproduktion womöglich mit Zinsen zurückzuerhalten. Wie wenig sich diese Hoffnung erfüllt hat, wollen wir am Schlusse dieser Abhandlung ziffermäßig auseinandersetzen.

Die Standorts- und Bestandesverhältnisse des Großen Föhrenwaldes und ihre infolge der Bestandesgleichförmigkeit geradezu idealen Qualitäten für die Anlage von vergleichenden Versuchen sind bereits in zahlreichen Publikationen¹⁾ der k. k. forstlichen Versuchsanstalt Mariabrunn eingehend beschrieben worden und sei in dieser Beziehung als ergänzende Mitteilung nur je eine kleine Tabelle über die mechanische und chemische Zusammensetzung des Waldbodens (ein steiniger Kiesboden auf diluvialer Kalkschotterunterlage), welche ich der Güte des Herrn Dr. E. Hoppe verdanke, mitgeteilt. Die Analysenzahlen beziehen sich auf sechs Bodenproben, die an sechs verschiedenen Waldorten genommen und mit den Zahlen I bis VI bezeichnet wurden.

¹⁾ Vgl. z. B. „Streuversuche im Großen Föhrenwalde“ u. „Moosdecke und Holzzuwachs“ von K. Böhm er le. Zentralblatt f. d. g. Forstw. 1906 u. 1910.

Tabelle I.

Mechanische Analyse von sechs Bodenproben des Großen Föhrenwaldes.

Bezeichnung	Tiefe der Probe- entnahme in cm.	Feinerde		Grobmaterial	
		(Korngröße unter 1 mm.)	(Korngröße 1—10 mm.)	(Korngröße über 10 mm.)	
I.	1—3 cm	40 %	21 %	39 %	
I.	3—8 "	45 "	20 "	35 "	
I.	8—18 "	51 "	24 "	25 "	
II.	1—3 cm	39 %	18 %	43 %	
II.	3—8 "	43 "	18 "	39 "	
II.	8—18 "	52 "	21 "	27 "	
III.	1—3 cm	42 %	14 %	44 %	
III.	3—8 "	50 "	16 "	34 "	
III.	8—18 "	58 "	17 "	25 "	
IV.	1—3 cm	37 %	15 %	48 %	
IV.	3—8 "	42 "	15 "	43 "	
IV.	8—18 "	49 "	16 "	35 "	
V.	1—3 cm	46 %	16 %	38 %	
V.	3—8 "	56 "	15 "	29 "	
V.	8—18 "	60 "	14 "	26 "	
VI.	1—3 cm	43 %	17 %	40 %	
VI.	3—8 "	39 "	15 "	46 "	
VI.	8—18 "	37 "	16 "	47 "	
Mittel	—	46 %	17 %	37 %	

Tabelle II.

Chemische Analyse der vorigen sechs Bodenproben des Großen Föhrenwaldes.

Bezeichnung	Tiefe der Probe- entnahme in cm	Prozente			
		Phosphorsäure $P_2 O_5$	Kali $K_2 O$	Calciumcarbonat $Ca CO_3$	Humus
I.	1—3 cm	0.100	0.548	4.50	9.45
I.	3—8 "	0.086	0.323	4.23	3.55
I.	8—18 "	0.083	0.361	5.09	3.79
II.	1—3 cm	0.096	0.635	4.05	8.28
II.	3—8 "	0.090	0.362	4.32	3.34
II.	8—18 "	0.086	0.351	4.45	2.93
III.	1—3 cm	0.102	0.572	2.45	9.87
III.	3—8 "	0.103	0.337	2.77	3.55
III.	8—18 "	0.098	0.335	3.50	2.87
IV.	1—3 cm	0.085	0.208	1.88	10.33
IV.	3—8 "	0.104	0.399	2.07	3.43
IV.	8—18 "	0.083	0.339	2.75	3.06
V.	1—3 cm	0.112	0.366	1.61	8.19
V.	3—8 "	0.105	0.353	1.73	3.62
V.	8—18 "	0.100	0.435	2.20	3.23
VI.	1—3 cm	0.102	0.395	2.39	8.80
VI.	3—8 "	0.102	0.419	3.07	4.96
VI.	8—18 "	0.105	0.426	3.41	3.59
Mittel	—	0.097	0.398	3.14	5.38

Die Waldorte I, II und III (siehe Tabelle I und II) befinden sich in unmittelbarer Nähe unserer als bald zu besprechenden Düngungsversuchsfläche und sind daher die diesbezüglichen Zahlen für die mechanische und chemische Zusammensetzung des Bodens dieser Fläche besonders charakteristisch. Die Zahlen für den kohlen sauren Kalk sind aus dem Kohlensäuregehalte des Bodens berechnet und sind deshalb etwas höher als der Wahrheit entspricht, da ein kleiner Teil der Kohlensäure als an Magnesia gebunden angesehen werden muß. Der Gehalt an Feinerde — das mit Hilfe eines Siebes von 1 mm Maschenweite Absieb bare — beträgt in der Tiefe von 1—18 cm rund nur 46% und nimmt in Tiefschichten von mehr als 18 cm noch weiter rapid ab. In einer Tiefe von 50 cm findet sich fast überall nur mehr grobes Gerölle, das bald mehr, bald weniger konglomeratartig gefestigt ist. Wie aus der Tabelle II ersichtlich, sind die wesentlichsten Pflanzennährstoffe und der Humus in der Feinerde durchaus nicht in extrem geringen Mengen vorhanden. Speziell Kali (im Mittel 0.398%) und Kalk (im Mittel 3.14%) sind in solchen Quantitäten vorhanden, daß dem Boden ein sehr befriedigender Bonitätsgrad zugesprochen werden müßte, wenn sein Mangel an Tiefgründigkeit und Feuchtigkeit und sein Überfluß an Grobmaterial geringer wären.

Wir wollen nun zur Detailbeschreibung unseres Düngungsversuches übergehen, der im wesentlichen nach den zweckgerecht modifizierten Grundsätzen eingerichtet wurde, nach welchen die Landwirte solche Versuche an Feldpflanzen vorzunehmen pflegen. Mit Hilfe von zahlreichen soliden Grenzsteinen wurde ein rechteckiges Areal mitten im Walde derart in 10 Parzellen geteilt, daß rechts und links von einem 2 m breit abgesteckten Mittelgange, der jedoch bestockt blieb, je 5 Parzellen entstanden, die voneinander durch ebenfalls 2 m breite, bestockte Isolierstreifen abgegrenzt waren. Jede dieser 10 rechteckigen Parzellen war $12 \times 25 = 300 m^2$ groß. Sie wurden der Reihe nach mit den Nummern 1, 2, 3, 4, 5 und I, II, III, IV, V bezeichnet. Die Flächen 1 und I dienten als Kontrollflächen, die keine Düngung erhielten; 2 und II erhielten eine gleiche Düngung mit Kali, Stickstoff und Phosphorsäure; 3 und III eine gleiche Kali-Phosphorsäuredüngung; 4 und IV eine gleiche Kali-Stickstoffdüngung; 5 und V endlich eine gleiche Stickstoff-Phosphorsäuredüngung. Das Kali wurde in Form von sogenannten 40%igem Kalisalz (das im wesentlichen aus Kaliumchlorid besteht) gegeben; die Phosphorsäure in Form von Thomasschlacke mit einem Gehalte von 18% Gesamtphosphorsäure; der Stickstoff in Form von Chilesalpeter mit einem Gehalte von 15% Stickstoff. Auf 1 ha berechnet wurden seit 1903 alljährlich im Frühjahr 15 kg Kali und 15 kg Stickstoff in Form von Kopfdüngung gegeben; eine Phosphorsäuredüngung hat während unserer 7jährigen Versuchsperiode nur zweimal stattgefunden, nämlich in den Frühjahren 1903 und 1907; diese Düngung wurde in der Weise ausgeführt, daß jedesmal zahlreiche, etwa 5—10 cm tiefe, schmale Gräbchen, die in einer Distanz von zirka 0.5 m parallel liefen, durch die betreffenden Parzellen gezogen wurden, wodurch in diesem seichten Boden bereits reichliches Wurzelgeflecht der Kiefern bloßgelegt wurde; in diese Gräbchen wurde die Thomasschlacke eingestreut und dann mit dem ausgehobenen Materiale wieder zugedeckt; auf 1 ha berechnet wurden so durchschnittlich jährlich 20 kg Phosphorsäure gedüngt.

Auf allen 10 Teilflächen wurde die Streu vom Jahre 1903 an alljährlich im Herbst gereicht und ihr Gewicht im lufttrockenen Zustande bestimmt. Es wurden alle Stämme der Versuchsfläche numeriert und in den Frühjahren 1903 und 1910 die Stammdurchmesser in Brusthöhe auf allen Teilflächen durch kreuzweise Kluppierung erhoben.

Wir wollen nun von dieser kurzen Beschreibung unserer Versuchsanlage übergehen zur Wiedergabe und Deutung der im 7jährigen Zeitraume von Anfang 1903 bis Anfang 1910 erhaltenen Resultate. Wir werden dieselben, obwohl sie von 0.03 ha großen Einzelflächen stammen, gleich auf 1 ha umgerechnet angeben, weil diese Flächeneinheit dem Leser, der

aus seiner anderweitigen Erfahrung Vergleiche anzustellen gewillt ist, am bequemsten und geläufigsten ist. Anfang 1903 betrug die durchschnittliche Bestandeshöhe jeder Teilfläche 10 m; Anfang 1910 waren es 11 m; der Höhenzuwachs dieser 7jährigen Periode war also 1 m, wobei kein deutlicher Unterschied im Höhenwachstume der 2 ungedüngten und der 8 gedüngten Teilflächen zu konstatieren war. Die Stammanzahlen der einzelnen Flächen (Tabelle III) waren auf 1 ha berechnet:

Tabelle III.

Parzellennummer	Stammanzahl	Parzellennummer	Stammanzahl
1	3067	I	3967
2	3166	II	3466
3	3967	III	4000
4	3967	IV	4033
5	4266	V	3366

Wir wollen uns nun zunächst mit den beiden ungedüngten Kontrollflächen 1 und I etwas näher befassen. Die Kreisflächensummen der Stämme und oberen Zuwächse in Brusthöhe (1·3 m) auf diesen beiden Kontrollflächen (Tabelle IV) waren pro 1 ha binnen 7 Jahren:

Tabelle IV.

Parzellennummer	Kreisflächen-summe im Frühjahr 1903 pro 1 ha	Kreisflächen-summe im Frühjahr 1910 pro 1 ha	Kreisflächen-zuwachs in 7 Jahren pro 1 ha	7 jähriges Kreisflächen-zuwachs-prozent	1 jähriges Kreisflächen-zuwachs-prozent
1	28·976 m ²	35·730 m ²	6·754 m ²	23·3%	3·33%
I	27·950 „	34·493 „	6·543 „	23·4%	3·34%
Mittel:	28·463 m ²	35·111 m ²	6·648 m ²	23·35%	3·33%

Die mittleren Stammkreisflächen und die aus ihnen berechneten mittleren Durchmesser der Mittelstämme in Brusthöhe auf den beiden ungedüngten Kontrollflächen 1 und I (Tabelle V) haben folgende Größe:

Tabelle V.

Parzellennummer	Mittlere Stammkreisfläche		Durchmesser des Mittelstammes	
	Frühjahr 1903	Frühjahr 1910	Frühjahr 1903	Frühjahr 1910
1	0·9449 dm ²	1·1651 dm ²	1·096 dm	1·218 dm
I	0·7046	0·8696	0·946	1·052 „

Die Derbholzmassen der Stämme (mit Hilfe der K. B ö h m e r l e'schen Massentafel für die Schwarzkiefer berechnet) und deren Massenzuwächse auf den beiden ungedüngten Kontrollflächen 1 und I (Tabelle VI) waren pro 1 ha binnen 7 Jahren:

Tabelle VI.

Parzellen- Nummer	Derbholzmasse pro 1 ha		7 jähriger	7 jähriges	1 jähriger	1 jähriges
	Frühjahr 1903	Frühjahr 1910	Massen- zuwachs	Massen- zuwachs %	Massen- zuwachs	Massen- zuwachs %
1	133·7 fm	184·7 fm	51·0 fm	38·0 %	7·3 fm	5·43 %
I	123·7 „	170·6 „	46·9 „	37·9 „	6·7 „	5·41 „
Mittel:	128·7 fm	177·6 fm	48·9 fm	37·95 %	7·0 fm	5·42 %

Aus der fast völligen Übereinstimmung der 7jährigen Zuwachsprozente der Kreisflächen (23·3 und 23·4 %, Tabelle IV) für die Parzellen 1 und I und ebenso der 7jährigen Zuwachsprozente der Massen (38·0 und 37·9 %, Tabelle VI) für diese Parzellen dürfen wir den Schluß ziehen, daß diese beiden ungedüngten Flächen gleiches Holzproduktionsvermögen hatten. Da die 8 gedüngten Flächen eine analoge Bestandeseleichförmigkeit zeigen wie die 2 ungedüngten Kontrollparzellen, werden wir im Interesse der Einfachheit und Übersichtlichkeit im Folgenden die gleich gedüngten Flächenpaare 2 und II, 3 und III, 4 und IV, endlich 5 und V nicht getrennt betrachten, sondern vielmehr gleich die Summen der betreffenden Ergebnisse jedes Flächenpaares untersuchen, wobei wir die stillschweigende, aber hinreichend einwandfreie Voraussetzung machen werden, daß auch alle diese 8 gedüngten Flächen dieselben Zuwachsprozente wie die Flächen 1 und I gezeigt hätten, wenn sie ungedüngt geblieben wären. Entsprechend der Düngung, welche sie erhielten, werden wir unsere 5 Flächenpaare der Reihe nach als „Ungedüngt-Parzelle“, *KNP*-Parzelle (weil sie mit Kali, Stickstoff und Phosphorsäure gedüngt wurde), *KP*-Parzelle (Düngung mit Kali und Phosphorsäure), *KN*-Parzelle (Düngung mit Kali und Stickstoff) und endlich als *NP*-Parzelle (Düngung mit Stickstoff und Phosphorsäure) bezeichnen.

Die Stammkreisflächensummen des einen ungedüngten Parzellenpaares und der 4 gedüngten Parzellenpaare, sowie deren Stammkreisflächenzuwächse (Tabelle VII) waren nun folgende:

Tabelle VII.

Parzellen- Bezeichnung	Stammkreis-Flächensummen		7 jähriger	7 jähriges	1 jähriges
	Frühjahr 1903	Frühjahr 1910	Kreisflächen- zuwachs	Kreisflächen- zuwachs- prozent	Kreisflächen- zuwachs- prozent
	in m ² pro 1 ha	in m ² pro 1 ha	in m ² pro 1 ha		
„Ungedüngt“	28·463 m ²	35·111 m ²	6·648 m ²	23·35 %	3·33 %
„ <i>KNP</i> “	29·227	37·334 „	8·107	27·74 „	3·96 „
„ <i>KP</i> “	26·935 „	34·108 „	7·173 „	26·63 „	3·80 „
„ <i>KN</i> “	27·131 „	34·767 „	7·636 „	28·15 „	4·02 „
„ <i>NP</i> “	27·913 „	35·337 „	7·424 „	26·59 „	3·79 „

Vergleicht man in der vorletzten Vertikalspalte der Tabelle VII das 7jährige Kreisflächenzuwachsprozent der ungedüngten Parzelle (23·35 %) mit den 4 anderen Zahlen dieser Kolumne, so ist sofort ersichtlich, daß auf allen 4 gedüngten Parzellen eine positive Düngewirkung stattgefunden hat, da alle 4 anderen Zuwachsprozente größer als die Zahl 23·35 sind. Noch evidentere wird dies aus den Zahlen der folgenden Tabelle VIII. Dieselbe ist in der Weise hergestellt, daß auf der Basis der absoluten Kreisflächensumme der ungedüngten Parzelle im Frühjahr 1903 (28·463 m²) berechnet wurde, welche Kreisflächensummen die 4 gedüngten Flächen im Frühjahr 1910 gezeigt haben würden, wenn sie im Frühjahr 1903 dieselben Kreisflächensummen wie die ungedüngte Parzelle ausgewiesen hätten. Es gibt kein anderes Mittel als diese hinreichend einwandfreie logische Supposition, wenn man sich ein Bild jenes Anteiles des absoluten und relativen Kreisflächenzuwachses, welcher durch die Düngung erzielt wurde — also des Kreisflächenmehrzuwachses durch Düngung — konstruieren will. Dieses Bild bietet Tabelle VIII.

Tabelle VIII.

Parzellen- Bezeichnung	Egalisierte Kreisflächen- summen im Frühjahr 1903 in m^2 pro 1 ha	Vergleichbare Kreisflächen- summen im Frühjahr 1910 in m^2 pro 1 ha	Vergleichbarer 7 jähriger Kreisflächen- zuwachs in m^2 pro 1 ha	Vergleichbarer 7 jähriger Kreis- flächenmehrzuwachs infolge der Düngung in m^2 pro 1 ha (Dünge- wirkung in 7 Jahren)
„Ungedüngt“	28·463 m^2	35·111 m^2	6·648 m^2	—
„KNP“	28·463 „	36·358 „	7·895	1·247 m^2
„KP“	28·463 „	36·043 „	7·580	0·932 „
„KN“	28·463 „	36·473 „	8·010 „	1·362
„NP“	28·463 „	36·033 „	7·570 „	0·922

Parzellen- Bezeichnung	Vergleichbarer 1 jähriger Kreis- flächenmehrzuwachs infolge der Düngung in m^2 pro 1 ha (Dünge- wirkung in 1 Jahr)	7 jähriges Kreis- flächenmehrzuwachs- prozent infolge der Düngung	1 jähriges Kreis- flächenmehrzuwachs- prozent infolge der Düngung
„Ungedüngt“	—	—	—
„KNP“	0·178 m^2	4·38 %	0·63 %
„KP“	0·133 „	3·27	0·47 „
„KN“	0·195	4·79 „	0·68 „
„NP“	0·132 „	3·23 „	0·46

Die Zahlen der letzten und wichtigsten Vertikalspalte der Tabelle VIII sagen uns also, bei einem zirka 60jährigen Bestande des Großen Föhrenwaldes ist zum Beispiel durch Stickstoff-Phosphorsäuredüngung ein jährlicher Stammkreisflächenmehrzuwachs von 0·46% (unterste Zahl der letzten Vertikalspalte der Tabelle VIII) zu erwarten, wenn der jährliche Stammkreisflächenzuwachs ohne Düngung 3·33% (oberste Zahl der letzten Vertikalspalte der Tabelle VII) beträgt. Dies läßt sich auch in folgender Form ausdrücken: Bei diesen mit Stickstoff und Phosphorsäure gedüngten Schwarzkiefern beträgt der jährliche Mehrerwartungswert des Kreisflächenzuwachses infolge der Düngung $100 \times 0·46 \div 3·33 = 13·8\%$ des Erwartungswertes der jährlichen Kreisflächenzunahme der ungedüngten Kiefer.

In bezug auf die Düngewirkung der angewendeten einzelnen Kombinationen von Düngemitteln lehrt uns die letzte Vertikalspalte der Tabelle VIII, daß die Kombination *KN* (Kali-Stickstoff) die höchste Düngewirkung ergeben hat; diese Wirkung kann theoretisch nicht größer sein als die Wirkung der Kombination *KNP* (Kali-Stickstoff-Phosphorsäure); wenn sie sich experimentell trotzdem etwas größer (0·68% gegen 0·63% laut Tabelle VIII) ergab, so können wir dies ruhig auf die zahllosen unvermeidlichen Fehlerquellen eines solchen Versuches schieben, von denen als die hauptsächlichste nur die nicht absolute Gleichheit der Bodenqualität der einzelnen Versuchspartellen in physikalischer und chemischer Hinsicht (zum Beispiel variierender Grad der Grobsteinigkeit der einzelnen Partellen) mit allen ihren Konsequenzen für die Wachstumsentwicklung des Bestandes genannt sei. Aber jedenfalls lehren uns die beiden letztgenannten Zahlen, daß die Kiefer im Großen Föhrenwalde nicht phosphorsäurebedürftig ist, weil eine Zugabe von Phosphorsäure zur Kali-Stickstoffdüngung, wie wir eben gesehen, keine Ertragssteigerung bewirkt hat.

Tabelle VIII lehrt uns ferner, daß die Wirkung der Kali-Phosphorsäuredüngung nur ungefähr zwei Drittel (0·47% gegen 0·68%) der Wirkung der Kali-Stickstoffdüngung beträgt; da nun unsere Kiefer auf ihrem Standorte keiner Phosphorsäure bedarf, ist die Düngewirkung auf der *KP*-Parzelle lediglich als Kaliwirkung anzusehen; daß diese Wirkung nicht dieselbe Höhe wie auf der *KN*-Parzelle erreichte, erklärt sich naturgemäß daraus, daß auf der *KP*-Parzelle eben der Stickstoff fehlte. Ebenso ist laut Tabelle VIII die Wirkung der Stickstoff-Phosphorsäuredüngung nur ungefähr zwei Drittel (0·46% gegen 0·68%) der Wirkung der Kali-Stickstoffdüngung, was sich daraus erklärt, daß auf der *NP*-Parzelle das notwendige Kali fehlte, und dort nur der Stickstoff zur Wirkung kam, während die Phosphorsäure überflüssig war. Aus allen diesen Überlegungen ergibt sich also die abschließende Folgerung: Die Schwarzkiefer des Großen Föhrenwaldes ist dankbar für eine Düngung mit Stickstoff und Kali; sie reagiert dagegen nicht auf eine Düngung mit Phosphorsäure — ein Resultat, das mit Rücksicht auf die spärlichen Stickstoffquellen des Großen Föhrenwaldes (geringe jährliche Niederschlagsmengen und infolgedessen geringe Stickstoffzufuhr in Form von Nitraten und Nitriten im Regenwasser und Schnee), ferner mit Rücksicht auf die Bedürftigkeit der Schwarzkiefer¹⁾ an bodenlöslichem Kali und endlich mit Rücksicht auf den hinreichenden Gehalt des Waldbodens an Phosphorsäure als ganz naturgemäß bezeichnet werden darf.

Eine andere, viel heiklere Frage ist die nach der Rentabilität der Düngung der Schwarzkiefer im Großen Föhrenwalde. Zu diesem Zwecke müssen wir uns zunächst ein Bild des Mehrertrages an Derbholz machen, das unsere Düngung im Vergleiche zum Ertrage der ungedüngten Parzelle ergeben hat. Das einfachste und sicherste Mittel hierzu bietet uns folgende Überlegung.

Die Holzmasse m auf der ungedüngten Fläche am Ende der Versuchsperiode können wir uns gegeben denken durch das Produkt:

$$m = q \ h \ f,$$

worin q die Stammkreisflächensumme in Brusthöhe, h die mittlere Bestandeshöhe und f die Derbholzformzahl bedeutet.

Ebenso können wir uns die Holzmasse M auf irgend einer der gedüngten Flächen am Ende der Versuchsperiode gegeben denken durch das Produkt

$$M = Q \ h \ . \ f,$$

worin Q die Stammkreisflächensumme in Brusthöhe dieses Bestandes bedeutet, während h und f für den gedüngten und den ungedüngten Bestand als völlig identisch angesehen werden dürfen, soweit es sich um unseren praktischen Zweck handelt. Durch Division der beiden vorstehenden Gleichungen ergibt sich:

$$M = \frac{m}{q} \ Q,$$

das heißt man findet die am Ende der Versuchsperiode vorhandene Holzmasse auf einer beliebigen der gedüngten Flächen, wenn man deren Stammkreisflächensumme Q multipliziert mit der Verhältniszahl $\frac{m}{q}$ aus Masse und Kreisfläche der gleichalterigen ungedüngten Fläche am Ende der Versuchsperiode.

Aus den Tabellen IV und VI können wir dieses Verhältnis $\frac{m}{q}$ für unseren Fall leicht berechnen; es ist $177\cdot6 \ 35\cdot111 = 5\cdot06$. Multiplizieren wir nun der Reihe nach die Zahlen der zweiten Ziffernspalte der Tabelle VIII (also die vergleichbaren Kreisflächensummen im Frühjahr 1910 in Quadratmeter pro 1 ha) mit der Zahl 5·06, so erhalten wir die Holzmassen

¹⁾ Vgl. hierzu: „Über die Nährstoffansprüche der Weiß- und Schwarzföhre“. Von Dr. E. Hoppe, Zentralblatt f. d. ges. F. w. 1901.

und Düngungseffekte am Ende der Versuchsperiode, wie sie Tabelle IX zeigt, die uns zugleich Aufschluß über die Unrentabilität solcher Düngungen erteilt, wenn wir für 1 *fm* dieses Schwarzkieferholzes den kaum zu niedrig gegriffenen Preis von 15 *K* bewilligen.

Tabelle IX.

Parzellenbezeichnung	Vergleichbare Derbholzmassen in <i>fm</i> per 1 <i>ha</i> im Frühjahr 1910	7jähriger Massenmehrertrag in <i>fm</i> infolge der Düngung per 1 <i>ha</i>	1jähriger Massenmehrertrag in <i>fm</i> infolge der Düngung per 1 <i>ha</i>	Geldwert des durch Düngung erzielten 1jährigen Massenmehrertrages per 1 <i>ha</i>	Jährliche Düngungskosten per 1 <i>ha</i> ¹⁾	Jährlicher Geldverlust infolge dieser Düngung per 1 <i>ha</i>
„Ungedüngt“	177·60 <i>fm</i>	—	—	—	—	—
„ <i>K N P</i> “	183·97	6·37 <i>fm</i>	0·91 <i>fm</i>	13·65 <i>K</i>	38 <i>K</i>	24·35 <i>K</i>
„ <i>K P</i> “	182·37	4·77	0·68	10·20	12	1·80
„ <i>K N</i> “	184·54	6·94	0·99	14·85	32	17·15
„ <i>N P</i> “	182·32	4·72	0·67	10·05	32	21·95

Wie aus der 3. Ziffernspalte der Tabelle IX ersichtlich, ergeben die „*K N P*“-Düngung und die „*K N*“-Düngung die größten Massenmehrzuwächse durch Düngung; infolge des hohen Stickstoffpreises sind jedoch diese Mehrzuwächse, wie aus der letzten Vertikalspalte der Tabelle IX hervorgeht, so teuer erkaufte, daß — ebenso wie bei der „*N P*“-Düngung — von einer Rentabilität solcher Düngungen keine Rede sein kann. Sie sind durchaus mit Geldverlusten verbunden. Nur die „*K P*“-Fläche, deren Düngung also keine *N*-beigabe erhielt, würde eine kleine Rentabilität ergeben, wenn man bedenkt, daß man sich die Kosten der Phosphorsäure, als wirkungslos für die erwachsenen Schwarzkiefern des Großen Föhrenwaldes, hätte ersparen können, wodurch die erübrigende Kalidüngung auf 6 *K* per 1 *ha* zu stehen kommt, welcher Ausgabe ein Düngungsmehrzuwachs im Werte von $0·68 \times 15 = 10·20$ *K* gegenübergestellt werden kann, so daß hier von einem Gewinne von 4·20 *K* per 1 *ha* gesprochen werden könnte, wenn derselbe nicht als durch die Arbeitskosten der Düngung gänzlich konsumiert anzusehen wäre.

Auch die Zuhilfenahme der jährlich gewonnenen Nadelstreuungen führt bei unseren Rentabilitätsbetrachtungen zu keinem Aktivsaldo. Dieselben betragen im 7jährigen²⁾ Durchschnitt und lufttrockenem Zustande pro Jahr und Hektar (laut Tabelle X) in Raummetern:

Tabelle X.

Parzellenbezeichnung	Jährliche Nadelstreu pro 1 <i>ha</i>
„Ungedüngt“	31·4 <i>rm</i>
„ <i>K N P</i> “	32·9
„ <i>K P</i> “	30·8
„ <i>K N</i> “	32·9
„ <i>N P</i> “	30·4

¹⁾ 1 *kg* Thomasschlacken-Phosphorsäure kostet 30 *h*; 1 *kg* Dungsaltz-Kali 40 *h*; 1 *kg* Chilesalpeter-Stickstoff 1 *K* 60 *h*.

²⁾ Auch die spezielle Betrachtung der Streuungen aus den Jahren 1908 und 1909 führt zu keinem anderen Resultate.

Die Zahlen der Tabelle X differieren so wenig voneinander, daß von einem Mehrertrag an Streu durch die Düngung keine Rede sein kann; es sei denn, daß die Annahme gestattet wäre, daß man zwar auf den gedüngten Flächen die Streu alljährlich ohne Schaden für die Holzproduktion wegnehmen und verkaufen, während man dies auf den ungedüngten Flächen nicht ungestraft tun könne.

Also alles in allem ein vom Rentabilitätsstandpunkte wenig erfreuliches Resultat eines im übrigen interessanten Versuches, der uns zugleich die Sicherheit bietet, daß die Hoffnung, die Rentabilität des Großen Föhrenwaldes durch solche Düngungen zu heben, sich nicht wohl wird verwirklichen lassen, obwohl ein positiver Düngungseffekt zweifellos erzielt worden ist.

Ich kann diese Ausführungen nicht schließen, ohne meinem wärmsten Danke Ausdruck zu geben für die auf Jahrzehnte langer Erfahrung beruhende, werktätige Unterstützung, die Herr k. k. Forstrat K. Böhrmerle und Herr k. k. Förster J. Hutterer meiner Arbeit durch volle 7 Jahre haben angedeihen lassen.