

EIN BEITRAG  
ZUR FRAGE DER KORRELATION  
ZWISCHEN DEN EIGENSCHAFTEN DES BODENS  
UND DEM  
ZUWACHS DES WALDBESTANDES

VON  
YRJÖ ILVESSALO

HELSINKI 1923

### Einleitung.

In seiner Abhandlung »Beiträge zur chemischen Bodenanalyse« (Helsinki 1921, Acta forestalia fennica 20) hat Prof. J. VALMARI hinsichtlich der Waldungen der Südhälfte Finnlands hervorgehoben, dass, gleichwie der Zuwachs eines Holzbestandes bei den einzelnen Waldtypen verschieden ist, und zwar desto grösser je ergiebiger der Waldtyp, so auch der Gehalt des Bodens vor allem an Stickstoff und leichtlöslichem Kalk bei den verschiedenen Waldtypen wechselt, wobei derselbe durchschnittlich mit Ergiebigkeit des Waldtypes zunimmt. In Einzelfällen lassen sich allerdings auch merkliche Abweichungen von dieser aus den Mittelwerten deutlich sich ergebenden Regelmässigkeit beobachten. Nach VALMARI sind diese Abweichungen vorzugsweise so zu erklären, dass die wasserlöslichen Stickstoffverbindungen in den meisten Fällen den verhältnismässig ungünstigsten und deshalb den Waldzuwachs in erster Linie bestimmenden Wachstumsfaktor darstellen. Die Analysenzahlen zeigen aber die Totalvorräte des Bodens an Stickstoff, deren Übergang in lösliche Form unter verschiedenen Verhältnissen mit wechselnder Geschwindigkeit vor sich geht. Abgesehen davon, dass Kalk der bei der Holzproduktion meist benötigte mineralische Pflanzennährstoff ist, ist der Gehalt des Bodens an leichtlöslichem Kalk einer der wichtigsten auf die Reaktion des Bodens, und hierdurch auf die Mobilisation von Stickstoff einwirkenden Faktoren. Auf diese Weise wirkt ein grösserer Kalkgehalt günstig auch auf die Stickstoffversorgung der Pflanzen. Gleichzeitig kann der Boden jedoch auch reichlich organische Stoffe enthalten, aus denen bei Sättigung des Bodens mit Wasser organische Säuren entstehen und welche so auf die Mobilmachung des Stickstoffs einen negativen Einfluss ausüben können. Der Waldbestand wirkt gleichfalls um so günstiger auf den Boden, je üppiger der Zuwachs desselben ist, indem er tieferen Bodenschichten das mineralstoffführende Grundwasser entnimmt und dem Boden die

Waldstreu abgibt, bei deren Zersetzung die stickstoffbindenden Bakterien die Stickstoffvorräte des Bodens vermehren. Zu den erwähnten Umständen kommen noch manche, bereits bei der Stickstoffmobilisation direkt oder indirekt einwirkende Faktoren. Hieraus folgt, dass der Totalgehalt an Stickstoff nicht ausnahmslos der Zuwachsfähigkeit des Bodens proportional sein kann. Diese Abweichungen nehmen jedoch den Gehalt an Stickstoff und leichtlöslichem Kalk angehenden Zahlen keineswegs ihren Wert bei der allgemeinen Beurteilung der Produktionsfähigkeit des Bodens.

Was den Kaligehalt des Bodens anbetrifft, so sind die Schwankungen desselben bei den verschiedenen Waldtypen am geringsten und ganz unregelmässig. Der Gehalt an gelöster Phosphorsäure lässt sich ebenfalls in keinen direkten Zusammenhang mit der Ertragsfähigkeit des Waldbodens bringen, obgleich sich hier insoweit eine gewisse Regelmässigkeit verfolgen lässt, dass in den ertragreichsten Waldtypen die Phosphorsäure den Pflanzen in weit kleineren Mengen zugänglich ist wie bei den weniger produktiven Waldböden. In den Zahlenreihen für Elektrolyte und Glühverlust ist mit zunehmender Ertragsfähigkeit ein deutliches Steigen der Beträge wahrzunehmen.

Zur näheren Bestimmung dieser von VALMARI angeführten Abhängigkeiten — zwischen dem Bestandszuwachs einer- und den erwähnten Eigenschaften des Bodens andererseits — sind im folgenden anhand der Analyseergebnisse VALMARI'S und der vom Verfasser auf denselben Probestflächen ausgeführten Zuwachsuntersuchungen einige Berechnungen ange stellt worden, und zwar vorzüglich mit Hilfe der Korrelationsmethode. Auf eine nähere Erläuterung der von VALMARI und vom Verfasser bei den Zuwachsuntersuchungen angewandten Verfahren, Begriffe und Resultate soll hier nicht eingegangen werden; es sei nur auf die oben erwähnte Untersuchung und die die Ergebnisse der Zuwachsuntersuchungen des Verfassers darlegenden Publikationen im Bande 15 der »Acta forestalia fennica« hingewiesen.<sup>1</sup> — Herrn Generaldirektor Professor A. K. CAJANDER sei bei dieser Gelegenheit für seine wertvollen Ratschläge der beste Dank ausgesprochen, desgleichen Herrn Professor Dr. J. VALMARI.

<sup>1</sup> YRJÖ ILVESSALO: Tutkimuksia metsätyyppien taksatoorisesta merkityksestä nojautuen etupäässä kotimaisten kasvutaulujen laatimistyöhön (Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen, hauptsächlich auf den Arbeiten für die Aufstellung der neuen Ertragstafeln Finnlands fussend) 1920, sowie: Kasvu- ja tuotto- taulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. (Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände der Südhälfte Finnlands) 1920.

### Das Material und die Art der Behandlung desselben.

Von dem in der Abhandlung VALMARI'S enthaltenen Material wird hier jener Teil behandelt, welcher sich auf die vom Verfasser behufs Aufstellung von Ertragstafeln in den Jahren 1916—1918 aufgenommenen Probestflächen bezieht. Dieses Material konnte jedoch nicht in seinem ganzen Umfange verwandt werden, da dasselbe Bestände sehr verschiedener Altersklassen — von jüngsten bis zu haubaren — umfasst und der Massenzuwachs der Bestände verschiedener Altersklassen so verschieden ist, dass dieselben in der vorliegenden Untersuchung nicht als eine Serie behandelt werden können. Indem nur die im Material am reichlichsten vertretenen Bestände mittleren Alters behandelt wurden, wobei in jedem derselben die durchschnittliche Zunahme des Kubikinhaltes mit Hilfe der Ertragstafeln auf ein Alter von ca. 60—70 Jahren (je nach dem Waldtyp etwas variierend), reduziert wurde, wurde ein Material erhalten, welches als Basis für die vorliegende Untersuchung benutzt werden kann. Dieses Material ist in der folgenden Tabelle I dargelegt, welche alle Bestände mittleren Alters der Versuchsflächen VALMARI'S umfasst, ungeachtet dessen, dass dieselben teilweise in irgendeiner ihrer Eigenschaften von den Mittelwerten in der einen oder anderen Richtung beträchtlich abweichen und obgleich die Ursache dieser Abweichungen oft bekannt war. Die Probestflächen sind in der Tabelle nach Holzarten aufgezählt, wobei sie nach der durchschnittlichen jährlichen Zunahme der Bestandsmasse geordnet sind.

Überblickt man die Zahlenreihen der Tabelle, so lässt sich wohl verhältnismässig deutlich ein Zusammenhang zwischen den Zuwachszahlen einer- und den Zahlen für Stickstoff, Kalk u. s. w. andererseits erkennen.<sup>1</sup> Vollständige Klarheit ist jedoch in dieser Hinsicht aus der besprochenen Tafel nur schwer zu erhalten. Am anschaulichsten und genauesten ist das

<sup>1</sup> Es ist anzunehmen, dass bei Fortlassung aus dem Material solcher stark abweichender Probestflächen, bei denen die Ursache der Abweichung — z. B. Viehweiden, Waldbrände u. dergl. m. — bekannt war, man ein Material erhalten hätte, bei welchem dieser Zusammenhang noch viel deutlicher hervorgetreten wäre. Es wurde jedoch nicht so verfahren, da die erforderlichen Unterlagen in dieser Hinsicht nicht ganz vollständig waren.

Tabelle I.

Probe- fläche N:o	Holz- art	Wald- typ	Durchschn. jährl. Massenzunahme des Bestandes in m <sup>3</sup> pro ha	Guthverlust pro a kg	Pro ha kg		Pro ha wurde gelöst in kg			N × Ca O
					Elek- trolyte	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca O	
97	Kiefer	CI T	0.8	524	300	750	593	454	203	390
98	»	»	0.9	868	156	980	1775	614	386	615
99	»	»	1.1	499	220	900	1939	792	509	677
254	»	»	1.1	512	202	810	1577	264	758	784
4	»	CT	1.1	1270	149	1630	1282	383	632	1015
121	»	»	1.2	865	213	1380	1179	386	304	648
324	»	»	1.3	1206	2298	1910	526	610	634	1100
120	»	»	1.3	1445	546	2250	422	445	676	1233
10	»	»	1.3	888	310	970	1636	264	383	610
118	»	»	1.4	812	152	920	2303	372	488	670
315	»	»	1.6	1492	707	3030	476	611	1063	1795
251	»	»	1.6	912	617	1370	1547	451	988	1163
259	»	»	1.7	698	160	1050	790	316	540	753
90	»	»	1.8	942	466	1050	1404	424	332	591
112	»	»	1.9	1144	441	1430	1609	515	1794	1602
258	»	»	1.9	1092	203	1170	1100	379	562	811
288	»	»	2.0	1943	397	3110	630	614	648	1420
68	»	»	2.0	794	271	830	802	339	813	820
2	»	»	2.0	875	381	1050	892	350	757	892
34	»	»	2.4	1401	48	1380	1167	265	222	554
33	»	VT	2.4	1039	133	1360	2137	275	756	1014
94	»	CT	2.5	1084	377	1540	517	560	718	1052
9	»	VT	2.6	1243	241	1450	768	227	718	1021
28	»	»	2.6	672	336	1370	1906	469	558	874
52	»	»	3.0	973	242	1990	1516	429	1294	1605
91	»	»	3.1	1275	309	1390	1664	506	362	709
48	»	»	3.2	1533	135	2970	2714	342	1868	2355
25	»	»	3.4	565	260	1120	2029	416	858	980
21	»	»	3.5	824	134	1090	1270	448	939	1012
44	»	»	3.6	1105	64	1910	2001	396	812	1245
54	»	»	3.7	725	104	1620	1251	434	1110	1341

Tabelle I (Forts.).

Probe- fläche N:o	Holz- art	Wald- typ	Durchschn. jährl. Massenzunahme des Bestandes in m <sup>3</sup> pro ha	Guthverlust pro a kg	Pro ha kg		Pro ha wurde gelöst in kg			N × Ca O
					Elek- trolyte	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca O	
45	Kiefer	MT	3.7	780	728	1590	3148	434	2930	2158
50	»	»	3.7	1145	2517	2640	423	687	931	1568
23	»	VT	3.9	844	113	1190	1384	388	1021	1102
8	»	MT	4.0	869	163	1880	261	426	2749	2273
14	»	VT	4.1	1174	66	2400	1864	229	1135	1651
53	»	»	4.1	539	102	1430	2533	347	449	801
104	»	MT	4.2	807	182	1810	144	531	560	1007
51	»	VT	4.4	711	792	1320	1773	443	823	1042
43	»	MT	4.4	892	106	2150	2078	269	712	1237
30	»	»	4.5	1118	375	2740	1139	420	980	1639
66	»	»	4.5	1508	302	2340	800	358	640	1224
26	»	»	4.5	909	483	1700	1616	477	542	960
95	»	»	4.5	1311	514	1680	531	576	494	911
46	»	»	4.6	1424	431	2810	854	447	2178	2474
12	»	OMT	4.6	1388	120	3170	2786	294	605	1385
36	»	MT	4.7	2049	155	3360	608	324	1352	2131
89	»	»	4.7	872	331	1380	2413	353	1374	1376
38	»	»	4.8	810	143	1620	2033	499	1545	1582
15	»	»	5.0	1326	171	2440	1694	320	1298	1661
37	»	»	5.0	1374	247	3660	1731	340	1467	2317
39	»	»	5.0	815	178	2280	2952	351	2101	2180
40	»	»	5.1	947	198	3320	1839	378	1263	2048
31	»	»	5.4	1528	340	2280	733	362	1460	1824
82	»	OMT	5.5	1148	9648	2430	246	520	1448	1876
142	»	»	5.7	1450	639	3750	170	532	1289	2199
101	Birke	MT	2.3	758	448	1600	109	535	912	1208
49	»	OT	3.0	1259	527	4300	130	517	680	1710
73	»	MT	3.1	1434	470	3160	292	476	2132	2596
78	»	OMT	3.1	1165	980	2970	64	404	3102	3035
72	»	»	3.1	1987	432	5000	166	331	1127	2374
16	»	»	3.1	2631	536	6420	149	436	499	1790



Tabelle I (Forts.).

Probe- fläche N:o	Holz- art	Wald- typ	Durchschn. jährl. Massenzunahme des Bestandes in m <sup>3</sup> pro ha	Glühverlust pro a kg	Pro ha kg		Pro ha wurde gelöst in kg			1/N × Ca O
					Elek- trolyte	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca O	
168	Birke	OMT	3.1	1146	796	2890	770	678	3957	3382
102	Espe	»	3.1	1304	327	2540	372	530	702	1336
42	Birke	MT	3.3	897	77	2070	107	241	913	1375
103	»	»	3.4	871	797	1800	1366	593	1142	1434
59	»	»	3.4	1579	705	2340	176	418	726	1303
19	»	»	3.4	1177	294	2570	380	526	1239	1785
81	»	»	3.5	1283	343	1850	104	402	804	1220
113	»	OMT	3.5	2121	871	6070	500	634	4516	5236
63	»	»	3.5	1741	752	4760	304	409	2489	3442
47	»	»	3.5	1160	398	3150	305	418	1304	2027
100	»	»	3.6	651	660	2200	240	764	1286	1682
92	»	»	3.6	1505	509	2680	583	580	1424	1954
292	»	OT	3.6	1953	816	6420	211	688	589	1945
164	»	»	3.6	2848	847	10140	488	962	1239	3545
176	»	»	3.6	1589	601	3830	218	740	1137	2087
96	Espe	OMT	3.7	1628	632	4130	182	399	1721	2666
312	Birke	OT	3.7	3217	591	7400	279	914	1522	3356
76	»	OMT	3.8	1077	1050	2540	1426	808	2898	2713
93	Espe	»	3.8	1125	565	1760	1130	469	1218	1464
17	Birke	OT	3.8	1679	413	5010	106	394	1220	2472
5	»	OMT	4.0	1404	210	2500	1261	404	717	1339
32	»	»	4.0	1255	209	2000	288	340	1066	1460
70	»	»	4.0	1131	237	3010	625	313	1456	2093
166	»	OT	4.0	1953	—	5730	153	774	2558	3828
58	»	OMT	4.1	1562	1266	3920	239	554	1295	2253
77	»	»	4.1	961	1344	2570	784	705	2106	2327
65	»	»	4.1	907	249	2010	517	301	1547	1763
13	»	OT	4.1	1424	276	3940	295	299	2329	3029
319	»	»	4.1	1714	2573	4210	169	722	1836	2780
178	»	AT	4.2	1657	420	4340	207	687	2736	3446
7	»	OT	4.4	613	161	1500	232	303	797	1094

Tabelle I (Forts.).

Probe- fläche N:o	Holz- art	Wald- typ	Durchschn. jährl. Massenzunahme des Bestandes in m <sup>3</sup> pro ha	Glühverlust pro a kg	Pro ha kg		Pro ha wurde gelöst in kg			1/N × Ca O
					Elek- trolyte	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca O	
316	Birke	OT	4.6	1650	626	4740	183	606	1677	2819
71	»	»	5.0	1562	263	3490	543	473	1211	2056
268	Erle	»	5.0	2243	1135	7990	140	876	5963	6903
322	Birke	»	5.1	2642	782	4960	134	631	1675	2882
134	Fichte	MT	3.0	1458	207	2780	175	301	805	1496
136	»	OMT	3.2	1982	797	4810	185	597	1157	2359
132	»	MT	3.4	891	232	1920	900	346	391	867
131	»	»	3.7	1549	1300	2270	208	546	903	1431
127	»	OMT	3.7	940	304	1570	277	366	322	711
119	»	MT	3.9	899	342	3320	234	526	747	1575
130	»	»	3.9	856	955	1540	371	376	514	890
139	»	OMT	3.9	1505	673	3220	102	589	698	1499
135	»	»	3.9	1580	447	3440	161	460	483	1289
122	»	»	3.9	1084	629	2520	197	453	657	1287
107	»	»	4.1	1745	1068	3780	121	431	786	1724
126	»	»	4.1	1539	525	2080	87	300	374	882
128	»	»	4.4	1780	242	2670	247	317	430	1072

Vorhandensein solcher Abhängigkeitsverhältnisse wohl stets aus den Mittelwerten, den graphischen Darstellungen und den Korrelationsberechnungen zu ersehen. Im folgenden ist versucht, die zu behandelnde Frage auf diese Weise näher zu beleuchten.

#### Abhängigkeit des Bestandszuwachses vom Stickstoffgehalt des Bodens.

Entnimmt man der Tafel sämtliche Kiefernprobeflächen und bildet aus denselben auf gewöhnliche Weise eine die Abhängigkeit zwischen Stickstoffgehalt des Bodens und Bestandszuwachs darstellende Korrelationstafel, so erhält man die Tabelle II, welche diese Abhängigkeit



Tabelle

Jährl. Massen- zunahme des Bestandes in m <sup>3</sup> pro ha	Stickstoffgehalt des													
	600- 800	800- 1000	1000- 1200	1200- 1400	1400- 1600	1600- 1800	1800- 2000	2000- 2200	2200- 2400	2400- 2600	2600- 2800	2800- 3000	3000- 3200	3200- 3400
0.5-1.0	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.0-1.5	—	4	—	1	—	1	1	—	1	—	—	—	—	—
1.5-2.0	—	—	3	1	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—
2.0-2.5	—	1	1	2	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
2.5-3.0	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.0-3.5	—	—	1	1	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—
3.5-4.0	—	—	2	—	2	1	1	—	—	1	—	—	—	—
4.0-4.5	—	—	—	1	1	2	3	1	1	1	2	—	—	—
4.5-5.0	—	—	—	1	2	1	—	1	1	—	—	3	2	2
5.0-5.5	—	—	—	—	—	—	2	1	3	4	—	—	1	2
5.5-6.0	—	—	—	—	1	1	1	1	—	3	2	—	—	—
6.0-6.5	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—	—	1	—
6.5-7.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Durchschn. Zuwachs in m <sup>3</sup> . .	0.75	1.33	2.61	2.82	3.81	4.00	4.14	5.25	4.33	5.50	4.75	4.38	4.17	5.00
Anzahl der Probeflächen	1	6	7	8	9	6	9	5	6	10	5	4	6	4

Berechnet man mit Hilfe der Tabelle II den die Abhängigkeit zwischen dem Stickstoffgehalt des Bodens und dem Zuwachs der Kiefernbestände angehenden Korrelationskoeffizient, so beläuft sich derselbe bei Inbetrachtung sämtlicher Versuchflächen auf  $0.607 \pm 0.084$ , bei denen bis 2,600 kg auf  $0.652 \pm 0.085$ , also in beiden Fällen ein bemerkenswert hoher Betrag. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Formeln: Korrelationskoeffizient  $= r = \frac{1}{n} \frac{\sum x_{\mu} \times y_{\mu}}{\sigma_x \times \sigma_y}$ ; Mittelfehler des Korrelationskoeffizienten  $= \varepsilon(r) = \frac{1-r^2}{\sqrt{N}}$ ; Regressionskoeffizient  $= R_y^x = r \times \frac{\sigma_y}{\sigma_x}$  und dessen Mittelfehler  $= \varepsilon(R) = \varepsilon(r) \times \frac{\sigma_y}{\sigma_x}$ .

III.

Bodens in kg pro ha														Durchschnittl. Stickstoffgeh. in kg pro ha
3400- 3600	3600- 3800	3800- 4000	4000- 4200	4200- 4400	4400- 4600	4600- 4800	4800- 5000	5000- 5200	5200- 5800	5600- 6200	6400- 6600	7200- 7400	10000- 10200	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	800
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1350
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1533
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1540
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1433
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1800
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1643
—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2238
—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2740
1	2	1	—	—	—	—	—	1	—	—	2	1	1	3764
—	1	2	1	2	—	1	—	—	1	1	—	—	—	3378
—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2980
1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	4200
Durchschn. Zuwachs in m <sup>3</sup> . .	6.00	5.42	5.58	5.75	5.42	—	6.00	5.25	5.25	5.75	5.75	5.25	5.25	—
Anzahl der Probeflächen	2	3	3	1	3	—	2	3	1	1	1	2	1	110

Die Korrelation ist als sehr deutlich und sicher zu betrachten, da der Koeffizient im ersteren Falle ca 7.2 und im letzteren ca 7.7-mal grösser ist wie sein Mittelfehler.

Die oben abgebildete graphische Zeichnung zeigt bis zum Stickstoffgehalte von 2,600 kg das Verhältnis des Zuwachses der Kiefernbestände zur Stickstoffmenge des Bodens in einer mit beträchtlicher Regelmässigkeit ansteigenden gebrochenen Linie. Man kann dieses Verhältnis auch durch eine Durchschnittszahl ausdrücken, indem man die Regression des Bestandszuwachses hinsichtlich des Stickstoffgehaltes des Bodens berechnet. Der Regressionskoeffizient beträgt bei Beachtung aller Probeflächen  $0.0011 \pm 0.00015$ , bei denjenigen mit einem Stickstoffgehalt bis 2,600 kg

$0.0018 \pm 0.00024$ <sup>1</sup>. Dieses bedeutet, dass bei den untersuchten Probestellen bei einer Zunahme des Bodennitrogenes von z. B. 1,000 kg pro ha der durchschnittliche Zuwachs der Kubikmasse des Kiefernbestandes sich im ersteren Falle um  $1.1 \pm 0.15 \text{ m}^3$ , im letzteren um  $1.8 \pm 0.24 \text{ m}^3$  pro ha vergrössern würde. Besser als die gebrochene Linie veranschaulicht dieses Verhältnis die im Diagramm punktiert eingezeichnete Regressionslinie (Gleichung:  $Y = 0.0018 x + 0.265$  gerechnet bis 2,600 kg, bis wohin die Regression geradlinig verläuft).

Birken- und Fichtenbestände sind in den Probestellen des Materials weniger vertreten und hauptsächlich nur von zwei sich nächstliegenden Waldtypen; dadurch variieren die den Zuwachs angegebenden Zahlen bedeutend weniger wie bei dem Material der Kiefernprobestellen. Aus diesem Grunde wurden die Zahlenreihen dieser Holzarten nicht besonders untersucht. Statt dessen wurden versuchsweise die Zuwachszahlen der Birken- und Fichtenprobestellen in entsprechende Zuwachszahlen der Kiefernbestände reduziert; hierbei wurde so verfahren, dass zuerst der Zuwachs der betr. Probestelle berechnet und darauf mit der aus den Ertragstabellen erhaltenen Proportionszahl multipliziert wurde, welche das Verhältnis des Zuwachses des Kiefern- zu dem des Birken- resp. Fichtenbestandes im entsprechenden Alter angab. Auf diese Weise konnten die Probestellen aller Holzarten zusammen untersucht (in ihrer ursprünglichen Form hätte man sie natürlich nicht zu einer Serie vereinigen können) und dadurch die Reihe der Beobachtungen erweitert werden; allerdings kann dieser Berechnungsart nicht eine ganz volle Zuverlässigkeit zugesprochen werden, da die erwähnten Reduktionen möglicherweise zu einer gewissen systematischen Fehlerhaftigkeit der Resultate führen können. Mit Hilfe des angedeuteten Verfahrens erhält man die in Tabelle III angeführte Korrelationstabelle. Aus derselben lässt sich verhältnismässig deutlich ersehen, dass eine ziemlich geradlinige Korrelation wenigstens bis zu einem Stickstoffgehalt von 2,600 kg vorhanden ist; etwa von da an jedoch fehlt eine proportionale Vermehrung des Bestandszuwachses, ja derselbe vergrössert sich mit Steigen des Stickstoffgehaltes überhaupt kaum mehr.

Die Mittelwerte der Tabelle III werden durch Diagramm 2 veranschaulicht, in welchem der Bestandszuwachs an der Ordinate, der Stickstoffgehalt des Bodens an der Abszisse verzeichnet sind. Die gebrochene Linie steigt ziemlich regelmässig etwa bis 2,600 kg, hält sich jedoch von

<sup>1</sup> Vergl. s. 12.

da an bei ungleichmässigen Steigungen und Senkungen auf fast gleichem Niveau. Der Korrelationskoeffizient ist bis zu einem Stickstoffgehalt von 2,600 kg, bis wohin die Korrelation wie schon erwähnt geradlinig verläuft,  $0.736 \pm 0.056$ , also recht hoch und im Vergleich zu seinem Mittelfehler sehr deutlich. Dass der Korrelationskoeffizient merklich höher ist, wie vor-

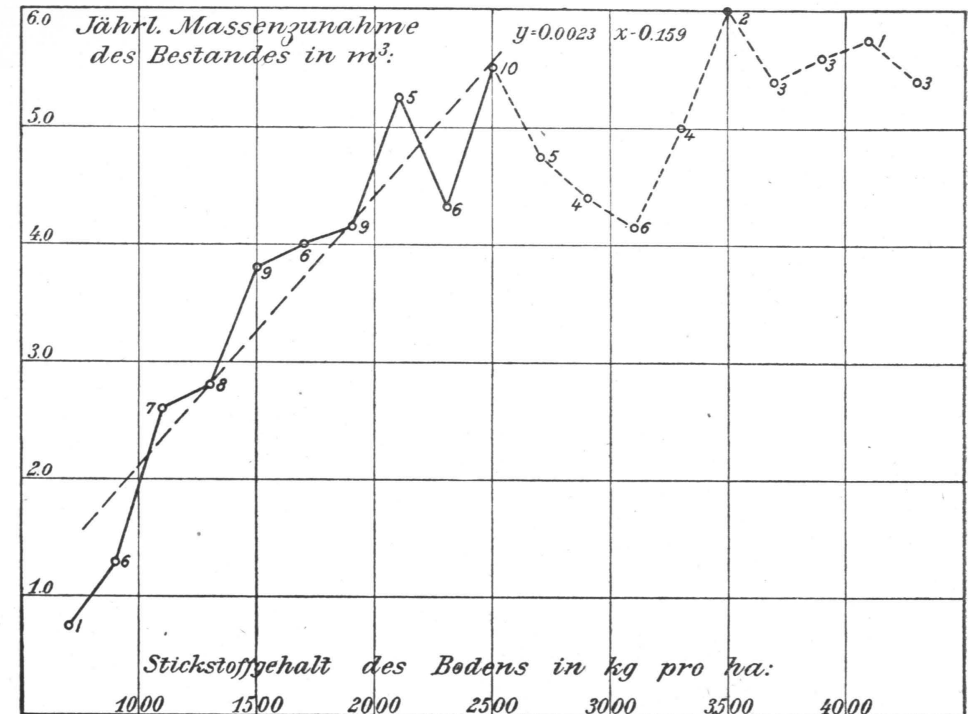


Diagramm 2.

Bis 2600 kg:  $r = 0.736 \pm 0.056$ ;  $R = 0.0023 \pm 0.00017$

hin bei den Kiefernprobestellen allein, beruht augenscheinlich vor allem darauf, dass die vergrösserte Anzahl der Beobachtungen denselben deutlicher gestaltet. Der Regressionskoeffizient beträgt bis 2,600 kg  $0.0023 \pm 0.00017$ ; vergrössert sich also der Stickstoffgehalt des Bodens mit 1,000 kg pro ha, so steigt der Zuwachs der Bestände mit durchschnittlich  $2.3 \pm 0.17 \text{ m}^3$  pro ha. Das ausgeglichene Verhältnis zwischen dem Stickstoffgehalte des Bodens und dem Bestandszuwachs zeigt die im Diagramm 2 eingezeichnete Regressionslinie, deren Gleichung  $y = 0.0023 x - 0.159$  ist.







Diagramm 3 hervor, in welchem die gebrochene Linie die Schwankungen des Bestandszuwachses bei wechselnden Kalkmengen zeigt. Die Linie ist nur bis zu einem Kalkgehalte von 1,500 kg geführt, da hiernach nur vereinzelte, als zufällige zu betrachtende Beobachtungen folgen. Bis dahin kann die Abhängigkeit für geradlinig gehalten werden. Der die Abhängigkeit angegebende Korrelationskoeffizient beträgt  $0.686 \pm 0.075$ ; derselbe ist also beträchtlich hoch und fast 10-mal so gross wie sein Mittelfehler, wonach also der Zuwachs der Kiefernbestände in der südlichen Hälfte Finnlands von dem Kalkgehalt des Bodens unbestreitbar abhängig ist. Zieht man bei der Berechnung alle Kiefernprobeflächen in Betracht, also auch die 6 eben als zufällige Ausnahmen bezeichneten

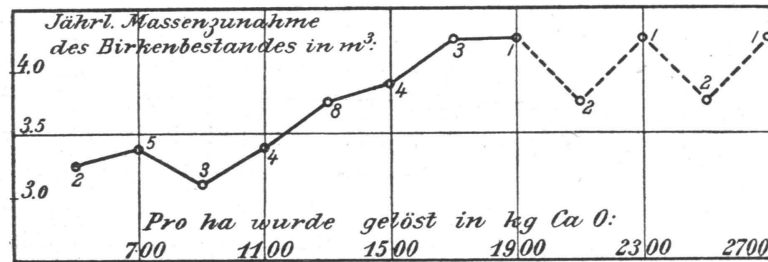


Diagramm 4.

Alle Probeflächen:  $r = 0.467 \pm 0.122$ ;  $R = 0.00023 \pm 0.00006$   
 Bis 2600 kg:  $r = 0.614 \pm 0.070$ ;  $R = 0.00092 \pm 0.00010$

— in welchen der Kalkgehalt 1,600 kg übersteigt —, so geht der Korrelationskoeffizient auf  $0.537 \pm 0.094$  herunter. Der Regressionskoeffizient beträgt bei einem Kalkgehalt bis zu 1,600 kg  $0.0028 \pm 0.00031$ ; in der Reihe der Probeflächen steigt somit der Zuwachs der Kiefernbestände mit  $2.8 \pm 0.31 \text{ m}^3$  bei Vergrößerung des Bodengehaltes an leichtlöslichem Kalk mit 1,000 kg pro ha. Die dieses Verhältnis im Durchschnitt vorführende Regressionslinie, deren Gleichung  $y = 0.0028 x + 0.91$  ist, ist in das Diagramm mit einer punktierten Linie eingetragen.

Die Abhängigkeit zwischen dem Gehalt des Bodens an leichtlöslichem Kalk und dem Zuwachs der Birkenbestände veranschaulicht Diagramm 4. Hier steigt die den Zuwachs darstellende gebrochene Linie ganz regelmässig bis zu einem Kalkgehalt von ca 1,900 kg wonach sie ungleichmässig auf und ab geht; dieser letztere Teil basiert auch nur auf wenigen, meist vereinzelt Beobachtungen. Der Korrelationskoeffizient beträgt  $0.614 \pm 0.070$ , ist somit wieder durchaus bemerkenswert

und fast 9-mal so gross wie sein Mittelfehler, was die Abhängigkeit auch hier deutlich hervortreten lässt. Der Regressionskoeffizient beläuft sich auf  $0.00092 \pm 0.0001$ ; hiernach vergrössert sich der Zuwachs der Birkenprobeflächen um  $0.92 \pm 0.1 \text{ m}^3$  bei einer Zunahme des Bodengehaltes an leichtlöslichem Kalk von 1,000 kg pro ha; der Einfluss des Kalkes auf den Zuwachs der Birkenbestände scheint also viel kleiner zu sein wie auf den der Kiefernbestände, oder aber es hängt dieser

Tabelle V.

Jährl. Massenzunahme des Kiefernbestandes in $\text{m}^3$ pro ha	$\sqrt{\text{CaO} \times \text{N}}$ in kg pro ha											Durchschnittl. $\sqrt{\text{CaO} \times \text{N}}$ in kg pro ha			
	400-200	200-400	400-600	600-800	800-1000	1000-1200	1200-1400	1400-1600	1600-1800	1800-2000	2000-2200		2200-2400	2400-2600	2600-2800
0.5-1.0	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	500
1.0-1.5	—	—	5	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	875
1.5-2.0	—	1	1	1	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	1100
2.0-2.5	—	1	—	2	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	980
2.5-3.0	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1033
3.0-3.5	—	—	1	1	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	1400
3.5-4.0	—	—	—	—	2	2	1	—	—	1	—	—	—	—	1400
4.0-4.5	—	—	—	3	2	2	—	2	—	—	—	1	—	—	1320
4.5-5.0	—	—	—	—	—	2	1	—	—	1	—	—	1	—	1740
5.0-5.5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	1	—	—	2020
5.5-6.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	2000
Durchschn. Zuwachs in $\text{m}^3$ . .	0.75	2.00	1.50	3.12	2.80	3.82	3.58	3.42	5.50	4.95	4.25	4.75	—	—	—
Anzahl der Probeflächen	1	2	8	8	10	7	3	6	2	5	3	1	—	—	56

Unterschied auch davon ab, dass nur Birkenprobeflächen der über dem Durchschnitt liegenden Waldtypen, Myrtillus-, Oxalis-Myrtillus- und Oxalstyp, vorhanden sind, welche alle einen verhältnismässig hohen Kalkgehalt haben.

Zur Untersuchung der Fichtenbestände in Bezug auf Kalk fehlt

es, wie vorhin auch hinsichtlich Stickstoff, an einer genügenden Anzahl von Probeflächen. Ausserdem ist der Zuwachs in den fraglichen Probeflächen, die auch zu zwei sich nächstliegenden Waldtypen gehören, so unbedeutend variierend, dass sie sich auch aus diesem Grunde nicht zu einer Prüfung des Verhältnisses zwischen Kalkgehalt des Bodens und Zuwachs des Fichtenbestandes eignen. Die Kalkgehalte der Fichtenprobeflächen erscheinen überhaupt im Vergleich zu den Kiefern- und

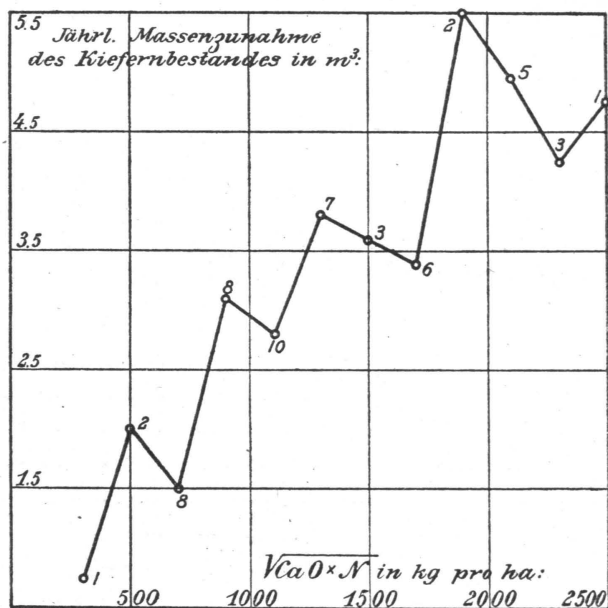


Diagramm 5.  
 $r = 0.676 \pm 0.073$

Birkenflächen der entsprechenden Typen auffallend klein. — Untersucht man die Kiefern- und Birkenprobeflächen gemeinsam, indem man den Bestandszuwachs der Birken auf den der Kiefern zurückführt, so erhält man einen Korrelationskoeffizient in Höhe von  $0.612 \pm 0.069$ . Die Korrelation ist wiederum deutlich und wäre dieselbe noch beträchtlich grösser, wenn einige der besonders stark abweichenden Probeflächen fortgelassen wären, welche — ungeachtet ihrer geringen Anzahl — den Wert der Korrelation unverhältnismässig herabsetzen.

Der gemeinsame Einfluss der Kalk- und Stickstoffgehalte des Bodens auf den Bestandszuwachs wurde so unter-

sucht, dass die Kalk- und Stickstoffzahlen einer jeden Probefläche mit einander multipliziert und aus den Produkten die Quadratwurzeln gezogen wurden, wonach die Abhängigkeit zwischen den so erhaltenen Zahlenreihen und den entsprechenden Zuwachszahlen berechnet wurde. Die auf diese Weise erhaltene Korrelationstabelle ist in Tabelle V angeführt. Wie schon aus der Tabelle selbst und aus den in derselben berechneten Mittelwerten hervorgeht, vergrössert sich der Zuwachs des Kiefernbestandes deutlich mit Zunahme des Bodengehaltes an Kalk und Stickstoff. Anschaulich gemacht wird dieses durch die graphische Zeichnung in Diagramm 5. Wenn auch die hier den Zuwachs darstellende gebrochene Linie Steigungen und Senkungen aufweist, so ist die allgemeine Richtung doch eine allmählich steigende. Der auf Grund der Korrelationstafel berechnete Korrelationskoeffizient beträgt nun für alle Kiefernprobeflächen  $0.676 \pm 0.073$ , ist also wieder sehr hoch und fast 10-mal so gross wie sein Mittelfehler; die untersuchte Abhängigkeit ist somit sehr sicher.

#### Abhängigkeit des Bestandszuwachses vom Kaligehalt des Bodens.

Mit Hilfe der zu Anfang befindlichen Materialtafel erhält man die Korrelationstabelle VI, welche die Abhängigkeit zwischen Kaligehalt des Bodens und dem Zuwachs des Kiefernbestandes zeigt.

Bei Betrachtung dieser Korrelationstafel bemerkt man gleich, dass von einer solchen Regelmässigkeit, wie sie vorhin deutlich zwischen dem Bodengehalt an Kalk und Stickstoff und dem Bestandszuwachs hervortrat, hier keine Rede ist. Ein wenig scheint sich allerdings nach den in der unteren Hälfte der Tabelle angeführten Mittelwerten der Zuwachs des Kiefernbestandes mit Zunahme des Kaligehaltes des Bodens zu vergrössern. Dieses Verhältnis wird in Diagramm 6 veranschaulicht. Der Wert des Korrelationskoeffizienten ist jedoch in diesem Falle vollständig unsicher, weshalb demselben keinerlei Bedeutung beizumessen ist. Ähnlich, wenn nicht noch unsicherer, ist die Abhängigkeit zwischen dem Kaligehalt des Bodens und dem Zuwachs der Birken- und Fichtenbestände.

Führt man auf gleiche Weise wie vorher den Zuwachs des Birken- und Fichtenbestandes auf den des Kiefernbestandes zurück und vereinigt so die Probeflächen aller Holzarten zu einer Tabelle, so erhält man die eine grössere Anzahl Beobachtungen umfassende Korrelationstafel VII. In dieser tritt eine etwas grössere Regelmässigkeit zwischen dem Kali-

Tabelle VI.

Jährl. Massen- zunahme des Kiefernbestands in m <sup>3</sup> pro ha	Kaligehalt des Bodens in kg pro ha						Durchschnittl. Kaligehalt in kg pro ha
	200- 300	300- 400	400- 500	500- 600	600- 700	700- 800	
0.5-1.0	—	—	1	—	1	—	550
1.0-1.5	2	3	1	—	1	1	425
1.5-2.0	—	2	2	1	1	—	467
2.0-2.5	2	2	—	—	1	—	370
2.5-3.0	1	—	1	1	—	—	417
3.0-3.5	—	1	2	1	—	—	450
3.5-4.0	—	2	3	—	1	—	450
4.0-4.5	2	2	4	2	—	—	410
4.5-5.0	1	2	2	—	—	—	370
5.0-5.5	—	5	—	1	—	—	384
5.5-6.0	—	—	—	1	—	—	550
Durchschn. Zuwachs in m <sup>3</sup> . .	2.88	3.52	3.28	3.89	1.95	(1.25)	—
Anzahl der Probefläch.	8	19	16	7	5	1	56

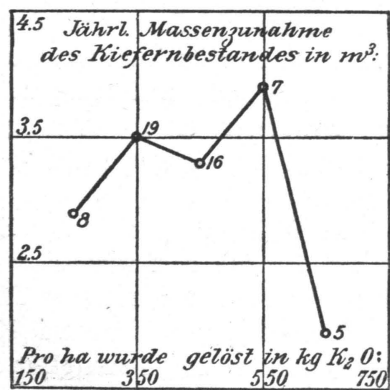


Diagramm 6.

Tabelle VII.

Jährl. Massen- zunahme des Bestandes in m <sup>3</sup> pro ha	Kaligehalt des Bodens in kg pro ha								Durchschnittl. Kaligehalt in kg pro ha
	200- 300	300- 400	400- 500	500- 600	600- 700	700- 800	800- 900	900- 1000	
0.5-1.0	—	—	1	—	1	—	—	—	550
1.0-1.5	2	3	1	—	1	1	—	—	425
1.5-2.0	—	2	2	1	1	—	—	—	467
2.0-2.5	2	2	—	—	1	—	—	—	370
2.5-3.0	1	—	1	1	—	—	—	—	417
3.0-3.5	—	1	2	1	—	—	—	—	450
3.5-4.0	—	2	3	1	1	—	—	—	464
4.0-4.5	2	4	4	3	—	1	—	—	436
4.5-5.0	1	4	3	3	—	—	—	—	423
5.0-5.5	1	8	8	5	2	1	—	2	494
5.5-6.0	1	4	3	2	2	1	1	—	500
6.0-6.5	—	2	1	1	1	3	1	—	606
6.5-7.0	—	—	—	—	1	—	—	—	650
Durchschn. Zuwachs in m <sup>3</sup> . .	3.40	4.25	4.23	4.58	4.07	5.03	6.00	5.25	—
Anzahl der Probefläch.	10	32	29	18	11	7	2	2	111

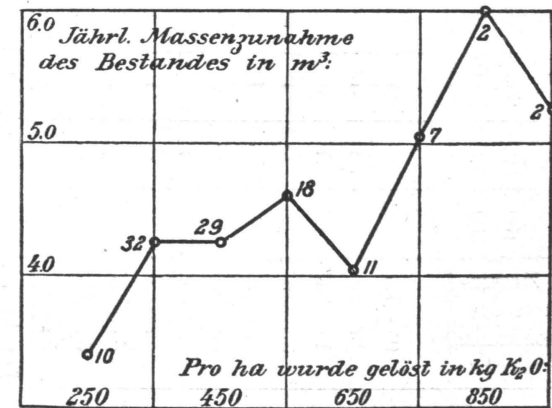


Diagramm 7.  
 $r = 0.214 \pm 0.091$

Tabelle VIII.

Durchschnittl. Phosphorgehalt in kg pro ha	Phosphorgehalt des Bodens in kg pro ha														Durchschnittl. Phosphorgehalt in kg pro ha		
	100-300	300-500	500-700	700-900	900-1100	1100-1300	1300-1500	1500-1700	1700-1900	1900-2100	2100-2300	2300-2500	2500-2700	2700-2900		2900-3100	3100-3300
0.5-1.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1200
1.0-1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1375
1.5-2.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1167
2.0-2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1120
2.5-3.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1133
3.0-3.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2000
3.5-4.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1567
4.0-4.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1280
4.5-5.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1933
5.0-5.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1500
5.5-6.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	200
Durchschnittl. Zuwachs in m <sup>3</sup>	5.00	2.35	2.67	3.32	2.61	2.75	2.75	2.75	3.95	3.33	2.25	3.00	4.25	4.00	4.75	3.75	
Anzahl der Probefläch.	4	3	6	7	7	2	2	8	5	6	1	2	1	2	1	1	56

gehalt des Bodens und dem Bestandszuwachs zu Tage, besonders in den am unteren Rande der Tabelle befindlichen Mittelwerten. Am deutlichsten ist dieses in Diagramm 7 zu sehen. Berechnet man auf Grund dieser Tabelle den Korrelationskoeffizient, so beträgt dieser  $0.214 \pm 0.091$ ; derselbe ist also auch jetzt noch sehr klein und ausserdem unsicher, da er nur ca. 2.4-mal so gross ist wie sein Mittelfehler. Es sieht so aus, als wenn sich der Bestandszuwachs wenigstens in keiner direkten Abhängigkeit vom Kaligehalte des Bodens befinden würde.

**Abhängigkeit des Bestandszuwachses vom Phosphorgehalte des Bodens.**

Betrachtet man die Tabelle VIII, in welcher die Abhängigkeit zwischen dem Gehalte des Bodens an gelöster Phosphorsäure und dem Zuwachs

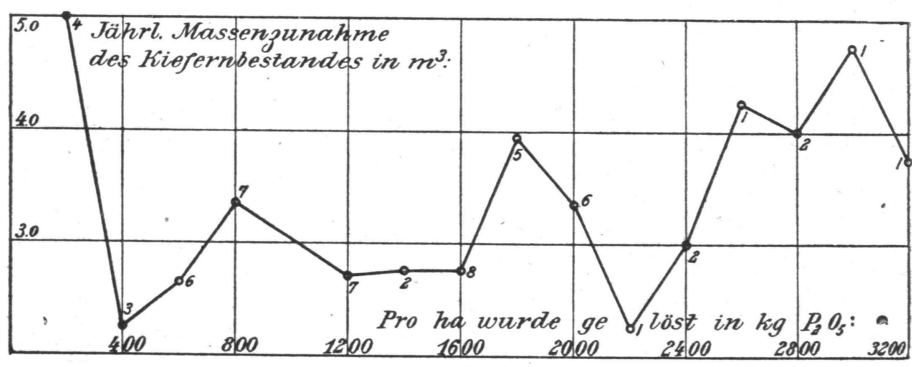


Diagramm 8.

der Kiefernbestände in Form einer Korrelationstafel dargestellt ist, so bemerkt man sofort, dass in dieser Hinsicht von keiner regelmässigen direkten Abhängigkeit die Rede sein kann. Die Tafel entbehrt jeder Regelmässigkeit und nicht einmal die den Zuwachs des Kiefernbestandes angebenen Mittelwerte haben eine solche aufzuweisen. Graphisch ist dieses in Diagramm 8 dargestellt. Ebenso verhält es sich in Bezug auf die Birken- und Fichtenbestände sowie hinsichtlich aller Bestände zusammen. Unter diesen Umständen ist es offensichtlich, dass der Gehalt an löslicher Phosphorsäure nicht direkt proportional ist zum Produktionsvermögen des Waldbodens.



### Abhängigkeit des Bestandszuwachses vom Elektrolytgehalte des Bodens.

Prüft man die Abhängigkeit ausschliesslich der Kiefern- oder Birkenbestände vom »Elektrolytgehalte«<sup>1</sup> des Bodens, so lässt sich ein deutliches Verhältnis nicht feststellen. Hinsichtlich z. B. der Kiefernbestände geht dieses aus der Korrelationstafel IX hervor; eine Berechnung des Korrelationskoeffizienten erübrigt sich hier. Vereinigt man jedoch zwecks Beibringung einer grösseren Anzahl von Beobachtungen die Probeflächen der einzelnen Holzarten zu einer Serie, indem man, wiederum auf früher beschriebene Art, den Zuwachs der Birken- und Fichtenbestände auf den der Kiefernbestände zurückführt, so verändert sich das Bild ansehnlich. Auf diese Weise ergibt sich die die Abhängig-

Tabelle IX.

Jährl. Massenzunahme des Kiefernbestandes in m <sup>3</sup> pro ha	Elektrolytgehalt des Bodens in kg pro ha								Durchschnittl. Elektrolytgehalt in kg pro ha
	1-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	
0.5-1.0	—	1	1	—	—	—	—	—	200
1.0-1.5	—	2	3	1	—	1	—	—	279
1.5-2.0	—	1	1	—	2	—	1	1	450
2.0-2.5	1	1	2	3	—	—	—	—	250
2.5-3.0	—	—	—	1	—	—	—	—	350
3.0-3.5	—	1	2	1	—	—	—	—	250
3.5-4.0	1	3	—	—	—	—	—	1	250
4.0-4.5	1	4	—	2	1	1	—	1	310
4.5-5.0	—	3	—	1	1	—	—	—	250
5.0-5.5	—	3	1	1	—	—	—	—	210
5.5-6.0	—	—	—	—	—	—	1	—	650
Durchschnittl. Zuwachs in m <sup>3</sup>	3.42	3.02	2.25	3.25	3.12	2.75	3.75	3.25	—
Anzahl der Probeflächen	3	19	10	10	4	2	2	3	53

<sup>1</sup> Vergl. J. VALMARI: Beiträge zur chemischen Bodenanalyse, S. 14.

Tabelle X.

Jährl. Massenzunahme des Bestandes in m <sup>3</sup> pro ha	Elektrolytgehalt des Bodens in kg pro ha												Durchschnittl. Elektrolytgehalt in kg pro ha				
	1-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	900-1000	1000-1100	1100-1200		1200-1300	1300-1400		
0.5-1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200
1.0-1.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	279
1.5-2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	450
2.0-2.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	250
2.5-3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	350
3.0-3.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	250
3.5-4.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	250
4.0-4.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	350
4.5-5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	440
5.0-5.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	530
5.5-6.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	481
6.0-6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	850
6.5-7.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	950
Durchschnittl. Zuwachs in m <sup>3</sup>	3.75	3.73	3.88	3.93	4.25	4.69	5.12	5.42	5.00	5.50	(6.75)	5.50	6.25	—	—	—	—
Anzahl der Probeflächen	4	20	20	15	10	8	8	9	2	2	1	2	2	2	106	—	—



keit zwischen dem Elektrolytgehalt des Bodens und dem Bestandszuwachs darstellende Korrelationstabelle X. Aus den Zahlen der Tabelle, vor allem aus den unten berechneten Mittelwerten, lässt sich schon mit beträchtlicher Sicherheit schliessen, dass da wenigstens in gewissen Masse eine Abhängigkeit besteht. Anschaulich ist dieses aus Diagramm 9 zu ersehen, in welchem die den Zuwachs bezeichnende gebrochene Linie ziemlich gleichmässig mit Vergrösserung des Elektrolytgehaltes des Bo-

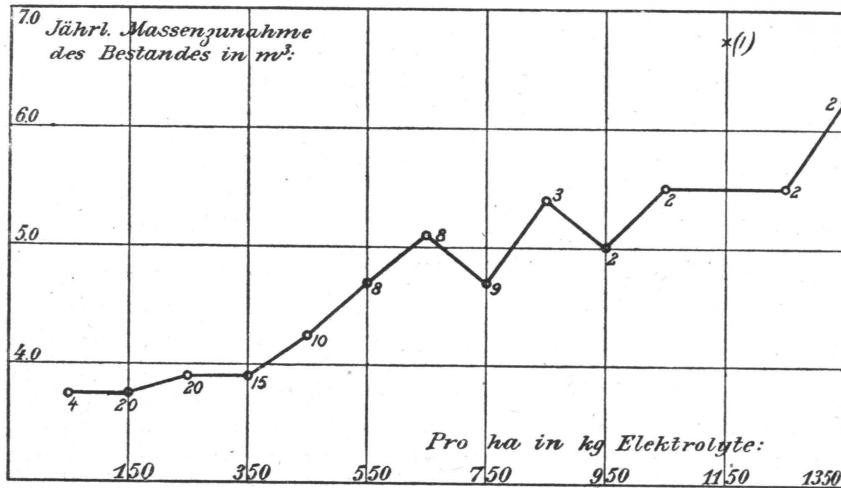


Diagramm 9.  
 $r = 0.407 \pm 0.081$

dens steigt. Der Korrelationskoeffizient beträgt  $0.407 \pm 0.081$ , ist also recht beträchtlich und auch verhältnismässig sicher, da über 5-mal so gross wie sein Mittelfehler. Es liesse sich also bei Ausführung einer genügend grossen Anzahl von Untersuchungen scheinbar bestätigen, dass der Bestandszuwachs auch in einem Verhältnis zu dem Elektrolytgehalt des Bodens steht.

**Abhängigkeit des Bestandszuwachses vom Glühverluste des Bodens.**

Zum Schluss seien noch einige Worte über das Verhältnis zwischen dem Glühverluste des Bodens und dem Bestandszuwachs erwähnt, welches gleichfalls sowohl getrennt bei den Beständen der einzelnen Holzarten sowie gemeinsam für alle Probestflächen untersucht wurde. Auf Grund

Tabelle XI.

Jährl. Massen- zunahme des Kiefernbestan- des in m³ pro ha	Glühverlust des Bodens in kg pro a									Durchschnittl. Glühverlust in kg pro a
	300- 500	500- 700	700- 900	900- 1100	1100- 1300	1300- 1500	1500- 1700	1700- 1900	1900- 2100	
0.5-1.0	—	1	1	—	—	—	—	—	—	700
1.0-1.5	1	1	3	—	2	1	—	—	—	900
1.5-2.0	—	1	—	3	1	1	—	—	—	1033
2.0-2.5	—	—	2	1	—	1	—	—	1	1200
2.5-3.0	—	1	—	1	1	—	—	—	—	933
3.0-3.5	—	1	—	1	1	—	1	—	—	1100
3.5-4.0	—	—	4	—	2	—	—	—	—	933
4.0-4.5	—	1	4	1	2	1	1	—	—	1020
4.5-5.0	—	—	3	—	—	2	—	—	1	1200
5.0-5.5	—	—	—	1	—	2	1	—	—	1350
5.5-6.0	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1300
Durchschnittl. Zuwachs in m³	1.25	2.33	3.25	2.90	3.20	3.92	4.25	—	3.50	
Anzahl der Probestflächen	1	6	17	8	10	9	3	—	2	56

der Kiefernprobestflächen ergab sich Korrelationstabelle XI, aus welcher sich, vor allem anhand der Mittelwerte schliessen lässt, dass das Verhältnis zwischen dem Glühverluste des Bodens und dem Zuwachs der Kiefernbestände wenigstens eine gewisse Regelmässigkeit aufzuweisen hat. Diese Abhängigkeit ist jedoch verhältnismässig unsicher, denn der Korrelationskoeffizient beträgt nur 0.285 bei einem Mittelfehler von 0.123, d. h. fast die Hälfte vom Werte des Koeffizienten selbst. Ähnlich verhält es sich mit den Birkenprobestflächen. Vereinigt man jedoch wieder die Probestflächen der verschiedenen Holzarten zu einer Serie, indem man den Zuwachs der Birken- und Fichtenbestände auf den der Kiefernbestände zurückführt, und untersucht man das so erhaltene umfangreiche Beobachtungsmaterial, so tritt zwischen den Zahlenreihen ein deutlicheres Verhältnis zu Tage. Schon die Korrelationstabelle XII gibt einen deutlichen

Tabelle XII.

Jährl. Massen- zunahme des Bestandes in m <sup>3</sup> pro ha	Glühverlust pro a														Durchschnittl. Glühverlust pro a	
	300- 500	500- 700	700- 900	900- 1100	1100- 1300	1300- 1500	1500- 1700	1700- 1900	1900- 2100	2100- 2300	2300- 2500	2500- 2700	2700- 2900	2900- 3100	3100- 3300	700 900 1033 1200 933 1100 933 1107 1127 1600 1411 1300 2400
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	(1.25)	
0.5-1.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	700
1.0-1.5	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	900
1.5-2.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1033
2.0-2.5	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1200
2.5-3.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	933
3.0-3.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1100
3.5-4.0	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	933
4.0-4.5	1	1	6	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1107
4.5-5.0	1	1	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1127
5.0-5.5	1	1	1	3	4	3	7	1	2	1	1	1	1	1	1	1600
5.5-6.0	1	2	1	1	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1411
6.0-6.5	1	1	1	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1300
6.5-7.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2400
Durchschnittl. Zuwachs in m <sup>3</sup>	(1.25)	3.19	3.62	4.14	4.48	4.32	5.31	5.63	4.59	6.25	6.00	(5.25)	(5.25)	(5.25)	—	—
Anzahl der Probeflächen	1	8	23	14	19	14	16	4	6	2	2	1	1	1	1	111

Beweis in dieser Richtung und besonders aus den in der Tabelle berechneten Mittelwerten der Zuwachszahlen ist zu sehen, dass der Zuwachs mit Vergrößerung des Glühverlustes allmählich zunimmt, wenn auch dieses nur ungleichmässig geschieht, indem auf der ganzen Strecke klei-

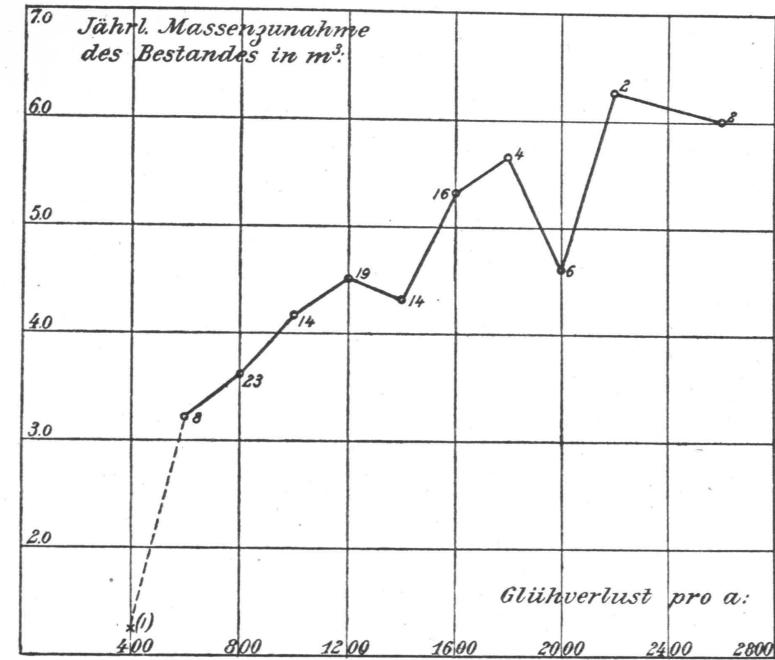


Diagramm 10.  
 $r = 0.435 \pm 0.078$

ne Steigungen und Senkungen vorkommen. Dasselbe wird anschaulich durch Diagramm 10 gezeigt. Der Korrelationskoeffizient beträgt jetzt  $0.435 \pm 0.078$ , ist also verhältnismässig hoch und beläuft sich auf über das 5-fache seines Mittelfehlers, wonach das Vorhandensein einer Abhängigkeit des Bestandszuwachses auch von dem Glühverluste des Bodens wenigstens in diesem Falle als Tatsache betrachtet werden kann.

