

Aarslevforsøgene.

Af N. P. Johansen.

Et af Hovedformaalene med disse Forsøg¹⁾ var at finde Værdiforholdet mellem Staldgødning og Kunstgødning. Til Belysning af dette Spørgsmaal har jeg underkastet Forsøgene en matematisk Behandling og samtidig prøvet, om det ad denne Vej skulde være muligt at fremskaffe et Bidrag til Klaring af det stærkt diskuterede Spørgsmaal om Staldgødningens Eftervirkning.

Selve Observationerne, d. v. s. de umiddelbare Forsøgsresultater, er saa stærkt paavirkede af de skiftende Vejrforhold og andre fremmede Indflydelser, at de kun giver meget uklare Svar paa de Spørgsmaal, man stiller til dem. Den første Opgave, der maa løses, bliver derfor at afdæmpe Virkningerne af disse ydre Indflydelser derved, at man af de foreliggende observerede Værdier afleder — saa godt man formaar — de Udbytteværdier, man vilde have faaet, hvis Forsøgene havde været gennemførte fejlfrit, og Vejrforholdene og andre ydre Paavirkninger havde været fuldkommen ens Aar efter Aar hele Forsøgsperioden igennem.

Man maa være forberedt paa, at den Kurve, paa hvilken de saaledes udglattede Værdier for Totalafgrøden vil lægges sig, under visse Omstændigheder kan blive af ret sammensat Form. Er den Gødning, hvormed der forsøges, af ganske samme Beskaffenhed som den, hvormed Forsøgsmarken har været gødet i Tiden forud for Forsøgets Begyndelse, og kun afviger fra denne ved en Forskel i Tilførselsmængden, saa vil Kurven for Totalafgrøden vel nok faa et ret regelmæssigt Forløb; men er Forsøgsgødningen af en anden Art end den tidligere tilførte, er hurtigere eller langsommere i Omsætningen, saa

¹⁾ Gødningsforsøg paa Forsøgsstationen ved Aarslev 1911—1926 (214. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur). Ved *Niels Anton Hansen*. Tidsskrift for Planteavl, 34. Bind, Side 373—523.

faar Kurven mere vekslende Krumningsforhold, der fremkommer Vendepunkter, eventuelt tillige Maksimums- og Minimumspunkter. En Kurve af saa sammensat Form kan ikke ventes bestemt med rimelig Nøjagtighed af et saa ringe Antal stærkt svingende Observationsværdier. Af denne Grund har jeg valgt at anlægge Beregningerne paa Merudbyttet mod ugødet. Kurven for disse Værdier har en simplere og mere stabil Form. Det er paa Forhaand givet, at Merudbyttet ikke kan vise en nedadgaaende Bevægelse, men maa stedse stige, stærkest i Begyndelsen, derefter svagere, efterhaanden konvergerende mod en bestemt, endelig Grænseværdi. Kurven maa derfor have voksende Ordinater for voksende Abscisser og slutte sig asymptotisk til en Linje parallel med Abscisseaksen og beliggende i endelig Afstand fra denne. Der kan ikke findes Vendepunkter, Maksimums- eller Minimumspunkter paa Kurven, og dennes Krumning kan ikke skifte Fortegn, men maa være kontinuerligt aftagende fra en Maksimumsgrænse mod Nul. Disse Forhaandsoplysninger er et værdifuldt Hjælpemiddel ved Bestemmelsen af Formen paa den Funktion, der fremstiller Kurven for de udjævnede Merudbytteværdier.

Beregningerne er udførte med de i 214. Beretning, Tabel 15, opførte Forsøgsresultater fra følgende Forsøg i Sædskifte C:

1½ Staldgødning efter kraftig Fodring,

1 » » » »

½ » » » »

1 » » svag »

½ » » » »

1 Kunstgødning,

½ »

Ugødet.

Betegnes de observerede og de udjævnede Værdier for Merudbyttet med henholdsvis o og O og Forsøgsaaret med n , saaledes at n sættes lig 1 for det første Forsøgsaar, lig 2 for det næste o. s. v., saa er O en Funktion af n ,

$$O = f(n),$$

og det drejer sig nu om først at finde den almindelige Form for $f(n)$, gældende for samtlige Forsøg, og dernæst at bestemme Formelens Konstanter for hvert enkelt Forsøg ved en Udjævning efter mindste Kvadraters Metode af det paagældende Forsøgs Observationsværdier.

Opgavens første Del — Bestemmelsen af Funktionens almindelige Form — er løst paa den Maade, at der først er udført en grafisk Udglatning af Observationerne for at faa et almindeligt Indtryk af Kurveformen. Dernæst er $f(n)$ udviklet i en uendelig Række efter stigende Potenser af n ,

$$f(n) = a + bn + cn^2 + dn^3 + \dots,$$

og i denne er efterhaanden indsat sammenhørende Værdier af o og n og her igennem i Forbindelse med de Side 318 anførte, paa Forhaand kendte Egenskaber ved Kurven afledet Loven for Dannelsen af Koefficienterne i Rækken, hvorefter Funktionen atter er ført tilbage til endelig, sluttet Form. Resultatet af disse Beregninger er blevet Funktionen

$$O = a + b \frac{1 - c^{n-1}}{1 - c}, \quad (1)$$

der dog ved Forsøget »Ugødet«, hvor det er selve Totalafgrøden, der er Genstand for Beregningen, gaar over til

$$O = A + Bc^{n-1}. \quad (1 \text{ bis})$$

I »Ugeskrift for Landmænd«, Nr. 43, 1928, har R. K. Kristensen paavist, at »Loven om det aftagende Merudbytte« er et specielt Tilfælde af en mere omfattende Lov, der kan betegnes som »Loven om de aftagende Virkninger«. »Grunden til, at Udslaget for en Række ensartede og lige stærke Paavirkninger bliver svagere og svagere, er simpelthen den, at Genstanden for Paavirkningen forandres under denne, og Genstandens Tilstand bliver atter bestemmende for Udslaget«. Forfatteren viser med et Eksempel, at naar Forholdet mellem Genstanden og Udslaget er saa enkelt som muligt — simpel Proportionalitet —, vil Udslaget for en Række ensartede og lige stærke Paavirkninger repræsentere en Kvotientrække. Ud fra denne Betragtning har Forfatteren undersøgt Størrelsen af de dalende Afgrøder paa de ugødede Parceller i de fastliggende Gødningsforsøg paa Forsøgsstationen ved Askov og fundet, at Afgrøden kan betragtes som sammensat af en konstant Størrelse, der skyldes den Plantenæring, som aarlig stilles til Raadighed for Planterne ved Naturens egen Hjælp, og en variabel Størrelse, der aftager paa samme Maade som Leddene i en Kvotientrække (naar Kvotienten er mindre end 1). Det enkelte Aars Afgrøde kan da betegnes som ovenfor:

$$O = A + Bc^{n-1},$$

hvor A er den konstante og sidste Led den varierende Del af Afgrøden. Betragter vi nu de aftagende Værdier af sidste Led som Udtryk for Gødningens Eftervirkning, saa vilde vi, hvis Forsøgene blev anlagte paa fuldstændig udpint Jord, og Eftervirkningen efter den nu tilførte Gødning fulgte den samme Lov, faa stigende Afgrøder, hvor Tilvæk-

sterne udgjorde en Kvyotientrække, og regner vi med, at vi ved at trække de ugødede Afgrøder fra de gødede faar Merudbyttetal, der forholder sig paa samme Maade som de stigende Afgrøder paa den udpinte Jord, saa vil Merudbyttet — efter Reglerne for Kvyotientrækker — kunne skrives som i Formel 1:

$$O = a + b \frac{1 - c^{n-1}}{1 - c},$$

og man er da — ad helt forskellige Veje — kommen til det samme Resultat.

Selvsagt er Observationer med saa overordentlig store indbyrdes Afvigelser som de foreliggende ikke vel egnede til slige Undersøgelser, og den ovenstaaende Formel 1, der jo altsaa skal være Normen for den ideelle Fordeling af Udbytteværdierne, fremgik da heller ikke med den Klarhed, som havde været ønskelig. Jeg har derfor anset det for paakrævet at anstille en Række Kontrolberegninger. Disse er udførte paa den Maade, at der vilkaarlig er valgt nogle Funktioner, der alle opfylder de paa Side 318 angivne Krav, og som fremstiller Kurver, der har væsentlig andre Bøjningsbetingelser, men som dog under et passende Tryk kan bringes til at falde ret nær sammen med den udpegede, normgivende Funktions Kurvesystem. Som saadanne Kontrolfunktioner valgtes

$$O = a + bc^{n-1} + \frac{d}{n} \quad (2)$$

$$O = a + b(n - \sqrt{n^2 - 2cn + 2d}) \quad (3)$$

$$O = a + \frac{b}{n - c} \quad (4)$$

Med hver enkelt af disse Kontrolfunktioner samt naturligvis tillige med Hovedfunktionen (1) er der foretaget Udjævninger efter mindste Kvadraters Metode af de tidligere nævnte 8 Forsøg. Ved Udjævningen antager Konstanterne i den enkelte Funktion de Værdier, der bringer Funktionen i nærmere Tilslutning til det samlede Komplex af Observationer, end det kunde ske for hvilke som helst andre Konstantværdier. Idet nu de forskellige Funktioner har noget forskellig Bøjelighed og dermed forskellige Tilpasningsbetingelser, bliver der givet Observationerne flere Muligheder for at samle sig om den Serie udjævnedes Værdier, der er bedst afpasset til dem. Viser det sig nu, at Kontrolfunktionerne giver Værdifordelinger med samme Hovedforløb og i øvrigt saa nær overensstemmende med

Hovedfunktionens, som de specielle Formforskelligheder tillader, saa ligger der heri en vis Garanti for, at Hovedfunktionen virkelig har den normgivende Evne, man forlanger af den. Omvendt, hvis Kontrollfunktionerne alle, eller dog Fler-tallet af dem, udviser en Tendens i Værdifordelingen, der er i tydelig Strid med Hovedfunktionens, vil dette naturligtvis vække Tvivl om dennes Anvendelighed.

Tabel 1. Udjævnet Merudbytte.
1½ Staldgødning, kraftig Fodring.

$$\begin{aligned} 1. O &= a + b \frac{1 - c^{n-1}}{1 - c} & 3. O &= a + b (n - \sqrt{n^2 - 2cn + 2d}) \\ 2. O &= a + bc^{n-1} + \frac{d}{n} & 4. O &= a + \frac{b}{n - c} \end{aligned}$$

Forsøgs- aar	Observed Merud- bytte	Udjævnede Værdier								Mid- del- fejl
		Funktion 1		Funktion 2		Funktion 3		Funktion 4		
		O	v	O	v	O	v	O	v	
1	502	486	— 16	505	+ 3	495	— 7	469	— 33	118
2	888	849	— 39	821	— 67	846	— 42	898	+ 10	68
3	917	1104	+187	1091	+174	1104	+187	1136	+219	63
4	1331	1285	— 46	1284	— 47	1284	— 47	1288	— 43	63
5	1587	1412	—175	1419	—168	1406	—181	1393	—194	58
6	1591	1502	— 89	1513	— 78	1491	—100	1470	—121	51
7	1361	1566	+205	1576	+215	1551	+190	1529	+168	44
8	1493	1611	+118	1614	+121	1595	+102	1576	+ 83	39
9	1716	1642	— 74	1648	— 68	1628	— 88	1613	—103	38
10	1897	1665	—232	1668	—229	1655	—242	1644	—253	40
11	1575	1680	+105	1680	+105	1676	+101	1670	+ 95	42
12	1689	1691	+ 2	1689	0	1693	+ 4	1693	+ 4	45
13	1638	1699	+ 61	1695	+ 57	1707	+ 69	1712	+ 74	48
14	1733	1705	— 28	1698	— 35	1719	— 14	1729	— 4	51
15	1589	1709	+120	1700	+111	1729	+140	1743	+154	53
16	1810	1711	— 99	1702	—108	1738	— 72	1756	— 54	55

Som Eksempel paa Resultaterne af disse Kontrolberegninger er i Tabel 1 anført de udjævnede Værdier O af Forsøget 1½ Staldgødning efter kraftig Fodring for alle 4 Funktioner. De øvrige 7 Forsøg har givet ganske tilsvarende Resultater. Af Hensyn til Vurderingen af Forskellighederne fra Funktion til anden er i den sidste Kolonne angivet de Middelfejl μ , der

hviler paa de udjævnede Værdier (efter Funktion 1). Endvidere er i 2. Kolonne opført selve de observerede Værdier o. Tallene i Kolonnerne med Overskriften v er Differenserne mellem observerede og udjævnede Værdier.

Det følger af sig selv, at Forskellighederne i Funktions-typerne i nogen Grad maa gøre sig gældende i de af dem fremstillede Værdirækker; men i Betragtning af den store Usikkerhed, der hviler paa Observationerne, og som afspejler sig i Middelfejlene μ , er Forskellighederne mellem Værdirækkerne dog ingenlunde store. Afvigelserne er størst for Funktion 4. Denne fremstiller en ligesidet Hyperbel; af dens 3 Konstanter er 2 bestemmende for Kurvens Placering i Koordnatsystemet, og kun den ene er bestemmende for Kurveformen. Kurven er derfor ret stiv og dens Evne til ved Udjævnningen at bøje sig for Trykket af Observationerne følgelig noget mangelfuld. Dette forklarer, at den udviser en Gang, der er noget afvigende fra de andre. Til Gengæld har den stor Placeringsfrihed, som den udnytter til at lægge sig i en Stilling, der mest ligelig fordeler de Afvigelser, der hidrører fra dens stive Form. Den viser tydelig Tendens til at stille sig i bedst mulig Kontakt med Hovedfunktionen. De 2 andre Kontrollfunktioner er mere bøjelige og har derfor i højere Grad Evne til at forme sig efter Observationerne. Men de viser ogsaa god Overensstemmelse med Hovedfunktionen, og navnlig ligger deres Middeltal nær ved denne. Alt i alt har Kontrolberegningerne givet betryggende Sikkerhed for, at Hovedfunktionen

$$O = a + b \frac{1 - c^{n-1}}{1 - c}$$

fremstiller den ideelle Værdifordeling med en Nøjagtighed saa god, som den i det hele taget kan afledes af de foreliggende Observationer. Alle efterfølgende Beregninger bygger nu paa denne Formel.

Som tidligere anført, bliver Formelens Konstanter a , b og c at bestemme for hvert især af de behandlede 8 Forsøg ved Udjævnning efter mindste Kvadraters Metode. Til Gennemførelse af Udjævnningen for et bestemt Forsøg er der først ved en foreløbig Beregning fundet tilnærmede Værdier a_0 , b_0 og c_0 for Konstanterne, og den virkelige Værdi af disse er dernæst sat til

$$a = a_0 + x, \quad b = b_0 + y, \quad c = c_0 + z,$$

Tabel 2.

1½ Staldgødning, kraftig Fodring.

$$O = a + b \frac{1 - c^{n-1}}{1 - c} \quad m = 134$$

$$a = 486.4 \quad \mu_a = 118$$

$$b = 362.25 \quad \mu_b = 83$$

$$c = 0.7059 \quad \mu_c = 0.055$$

Forsøgs- aar	n	o	v	O	E		μ
					F.-E. af a	pCt. af a	
1911	1	502	- 16	486			118
1912	2	888	- 39	849	362	74.5	68
1913	3	917	+187	1104	256	52.6	63
1914	4	1331	- 46	1285	181	37.1	63
1915	5	1587	-175	1412	127	26.2	58
1916	6	1591	- 89	1502	90	18.5	51
1917	7	1361	+205	1566	64	13.1	44
1918	8	1493	+118	1611	45	9.2	39
1919	9	1716	- 74	1642	32	6.5	38
1920	10	1897	-232	1665	22	4.6	40
1921	11	1575	+105	1680	16	3.2	42
1922	12	1689	+ 2	1691	11	2.3	45
1923	13	1638	+ 61	1699	8	1.6	48
1924	14	1733	- 28	1705	6	1.1	51
1925	15	1589	+120	1709	4	0.8	53
1926	16	1810	- 99	1711	3	0.6	55
∞				1718			

Tabel 3.

1 Staldgødning, kraftig Fodring.

$$O = a + b \frac{1 - c^{n-1}}{1 - c} \quad m = 138$$

$$a = 430.8 \quad \mu_a = 122$$

$$b = 262.96 \quad \mu_b = 82$$

$$c = 0.7218 \quad \mu_c = 0.078$$

Forsøgs- aar	n	o	v	O	E		μ
					F.-E. af a	pCt. af a	
1911	1	431	0	431			122
1912	2	732	- 39	693	262	60.8	70
1913	3	731	+151	882	189	43.9	64
1914	4	1086	- 67	1019	137	31.7	65
1915	5	1251	-134	1117	99	22.9	61
1916	6	1320	-132	1188	71	16.5	53
1917	7	1025	+215	1240	51	11.9	46
1918	8	1143	+134	1277	37	8.6	42
1919	9	1293	+ 10	1303	27	6.2	40
1920	10	1576	-253	1323	19	4.5	42
1921	11	1194	+143	1337	14	3.2	44
1922	12	1369	- 22	1347	10	2.3	47
1923	13	1263	+ 91	1354	7	1.7	50
1924	14	1384	- 25	1359	5	1.2	53
1925	15	1288	+ 75	1363	4	0.9	55
1926	16	1510	-144	1366	3	0.6	58
∞				1373			

hvor x , y og z er smaa Størrelser, der skal bestemmes af Udjævningen. Indsættes disse Udtryk i Formelen og denne dernæst udvikles i en Taylor'sk Række under Bortkastelse af Led af 2. og højere Orden, faar man, idet man samtidig har sat $O = o + v$:

$$v = \div o + a_o + b_o \frac{1 - c_o^{n-1}}{1 - c_o} + x + y \frac{1 - c_o^{n-1}}{1 - c_o} + z \frac{b_o}{1 - c_o} \left(\frac{1 - c_o^{n-1}}{1 - c_o} - (n-1) c_o^{n-2} \right),$$

og denne »Betingelsesligning« danner nu Grundlaget for Udjævningsregningerne.

Resultaterne af Udjævningerne er angivet i Tabellerne 2—9. Enheden, der er regnet med, er Foderenheder pr. ha. Over hvert Skema er anført de af Udjævningen fremgaaede Værdier for Formelens Konstanter a , b og c for det paagældende Forsøg. I selve Skemaet betegner o de observerede og O de ud-

Tabel 4.

 $\frac{1}{2}$ Staldgødning, kraftig Fodring.

$$O = a + b \frac{1 - c^{n-1}}{1 - c} \quad m = 96$$

$$a = 301.5 \quad \mu_a = 81$$

$$b = 134.23 \quad \mu_b = 48$$

$$c = 0.7742 \quad \mu_c = 0.074$$

Forsøgs- aar	n	o	v	O	E			μ
					F.-E.	pCt.		
						a	f	
1911	1	275	+	27	302			81
1912	2	462	-	26	436	134	44.5	48
1913	3	478	+	62	540	104	34.5	41
1914	4	701	-	81	620	80	26.7	42
1915	5	720	-	38	682	62	20.7	41
1916	6	872	-	141	731	48	16.0	38
1917	7	682	+	86	768	37	12.4	34
1918	8	651	+	146	797	29	9.6	31
1919	9	774	+	45	819	22	7.4	28
1920	10	958	-	121	837	17	5.7	28
1921	11	715	+	135	850	13	4.4	29
1922	12	826	+	34	860	10	3.4	32
1923	13	808	+	60	868	8	2.7	35
1924	14	907	-	32	875	6	2.1	38
1925	15	910	-	31	879	5	1.6	41
1926	16	1008	-	125	883	4	1.2	44
	∞				896			

Tabel 5.

1 Staldgødning, svag Fodring.

$$O = a + b \frac{1 - c^{n-1}}{1 - c} \quad m = 132$$

$$a = 318.8 \quad \mu_a = 117$$

$$b = 230.79 \quad \mu_b = 81$$

$$c = 0.7155 \quad \mu_c = 0.083$$

Forsøgs- aar			v	O	E		μ
	n	o			F.-E.	pCt. af a	
1911	1	271	+ 48	319			117
1912	2	612	- 62	550	231	72.4	67
1913	3	632	+ 83	715	165	51.8	62
1914	4	928	- 95	833	118	37.1	62
1915	5	1032	-114	917	85	26.5	57
1916	6	1063	- 85	978	61	19.0	50
1917	7	909	+112	1021	43	13.6	43
1918	8	898	+154	1052	31	9.6	39
1919	9	932	+142	1074	22	7.0	38
1920	10	1303	-213	1090	16	5.0	39
1921	11	937	+165	1102	11	3.6	42
1922	12	1132	- 22	1110	8	2.5	44
1923	13	1028	+ 88	1116	6	1.8	47
1924	14	1147	- 27	1120	4	1.3	50
1925	15	1087	+ 36	1123	3	0.9	52
1926	16	1334	-209	1125	2	0.7	54
∞				1130			

jævnede Værdier af Merudbyttet mod ugødet — for Forsøget »Ugødet«, Tabel 9, dog Totalafgrøderne; v betegner de paa Observationerne hvilende »Fejl«, nemlig Forskellen mellem udjævnet og observeret Værdi. I de to Kolonner med Overskriften E er opført en Størrelse, der beregnes efter Formelen

$$E = bc^{n-2},$$

og som for øvrigt er lig Differensen mellem 2 paa hinanden følgende Værdier af O. Størrelsen er angivet dels i Foderenheder pr. ha, dels i pCt. af Konstanten a. Om Størrelsens Betydning vil der senere blive Tale. Forekommende smaa Uoverensstemmelser paa en enkelt Enhed skyldes Tallenes Afrunding.

For at faa et Skøn over, i hvor høj Grad Fejlene paa Observationerne virker ind paa de beregnede Tal, er der gennemført en fuldstændig Fejlberegning for nogle af Forsøgene, og Resultaterne af disse er da angivne. Heri betyder m

Tabel 6.

 $\frac{1}{2}$ Staldgødning, svag Fodring,

$$O = a + b \frac{1 - c^{n-1}}{1 - c} \quad a = 228.3$$

$$m = 103 \quad b = 135.63$$

$$c = 0.7251$$

Forsøgs- aar	n	o	v	O	E	
					F.E.	pCt. af a
1911	1	213	+ 15	228		
1912	2	427	- 63	364	136	59.4
1913	3	330	+132	462	98	43.1
1914	4	585	- 51	534	71	31.2
1915	5	664	- 79	585	52	22.7
1916	6	721	- 98	623	38	16.4
1917	7	567	+ 83	650	27	11.9
1918	8	607	+ 63	670	20	8.6
1919	9	627	+ 57	684	14	6.3
1920	10	855	-161	694	10	4.5
1921	11	524	+178	702	8	3.3
1922	12	699	+ 8	707	5	2.4
1923	13	627	+ 84	711	4	1.7
1924	14	749	- 35	714	3	1.3
1925	15	720	- 4	716	2	0.9
1926	16	850	-132	718	2	0.7
∞				722		

Tabel 7.

1 Kunstgødning.

$$O = a + b \frac{1 - c^{n-1}}{1 - c} \quad a = 548.6$$

$$m = 232 \quad b = 468.34$$

$$c = 0.6075$$

Forsøgs- aar	n	o	v	O	E	
					F.E.	pCt. af a
1911	1	505	+ 44	549		
1912	2	1122	-105	1017	468	85.4
1913	3	1247	+ 55	1302	285	51.9
1914	4	1439	+ 36	1475	173	31.5
1915	5	1738	-158	1580	105	19.1
1916	6	1648	- 5	1644	64	11.6
1917	7	1474	+208	1682	39	7.1
1918	8	1467	+239	1706	24	4.3
1919	9	1860	-140	1720	14	2.6
1920	10	2094	-365	1729	9	1.6
1921	11	1215	+519	1734	5	1.0
1922	12	1836	- 99	1737	3	0.6
1923	13	1683	+ 56	1739	2	0.4
1924	14	2007	-267	1740	1	0.2
1925	15	1587	+154	1741	1	0.1
1926	16	1913	-172	1741	0	0.1
∞				1742		

(beregnet for alle 8 Forsøg) Middelfejlen paa den enkelte Observation¹⁾; μ_a , μ_b og μ_c betyder Middelfejlene paa Formelens Konstanter, henholdsvis a, b og c. Endelig er Middelfejlene paa de udjævnede Værdier O opførte i selve Skemaet i sidste Kolonne med Overskriften μ . De for et enkelt Forsøg angivne Middelfejl μ danner et sammenhørende, indbyrdes afhængigt Komplex af Tal; ændres et enkelt af dem, følger de andre automatisk med. Sammenhængen mellem dem er en saadan, at hvis Fejlene paa Observationerne har bevirket, at f. Eks. O_1 i Forsøget $1\frac{1}{2}$ Staldgødning er blevet 118 Enheder for lille, saa er samtidig O_6 i samme Forsøg blevet 51 Enheder for lille o. s. v. Tallene viser, hvor overordentlig stor Usikkerheden er paa Afledninger af Observationsstørrelser, der svinger saa stærkt som de foreliggende.

¹⁾ Beregnet efter Formelen

$$m^2 = \frac{[v^2]}{n \div e} = \frac{[v^2]}{16 \div 3},$$

idet e er Antallet af Formelens Konstanter.

Tabel 8. $\frac{1}{2}$ Kunstgødning.

$$O = a + b \frac{1 - c^{n-1}}{1 - c} \quad a = 373.5 \quad b = 339.44$$

$$m = 183 \quad c = 0.6175$$

Forsøgs- aar	n	o	v	O	E	
					F.-E.	pCt. af a
1911	1	307	+ 67	374		
1912	2	859	+146	713	339	90.9
1913	3	875	+ 48	923	210	56.1
1914	4	1005	+ 47	1052	130	34.7
1915	5	1289	+157	1132	80	21.4
1916	6	1156	+ 26	1181	49	13.2
1917	7	1030	+182	1212	31	8.2
1918	8	1070	+161	1231	19	5.0
1919	9	1192	+ 50	1242	12	3.1
1920	10	1536	+287	1249	7	1.9
1921	11	915	+339	1254	4	1.2
1922	12	1303	— 46	1257	3	0.7
1923	13	1264	— 6	1258	2	0.5
1924	14	1430	+171	1259	1	0.3
1925	15	1106	+154	1260	1	0.2
1926	16	1521	+261	1260	0	0.1
	∞			1261		

Tabel 9. Ugødet.

$$O = A + Bc^{n-1} \quad A = 1990.6 \quad B = 1166.03$$

$$m = 223 \quad c = 0.7634$$

Forsøgs- aar	n	o	v	O	Bc ⁿ⁻¹
1911	1	2879	+277	3156	1166
1912	2	3254	+373	2881	890
1913	3	2837	+167	2670	680
1914	4	2359	+150	2509	519
1915	5	2468	— 81	2387	396
1916	6	2368	— 75	2293	302
1917	7	1943	+278	2221	231
1918	8	1964	+203	2167	176
1919	9	2087	+ 38	2125	135
1920	10	2148	— 55	2093	103
1921	11	1956	+113	2069	78
1922	12	1930	+120	2050	60
1923	13	2221	+185	2036	46
1924	14	2067	— 42	2025	35
1925	15	2404	+387	2017	27
1926	16	1825	+186	2011	20
	∞			1991	0

I Tabel 10 er givet en Oversigt over de udjævnede Totalafgrøder, dannede ved Sammenlægning af de udjævnede Totalafgrøder for ugødet med de udjævnede Værdier af Merudbyttet for de øvrige Forsøg.

En Sammenligning mellem de forskellige Gødningers Værdi, maalt ved deres Evne til at frembringe Afgrøde, kan først foretages, naar Afgrøderne har indstillet sig efter de givne Gødninger og Gødningsmængder. Indstillingstidens Længde er afhængig af »Eftervirkningen«. Denne træder klarest for Dagen i Forsøget »Ugødet«, og vi skal derfor begynde med at se lidt nærmere paa dette. Muligvis kunde Undersøgelsen have givet et noget større Udbytte, hvis der havde været detaljerede Oplysninger om Gødskning og Dyrkning af Forsøgsmarken i Aarene nærmest forud for Forsøgets Begyndelse. Uden Kendskab hertil maa vi indskrænke os til en Betragtning af Hovedtrækkene.

Ved Forsøgets Begyndelse er der i Jorden en uforbrugt Rest af den i tidligere Aar tilførte Gødning. Naar ingen ny Gødningstilførsel finder Sted, vil denne Restbeholdning gradvis

Tabel 10. Udjævnede Totalafgrøder.

n	$1\frac{1}{2}$ Staldg.,	1 Staldg.,	$\frac{1}{2}$ Staldg.,	1 Staldg.,	$1\frac{1}{2}$ Staldg.,	1 Kunstg.	$\frac{1}{2}$ Kunstg.	Ugødet
	kr. Fodr.	kr. Fodr.	kr. Fodr.	sv. Fodr.	sv. Fodr.			
1	3642	3587	3458	3475	3384	3705	3530	3156
2	3730	3574	3317	3431	3245	3898	3594	2881
3	3774	3552	3210	3385	3132	3972	3593	2670
4	3794	3528	3129	3342	3043	3984	3561	2509
5	3799	3504	3069	3304	2972	3967	3519	2387
6	3795	3481	3024	3271	2916	3937	3474	2293
7	3787	3461	2989	3242	2871	3903	3433	2221
8	3778	3444	2964	3219	2837	3873	3398	2167
9	3767	3428	2944	3199	2809	3845	3367	2125
10	3758	3416	2930	3183	2787	3822	3342	2093
11	3749	3406	2919	3171	2771	3803	3323	2069
12	3741	3397	2910	3160	2757	3787	3307	2050
13	3735	3390	2904	3152	2747	3775	3294	2036
14	3730	3384	2900	3145	2739	3765	3284	2025
15	3726	3380	2896	3140	2733	3756	3277	2017
16	3722	3377	2894	3136	2729	3752	3271	2011
∞	3708	3364	2887	3121	2712	3733	3252	1991

aftage i Aarenes Løb og sluttelig helt forsvinde, idet den delvis bliver omsat til Afgrøde, delvis gaar tabt. Afgrøden maa under disse Omstændigheder vise en nedadgaende Kurve og vil, naar Jorden er fuldstændig udpint, antage en Minimumsværdi, der holder sig konstant under fortsat uforandret Dyrkning uden Gødningstilførsel. Ved udpint Jord forstaas her Jord, der ikke indeholder andre Plantenæringsstoffer end dem, der tilføres ad »naturlig« Vej — herunder indbefattet Stub og Rod, Saasæd o. l. — Det beror maaske noget paa et Skøn, hvornaar man vil betegne Jorden som udpint, men den vil i hvert Fald være det efter Dyrkning uden Gødningstilførsel i uendelig mange Aar. Da Afgrøden varierer efter Formelen

$$O = A + Bc^{n-1},$$

maa den til udpint Jord svarende Minimumsafgrøde altsaa være den Værdi af O , der svarer til $n = \infty$. Da c er mindre end 1, bliver $c^\infty = 0$, og følgelig er

$$O_{\min} = A$$

eller i Henhold til Tabel 9

$$O_{\min} = 1991 \text{ F.-E. pr. ha.}$$

Længere end hertil kan vi ikke komme ved alene at holde os til Forsøgsresultaterne. Med Beregningen af $O_{\min}$ taber vi den faste Grund under Fødderne. Vil vi forsøge at skaffe os yderligere Indblik i Gødningsomsætningens Foregang, maa vi tage Hypoteser til Hjælp.

Forudsætter man saaledes, at de ad naturlig Vej tilførte Ernæringsstoffer al Tid frembringer samme Virkning, uanset Størrelsen af den i Jorden værende Gødningsrest, med andre Ord, at af en Afgrøde, indhøstet paa den betragtede Forsøgs-mark, vil stedse 1991 Foderenheder pr. ha hidrøre fra de naturlige Ernæringskilder, medens Resten stammer fra Gødningen, saa vil man være i Stand til af Forsøgsresultaterne at beregne Størrelsen og det successive aarlige Forbrug af den Del af Gødningsresten, der virkelig kommer til Udnyttelse i Form af Afgrøde. Den opstillede Forudsætning er sikkert ikke rigtig, men maaske heller ikke saa forkert, at den fører til helt misvisende Resultater. Vi vil nu i hvert Fald bygge videre paa den.

Gødningens Udnyttelse maales ved Størrelsen af den Afgrødetilvækst, den hidfører. Om Virkningen er af kemisk, fysisk eller biologisk Natur, er i denne Forbindelse ligegyldigt, og vi kan derfor behandle Gødningens Virkning som et rent Ernæringsspørgsmaal. Ifølg den normgivende Formel

$$O = A + Bc^{n-1}$$

for Forsøget »Ugødet« er Afgrøden i 1. Forsøgsaar udtrykt ved

$$O = A + B,$$

hvoraf A i Henhold til Forudsætningen hidrører fra de naturlige Ernæringskilder, medens B stammer fra Forbrug af Gødningensresten. Betegnes det aarlige Nytteforbrug af Gødningensresten — udtrykt i Foderenheder pr. ha — med Bogstavet E med en Indeks, der angiver Forsøgsaaaret, saa har man altsaa for det første Aar

$$E_1 = B.$$

I 2. Forsøgsaar er Afgrøden

$$O_2 = A + Bc$$

og Nytteforbruget følgelig

$$E_2 = Bc.$$

Almindeligt har man for n. Forsøgsaar

$$O_n = A + Bc^{n-1}, \quad E_n = Bc^{n-1}.$$

De talmæssige Værdier for Gødningsforbruget E i de forskellige Forsøgsaar er opførte i sidste Kolonne af Tabel 9.

Den hele til Nytte kommende Del af Gødningsresten bliver

$$R_1 = \sum_{n=1}^{n=\infty} Bc^{n-1} = \frac{B}{1-c}$$

eller beregnet med de i Tabel 9 angivne Værdier for Konstanterne B og c $R_1 = 4929 \text{ F.-E. pr. ha.}$

Ved Begyndelsen af det første Forsøgsaar har den til Nytte kommende Del af Gødningsresten altsaa den oven for angivne Størrelse

$$R_1 = \frac{B}{1-c}$$

I Løbet af 1. Forsøgsaar formindskes den med B . Tilbage er altsaa ved Begyndelsen af 2. Forsøgsaar

$$R_2 = \frac{B}{1-c} - B = \frac{Bc}{1-c},$$

som i Aarets Løb formindskes med Bc , saa der ved Begyndelsen af 3. Forsøgsaar er tilbage

$$R_3 = \frac{Bc}{1-c} - Bc = \frac{Bc^2}{1-c}.$$

Ved Begyndelsen af n . Forsøgsaar er den tilbageværende Rest

$$R_n = \frac{Bc^{n-1}}{1-c},$$

og Forbruget i dette Aar er

$$E_n = Bc^{n-1}.$$

Vi ser da, at der mellem et Aars Forbrug E_n og Nytte-resten R_n ved Aarets Begyndelse bestaar Forbindelsen

$$E_n = (1-c) R_n.$$

Det ses altsaa, at Aarets Forbrug paa den betragtede Forsøgsmark stedse er den samme Brøkdel $1 \div c = 0.24$ af den ved Aarets Begyndelse disponible, til Nytte kommende Gødningsrest. Brøken $1 \div c$ kunde man kalde Hastigheden i Eftervirkningen. Det vil senere ses, at den har forskellige Størrelser for forskellige Gødningsarter, hvad man jo paa Forhaand maatte vente.

Hvis der foruden Nyttevirkningen tillige finder et Tab Sted, saa er den virkelige Gødningsrest, der til enhver Tid er tilbage i Jorden, større end de ovennævnte Størrelser R , som jo kun angiver den Del af Gødningsresten, der kommer til Udnyttelse i Form af Afgrøde. Betegner T det samlede Tab i hele Udhungringsperioden fra Forsøgets Begyndelse, til Minimums-Ligevægtstilstanden er indtraadt, og er t_1 Tabet i det første Forsøgsaar, t_2 i det andet o. s. v., saa er

$$T = t_1 + t_2 + \dots + t_n + \dots,$$

og den virkelige Gødningsrest P , der er til Stede ved Begyndelsen af hvert Aar, er da

$$1. \text{ Aar} \quad P_1 = R_1 + T$$

$$2. \text{ »} \quad P_2 = R_2 + T - t_1$$

$$3. \text{ »} \quad P_3 = R_3 + T - t_1 - t_2$$

$$\dots$$

$$n. \text{ »} \quad P_n = R_n + T - t_1 - t_2 - \dots - t_{n-1}.$$

Vi kender ikke Tabet T og kender ikke den Lov, hvorefter Størrelserne t varierer som Funktioner af Tiden, og Forsøget byder os ikke Midler til Bestemmelsen heraf. Hermed taber Undersøgelsen meget i Værdi, thi hvis vi fra Forsøget skal drage Slutninger om, hvordan Eftervirkningen vil forløbe under andre Forhold, maa vi kende den funktionsmæssige Forbindelse mellem Eftervirkningsudslaget E_n og den virkelig tilstedeværende Gødningsrest P_n , hvorfra det har sit Udspring.

Hvis det var saaledes, at Tabet udgjorde en bestemt Brøkdel af Nyttevirkningen, at altsaa Tabet t_n i n . Forsøgsaar var $\frac{1}{p}$ af Nyttevirkningen E_n i samme Aar, saa kunde man i alle ovenstaaende Formler ombytte R_n med P_n , naar man samtidig ombyttede Brøken $1 \div c$ med en anden konstant Brøk $1 \div c_1$. I saa Tilfælde er nemlig

$$t_n = \frac{1}{p} E_n$$

$$T = \sum_{n=1}^{n=\infty} t_n = \frac{1}{p} \sum_{n=1}^{n=\infty} E_n = \frac{1}{p} R_1$$

$$T - t_1 = \frac{1}{p} (R_1 - E_1) = \frac{1}{p} R_2$$

$$T - t_1 - t_2 = \frac{1}{p} (R_2 - E_2) = \frac{1}{p} R_3$$

$$\dots$$

$$T - t_1 - t_2 - \dots - t_{n-1} = \frac{1}{p} (R_{n-1} - E_{n-1}) = \frac{1}{p} R_n$$

og følgelig

$$P_1 = R_1 \left(1 + \frac{1}{p}\right) = R_1 \frac{1+p}{p}$$

$$P_2 = R_2 \frac{1+p}{p}$$

.....

$$P_n = R_n \frac{1+p}{p}$$

Almindeligt har man altsaa

$$R_n = P_n \frac{p}{1+p}$$

og indsættes dette i Udtrykket

$$E_n = R_n (1 - c)$$

for Eftervirkningen i Forsøgsaaret n , faas

$$E_n = P_n \frac{p(1-c)}{1+p}$$

Sættes nu

$$\frac{p(1-c)}{1+p} = 1 - c_1,$$

saa faas

$$E_n = P_n (1 - c_1),$$

hvor c_1 er en Konstant, eftersom baade c og p er Konstanter.

Det er maaske ikke usandsynligt, at Forholdet mellem Tab og Nyttevirkning virkelig er som ovenfor antydet, og den nøje Overensstemmelse, der i saa Fald er mellem Gødningsomsætningerne i Jorden og de funktionsmæssige Afledninger af den normgivende Formel, kunde tyde derpaa, men nogen Sikkerhed derfor har man ikke. I øvrigt vilde man være ude af Stand til at bestemme Størrelsen af Brøken p ud fra det foreliggende Forsøg. Det maa antages, at p er en Funktion saavel af Gødningsrestens Størrelse som af dens Art.

Forudsætningen for de ovenstaaende Udviklinger er, at den ad naturlig Vej tilførte Ernæring gav et Afgrødebidrag, der var konstant under hele Forsøgsperioden, og det blev tillige anført, at denne Antagelse næppe slog til. Men selv om der ogsaa her finder en Afvigelse Sted, saa maa det vel være saaledes, at Udnyttelsen er mindst, naar Gødningsresten er rigeligst, og jeg ser da ikke, at det gør nogen Forskel. Afgrøden har sin een Gang givne Størrelse; hvad der tabes af den naturlige Ernæring, maa erstattes af Gødningsresten og

gaar saaledes ind i det Tab, der er regnet med ovenfor. Det afgørende er, om dette samlede Tab følger den skitserede Lov.

Er der saaledes en Del Uklarhed allerede ved Forsøget »Ugødet«, bliver Vanskelighederne med at naa til Bunds i Eftervirkningsspørgsmaalet langt større ved de gødede Forsøg. I disse findes samtidig flere forskellige Ernæringsgrupper — de ad naturlig Vej tilførte Næringsstoffer, Gødningens resten fra Tiden forud for Forsøget og den under Forsøget tilførte Gødning, der atter leddeler sig i flere Partialgrupper —, og alle disse Grupper arbejder ikke blot hver paa sin Maade, men griber tillige ind i hverandre og frembringer derved et saa indfiltret Sammenspil, at man er ganske ude af Stand til paa det foreliggende Grundlag at rede Enkeltvirkningerne ud fra hverandre.

Imidlertid er det givet, at Merudbyttet mod ugødet er det umiddelbare Udslag af Gødningstilførslerne, og man kan i det mindste opnaa en foreløbig Orientering ved rent skematisk at tegne Billedet op af Merudbyttets Forløb, opløse det i dets Grundbestanddele og stille disse i Forhold til de enkelte Aars Gødningstilførsler uden hermed paa noget Punkt at tage Stilling til selve Omsætningsforegangen i Jorden (om Gødningen tilføres aarlig eller ad færre Gange paa de enkelte Skifter, er i denne Sammenhæng uden Betydning, naar vi regner med Sædskiftets samlede Afgrøde).

I Henhold til den normgivende Formel er Merudbyttet mod ugødet fremstillet ved nedenstaaende Udtryk for de forskellige Forsøgsaar:

$$n=1 \quad O_1 = a + b \frac{1-c^0}{1-c} = a$$

$$n=2 \quad O_2 = a + b \frac{1-c}{1-c} = a + b$$

$$n=3 \quad O_3 = a + b \frac{1-c^2}{1-c} = a + b + bc$$

$$n=4 \quad O_4 = a + b \frac{1-c^3}{1-c} = a + b + bc + bc^2$$

$$\dots\dots\dots$$

$$n=n \quad O_n = a + b \frac{1-c^{n-1}}{1-c} = a + b + bc + bc^2 + \dots + bc^{n-2}$$

Naar den fuldstændige Ligevægt er indtraadt, er den gamle Gødningens rest helt opbrugt. Dette er en nødvendig Betingelse

for Ligevægtens Indtræden, saafremt Forsøgsgødningen tilføres i anden Mængde eller er af anden Beskaffenhed end den, der i Tiden forud for Forsøgets Begyndelse har oplagret den gamle Rest. De Ernæringsstoffer, der aarlig stilles til Raadighed under Ligevægtstilstanden, er de ad naturlig Vej tilførte A (jvf. Side 328), samt hvad der tilføres med Gødningen. Heraf forbruges, svarende til den nu faststaaende, aarlige Totalafgrøde, $A + a + \frac{b}{1 \div c}$. Det øvrige gaar tabt. Hvorledes Tabet fordeler sig paa de naturlige og de tilførte Ernæringsstoffer, staar hen i det uvisse og er vel ogsaa af underordnet Betydning, thi hvad der forbruges paa den ene Konto, spares paa den anden. I Jorden er der aflagret en Gødningsreserve, stammende helt fra den tilførte Forsøgsgødning; den forbruges efterhaanden i Form af Eftervirkning, men erstattes ved Aflagring fra de ny Tilførsler, saaledes at dens Størrelse forbliver uforandret, saa længe Ligevægten ikke forstyrres. Ligevægtstilstanden er karakteriseret ved Ro og Ensartethed; derfor egner den sig ogsaa bedst som Udgangspunkt for Studiet af Eftervirkningen.

Indstillingsperioden fra een Ligevægtstilstand til en anden — altsaa selve Forsøgsperioden — er derimod kendetegnet ved ustandselig Omskiftelighed: Her arbejder flere forskellige Gødningskategorier samtidig. Tilstanden skifter fra Aar til Aar, og med den skifter ogsaa Virkningerne.

Hvis man tør gaa ud fra, at den gamle Gødningsrest udløser sine Virkninger uafhængigt af den nytilførte Gødning, om ikke i Realiteten, saa dog i Formen, og havde man desuden kunnet forudsætte, at et Aars Gødningstilførsel stedse udløser og fordeler sine Virkninger paa en og samme Maade i et og samme Forsøg uden Hensyn til, hvor i Forsøget det paagældende Aar ligger — altsaa ens for alle Værdier af n —, saa vilde det være meget let at klarlægge Omsætningsforegangen i Jorden. Thi i saa Fald vil Merudbyttet for sig alene være det fulde Virkningsresultat af den tilførte Gødning, og hvert enkelt Aars Gødningstilsætning vilde i selve Udbringningsaaret fremkalde en umiddelbar Førsteaarsvirkning a og aflagre i Jorden en Rest $\frac{b}{1 \div c}$, der i de følgende Aar udløser sig som Eftervirkninger, nemlig b i det 2. Aar — idet Udbringningsaaret regnes for 1. Aar —, bc i det 3., bc^2 i det 4., bc^{n-2} i n . Aar, medens de Ernæringsstoffer, der indeholdes i den udbragte Gødning ud over $a + \frac{b}{1 \div c}$, gaar tabt. (Størrelserne b ,

bc, bc² er opførte i Tabellerne 2—8 i Kolonnerne med Overskriften E).

At den gamle Gødningsrest skulde forblive ganske uberørt af den nytilførte Gødning, er dog lidet sandsynligt. Sikkert er det, at nytilført Gødning i sine Virkninger er stærkt afhængig af den gamle, der findes i Jorden i Forvejen. En bestemt Gødningsmængde, ført ud paa udpint Jord, giver en langt større Førsteaarsvirkning — Merudbytte mod den samme Jord uden Gødning —, end den vilde give paa Jord i god Gødningskraft. Men saa er det vel næsten en Selvfølge, at der ogsaa maa være en Virkning i modsat Retning. Er en i Jorden oplagret Gødningsrest fattig paa Kvælstof, vil Udnyttelsen af dens Beholdning af Kali og Fosforsyre afhænge af den Kvælstoftilførsel, der sker. Men den ny Gødning er jo netop en Kvælstofkilde, og selvfølgelig er der mange andre Maader, hvorpaa en gensidig Indvirkning kan ske. Men der er ogsaa en Mulighed, for ikke at sige Sandsynlighed, for, at en saadan Vekselvirkning hovedsagelig bestaar i en Art Ombytning af ensartede Bestanddele, saa Virkningen udadtil bliver uforandret. Hvis f. Eks. den nytilførte Gødning anvender en Del af sit Kvælstof til et stærkere Forbrug af den gamle Rests Kali og Fosforsyre, maa, hvis Kvælstoffet ikke er til Stede i Overskud, en tilsvarende Mængde af disse Stoffer gaa over i den nydannede Gødningsrest, og det ene kan vel nogenlunde udligne det andet. Naturligvis kan man vilkaarlig tilskrive den ene af to samvirkende Partnere hvilken Andel af Fællesresultatet, man vil, og lade Resten gaa paa den anden, for saa vidt man ikke derved indfører Komplikationer, der griber forstyrrende ind i den naturbestemte, regelbundne Gang og hidfører Udledning af Bestemmelsesfaktorer, der paa et eller andet Trin kommer i Strid med sig selv eller paa anden Maade afslører sig som meningsløse. Spørgsmaalet er da her, om man under alle Forhold kan tilskrive den gamle Gødningsrest samme Virkning, som den frembragte isoleret i Forsøget »Ugødet«, uden derved at komme til en selvmodsigende eller meningsløs Fortolkning af den nytilførte Gødnings naturbestemte Virkemaade. Forsøgene med Kunstgødning peger ret tydelig i den Retning, at man kan det.

Kunstgødningen er voldsommere og hurtigere i sine Virkninger end Staldgødningen. Den giver ikke alene en stor

Førsteaarsvirkning, men aflagrer ogsaa en ret betydelig Rest, der imidlertid forbruges i rask Tempo i de følgende Aar og er udtømt allerede efter faa Aars Forløb. Eftervirkningen er derfor stor i de første Aar efter Udbringningen, men ebber hurtig ud. Kunstgødningen for sig alene — bedømt efter Merudbyttet — giver derfor en rask opstigende Afgrødekurve, der i Løbet af faa Aar naar Kulminationen og med en kraftig Bøjning gaar over i det vandrette Forløb. Ligevægtstilstanden for Kunstgødningen, taget for sig alene, er praktisk talt naaet allerede efter 6—7 Aars Forløb. Naar denne rask opstigende og hurtigt kulminerende Kurve forbindes med den roligt og over et længere Tidsrum varierende Udhungringskurve for den gamle Staldgødningensrest, fremkommer den Virkning, der ses i Tabel 10 for Totalafgrøden efter 1 Kunstgødning, nemlig en Kurve, som begynder med en ret stærk Stigning, naar et Maximum, hvorefter der kommer en Sænkning, der efterhaanden giver Kurven et Forløb meget nær parallelt med Kurven for »Ugødet«. Sænkningen af Totalafgrødekurven skyldes altsaa Kombinationen af de to selvstændige Kurver og er ikke Udtryk for en efterhaanden aftagende Virkning af Kunstgødning. Sænkningen vilde ikke være kommen, hvis Kunstgødningforsøget havde været anlagt paa udpint Jord. Men en Kurve af denne særegne Form kunde ikke være fremkommen, hvis Vekselvirkningen mellem de to agerende Gødningssgrupper havde været saa indgaaende, at deres særskilte Ejendommeligheder var blevet udviskede; den er betinget af, at den samlede ydre Virkning lader sig ledde i to indbyrdes uafhængige Systemer. Tilsvarende Ejendommeligheder spores ogsaa, om end langt svagere, i Totalafgrødekurverne for Staldgødning efter kraftig Fodring, der ogsaa er lidt hurtigere i sin Virkning end den gamle Gødningensrest. Det tør derfor ikke anses for udelukket, at man i Praksis fuldt vel kan ledde Totalafgrøden efter en saadan Skillelinje, at Merudbyttet bliver at betragte som det virkelige Resultat af Gødningstilførslen, uden at der herved opstaar Vanskeligheder for en naturlig og følgerigtig Uledning af de Virkningsfaktorer, der bestemmer Udbyttet af en bestemt Gødskning. At de virkelige Forhold maaske nok er noget anderledes, er af underordnet Betydning, hvis man ad den angivne Vej lige saa let og lige saa sikkert kan naa frem til de rigtige Resultater ikke blot i et enkelt, men i alle fore-

kommende Tilfælde. Imidlertid maa det kraftig betones, at den fremsatte Formodning ikke hermed er bevist og ikke kan bevises af de foreliggende Forsøg. Der er Antydninger, som peger i den angivne Retning, men der er langt herfra og til uomtvistelig Konstatering af en Kendsgerning. Havde Aarslevforsøgene været fortsatte som ugødede i en Aarrække, vilde Udhungringskurverne, sammenholdte med de opstigende Merudbyttekurver, have givet et vægtigt Bidrag til Klaring af dette Spørgsmaal.

Derimod er det givet, at man ikke kan opretholde Forestillingen om ensartet Virkning af de forskellige Aars Gødningstilførsler i Indstillingsperioden. Opfatter man Begrebet »Eftervirkning« saaledes, at Eftervirkningen efter en bestemt, paa et givet Tidspunkt udbragt Gødning er den successive Udnyttelse i Form af Afgrøde af den Rest, den betragtede Gødning har aflejret i Jorden ved Udgangen af det Vækstaar, i hvilket Gødningen er udbragt, og kender man den aflejrede Rest, behøver man yderligere kun at kende en for den paa-gældende Gødningsart karakteristisk Hastighedsfaktor, muligvis tillige en Tabsfaktor, for at kende Eftervirkningen i dens hele Forløb (jvf. Forsøget »Ugødet«). Undersøgelser vedrørende Eftervirkningen bliver da i væsentlig Grad til Undersøgelser over de aflejrede Rester.

Af den Gødning K, der udbringes i det p. Forsøgsaar, forbruges en vis Del, a_p , til den umiddelbare Førsteaarsvirkning, en anden Del, r_p , aflejres i Jorden og frembringer en Eftervirkning i de følgende Aar, og endelig er der en Del, t_p , der gaar tabt. Altsaa er

$$a_p + r_p + t_p = K.$$

Af den samlede Gødningsreserve, der ligger aflejret i Jorden, dels fra Tiden forud for Forsøgets Begyndelse, dels fra de foregaaende Forsøgsaar, forbruges samtidig en Del, R_p , og tabes en anden Del, T_p . Der sker altsaa det med Gødningsreserven, at der bortgaar $R_p + T_p$, og der kommer r_p til. Men disse to Størrelser dækker ikke hinanden, thi hvis dette fandt Sted, vilde Jordens Gødningskraft være uforandret gennem hele Forsøgsperioden, og Ligevægtstilstanden vilde da indtræde allerede ved Slutningen af første Forsøgsaar. Følgelig maa den i Jorden aflejrede Gødningsreserve ændre sig fra Aar til andet

gennem hele den bevægelige Indstillingsperiode. Det er tidligere omtalt, at Førsteaarsvirkningen er afhængig af Jordens Gødningstilstand, og da denne i Forsøgene varierer fra Aar til andet, maa det samme finde Sted med Førsteaarsvirkningen a_p . Men er a_p variabel, maa $r_p + t_p$ ogsaa være det, eftersom K er konstant. Nu er der ganske vist rent matematisk set intet til Hinder for, at den hele Variation i Summen $r_p + t_p$ kan lægges over paa Tabskontoen t_p , og r_p altsaa være konstant, hvad der vilde simplificere Sagen meget. Heller ikke de udjævnede Merudbyttekurver danner nogen Hindring, thi den normgivende Formel for disse lader sig fuldt vel tilfredsstille med et variabelt a_p — ikke at forveksle med den normgivende Formels Konstant a — og et konstant r_p . Men selv om der altsaa er en Mulighed for, at r_p kan være en Konstant og Eftervirkningen som Følge deraf ens for samtlige Gødningstilførsler i et og samme Forsøg, saa er der dog intet, der berettiger os til at antage, at dette ogsaa virkelig finder Sted. Sandsynligheden taler vel nærmest for, at r_p er variabel lige saa vel som a_p og t_p , og dette maa vi i hvert Fald gaa ud fra, saa længe noget andet ikke er bevist.

Den Lov, hvorefter en aflejret Rest r_p udløser sig i Eftervirkninger, kendes fra Forsøget »Ugødet«. Den kan skrives under Formen

$$E_p = r_p (1 - c_1) c^{n-1},$$

hvor c er en for den paagældende Gødningssort karakteristisk Konstant, der bestemmer Hastigheden i Eftervirkningsudløsningen, og c_1 er en kombineret Hastigheds- og Tabsfaktor, medens n betegner Antal Aar efter Udbringningen ($n = 1$ for Udbringningsaaret). E_p varierer altsaa med r_p , hvilket vil sige, at Eftervirkningen er forskellig for de forskellige Aars Gødningstilførsler i Indstillingsperioden. Dette vanskeliggør i høj Grad Undersøgelserne. Hvert Forsøgsaar bringer ny Værdier af samtlige Størrelser a_p , r_p , t_p , R_p og T_p , og man maa kende dem alle; men hvordan man end stiller Tingene sammen, lader det sig ikke gøre ud fra de foreliggende Forsøg at finde lige saa mange bestemmende Ligninger, som der er ubekendte. Forsøgsmaterialet er ikke tilstrækkelig omfattende. Vil man fremtvinge en Løsning paa det givne Grundlag, maa man opstille Hypoteser, der kan træde i Stedet for de manglende Bestemmelsesstørrelser. Men hvor vel begrundet en Hypotese end

kan være, savner den dog Beviskraft, og stabler man Hypotese paa Hypotese, ender man i det helt vilkaarlige.

Der vilde være fremkommen vægtige Bidrag til Bestemmelse af alle i Betragtning kommende Størrelser, blandt hvilke Førsteaarsvirkningen og Tabet er af ikke mindre Interesse end Eftervirkningen, hvis Aarslevforsøgene var blevet fortsatte, til Ligevægtsstillingen var indtraadt — hvad den praktisk set vel allerede er efter de 16 Aar —, og dernæst ført videre med de hidtil gødede Parceller som ugødede og de hidtil ugødede som gødede, indtil den ny, efter Omstændighederne Udhungrings- eller Mætningsligevægt var indtraadt. I de ny Udhungringskurver arbejder kun den af Forsøgsgødningen aflejrede Rest, og man er fri for Førsteaarsvirkningen. I Mætningskurverne paa de oprindelig ugødede Parceller er man fri for det Fremmedelement, der stammer fra den gamle Gødningsrest, hvorimod Førsteaarsvirkningen er inde. Forsøgsbetingelserne blev herved klarere og simplere.

Vi skal nu gaa over til at beregne Værdiforholdet mellem Staldgødning og Kunstgødning paa Grundlag af de fundne Afgrødeværdier for $n = \infty$, d. v. s. den fuldstændig indtraadte Ligevægtstilstand.

Forbindelsen mellem den anvendte Mængde p af en bestemt Gødningsart og Afgrøden O_∞ — i det følgende betegnet blot med O — under Ernæringsligevægt forudsættes uden nærmere Undersøgelse givet ved den Mitscherlich'ske Formel

$$\log(A \div O) = c \div kp, \quad (5)$$

hvor A er Maksimalafgrøden, svarende til $p = \infty$, k er en Konstant, der retter sig efter den benyttede Enhed for p og for øvrigt kan variere fra den ene Gødningsart til den anden, og c er den Værdi af $\log(A \div O)$, der svarer til $p = 0$, er altsaa Logaritmen af Forskellen mellem Maksimalafgrøden og Afgrøden paa udpint Jord. Formlen kan for øvrigt skrives under en anden Form, der ved mange Lejligheder er bekvemmere til Regnebrug og maaske mere overskuelig.

Af (5) haves først

$$A \div O = 10^{c \div kp},$$

og sættes heri

$$10^c = B, \quad 10^{\div k} = C,$$

faas

$$O = A \div BC^p.$$

(6)

(Mitscherlich's Formel er altsaa af samme Type som de i det foregaaende anvendte Grundformler).

Forbindelsen mellem Konstanterne i de to Formler er altsaa

$$A = A, \quad c = \log B, \quad k = \div \log C.$$

Sættes $p = 0$, bliver den tilsvarende Værdi af O

$$O_0 = A \div B,$$

og B er altsaa Forskellen mellem Maksimalafgrøden og Afgrøden O_0 paa udpint Jord.

Formlerne 5 og 6 kan anvendes saavel paa Totalafgrøden som paa Merudbyttet blot med den Forskel, at for Totalafgrøden regnes Maksimalafgrøden A fra Nul, medens den for Merudbyttet regnes fra Afgrødeværdien paa udpint Jord. B og C — efter Omstændighederne c og k — er i begge Tilfælde de samme. De to Kurver, henholdsvis for Totalafgrøden og for Merudbyttet, er altsaa parallelle med indbyrdes Afstand lig Afgrøden paa udpint Jord.

Anvendt paa Merudbyttet kan Formlen dog simplificeres noget, thi for $p = 0$ bliver Merudbyttet $O_0 = 0$, og deraf følger

$$B = A, \quad c = \log A.$$

For Merudbyttet reduceres Formlerne 5 og 6 altsaa til

$$\log(A \div O) = \log A \div kp. \quad (7)$$

$$O = A(1 \div C^p). \quad (8)$$

Merudbyttet lægges til Grund for de følgende Beregninger, og det bliver derfor Formlerne 7 og 8, der kommer til Anvendelse.

Vi skal nu beregne Virkningsforholdet mellem Staldgødning og Kunstgødning, saaledes som det kan udledes af de udjævnedes Forsøgsresultater fra Sædskefte C. De Tal, der herved kommer til at danne Grundlaget for Beregningen, er de i Tabellerne 2—8 opførte Merudbyttewærdier for $n = \infty$. De er sammenstillede i Tabel 11, hvori tillige er opført de anvendte Gødningsmængder, beregnede efter Kvælstofindholdet. Som Gødningsenhed anvendes under Beregningen 42.4 kg Kvælstof, og de i Tabellens sidste Kolonne angivne Kvælstofmængder er udtrykte i denne Enhed. Formelkonstanterne k og C faar derved ogsaa de til denne Enhed svarende Værdier.

Udledningen af Virkningsforholdet sker paa den Maade, at der beregnes en Afgrødekurve efter Formlerne 7 og 8 for

Tabel 11.

Sædskifte C, Forsøg	O_{∞}	Kvælstof, p.	
		kg	Enhed 42.4 kg
$1\frac{1}{2}$ Staldgødning, kraftig Fodring ...	1718	128.4	3.028
1 " " " ...	1373	83.9	1.979
$1\frac{1}{2}$ " " " ...	896	42.1	0.9928
1 " svag " ...	1130	61.5	1.451
$1\frac{1}{2}$ " " " ...	722	30.7	0.7241
1 Kunstgødning	1742	82.2	1.938
$1\frac{1}{2}$ "	1261	41.1	0.9694

Staldgødning i Ligevægtstilstand ved en Udjævning efter mindste Kvadraters Metode af det i Tabel 11 opførte Forsøgsmateriale, idet Kunstgødningsforsøgene gaar ind i Udjævningen med paaført Værdital og paa en saadan Maade, at Værditalet fremtræder umiddelbart som et Udjævningsselement¹⁾. Udjævningen bygges op paa Formel 8.

Lad A_0 og C_0 være tilnærmede Værdier — bestemte ved en foreløbig Beregning — for Konstanterne A og C i Formel 8, og lad de nøjagtige Værdier af disse Størrelser være $A = A_0 + x$ og $C = C_0 + y$. Lad endvidere (O) være den ved den udjævnedes Afgrødekurve bestemte Værdi for O og $v = (O) \div O$ være Differensen mellem sammenhørende Værdier af disse Størrelser, saa bliver (8), anvendt paa Staldgødningsforsøgene:

$$v = \div O + (A_0 + x) (1 \div (C_0 + y)^p)$$

eller udviklet i Række under Bortkastelse af 2. og højere Ordener af de smaa Størrelser x og y

$$v = \div O + A_0 (1 \div C_0^p) + x (1 \div C_0^p) \div A_0 p C_0^{p-1} y \quad (9)$$

Hvis p Enheder Staldgødning giver samme Udbytte som p Enheder Kunstgødning, saa er det ved den udjævnedes Afgrødekurve bestemte Udbytte efter Kunstgødningen

$$(O) = A (1 \div C^p).$$

¹⁾ Man kunde ogsaa bestemme Værditalet ved at beregne Afgrødekurven af Staldgødningsforsøgene alene og interpolere Kunstgødningsforsøgenes Afgrøder ind i denne (jvf. Side 342). Men naar der som her er to Kunstgødningsforsøg (der begge skal føre til samme Værdital), er der en Overbestemmelse til Stede, som delvis kommer Kurven til Gode og giver denne forøget Sikkerhed. Den samlede Udjævning er derfor at foretrække. I det foreliggende Tilfælde fører begge Regnemaader for øvrigt til nøjagtig samme Værdital: 0.587, og paa det nærmeste til samme Kurve.

Er r_0 en tilnærmet Værdi for r og $r = r_0 + z$ den nøjagtige Værdi for denne Størrelse, saa faar man, naar man samtidig indsætter $(O) = O + v$, $A = A_0 + x$ og $C = C_0 + y$ og udvikler i Række,

$$v = \div O + A_0 (1 \div C_0^{r_0 p}) + x (1 \div C_0^{r_0 p}) \div y A_0 r_0 p C_0^{r_0 p + 1} \div 1. C_0 A_0 p C_0^{r_0 p} z, \quad (10)$$

der altsaa gælder for Kunstgødningsforsøgene. $1.C_0$ er den naturlige Logaritme af C_0 .

De to »Betingelsesligninger« (9) og (10) — henholdsvis for Staldgødnings- og Kunstgødningsforsøgene — danner Grundlaget for Udjævningsregningerne. Resultatet af disse er

$$\begin{aligned} A &= 2064, \quad \log A = 3.3147 \\ C &= 0.5688 \\ k &= 0.2451, \quad \log k = 9.3893 \\ r &= 1.7037. \end{aligned}$$

Afgrødekurven for Staldgødning under Ernæringsligevægt er altsaa

$$\log (2064 \div (O)) = 3.3147 \div 0.2451 p$$

eller

$$(O) = 2064 (1 \div 0.5688^p).$$

Værditallet for Staldgødning i Forhold til Kunstgødning er

$$t = \frac{1}{r} = 0.587.$$

1 kg Kvælstof i Staldgødning har givet samme Udbytte som 0.59 kg Kvælstof i Kunstgødning.

I Tabel 12 er opført de Merudbytteværdier (O), der kan beregnes af den udjævnede Afgrødekurve for de anvendte Forsøgsgødninger — for Kunstgødningen i Forbindelse med det

Tabel 12.

Gødning	Kvælstof, kg	(O)	O	v	v ²
1½ Staldeg.; kraftig Fodring..	128.4	1690	1718	÷28	784
1 » » » ..	83.9	1388	1373	+15	225
½ » » » ..	42.1	885	896	÷11	121
1 » svag » ..	61.5	1154	1130	+24	576
½ » » » ..	30.7	692	722	÷30	900
1 Kunstgødning.....	82.2	1744	1742	+ 2	4
½ »	41.1	1251	1261	÷10	100
Sum ...					2710

fundne Værdital. Endvidere er opført de Merudbytteværdier O, Forsøgene direkte har givet, samt de fornødne Elementer til en Fejlberegning.

Middelfejlen m paa Merudbyttetallet for et enkelt Forsøg er

$$m = \sqrt{\frac{2710}{7 \div 3}} = 26.$$

Middelfejlen M paa Maksimalafgrøden A er

$$M = 59.$$

Endelig er Middelfejlen μ paa Værditallet t

$$\mu = 0.020.$$

Vil man bestemme det Værdital, hvert enkelt Kunstgødningsforsøg for sig alene har givet, kan dette ske ved at interpolere den Merudbytteværdi, det paagældende Kunstgødningsforsøg har givet, ind i Afgrødekurven og deraf finde den Staldgødningsmængde, der giver samme Udbytte som den anvendte Kunstgødning. Ved Forsøget 1 Kunstgødning, der har givet Merudbyttet $O_{\infty} = 1742$, findes saaledes den Staldgødningsmængde p, der giver samme Merudbytte, af Ligningen

$$\log (2064 \div 1742) = 3.3147 \div 0.2451 p,$$

der giver $p = 3.292$ Enheder à 42.4 kg Kvælstof eller

$$p = 139.8 \text{ kg Kvælstof.}$$

I Kunstgødningsforsøget er anvendt 82.2 kg Kvælstof, og Værditallet bliver derfor

$$t = \frac{82.2}{139.8} = 0.59.$$

Ved Forsøget $1/2$ Kunstgødning har en lignende Beregning givet

$$t = 0.58.$$

For at faa et Skøn over, hvorledes Virkningsforholdet mellem Staldgødning og Kunstgødning har varieret gennem Forsøgstiden, er der beregnet Afgrødekurver for hvert enkelt Forsøgsaars Merudbytteværdier efter Staldgødning, og Merudbytteværdierne fra Kunstgødningsforsøgene er dernæst interpolerede ind i disse Kurver, hvad der er lettere og simplere end en fuldstændig Udjævning af Staldgødnings- og Kunstgødningsforsøg i Fællesskab. Første Aar, 1911, er dog udeladt, fordi Gødningens Fordeling endnu ikke foregik helt planmæssig (se 214. Beretning, Side 421). Der fremkom da omstaaende Værdital t, som viser, hvorledes Værdiforholdet mellem Staldgødning

og Kunstgødning har ændret sig — paa Grund af Staldgødningens mere langvarige Eftervirkning — i Løbet af Forsøgsperioden.

n	1	2	3	4	5	6	7	8
t	-	0.40	0.40	0.42	0.45	0.49	0.51	0.53
n	9	10	11	12	13	14	15	16
t	0.54	0.55	0.56	0.57	0.57	0.58	0.58	0.58

Et System af Tal, der for hvert enkelt Forsøgsaar angiver Virkningsgraden af den i den forløbne Del af Forsøgsperioden tilførte Gødning, kan beregnes paa følgende Maade. For et bestemt Forsøg har man i det r. Forsøgsaar faaet Merudbyttet O_r . Dette fremkommer dels som en umiddelbar Førsteaarsvirkning af Aarets Gødningstilførsel P, dels som en Eftervirkning af de foregaaende Aars Tilførsler. Men Gødningsmængden P kommer herved ikke til fuld Udnyttelse i Form af Afgrøde, thi af Aarets Tilførsel oplagres en Del, der er større end det samtidige Forbrug af de foregaaende Aars Oplagringer. Der finder altsaa en Opsparing Sted, og følgelig bliver en tilsvarende mindre Del udnyttet til Afgrøde. Opsparingen er stærk i Begyndelsen af Indstillingsperioden, men bliver svagere og svagere, efterhaanden som man nærmer sig Ligevægtsstillingen, Naar denne er naaet, er Opsparingen hørt op, idet Oplagring og Forbrug nu er lige store. Her har man altsaa den fulde maksimale Udnyttelse af Gødningen. Men i det r. Forsøgsaar er Udnyttelsen mindre. Nu siger Afgrødekurven, hvor stor en Gødningsmængde p, der skal til for under fuld, maksimal Udnyttelse at give Merudbyttet O_r , og Forholdet $\frac{p}{P}$ er da den Størrelse, der her betegnes som Virkningsgraden.

Beregningen udføres for samtlige udjævnede Gødningsforsøg fra Sædskefte C. Som Grundlag anvendes de i Tabellerne 2—8 opførte udjævnede Værdier af Merudbyttet samt de i Tabel 11 angivne gennemsnitlige aarlige Tilførsler af Kvælstof. Ganske vist har de virkelige Gødningstilførsler varieret noget fra Aar til andet, men ved Udjævningerne er der ikke taget Hensyn hertil, idet disse smaa Variationer er betragtet som henhørende til de virkende Fejlaarsager. De udjævnede Merudbytteværdier er aflattede saaledes, at de alle svarer til den for hvert Forsøg konstante gennemsnitlige Aarstilførsel, og derfor vil det være rigtigt ogsaa at anvende denne her. Ved Beregningen er der taget Hensyn til de i Tabel 12 opførte Fejlstørrelser v.

Resultaterne af Beregningen er opførte i Tabel 13. I Tabellens Hoved er under Gødningsbetegnelserne anført Kvælstofindholdet P i kg. De to første Kolonner under Kunstgødning indeholder de Virkningstal, man faar ved for P at regne med den Kvælstofmængde, der virkelig findes i den anvendte Kunstgødning. De to sidste Kolonner giver derimod de Tal, der fremkommer, naar Kunstgødningen omsættes til den dermed ækvivalente Mængde Staldgødning. Omsætningen

Tabel 13. Virkningsgrader.

n	Staldgødning					Kunstgødning			
	$1\frac{1}{2}$ Stg., kr. F.	1 Stg., kr. F.	$\frac{1}{2}$ Stg., kr. F.	1 Stg., sv. F.	$\frac{1}{2}$ Stg., sv. F.	1 Kunst- gød., 82.2	$\frac{1}{2}$ Kunst- gød., 41.1	1 Kunst- gød., 140.1	$\frac{1}{2}$ Kunst- gød., 70.1
	128.4	83.9	42.1	61.5	30.7				
1	0.15	0.21	0.28	0.22	0.29	0.28	0.37	0.17	0.21
2	0.30	0.37	0.42	0.39	0.46	0.62	0.77	0.36	0.45
3	0.44	0.50	0.54	0.53	0.59	0.91	1.08	0.53	0.64
4	0.56	0.62	0.64	0.64	0.70	1.16	1.30	0.67	0.76
5	0.66	0.71	0.72	0.73	0.79	1.33	1.45	0.78	0.85
6	0.74	0.78	0.78	0.79	0.85	1.46	1.55	0.85	0.91
7	0.81	0.84	0.83	0.84	0.90	1.54	1.62	0.91	0.95
8	0.87	0.88	0.87	0.89	0.93	1.60	1.66	0.94	0.97
9	0.91	0.91	0.90	0.92	0.94	1.64	1.68	0.96	0.98
10	0.94	0.93	0.93	0.94	0.95	1.66	1.69	0.98	0.98
11	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	1.67	1.69	0.98	0.99
12	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	1.68	1.69	0.99	0.99
13	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	1.69	1.70	0.99	0.99
14	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	1.69	1.70	0.99	1.00
15	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.69	1.70	0.99	1.00
16	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	1.69	1.70	1.00	1.00
∞	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.70	1.70	1.00	1.00

sker ved at multiplicere Kunstgødningens Kvælstofindhold med det reciproke Værdital $r = 1.7037$.

Tallene viser ikke alene, at de store Gødningsmængder begynder med en mindre Virkningsgrad end de smaa, men ogsaa, at Kunstgødningen hurtigere end Staldgødningen naar op til henimod maksimal Udnyttelse (stærkest træder dette frem ved den mindste Kunstgødningsmængde). Kunstgødningen er raskere i sine Virkninger end tilsvarende ækvivalente Mængder af Staldgødning.

Sædskifterne A, B og D kan selvfølgelig ogsaa give Bidrag til Bestemmelse af Værdiforholdet mellem de to Gødningsarter, men man staar her over for den Vanskelighed, at Forsøgene i hvert enkelt af disse smaa Sædskifter ikke er omfattende nok til med fornøden Sikkerhed at bære en Afgrødekurve. Denne er meget følsom over for selv mindre Svingninger i de bestemmende Forsøgsværdier og kræver derfor et ret fyldigt Observationsmateriale til en blot nogenlunde paalidelig Bestemmelse af dens Konstanter. Særlig stærke bliver Fejlvirkningerne, naar Forsøgene som i Sædskifte A ligger i ringe indbyrdes Værdiafstand, saa de kun spænder over en meget ringe Del af Kurvens Længde. Vilde man forsøge at beregne en Afgrøde-

kurve alene paa Sædskefte A, maatte man være forberedt paa en Usikkerhed paa flere Hundrede Enheder i Maksimalafgrøden og dermed i Beliggenheden af Kurvens højere liggende Dele. Det følger af sig selv, at et Værdital, afledet under saadanne Omstændigheder, kun kan faa meget ringe Vægt. At slaa de tre Sædskefter sammen og beregne dem i Fællesskab som en enkelt, samlet Forsøgsenhed kan heller ikke anses for rigtigt, da der har været ret kendelige Forskelligheder i Vækstbetingelserne. Det skønnes derfor rettest for disse Sædskefters Vedkommende at indskrænke sig til en approksimativ Vurdering af Værdiforholdet, idet Afgrødekurven for Sædskefte C benyttes som Sammenligningsgrundlag.

Tabel 14.

	Staldgødning						Kunstgødning		
	$1\frac{1}{2}$ Staldg., kr. F.	1 Staldg., kr. F.	$1\frac{1}{2}$ Staldg., kr. F.	1 Staldg., sv. F.	$1\frac{1}{2}$ Staldg., sv. F.	Middel- tal	1 Kg.	$\frac{1}{2}$ Kg.	Mid- del- tal
O_{∞}	1718	1373	896	1130	722		1742	1261	
M	1706	1360	863	1113	706		1774	1283	
$O_{\infty} \div M$	+12	+13	+33	+17	+16	+18	$\div 32$	$\div 22$	$\div 27$

For at spare det store Arbejde med en Specialudjævning af disse Forsøg, er der beregnet tilnærmede Værdier for Ligevægtsafgrøderne O_{∞} paa følgende Maade. For hvert af de udjævnede Forsøg i Sædskefte C er beregnet Middeltallet M af de sidste 8 Aars Observationer og dernæst dannet Differenserne $O_{\infty} \div M^1$). Middeltallet af disse Differenser for Staldgødningen for sig og Kunstgødningen for sig (Tabel 14) er derefter adderet til Middeltallene af de sidste 8 Aars Observationer ved Forsøgene i Sædskefterne A, B og D, hvorved er fremkommen de

¹⁾ For Staldgødningen — med den langvarige Eftervirkning — er Middeltallene af de sidste 8 Aars direkte observerede Merudbytteværdier lavere end det beregnede Merudbytte i Ligevægtstilstand, se Tabel 14. For Kunstgødningens Vedkommende ligger Middeltallene derimod kendelig højere end Ligevægtsafgrøderne, hvad der kan tyde paa, at Vejrliget — som nærmere udviklet i 214. Beretning, Side 425 — har favoriseret Kunstgødningen i den sidste Del af Forsøgstiden. I saa Fald har dette naturligvis trukket Værditallet for Staldgødningen lidt nedad.

Tabel 15.

Gødning	Merudbytte i Ligevægtstilstand				Anvendt Kvælstof, kg			
	Sædskefte				Sædskefte			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1½ Staldg., kr. Fodring ...		1684	1718			128.0	128.4	
1 » » » ...	1308	1420	1373	1398	85.1	84.4	83.9	84.2
1½ » » » ...	1022		896		42.6		42.1	
1 » sv. » ...	1164	1184	1130		61.7	62.3	61.5	
1½ » » » ...			722				30.7	
1 Kunstgødning		1703	1742	1796		82.1	82.2	82.4
1½ »	1348		1261		41.3		41.1	

i Tabel 15 opførte Værdier for O_{∞} . I Tabellen er tillige angivet de anvendte Gødningsmængder, beregnet efter Kvælstofindholdet. For de to Forsøg i Sædskefte D, hvor »Ugødet« mangler, er Merudbyttet beregnet mod »Ugødet« i Sædskefte C. Dette rummer ganske vist en vis Vilkaarlighed, der dog er uden Indflydelse paa det søgte Værdiforhold, eftersom Forskellen mellem Udbyttetallene for de to Forsøg ikke bliver forandret.

Udledningen af Værditallet for hvert af Sædskefterne A, B og D er nu sket paa følgende Maade. I Tabel 16, 1. Kolonne, er opført Merudbytteværdierne for de fire Forsøg i Sædskefte A samt Middeltallet for de tre Staldgødningsforsøg¹⁾ og

Tabel 16.

Forsøg	Sædskefte A	Afgrødekurve
1 Staldgødning, kraftig Fodring	1308	1388
1½ » » »	1022	885
1 » svag »	1164	1154
Middeltal	1165	1142
1½ Kunstgødning	1348	1251
Differens	183	109

¹⁾ Paa hvilken Maade Middeltallet 1165 repræsenterer Merudbyttet efter Staldgødning i Sædskefte A, med andre Ord, af hvilke Enkeltforsøg det er fremgaaet, er i denne Forbindelse ligegyldigt, da det tilsvarende Middeltal for Sædskefte C, 1142, er dannet paa samme Maade; de to Middeltal tjener kun til at afmærke Kunstgødningsforsøgenes Stilling i Udbytterækken inden for hvert af de to Sædskefter.

Differensen mellem dette Middeltal og Merudbyttetallet for Kunstgødningforsøget. I næste Kolonne findes de tilsvarende Tal fra Afgrødekurven for Sædskefte C. For Afgrødekurven udgør Differensen 109, og hertil svarer Værditallet 0.59. Forhøjes Differensen 109 til den for Sædskefte A gældende Værdi 183, ændres Værditallet med en Størrelse $dt = \div 0.06$, der beregnes af den af Afgrødekurven afledede Differentialformel

$$dt = \div \frac{M}{(A \div (O)) \text{ kpr}^2} d(O),$$

hvor M er Modulus for de naturlige Logaritmer, (O) Afgrødekurvens Udbyttetal for Kunstgødningforsøget og $d(O)$ den omtalte Forhøjelse af Differensen, her altsaa $d(O) = 183 \div 109 = 74$. Saaledes beregnet bliver Værditallet for Sædskefte A altsaa

$$t = 0.53.$$

Tilsvarende Beregninger for Sædskefte B giver

$$t = 0.65$$

og for Sædskefte D

$$t = 0.57.$$

Middeltallet af de tre Værdier er

$$t = 0.583,$$

der altsaa ligger nær op ad Værdien 0.587 fra Sædskefte C.

Disse Resultater er i god Overensstemmelse med Sædskefternes Ejendommeligheder, idet A — ifølge »Loven om det aftagende Merudbytte« — har den ugunstigste og B den gunstigste Fordeling af Staldgødningen: I Sædskefte A er den faste Staldgødning fordelt til 2 Afgrøder og den flydende (Ajlen) til 2. I C og D er den faste Gødning fordelt til 3 Afgrøder og den flydende til 2. I B er baade den faste og den flydende Gødning fordelt til 3 Afgrøder.

Værditallet for Sædskefte A, 0.53, maa dog tages med et vist Forbehold, fordi der ved dette Sædskefte blev foretaget en Ændring i Gødskningen under Forsøgene, idet der fra og med 1921 blev givet et Tillæg af $\frac{1}{2}$ Kali og $\frac{1}{2}$ Fosforsyre i Forsøgene med $\frac{1}{2}$ Kunstgødning og $\frac{1}{2}$ Staldgødning, kraftig Fodring. Dette forøgede Afgrøderne ret betydeligt. Forøgelsen var størst ved Staldgødningforsøget (se Tabel 20, 214. Beretning), og Tillæget har derfor hævet Staldgødningens Værdital; men paa den anden Side har den Omstændighed, at foruden Kunstgødningen kun den ene af de tre Staldgødningsemængder fik det omtalte Tillæg, trukket Værditallet for Staldgødningen nedeffter. Værditallet for Sædskefte A er altsaa behæftet med en speciel Usikkerhed (og sandsynligvis lidt for lavt), for saa vidt det skal sammenlignes med Værditalle fra de andre Sædskefter.

Beregner vi Værditallet for Sædskefte A af Forsøgene med $\frac{1}{2}$ Staldgødning og $\frac{1}{2}$ Kunstgødning (og Afgrødekurven fra Sædskefte C) uden at tage Hensyn til de to andre Staldgødningsemængder, bliver Værditallet 0.62,

og beregnes det paa Grundlag af de 6 sidste Aar (altsaa med Udelukkelse af de to første Aar af 8-Aars-Perioden, fordi den omtalte Ændring da endnu ikke var indført), bliver Værditallet 0.64. Dette synes at tyde paa, at hvis Forsøgene havde været anlagte med det Formaal at finde Værdiforholdet mellem Staldgødning og Kunstgødning paa Grundlag af Kvælstofindholdet alene, medens Kali og Fosforsyre blev givet i Overskud, da vilde man have fundet højere Værdital for Staldgødningen, end der er fundet ved at sammenligne den, som den forelaa, med Kunstgødning, der havde tilsvarende Indhold af Kvælstof, Kali og Fosforsyre.
