

## Referater af fremmed Litteratur.

Resultater af Forsøg og Undersøgelser paa  
Planteavlens Omraade i Udlandet.

### Minimumsloven.

Af Johannes Witt.

De fire Hovednæringsstoffer for Planterne er jo Kali, Kalk, Kvælstof og Fosforsyre. Hvis man tænker sig en Jord, som kun indeholder f. Eks. de tre første, vilde den ikke kunne tjene som Jordbund for en Plantevækst, men hvis man tilsætter stigende Mængder Fosforsyre, saa vil — ved samme ydre Omstændigheder — Mulighederne for en Plantevækst forøges, indtil man naar en Maksimalværdi for Høstudbyttet. Indtil man har naaet dette Maksimaludbytte siges Fosforsyren at være til Stede i relativt Minimum, eller blot »i Minimum«. Naar Maksimaludbyttet er naaet, d. v. s. naar en Forøgelse af Fosforsyremængden ikke forbedrer Vækstbetingelserne, maa en anden Vegetationsfaktor blive i Minimum. Forøges dennes Mængde, medens de andre Vækstfaktorer holdes konstante, saa vil Høstudbyttet atter stige til et Maksimum. Hvis alle de uorganiske Vækstfaktorer er til Stede i tilstrækkelig Mængde, saa vil Høstudbyttet kun være afhængigt af Klimaet, d. v. s. Klimafaktoren er i Minimum. Kunde man tænke sig at forbedre de klimatiske Forhold, kunde man ogsaa paa den Maade naa et Maksimum.

Det er disse Forhold, som *Justus v. Liebig* har givet kvalitativt Udtryk i Minimumsloven, hvori han siger, at den samlede Plantevæksts Mængde er afhængig af det Næringsstof, der er til Stede i relativt mindst Mængde. *E. Wollny* og andre Forskere udvidede Sætningen til ogsaa at gælde Jordbundens Beskaffenhed og Tilstand og de klimatiske Forhold, saa at Loven kvalitativt kunde formes saaledes: »Plantevækstens Mængde (Høstudbyttet) pr. Fladeenhed afhænger af den Vegetationsfaktor, der er til Stede i relativt Minimum.«

Spørgsmaalet bliver nu, om man ikke kan give denne Lov et kvantitativt Udtryk, altsaa angive den Formel, hvorefter en i Minimum værende Vegetationsfaktor indvirker paa Høstudbyttet.

Den Antagelse, man da først kan gøre, er, at Forøgelsen i Udbytte er proportional med Forøgelsen af den i Minimum værende Faktor. — Der foreligger en Jord, hvor eet Næringsstof er til Stede i Minimum. Hvis man nu, uden i øvrigt at forandre noget andet, forøger Mængden af dette Næringsstof, vil saa ikke Merudbyttet vokse proportionalt med Forøgelsen af nævnte Vegetationsfaktor? Dette er den Antagelse, som *P. Wagner*, Darmstadt, har gjort sig til Talsmand for, og som ogsaa delvis bekræftes af hans Forsøg; men det har vist sig, at han kun har erkendt og givet Udtryk for en Del af den Lov, som Fænomenet virkelig følger. Den af hans Resultater udledede Lovmæssighed udgør kun en speciel Del af den mere omfattende Lovmæssighed, som Prof. *E. A. Mitscherlich* i Königsberg i Pr. har fundet for Fænomenet<sup>1)</sup>.

*Mitscherlich* gaar frem paa følgende Maade. Han benytter Sandkulturer. I paraffinerede Zinkkar blandes 6100 g Kvartssand med

2.18 g Ammoniumnitrat

3.66 g Magniumsulfat

0.80 g Klornatrium

3.50 g Kaliumnitrat.

Som Differensgødning anvendes 1-, 2-, og 3-basisk Kalciumfosfat, idet Fosforsyren holdes i Minimum<sup>2)</sup>. Endelig tilsættes 3 g Gips til Forsøg med 1- og 2-bas. Fosfat og 1 g Gips til Forsøg med 3-bas. Fosfat.

I hvert Kar blev der saet 11 Havrekorn, og efter Spiring blev eventuelt syge eller manglende Planter erstattede med nye. I Sommerens Løb blev Kulturerne to Gange vandede med en Opløsning, indeholdende 1 g Ammoniumnitrat og 2 g Kaliumnitrat. Karrene blev vejede hver Morgen, og der blev tilsatte en saa stor Vandmængde, at Vandindholdet udgjorde 14.5 pCt. af Sandets Vægt. I den særlige Vækstperiode blev der ogsaa om Aftenen tilsat en Vandmængde, svarende til den i Dagens Løb fordampede Mængde. Ved Høsten blev Korn-, Halm- og Rodmængde bestemt hver for sig.

Forsøgsrækkerne omfattede hver 4 Fællesforsøg; kun Forsøgene uden Fosfattilsætning omfattede 8 Fællesforsøg.

I Tabel 1 er angivet de fundne Værdier. For at faa et Udtryk for Overensstemmelsen mellem Enkeltforsøgene er angivet Middelværdierne af de 4 (8) Forsøg med tilføjet sandsynlig Afvigelse.

Den sandsynlige Afvigelse for Enkeltresultaterne er beregnet efter

<sup>1)</sup> *E. A. Mitscherlich*: Das Gesetz des Minimums und das Gesetz des abnehmenden Bodenertrages. Landwirtschaftl. Jahrbücher, Bd. 38, 1909, S. 537—552. — *E. A. Mitscherlich*: Über das Gesetz des Minimums und die sich aus diesen ergebenden Schlussfolgerungen. Die landwirtschaftl. Versuchsstationen, 1911, Bd. 75, S. 231—263.

<sup>2)</sup> Mængderne var 0.00—2.00 g for 1- og 2-bas. Fosfat, 0.00—16.0 g for 3-bas. Fosfat.

Formlen:  $0.845 \frac{d_1 + d_2 + \dots}{\sqrt{n(n-1)}} = \pm r$ , for Middeltallet efter Formlen  $\frac{\pm r}{\sqrt{n}}$ ; denne sidste Værdi er angivet i Tabellen.

Tabel 1.  $P_2O_5$  i Minimum. Sandkulturer 1910.

Differens- gødning i g	Udbytte i Tørsubstans i g af:		
	Korn	Halm	Rødder
	1-bas. Kalciumfosfat.		
0.00	0.7 ± 0.04	4.6 ± 0.08	4.5 ± 0.58
0.05	2.5 ± 0.40	8.0 ± 0.52	8.8 ± 0.70
0.10	4.2 ± 0.28	13.5 ± 0.57	9.5 ± 1.49
0.20	8.1 ± 0.35	20.3 ± 0.49	12.6 ± 0.40
0.30	12.0 ± 0.50	24.3 ± 0.40	7.6 ± 0.51
0.50	16.2 ± 1.07	28.5 ± 1.08	10.1 ± 1.50
2.00	14.4 ± 0.72	32.7 ± 2.35	13.9 ± 0.33
	2-bas. Kalciumfosfat.		
0.00	0.7 ± 0.04	4.6 ± 0.08	4.5 ± 0.58
0.05	2.7 ± 0.31	9.5 ± 0.68	7.4 ± 0.90
0.10	3.1 ± 0.12	10.5 ± 0.06	5.1 ± 0.10
0.20	6.7 ± 0.39	17.1 ± 1.53	11.8 ± 2.37
0.30	9.5 ± 0.37	20.3 ± 0.48	9.0 ± 1.21
0.50	12.7 ± 0.15	26.8 ± 0.79	10.6 ± 2.11
2.00	17.6 ± 0.56	36.3 ± 1.08	11.3 ± 1.88
	3-bas. Kalciumfosfat.		
0.0	0.7 ± 0.04	4.6 ± 0.08	4.5 ± 0.58
0.5	10.3 ± 0.52	19.8 ± 1.10	6.4 ± 1.35
1.0	12.8 ± 1.33	26.2 ± 1.44	9.7 ± 1.62
2.0	13.0 ± 0.16	30.0 ± 1.27	9.6 ± 0.32
4.0	16.1 ± 0.71	34.5 ± 1.17	17.1 ± 4.48
8.0	11.7 ± 0.55	32.0 ± 1.04	23.5 ± 1.59
16.0	13.8 ± 0.70	31.6 ± 0.16	20.5 ± 1.06

I Tabel 2 er angivet det samlede Høstudbytte (altsaa Sum af Korn, Halm og Rødder) i Tørsubstans. Optegnes disse Resultater grafisk, faas de i Fig. 1 angivne Punkter, hvor de smaa Cirkler svare til 1-bas., de tykke Cirkler til 2-bas. og de store Cirkler til 3-bas. Fosfat. Kurverne svarer til Ligningerne (8).

Af Figuren ser man straks, at der ikke finder Proportionalitet Sted mellem Forøgelsen i Fosforsyremængden ( $dx$ ) og Forøgelsen i Høstudbyttet ( $dy$ ), altsaa at Ligningen  $\frac{dy}{dx} = a$  ikke kan passe; thi dette Udtryk er Ligningen for en ret Linie. Integrerer man, faar man nemlig

$$y = ax + c.$$

Af Kurven fremgaar derimod, at Høstudbyttet nærmer sig et Maksimum, og jo nærmere man er ved dette Maksimum, desto mindre Virkning faar en Forøgelse af Fosforsyremængden paa Høstudbyttet. Man kan derfor antage, at Forholdet mellem Tilvækst i Høstudbytte (dy) og Tilvækst i Gødningsmængde (dx) er proportionalt med Forskellen mellem Maksimaludbyttet (A) og det øjeblikkelige Høstudbytte (y), altsaa:

$$\frac{dy}{dx} = k(A - y). \quad (1)$$

Tabel 2. Det samlede Udbytte som Funktion af Fosfatmængden.

Differens- gødning i g	Tørsubstans i Høstudbyttet i g	Beregnet Værdi i g	Afvigelse
1-bas. Kalciumfosfat.			
0.00	9.8 ± 0.50	9.80	± 0.00
0.05	19.8 ± 0.52	18.91	- 0.39
0.10	27.2 ± 2.00	26.64	- 0.56
0.20	41.0 ± 0.85	38.63	- 2.37
0.30	43.9 ± 1.12	47.12	+ 3.22
0.50	54.9 ± 3.66	57.39	+ 2.49
2.00	61.0 ± 2.34	67.64	+ 6.64
2-bas. Kalciumfosfat.			
0.00	9.8 ± 0.50	9.80	± 0.00
0.05	17.2 ± 1.70	16.02	- 1.18
0.10	18.7 ± 1.61	21.63	+ 3.07
0.20	35.5 ± 2.17	31.11	- 4.39
0.30	39.8 ± 1.27	38.63	- 0.67
0.50	49.5 ± 1.49	49.36	- 0.14
2.00	65.2 ± 2.83	67.12	+ 2.08
3-bas. Kalciumfosfat.			
0.0	9.8 ± 0.50	9.80	± 0.00
0.5	36.4 ± 2.70	35.09	- 1.41
1.0	48.7 ± 2.39	49.36	+ 0.66
2.0	52.6 ± 1.40	61.90	+ 9.30 (?)
4.0	67.7 ± 4.09	67.12	- 0.58
8.0	67.2 ± 1.27	67.69	+ 0.49
16.0	65.9 ± 0.68	67.70	+ 1.80

Af Fig. 2 fremgaar tydeligere Benævnelserne paa de Liniestykker, der her er Tale om.

Det kan nu vises, at det er muligt at bestemme k saaledes, at man faar en med Forsøgsresultaterne sammenfaldende Kurve, inden for de Fejl, som Forsøgsresultaterne er behæftede med.

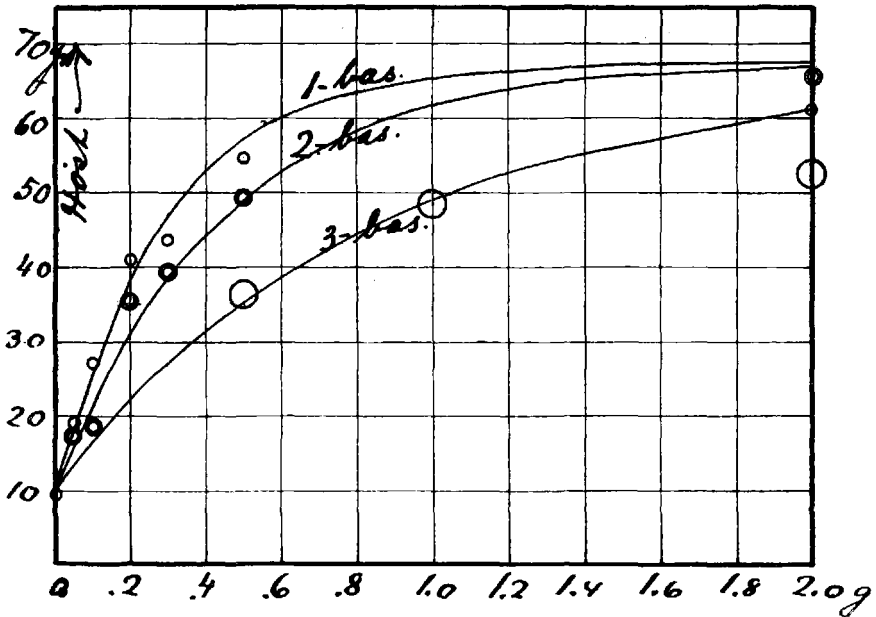


Fig. 1.

Integreres Ligningen, faas:

$$\frac{dy}{A-y} = kdx; \quad -\frac{d(A-y)}{A-y} = kdx.$$

$$\log(A-y) = c - kx.^1) \quad (2a)$$

Man kan bestemme A, k og c, naar der foreligger 3 sammenhørende Værdisæt af Gødningsmængderne og de dertil hørende Høstudbytter. Lad disse være henholdsvis:  $x_1, x_2$  og  $x_3$ ;  $y_1, y_2$  og  $y_3$ .

Indsættes disse Værdier i Ligning (2a), faas:

$$\begin{aligned} \log(A-y_1) &= c - kx_1 \\ \log(A-y_2) &= c - kx_2 \quad (2b) \\ \log(A-y_3) &= c - kx_3 \end{aligned}$$

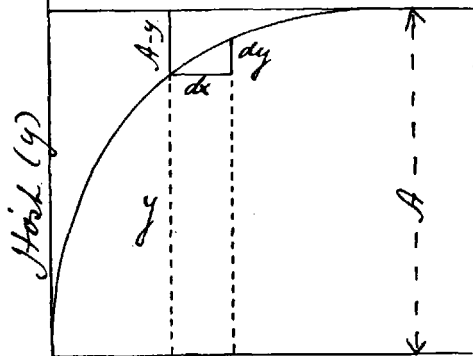


Fig. 2.

<sup>1)</sup> Ved Integration faas:  $\ln(A-y) = c - kx$ . Ved Multiplikation med Modulus for de naturlige Logaritmer  $m = 0.4343$  faas:  $\log(A-y) = (c - kx) \cdot 0.4343$ . I ovenstaaende Ligning er for Nemheds Skyld sat  $c \cdot 0.4343 = c$  og  $k \cdot 0.4343 = k$ .

Subtraheres Ligningerne to og to, faas:

$$\log(A - y_1) - \log(A - y_2) = k(x_2 - x_1) \quad (3)$$

$$\log(A - y_2) - \log(A - y_3) = k(x_3 - x_2) \quad (4)$$

Vælges Værdierne  $x_1$ ,  $x_2$  og  $x_3$ , saaledes at  $x_2 - x_1 = x_3 - x_2$ , haves:

$$\log(A - y_1) - \log(A - y_2) = \log(A - y_2) - \log(A - y_3),$$

hvoraf faas:

$$\frac{A - y_1}{A - y_2} = \frac{A - y_2}{A - y_3} \quad \text{eller}$$

$$A = \frac{y_2^2 - y_1 y_3}{2y_2 - y_1 - y_3} \quad (5)$$

Af (3) faas

$$k = \frac{\log(A - y_1) - \log(A - y_2)}{x_2 - x_1}, \quad (6)$$

hvoraf Værdien af  $k$  faas ved Indsættelse af  $A$ , der er funden ved (5). Endelig giver (2b)

$$c = \log(A - y_1) + kx_1 \quad (7)$$

der giver Værdien af  $c$ , naar  $A$  og  $k$  er fundne af de ovenstaaende Ligninger.

Da man nu imidlertid har at gøre med Forsøgsresultater, der er behæftede med Fejl, kan man ikke direkte indsætte de eksperimentelt fundne Værdier i de angivne Formler til Bestemmelse af  $A$ ,  $k$  og  $c$ . Man maa tegne en Kurve, som nogenlunde falder sammen med Forsøgsresultaterne og saa ved Interpolation finde passende Værdier for de søgte Konstanter. I Tabel 2 er under »Beregnet Værdi i  $g$ « angivet de Værdier, man finder ved for

1-bas.	Fosfat at vælge Ligningen:	$\log(67.7 + y) = 1.7684 - 1.5 x$	
2-bas.	— —	—	$\log(67.7 - y) = 1.7684 - 1.0 x \quad (8)$
3-bas.	— —	—	$\log(67.7 - y) = 1.7684 - 0.5 x$

(ved 3-bas. Kalciumfosfat ses ved Anvendelse af 2 g Salt et meget fejl-agtigt Resultat; der mangler Forklaring paa dets Fremkomst).

Her er altsaa  $A$  i alle tre Tilfælde det samme, nemlig 67.7 g, men det er jo ogsaa indlysende, at det maksimale Udbytte, afhængig af en bestemt Vegetationsfaktor, maa være uafhængig af den Form, hvori den gives; men den Mængde af den, der frembringer maksimalt Udbytte, vil naturligvis være afhængig af dens Karakter. Som det fremgaar af Tabel 2, er  $a = 9.8$ ; altsaa er  $\log(A - a) = \log(67.7 - 9.8) = \log 57.9 = 1.7684$ .

At der ved denne Betragtningssmaade virkelig er naaet et praktisk Resultat, viser en hel Række Forsøg, som *Mitscherlich* har gjort. Han har tillige vist, at en hel Række Forsøg, som andre Forskere har gjort i andre Øjemed, ogsaa følger passende Ligninger af den her angivne Form. De saaledes behandlede Forsøg omfatter Forsøg med Havre, Byg, Rug, Hvede, Raps, Sennep, Hør, Tobak og Gulerødder.

Det er endvidere vist, at Minimumsloven har Gyldighed for Forsøg, foretagne i Kulturjorder, og her er med Vilje valgt saadanne, der viste udpræget Evne til at binde Fosforsyre. Det siger sig selv, at  $k$

faar forskellige Værdier efter den Jord, der anvendes. Heraf følger, at man for at faa et objektivt Udtryk for et Gødningsstofs Værdi maa anvende en Jordbund, der ingen særlig Indflydelse har paa Gødningsstofferne, d. v. s., man maa anvende Sand- eller Vandkulturer. Lokale Gødningsforsøg vil dog naturligvis stadig have deres Betydning, men de kan kun give Oplysning om den bestemte Gødningsstofs Værdi i den paagældende Jordbund.

Loven gælder ogsaa for Mængden af Halm og Korn, taget hver for sig, og det viser sig, at  $k$  faar samme Værdi i Ligningerne for det samlede Udbytte, Halm og Korn. Det har Interesse for Forsøg, hvor der ikke foreligger Opgivelser af den samlede Afgrøde, men f. Eks. kun for Kornmængden.

Ved disse Forsøg har det ikke altid været Fosforsyre, der var i Minimum, men de omfatter ogsaa Eksempler, hvor Kali eller Kvælstof var i Minimum.

Grundligningen:

$$\log(A - y) = c - kx \quad (2a)$$

skal betragtes lidt nærmere. Hvis man har en Jord, som indeholder Fosforsyremængden  $m$  (dog er Fosforsyre i Minimum), saa vil den kunne bære en vis Afgrøde:  $a$ .

Indsættes disse Værdier i (2a), faas:

$$c = \log(A - a) + km \text{ eller}$$

$$\log(A - y) = \log(A - a) + km - kx.$$

Men anvendes Ligningen i Almindelighed, saa er  $x = x_1 + m$ , d. v. s., Fosforsyremængden ( $x$ ) er lig Summen af tilført ( $x_1$ ) og tilstedeværende Fosforsyre ( $m$ ).

Indsættes denne Værdi for  $x$ , faas:

$$\log(A - y) = \log(A - a) - kx_1. \quad (9)$$

Ligningen udtrykker nu en Sammenhæng mellem

$A$ : Maksimaludbyttet, der kan faas, naar den i Minimum værende Faktor ophører at være i Minimum.

$y$ : det Høstudbytte, man faar, naar man tilfører Mængden

$x_1$ : af den i Minimum værende Vegetationsfaktor.

$a$ : er det Udbytte, der faas af Jorden, uden at der tilføres noget af den i Minimum værende Faktor.

$k$ : = Virkningsfaktoren, er den relative Værdi af det anvendte Gødningsstof i Forhold til andre Gødningsstoffer, der indeholder samme virksomme Komponent.

Tænker man sig to Forsøg med samme Jord, men gødet med f. Eks. to forskellige Fosforsyregødninger, og disse anvendt i saadanne Mængder, at Høstudbyttet bliver det samme:  $y$ , saa har man, hvis disse Mængder er  $x_1$  og  $x_2$ :

$$\log(A - y) = \log(A - a) - k_1x_1$$

$$\log(A - y) = \log(A - a) - k_2x_2$$

da Minimal- og Maksimaludbyttet er det samme i begge Tilfælde, som ovenfor vist.

Subtraheres de to Ligninger, faas:

$$k_1 x_1 = k_2 x_2 \text{ eller} \\ \frac{k_1}{k_2} = \frac{x_2}{x_1} \quad (10a)$$

Hvis man et andet Aar gentager Forsøgene, saa faas  $A_1$ ,  $a_1$ ,  $k_3$ ,  $k_4$ ;  $x_3$  og  $x_4$  og Høstudbyttet  $y_1$ ; men som ovenfor kan man ogsaa her aflede Ligningen:

$$\frac{k_3}{k_4} = \frac{x_4}{x_3} \quad (10b)$$

Hvis man nu forudsætter, at

$$x_1 = nx_2; x_3 = nx_4, \text{ saa gaar (10a og b)}$$

over til

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{k_3}{k_4}$$

d. v. s., Forholdet mellem Virkningsfaktorerne skulde altsaa være Maal for Gødningsstoffernes Værdiforhold, forudsat, at en bestemt Mængde af et Gødningsstof altid gav det samme Udbytte, som et andet, hvoraf man maatte bruge den  $n$ -dobbelte Mængde, naar de iøvrigt samtidig anvendtes under samme Omstændigheder. Dette er altsaa en Paastand, som maaske er rigtig, men ingenlunde sikker. I et Privatbrev fra Prof. *Mitscherlich* angives følgende Værdier for  $k$ :

	k: 1910.	k: 1911.
1-bas. Fosfat.....	1.5	2.1
2-bas. — .....	1.0	1.4
3-bas. — .....	0.5	0.7

Heraf ses det altsaa, at Forholdet mellem Virkningsfaktorerne i begge Aar er 3:2:1. Forsøgene er gjort med Havre, og i 1912 er der taget Forsøg op med Gulerødder, Boghvede, Sennep, Ærter og Havre, for at undersøge, om Forholdene er konstante og uafhængige af den Planteart, der anvendes til Bestemmelsen. At Plantearten muligvis er uden Betydning for Bestemmelsen af Forholdet mellem Virkningsfaktorerne, viser nogle Forsøg af *Wagner*. Han har som Kvælstofgødning anvendt Ammoniumsulfat og Hornmel til Gulerødder og Havre i sandet Lerjord. Forholdet mellem Virkningsfaktorerne for Ammoniumsulfat og Hornmel var i begge Tilfyldte  $\frac{5}{3}$ . I en anden Forsøgsrække var Forholdet  $\frac{5}{2.5}$ , men det skyldes maaske Anvendelsen af en anden Lerjord.

Viser Antagelsen sig at være rigtig, saa vil det jo betyde meget værdifulde nye Synspunkter for Gødningsmidlernes Værdi og Anvendelse.

#### Minimumsloven som retliniet Funktion.

Det er tidligere bleven omtalt, at *Wagner* har paastaet, at Minimumsloven var en retliniet Funktion og ikke, som *Mitscherlich* har vist, en logaritmisk. Han støttede sin Paastand paa følgende Materiale. Han valgte 5 forskellige Fosforsyregødninger, anstillede en Række Forsøg med forskellige Mængder af hver Slags og havde



stadig to Fællesforsøg. Da Resultaterne, svarende til samme Mængde tilsat Fosforsyre, var tilnærmelsesvis lige store, blev disse Resultater slaaede sammen, og der blev beregnet en Middelværdi: en ikke særlig eksakt Metode. Forsøgene blev udførte saaledes, at der først saaedes Ærter, der blev høstede umodne; derefter blev der uden yderligere Tilførsel af Gødning saæt Byg og Vikker, der ligeledes høstede umodne. I Tabel 3 er under »Middelhøstudbytte« angivet de paa ovennævnte Maade fundne Middeltal af den samlede Sum af Tørstof i begge Afgrøder. I Rubrikken »Retliniet Funktion« er under »Høst« angivet de af Ligningen

$$y = 0.217 x + 70.11$$

beregnete Værdier for  $y$  med givet  $x$ , og under »Afvigelse« er angivet Differensen mellem det eksperimentelt fundne og det beregnede Høstudbytte.

I Rubrikken »Logaritmisk Funktion« er derimod angivet de af Ligningen

$$\log(130 - y) = 1.9025 - 0.0014 x$$

beregnete Værdier, ligesom ogsaa disse Værdiers Afvigelse fra de eksperimentelt fundne Værdier er angivet.

Tabel 3. *Wagners* Resultater.

Differens- gødning kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Middelhøst- udbytte	Retliniet Funktion		Logaritmisk Funktion	
		Høst	Afvigelse	Høst	Afvigelse
—	70.11 ± 0.75	70.11	± 0.00	70.11	± 0.00
40	79.30 ± 0.71	78.80	— 0.50	79.77	+ 0.47
55	82.44 ± 0.69	82.06	— 0.38	83.09	+ 0.65
70	85.74 ± 0.58	85.32	— 0.42	86.25	+ 0.51
85	89.70 ± 0.82	88.58	— 1.12	89.26	— 0.44
100	92.72 ± 0.93	91.84	— 0.88	92.12	— 0.60
115	95.69 ± 0.70	95.10	+ 0.01	94.86	— 0.23
130	94.58 ± 0.68	(98.36	— 3.78)	97.46	+ 2.88

Det ses, at den ene af disse Funktioner ikke kan foretrækkes fremfor den anden, d. v. s., Resultaterne har ikke Beviskraft for nogen af Antagelserne. Ser man imidlertid paa *Mitscherlichs* Kurver Side 723, vil det ses, at de over Hovedkrumningen kan betragtes tilnærmelsesvis som retliniede. Men det er netop et saadant Kurvestykke over Hovedkrumningen, der svarer til *Wagners* Resultater. Den Jord, han gaar ud fra, giver allerede, som den foreligger, et Udbytte, der er over  $\frac{2}{3}$  af det maksimale Udbytte.

Hvis man grafisk fremstiller Sammenhængen mellem tilsat Gødningsmængde og det tilsvarende Høstudbytte ved to Gødningsstoffer med samme virksomme Komponent, saa vil man efter *Wagner* faa de to i Fig. 3 angivne rette Linier. Udbyttet af ugødet Jord er  $a$ . Det fremgaar af Figuren, at der er et konstant Forhold mellem de to Tilvækster i Høstudbytte, som frembringes, naar der tilsættes saadanne Mængder af de to Gødningsstoffer, at den virksomme Komponents Mængde er den samme.

Man har nemlig:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_1 - a}{m}; \operatorname{tg} \beta = \frac{y_2 - a}{m}, \text{ hvoraf faas:}$$

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} = \frac{y_1 - a}{y_2 - a},$$

men  $y_1 - a$  og  $y_2 - a$  er netop de to Tilvækster i Høstudbytte og deres Forhold er altsaa konstant.

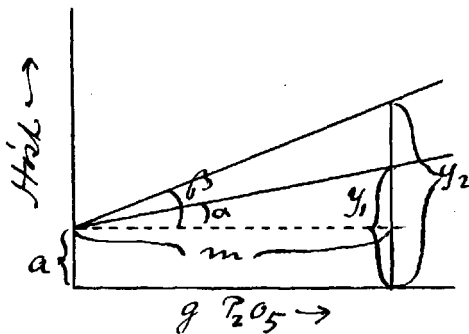


Fig. 3.

*Mitscherlich's* Beregninger af hans egne Forsøgsresultater viser imidlertid, at der ikke findes et saadant konstant Forhold.

*Mitscherlich* har anvendt de Forsøg med 1- og 3-bas. Kalciumfosfat, som er omtalte Side 722. Han omregner Fosfatmængden til  $P_2O_5$ , og i Tabel 4 er under »Høst« angivet det af Fosforsyremængden be-

regnede Udbytte. Uden tilsat Gødning gav Jorden  $9.3 \text{ g} = a$ . Under  $y_2 - a$  og  $y_1 - a$  er anført Differensen mellem »Høsten« og  $9.3$ . I fundne Rubrik er endelig angivet Forholdet mellem de to saaledes sidste Tilvækster i Høstudbytte. Det ses, at dette Forhold ingenlunde er konstant.

Tabel 4. Forholdet mellem Tilvækster i Høstudbytte, frembragt af 1- og 3-bas. Kalciumfosfat.

Differens- gødning g $P_2O_5$	1-bas. Fosfat		3-bas. Fosfat		Forholdet ( $y_1 - a$ ): ( $y_2 - a$ )
	Høst $y_1$	Tilvækst $y_1 - a$	Høst $y_2$	Tilvækst $y_2 - a$	
0.01	13.15	3.85	11.86	2.06	1 : 0.61
0.02	16.39	6.59	13.95	4.15	1 : 0.63
0.03	19.44	9.64	15.95	6.15	1 : 0.64
0.05	25.00	15.20	19.74	9.94	1 : 0.65
0.10	36.28	26.48	28.08	18.28	1 : 0.69
0.20	50.28	40.48	40.57	30.77	1 : 0.76
0.30	57.47	47.67	49.14	39.34	1 : 0.83
0.5	64.99	55.19	58.33	48.52	1 : 0.88
0.7	66.90	57.10	63.64	53.84	1 : 0.94
1.0	67.57	57.77	66.40	56.60	1 : 0.98
1.5	67.69	57.89	67.51	57.71	1 : 1.00
2.0	67.70	57.90	67.67	57.87	1 : 1.00
3.0	67.70	59.90	67.70	57.90	1 : 1.00

Det er altsaa ikke muligt af to Forsøg med to forskellige Gødningsstoffer at bestemme det indbyrdes Værdiforhold, som Forholdet

mellem de frembragte Høsttilvækster (*Wagner*). Det kan kun ske (muligvis!) ved at gøre en Række Forsøg med vekslende Gødningsmængder, finde Ligningerne  $\log(A - y) = \log(A - a) - kx$ , der passer for de to Forsøgsrækker, og af Talværdierne for  $k$  i de to Ligninger finde det konstante Værdiforhold (*Mitscherlich*).

Paa *Wagners* Antagelse af, at Merudbyttet er proportionalt med tilsat Gødningsmængde, er baseret Værdibestemmelsen af f. Eks. en Fosforsyregødning ved at bestemme den citronsyreopløselige Mængde. Tilsætter man i to Forsøg ligestore Vægtmængder af Fosforsyregødning, hvoraf den ene indeholder 10 pCt. mere citronsyreopløselig Fosfat end den anden, saa er det ikke sikkert, at Udbyttet under ellers ens ydre Omstændigheder i det ene Tilfælde vil være 10 pCt. større end i det andet, hvis *Mitscherlichs* Formulering af Minimumsloven er rigtig.

For at faa virkelig objektive Værdier for de forskellige Gødningsstoffers relative Værdi foreslaar *Mitscherlich*, at der foretages Dyrkningsforsøg paa forskellige Steder, og at disse udføres paa ganske samme Maade, idet man anvender Sandkulturer, en bestemt Grundgødning og bestemte Plantearter. Hvert Forsøg bør omfatte mindst 4 Fællesforsøg. Som Standart fastsættes for hver Gødningssort et bestemt rent, letopløseligt Salt, f. Eks. 1-bas. Kalciumfosfat, Kaliumsulfat og Natriumnitrat.

De derved fundne Værdier for »Virkningsfaktorerne« har imidlertid ikke særlig Betydning for den praktiske Landmand. Han kræver subjektive Værdier, d. v. s. Gødningsstoffernes relative Værdier for hans Jord. Disse faas ved at foretage Vegetationsforsøg i denne og i øvrigt anvende de Metoder, som er bleven uddannede ved de videnskabelige Jordbunds- og Gødningsanalyser.

#### Loven om det aftagende Jordudbytte.

Det ses af Kurverne Side 723, at en bestemt Forøgelse i Gødningsmængden, naar Høstudbyttet svarer til Punkter over Kurvernes Hovedkrumning, har mindre Virkning, end hvis Høstudbyttet svarer til Punkter paa Kurverne før Hovedkrumningen. Det er derfor klart, at det ikke kan betale sig at tilføre en saa stor Gødningsmængde, at man faar Maksimaludbyttet, thi derved vil Udgiften til Gødning stige meget stærkere end Indtægten af Høsten. Ved Hjælp af Minimumsloven er det imidlertid muligt at afgøre, hvor stor en Mængde af en bestemt Gødningsart, f. Eks. Superfosfat, man skal tilføre Jorden, for at Aarets Nettoudbytte bliver det størst mulige. Dette skal først oplyses ved et bestemt Taleksempel, hvorefter det almindelige Udtryk skal udledes.

Produktionsomkostningerne sammensættes af 3 Dele:

- 1) Omkostninger, der er betingede af Fladens Størrelse, og derfor er de samme pr. Fladeenhed ved Jord af samme Slags.
- 2) Omkostninger, der er proportionale med den Gødningsmængde,

der tilføres Fladen, og for hvilken Gødning den Mængde skal bestemmes, der giver maksimal Aarsnettoindtægt.

- 3) Omkostninger, der er afhængige af Bruttoudbyttet pr. Fladeenhed. Eksemplet er angivet i Mark pr. Hektar.

Udgift 1: Herunder er regnet: Rente af Jordens Købesum, Amortisation og Forrentning af Bygninger, Rente af Driftskapital, Skat, Forsikring, Administration, Jordbehandling, Saasæd (Havre), Gødning (undtagen Superfosfat), Mejning, Rivning (disse to Poster ændres vel med Bruttoudbyttet, men saa lidt, at man kan se bort derfra), og endelig forskellige Smaaomkostninger,

i alt... Mark: 150.<sup>85</sup>

Udgift 2: Pr. 100 kg Superfosfat ..... — 6.<sup>50</sup>

Udgift 3: Indkørsel af Sæd, Tærskning pr.  
100 kg Sæd... — 1.<sup>41</sup>)

De under 1 og 2 angivne Udgifter kan sammenfattes i Ligningen

$$y_2 = 6.50x + 150.85, \quad (U)$$

naar der anvendes  $x \cdot 100$  kg Superfosfat pr. ha. Denne Ligning fremstilles ved den rette Linie U i Fig. 4, hvor der som Abscisse er afsat den anvendte Superfosfatmængde. (Enheden: 100 kg).

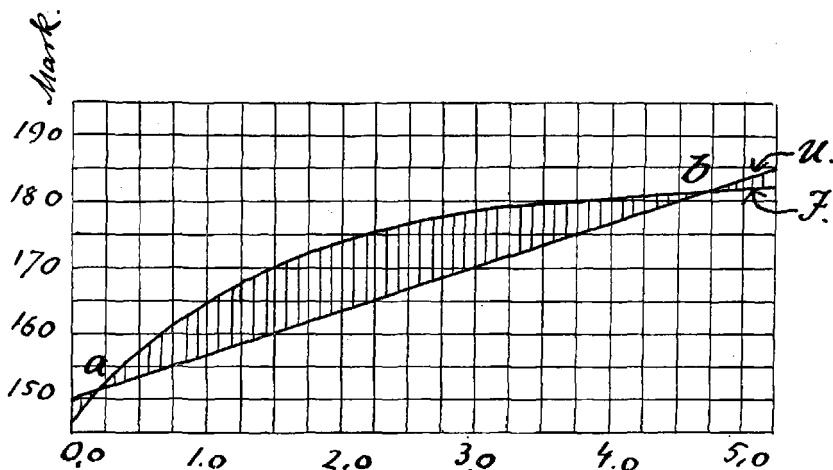


Fig. 4.

Nettohøstudbyttet (forskelligt fra Aarsnettoudbyttet) faas, naar man fra Bruttoudbyttet trækker de under 3 angivne Udgifter.

Vi vil regne Udbyttet paa ugødet Jord til 1200 kg, Maksimaludbyttet til 1500 kg Havre pr. ha. Salgsprisen er 13.<sup>00</sup> Mark pr. 100 kg. Fradrages her de under 3 nævnte Udgifter, faas  $13.00 - 1.41 = 12.19$  Mark pr. 100 kg. Minimaludbyttet =  $12.19 \times 12 = 146.28$  (a). Minimaludbyttet =  $12.19 \times 15 = 182.85$  (A).

<sup>1)</sup> Angaaende Enkeltheder se: E. A. Mitscherlich: l. c., S. 546 o. fl.

Regner man endvidere, at en Tilførsel af 100 kg Superfosfat pr. ha giver Halvdelen af den maksimale Høsttilvækst, faar man for dette Gødningsforbrug:  $\text{Nettohøstudbyttet} = 13.5 \cdot 12.19 = 164.505$ .

Ved Anvendelse af Minimumsloven faas nu:

$$\log(A - y_1) = \log(A - a) - kx \text{ eller}$$

$$\log(182.85 - y_1) = \log(182.85 - 146.38) - kx,$$

men nu er for  $x = 1 \times 100$  kg,  $y_1 = 164.505$ , altsaa

$$\log(182.85 - 164.505) = \log 36.57 - k.$$

(Enheden for Gødningsmængden er som ovenfor 100 kg).

Heraf faas:

$$k = \log 36.57 - \log 18.285 = 1.5631 - 1.2620 = 0.3011.$$

Ligningen, der udtrykker Sammenhængen mellem Nettohøstudbyttet  $y_1$  og den anvendte Gødningsmængde  $x$ , er derfor:

$$\log(182.85 - y_1) = 1.5631 - 0.3011 x, \quad (I)$$

og den er fremstillet ved Kurven I i Fig. 4.

Hvis man nu subtraherer de to Ligninger (I) og (U), saa maa man faa et Udtryk for Aarsnettoudbyttet, svarende til hver Værdi af  $x$ . De lodrette Linier i den skraverede Del af Fig. 4 angiver dette Netto-udbytte. Til venstre og højre for Punkterne a og b er Aarsnettoudbyttet negativt, idet Udgifterne er større end Indtægterne; i a og b er det 0. Vi skal nu finde, ved hvilken Værdi af  $x$  det har sin maksimale Værdi.

For at udføre Subtraktionen, maa det logaritmiske Udtryk i (I) først bortskaffes. Man faar:

$$182.85 - y_1 = \frac{10}{(n1 \cdot 0.3011)^x} x$$

$$y_1 = 182.85 - \frac{36.57}{2^x}.$$

Aarsnettoudbyttet  $z$  er:

$$z = y_1 - y_2 = 182.85 - \frac{36.57}{2^x} - 150.35 - 6.56 x.$$

$$z = 32.50 - \frac{36.57}{2^x} - 6.56 x$$

$z$  bliver 0, naar:

$$32.50 = \frac{36.57}{2^x} + 6.56 x$$

Dette kan ske for to Værdier af  $x$ , dels for en mindre Værdi af  $x$ , hvor det første Led nærmer sig til at være = 32.50, og dels ved en større Værdi, hvor det sidste Led nærmer sig til at være = 32.50; det fremgaar ogsaa af Figuren.

For at bestemme det maksimale Aarsnettoudbytte, skal  $x$  bestemmes saaledes, at  $\frac{36.57}{2^x} + 6.56 x$  bliver saa lille som mulig. Det bestemmes ved efterfølgende Regning:

$$f(x) = 6.56x + \frac{36.57}{2^x}$$

$$f'(x) = 6.56 - \frac{36.57}{2^{2x}} \cdot 2^x \ln 2 = 0$$

$$6.56 = \frac{36.57}{2^x} \ln 2$$

$$\log 6.56 = \log 36.57 + \log(\ln 2) - x \log 2$$

$$x = \frac{\log 36.57 + \log(\ln 2) - \log 6.56}{\log 2}$$

$$x = 1.95.$$

Ved altsaa at tilføre 195 kg Superfosfat pr. ha faas det maksimale Aarsudbytte, som beregnes af Ligningen:

$$z = 32.50 - \frac{36.57}{21.95} - 6.56 \cdot 1.95$$

$$z = 10.244 \text{ Mark pr. Hektar.}$$

I Almindelighed kan ovenstaaende Resultat udledes saaledes. Lad A og a være henholdsvis det maksimale og minimale Høstnetto-udbytte;  $y_1$  det Høstnetto-udbytte, der svarer til den anvendte Gødningmængde  $x \cdot 100$  kg pr. ha, saa haves:

$$\log(A - y_1) = \log(A - a) - kx.$$

Aflogaritmeres denne Ligning, faas:

$$y_1 = A - \frac{A - a}{k_1^x}.$$

Udgifterne under 1 og 2 (Side 730) sammenfattes i Ligningen

$$y_2 = bx + c.$$

Subtraheres de to Ligninger, faas Aarsnetto-udbyttet:

$$z = A - \frac{A - a}{k_1^x} - bx - c$$

Ved at bestemme Minimumsværdien af:

$$\frac{A - a}{k_1^x} + bx$$

og indsætte denne Værdi i Ligningen, faas det maksimale Aarsnetto-udbytte.

$$f(x) = \frac{A - a}{k_1^x} + bx$$

$$f'(x) = b - \frac{A - a}{k_1^{2x}} k_1^x \ln k_1.$$

$$b - \frac{(A - a) \ln k_1}{k_1^x} = 0.$$

$$k_1^x = \frac{(A - a) \ln k_1}{b}$$

$$x = \frac{\log(A - a) + \log(\ln k_1) - \log b}{\log k_1}$$

$$Z_{\text{maks.}} = A - \frac{b}{\ln k_1} - \frac{b}{\log k_1} (\log(A - a) + \log(\ln k_1) - \log b) - c.$$

Hvilken praktisk Værdi har nu Minimumsloven? Som tidligere omtalt, er det af meget stor Betydning, hvis Forsøg bekræfter, at Forholdet mellem Virkningsfaktorerne for to Gødningsstoffer i en bestemt Jordbund er konstant fra Aar til Aar. Derpaa beror dens Anvendelse i Undersøgelser vedrørende Gødningsstoffernes relative Værdi.

Det maa anses for afgjort, at *Wagners* Paastand, at Minimumsloven er en retliniet Funktion, er urigtig. Hans Bevismateriale er ikke afgørende.

Hvad Lovens Anvendelse til Bestemmelse af det maksimale Aarsudbytte angaar, saa kan den ikke siges at have særlig Betydning. Den kan i Grunden kun sige, hvor stort det kunde være bleven, idet Værdien af  $x$ , d. v. s. den Gødningsmængde, der skal tilføres i et bestemt Aar, er udtrykt ved Størrelserne  $A$ ,  $a$  og  $k$ , som netop først kan bestemmes, naar Forsøg fra det paagældende Aar foreligger. Udtrykket kan vel højst bruges til at give et Fingerpeg i Retning af, hvilke Gødningsmængder det kan betale sig at anvende.

Det siger sig selv, at der er fremkommet Indvendinger mod *Mitscherlichs* Formulering af Minimumsloven. Saaledes fra *Th. Pfeiffer*<sup>1)</sup>. Han har villet undersøge Lysets og Vandmængdens Indflydelse paa Høstudbyttets Størrelse og har derfor anstillet 112 Forsøg i 4 Serier, hver paa 7 Grupper à 4 Fællesforsøg. I hver Serie er Mængden af Kvælstofgødning (Differensgødning) jævnt stigende fra 0,000 til 0,2110 g, men da tillige den Mængde Grundgødning, der anvendes, stiger fra  $\frac{1}{2}$  til 1 Portion af en bestemt Størrelse, har han altsaa i en saadan Serie 3 Variable: Udbytte, Grundgødning og Kvælstofgødning. Forsøgene viser, at der ved den højeste Kvælstofmængde i nogle Tilfælde kan fremkomme et ringe Fald i Høstudbyttet. Han har heraf ment at turde slutte sig til en tiltagende Giftvirkning eller skadelig Indflydelse (!?), som det oprindelig i Minimum værende Næringsstof skulde have, naar det ophørte at være i Minimum.

En Matematiker, *O. Fröhlich*, har fundet en Kurve af 2. Grad:  $ax^2 + bx + c = y$ , som skulde passe bedre med Forsøgsresultaterne end en logaritmisk Kurve efter *Mitscherlich*. *Pfeiffer* opstiller her en mærkelig Teori, idet han paastaar, at Minimumskurven først er retliniet (som efter *Wagner*), men derefter afviger fra den rette Linie og gaar over til *Fröhlichs* Kurve.

*Mitscherlich* afviser dog i et Tilsvare fuldstændig *Pfeiffers* Indvendinger ved at gøre opmærksom paa følgende:

- 1) Minimumsloven gælder kun, naar der er 2 Variable.
- 2) Logaritmiske Kurver efter *Mitscherlich* kan i hvert Tilfælde bringes til at passe lige saa godt med Forsøgsresultaterne som *Fröhlichs* Kurver. Denne har forsøgt at anvende den logaritmiske

<sup>1)</sup> Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen, Bd. 76, 1912, S. 169—236.

<sup>2)</sup> l. c., S. 413.

Formel, men har — til Trods for Seriernes Forskellighed m. H. t. Lys- og Vandmængde — ment at kunne nøjes med een enkelt Kurve, svarende til en Række Middelværdier, beregnede af Forsøgsresultaterne; men da denne Kurve ikke stemte særlig godt med de enkelte Serier, bestemte han en speciel 2. Grads Kurve for hver enkelt Serie, som passede bedre (!).

- 3) Minimumsloven behøver ikke at være en retliniet Funktion, fordi de første Forsøgsresultater i en Serie ligger paa en ret Linie, thi baade den logaritmiske saa vel som *Fröhlichs* Kurve tillader paa visse Strækninger uden for Hovedkrumningen inden for visse Fejlgrænser en retliniet Interpolation (se ovenfor om *Wagners* Formulering af Loven).
- 4) Konstanterne i den logaritmiske Formel har bestemte plante-fysiologisk-fysiske Værdier, medens noget lignende ikke kan siges om Konstanterne i *Fröhlichs* Formel.

Og *Mitscherlich* slutter sin Imødegaaelse med at fastslaa, at der i hvert Fald endnu ikke er leveret noget afgørende Bevis for, at hans Formulering af Minimumsloven er urigtig.

### Om Kulturplanternes Luksusoptagelse af Fosforsyre og Kali.

Prisuddeling for besvarelse av 1905-fondets første prisopgave angaaende kulturplanternes mulige luksusforbrug av fosforsyre og kali. Tidsskrift for det norske landbruk, 1912, S. 326—31.

I Januar 1910 udsatte »1905-fondet for landbruksforskning i Norge« en Prisopgave vedrørende Undersøgelser over Kulturplanternes eventuelle Luksusforbrug af Fosforsyre og Kali. — Den nedsatte Dommerkomite tilkendte Myrkonsulent *Jon Lende-Njaa* den udsatte Pris og giver i ovennævnte Tidsskrift en kort Redegørelse for de indvundne Resultater.

Undersøgelserne er udelukkende anstillede paa Mosejord. Hovedresultaterne er resumerede paa omtrent følgende Maade:

1) Ved Gødkning med et bestemt Næringsstof forøges Afgrødens procentiske Indhold af vedkommende Stof, og for hver Jordart og Kulturplante vil der være en vis Gødningsmængde, som ikke kan overskrides, uden at der vil foregaa et Luksusforbrug af vedkommende Stof eller Stoffer. — Denne Grænse angiver i Reglen ogsaa den Mængde af den paagældende Gødning, som er mest økonomisk at anvende.

2) Faren for Luksusforbrug er størst, naar der gødes ensidig, men kan ogsaa være til Stede — saavel for Kaliets som for Fosforsyrens Vedkommende — ved Anvendelse af en alsidig Kunstgødningsblanding; men de Gødningsmængder, som maa anvendes for at frem-



kalde Luksusforbrug, er adskilligt større ved alsidig end ved ensidig Gødskning.

3) Den absolutte Mængde Værdistof, som berøves Jorden ved Planternes Luksusoptagelse, er ved de almindelig dyrkede Landbrugsplanter større for Kaliets end for Fosforsyrens Vedkommende.

4) En passende Kvælstofmængde som Tilskud til Kali- og Fosforsyregødningen vil sænke det procentiske Indhold af de paagældende Næringsstoffer og derved formindske Faren for Luksusoptagelse, dog viser de anstillede Forsøg ogsaa, at der foregaar en Luksusoptagelse baade af Kali og Fosforsyre, naar der anvendes saa meget Kvælstof, at der fremkommer Lejesæd.

*Harald R. Christensen.*

### Om Kvælstoftabet fra Staldgødning, udbredt i et tyndt Lag paa Jorden.

*Juho Jännes:* Beitrag zur Kenntnis der Stickstoffabgaben einer dünnen auf Erde lagernden Mistschicht. Berichte aus dem physiologischen Laboratorium und der Versuchsanstalt des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle. 1911. S. 5—69.

Til Belysning af ovennævnte Spørgsmaal har Forf. udført en Række meget omfattende eksperimentelle Undersøgelser. Forud for Omtalen af disse gives en Oversigt over Resultaterne af de hidtil anstillede Undersøgelser paa dette Omraade.

De første, som har taget Spørgsmaalet op til eksperimentel Undersøgelse, er *Stöckhard* og *Hellriegel* (1855). Deres Forsøg anstilledes i lukkede Kar, gennem hvilke der 1 à 2 Gange daglig lededes 10 Liter Luft, som efter at have passeret Gødningen førtes igennem et Svovlsyreforlag. Den her optagne Ammoniakmængde betragtedes som et Udtryk for Kvælstoftabet. Der udførtes Forsøg med saavel frisk som forraadnet Staldgødning. Gødningen holdtes fugtig under hele Forsøgsperioden. Det fremgik af disse Forsøg, at Ammoniaktabet efter 34 Dages Forløb var ganske forsvindende, og Kvælstofbestemmelser i den underliggende Jord viste, at denne havde optaget 10 pCt. af Staldgødningskvælstoffet; i en anden Forsøgsperiode, der strakte sig over 80 Dage, havde Jorden optaget 13—21 pCt. af Gødningens Kvælstof. — Da *Hellriegel* og *Stöckhard* er gaaet ud fra, at Kvælstoffet kun kan undvige i Form af Ammoniak, medens en Række senere Undersøgelser tydelig har godtgjort, at der ogsaa ad anden Vej under lignende Forhold kan foregaa et betydeligt Kvælstoftab, beviser Forsøgene intet om Kvælstoftabets Omfang under de givne Forhold. Imidlertid er det netop paa Grund af disse Undersøgelser fremhævet i de fleste Haandbøger og Lærebøger vedrørende Staldgødning, at der ikke er Fare for noget nævneværdigt Kvælstoftab, naar Gødningen først ligger spredt paa Marken.

I 1895 anstillede *Maercker* et Forsøg paa den Maade, at han i 2 flade Kasser, indeholdende Jord med et bekendt Kvælstofindhold, udbredte et tyndt Lag middelstærkt omsat Staldgødning. I den ene af Forsøgs-serierne befugtedes Gødningen med en rigelig Mængde Vand, i den anden Serie fandt Befugtning ikke Sted. Efter 4 Dages Forløb var der i den første Serie 13 pCt. og i den anden Serie 17 pCt. af Gødningskvælstoffet gaaet tabt. — Lignende Forsøg er udførte af *M. Gerlach* (1898, 1899 og 1902). I Gennemsnit af 4 Forsøg var Kvælstoftabet efter 4 Dages Henliggen for ikke befugtet Gødnings Vedkommende ca. 12 pCt. og for befugtet Gødnings Vedkommende ca. 12 pCt. Den underliggende Jord havde ved disse Forsøg ikke absorberet noget af Gødningens Kvælstof.

I 1898 viste *Deherain*, at kun den mindste Del af det Kvælstoftab, der fandt Sted ved at suge Luft igennem Staldgødning (anbragt i høje Glas), skyldtes Ammoniakforflygtigelse. I Forsøgsperioder, varierende mellem 14 og 26 Dage, forflygtigedes under disse Forhold 23—26 pCt. af Gødningens Kvælstof, men kun ca. 8 pCt. genfandtes i Svovlsyreforlaget, Resten er da sandsynligvis gaaet bort i elementær Form. — At der under lignende Forhold, som *Deherain* arbejdede under, virkelig kan foregaa en Forflygtigelse af frit Kvælstof, fremgaar af Undersøgelser af *Jentys* (1892), der ad gasometrisk Vej har paavist, at der fra Staldgødning i en Iltatmosfære kan foregaa en betydelig Forflygtigelse af frit Kvælstof.

Ved Forf.s egne Undersøgelser er dels benyttet den Stöckhard-Hellriegelske Fremgangsmaade med Anvendelse af lukkede Kar og Luftgennem sugning og dels den *Maercker-Gerlachske* Fremgangsmaade med Anvendelse af aabne Kar (dog anvendtes ikke Trækasser, men Glaskar af samme Beskaffenhed som ved Undersøgelserne med lukkede Kar). Som Underlag for Gødningen anvendtes en sandblandet Lermuld. Gødningen bestod af Ekskrementer fra 2 Køer, blandet med saa megen Rughalmhakkelse, som var tilstrækkelig til at opsuge Urinen. — Den friske Gødning deltes i 3 Portioner, der overførtes i 3 gennemhullede, foroven aabne Træfade. Efter at være stampet fast sammen i disse (Lagets Tykkelse var 50 cm), blev Fadene nedgravede i en Gødningsdyng, bestaaende af Kogødning. Gødningen i den ene Kasse anvendtes efter 1 Maanedes Lagring (1. Serie) og Gødningen i den anden Kasse efter 3 Maaneders Lagring (2. Serie). Den tredje Kasse blev ikke anvendt. En 3. Forsøgs-serie anstilledes med en anden Gødningsportion, behandlet paa samme Maade som Gødningen i 2. Serie. Nærmere Redegørelse for Forsøgenes Plan findes i omstaaende Tabel, der ligeledes indeholder Forsøgenes Hovedresultater.

Forsøgene viser, at man kan faa ganske forskellige Tal frem for Kvælstoftabet, eftersom man har betjent sig af den ene eller den anden Undersøgelsesmetode, selv om man i øvrigt arbejder under ensartede Temperaturforhold og med Gødning af samme Beskaffenhed.

Forsøgs- serie	Antal Forsøg	Forsøgsbetingelser							Kvælstoftab			Jordens Kvælstof- optagelse, udtrykt i pCt. af Gødnings- kvælstoffet
		Befugt- ning Liter	Luftskifte pr. Dag	Tempera- tur ca. ° C.	Gødningens Alder og Sænder- delingsgrad	Det absolutte Kvælstof- indhold pCt.	Indhold af Am- moniak- kvælstof pCt.	Indhold af Salpeter- syre- kvælstof pCt.	I alt pCt.	Deraf		
										Ikke-Am- moniak- kvælstof pCt.	Ammo- niak- kvælstof pCt.	
I	3	0	20 Liter	23.8	1 Maaned gl., meget lidt forraadnet Kogødning	0.528	0.236	Spor	13.8	13.3	0.5	20.2
	2	1.48	20 —						27.8	27.3	0.5	20.0
	2	2.71	20 —						22.8	22.2	0.6	26.6
	3	0	aaben						37.6			17.1
	1	0.7	—						33.3			19.0
	2	1.48	—						36.6			16.7
	2	1.78	—						38.3			19.4
	2	2.71	—						38.7			20.5
II	4	0	20 Liter	19.2	3 Maaneder gl., lidt forraadnet Kogødning	0.499	0.105	0.021	+ 3.0	—	1.17	32.3
	3	1.28	20 —						6.9	6.1	0.8	35.4
	3	2.40	20 —						4.4	3.7	0.7	41.5
	4	0	aaben						23.5			18.0
	3	1.28	—						19.1			26.5
	3	1.46	—						18.3			33.7
III	4	0	Forskell- lig	Forskell- lig	3 Maaneder gl., temmelig forraadnet Kogødning	0.405	0.047	0.019	2.7			1.5
	4	50 pCt. af Jordens Kapacitet							4.6			1.3
	4	0.714							9.2			6.8
Det fore- løbige Forsøg	1	0.612	30 Liter	19—20	1 Maaned gl., temmelig forraadnet Kogødning	0.701	—	—	27.4	25.8	1.6	7.3

Særlig tydeligt fremgaar dette af Forsøgene i 2. Serie (se Tabellen), ved hvilken der er foregaaet et langt større Kvælstoftab fra de aabne end fra de lukkede Kar; ogsaa i 1. Serie er Tabene betydelig større fra de første end fra de sidste. I 3. Serie har Kvælstoftabet — uvist af hvilken Grund — under alle Forhold været forholdsvis ringe. For den friske (1 Maaned gamle) Gødnings Vedkommende, der ogsaa er den paa Ammoniakkvælstof rigeste, er Kvælstoftabet helt igennem betydelig større end for den mere forraadnede Gødnings Vedkommende, og ved Anvendelse af lukkede Kar har Tabet fra den sidste været ret ubetydeligt.

Befugtningens Indflydelse paa Kvælstoftabet træder ikke ganske klart frem ved disse Undersøgelser, men synes dog, set under eet, ikke at have været af den Betydning, som der paa Forhaand kunde være Grund til at vente.

Jordens Optagelse af Kvælstof fra Gødningen har i alle Forsøgene med Undtagelse af de til 3. Serie hørende været meget betydelig og saavel for befugtet som for ikke befugtet Gødnings Vedkommende.

Af stor Interesse er den i Forsøgene med de lukkede Kar givne sikre Paavisning af, at kun en forsvindende Del af det forflygtede Kvælstof er gaaet bort som Ammoniak, og man maa da gaa ud fra, at der under disse Forhold har været gunstige Betingelser for Dannelse og Forflygtigelse af frit Kvælstof eller lavere Kvælstofilter.

Spørgsmaalet om, hvilken af de undersøgte Fremgangsmaader, der svarer bedst til Gødningens Behandling under praktiske Forhold, mener Forf. at kunne besvare saaledes, at der i Praksis kan forekomme Forhold, der svarer til alle de her fremdragne, og at det saaledes ikke er muligt i al Almindelighed at angive, hvor stort Kvælstoftabet er fra den paa Marken spredte Gødning.

For at se, hvilken Indflydelse Dækning af Gødningen med Jord udøvede paa Kvælstoftabet, anstilledes i de aabne Kar og under i øvrigt lignende Betingelser, som foran omtalt, et Par Forsøg, ved hvilke 100 g Gødning dækkedes med 125 g Jord. Kvælstoftabet var, udtrykt i pCt. af Gødningens oprindelige Kvælstofmængde, følgende:

	Uden Jorddækning	Med Jorddækning
Ved lav Temperatur (ca. 8° C.) . . . . .	9.2	0.4
Ved høj Temperatur (ca. 21° C.) . . . . .	9.6	2.1

Jorddækningen har altsaa næsten fuldstændig forhindret Kvælstofforflygtigelse fra Gødningen, og denne bør da nedfældes hurtigst muligt efter Spredningen.

Harald R. Christensen.

## Forsøg med danske Bygsorter i Irland og Skotland.

Field experiments. I. Barley. — Department of agriculture and technical instruction for Ireland. Journal. Bind IX—XII, hhv. Side 285, 294, 238 og 439.

Da det irske Landbrugsdepartement i Dublin i 1901 paabegyndte Iværksættelsen af Dyrkningsforsøg med Byg, var Chevallier og Standwell de mest almindelige Sorter af 2rd. Byg i Irland. Goldthorpe og Archer spillede ogsaa en Rolle men var dog mindre udbredte. Forsøgene, som stadig fortsættes, udføres omkring i de bygdyrkende Egne som lokale Markforsøg under central Ledelse. Der benyttes store Parceller, og det er først i de to sidste Aar, der er benyttet Fællesparceller, og da kun 2. Man har Forbindelse med et stort Bryggeri, saaledes at Dyrkningsforsøgene har været kombinerede med egentlige Maltningsforsøg.

Det viste sig meget snart, at Archer-Bygget var det mest yderlige af de nævnte Sorter, idet Goldthorpe dog paa sværere Jorder og i vaade Aar gjorde det Rangen stridig. — Archer er en gammel Sort af ukendt Oprindelse. Det ligner i høj Grad og er muligvis identisk med det oprindelige Prentice-Byg.

Imidlertid blev Tystofte Prentice-Byg i 1906 inddraget i Forsøgene. — Professor *James Wilson*, Dublin, meddeler i »Transactions of the highland and agricultural society of Scotland«, 1912, at det skete paa Foranledning af en af det nævnte Bryggeris Funktionærer, som havde besøgt Danmark. — Tystofte Prentice tiltrak sig straks Opmærksomhed ved Typerenhed og forholdsvis god Kvalitet, lidt bedre end hos Archer, men dog navnlig derved, at det gav større Udbytte end nogen anden prøvet Sort. Tystofte Prentice, som i Irland paa Grund af dets Lighed med Archer-Bygget er omdøbt til »Danish Archer«, har været med i Forsøgene i alle de forløbne Aar og indgaar fremdeles heri. Det har, hvad det gennemsnitlige Udbytte angaar, stadig hævdet Pladsen som uovertruffen, om det end synes, at det ved Forædling af Archer-Bygget er lykkedes at tiltrække en Stamme, som kan staa Maal med det. Man forsøgte ved Masseudvalg af Aks at forbedre Archer-Bygget, og det synes ogsaa for en Del at være lykkedes; men det var Forædlingsarbejdet med det enkelte Aks som Udgangspunkt, der bragte det endelige Resultat.

I 1908, 1909 og 1910 blev der indforskrevet ny Saasæd af Tystofte Prentice fra Danmark til Sammenligning med Afkommet fra den i 1906 indførte Sæd, uden at der dog kunde paavises nogen væsentlig Forskel, hverken hvad Udbytte eller Kvalitet angaar.

Abed Prentice-Byg blev inddraget i Forsøgene i 1911 og forholdt sig, som det var at vente, som Tystofte Prentice.

I »The journal of the Board of agriculture«, Bind XVII, Side 62, fremdrages Resultaterne af Forsøg med 8 Varieteter af Byg i det nordlige Skotland. »Almindelig Byg« (»Common barley«) gav størst

Kærneudbytte, nemlig 42 bushels (1 bushel = 36 l) pr. acre (1 acre = 40 a), men mindst Halmudbytte, medens Tystofte Prentice-Byg (»Danish Archer«) kun gav 1 bushel Kærne mindre men 5 Cwt. Halm mere pr. acre end den nævnte Sort. Tystofte Prentice har, saa vidt det kan ses, kun været prøvet i et Aar, men det fremhæves, at det synes at være en værdifuld Sort, idet der dog tillige bemærkes, at dets Sildighed — det modnedes mindst en Uge senere end »Common barley« — i de fleste Egne af Nord-Skotland vil være en Hindring for, at det kan vinde almindelig Udbredelse.

L. P. M. Larsen.

### Forsøg med Rugsorter paa Svaløf.

Erik W. Ljung: »Redogörelse för af Sveriges Utsädesförening hittills utförda jämförande försök med olika rågsorter«. Sveriges Utsädesförenings Tidsskrift, 1912.

Forsøgene er dels anstillede i Aarene 1890—93, dels — i større Omfang — i Aarene 1905—11. Opgaven har været at prøve de bedste, hidtil kendte Rugsorter samt at undersøge Værdien af Svaløfs egne Forædlinger.

I den førstnævnte Forsøgsperiode fremkom følgende Resultat som 3-aarigt Gennemsnit.

Rugsort.	hkg Kærne pr. ha.	Kærneudbytte i Forhold til Provsti-Rug = 100.
Zeelænder .....	42.2	112
Spansk .....	39.4	105
Tysk Kæmpe .....	39.1	104
Bestehorn .....	38.9	104
Schlanstedt .....	38.8	102
Kollosal Hybrid .....	38.2	102
Provsti .....	37.8	100
Göteborg .....	37.8	99
Löfsta .....	32.4	86
Finsk .....	28.1	75

Til Trods for, at Zeelænder-Rug er en blødstraet Sort, har den i disse Aar været de andre Sorter overlegen. De høje Tal for Udbyttet, der i det hele taget er fremkomne ved Rugforsøgene paa Svaløf, skal man ikke fæste Opmærksomheden alt for meget ved. Det er langt mere Forholdet mellem de enkelte Sorter, der har Interesse, og der gøres i Beretningen opmærksom paa, at selve Forsøgsmetoden delvis er Aarsag til, at Tallene bliver høje, fordi de enkelte Parceller har været skilte ved 1.2 m brede Mellembælter, der i Foraaret blev tilsaaede med Vaarrug. Efter Forf. Anskuelse skulde der dog ikke herved kunne ske nogen nævneværdig Fejl, da Forholdet har været ens for alle Sorter.

Forsøgene 1905—11 omfatter ca. 30 Sorter, der har været prøvede i 2—6 Aar. I nedenstaaende Tabel gives en Oversigt over de vigtigste Sorters Kærneudbytte m. m.

Rugsort	Antal Aar i Forsøg	hkg Kærne pr. ha	Kærneudbytte i Forhold til Provsti-Rug	Kornstørrelse. Gram pr. 1000 Korn	Hollandsk Vægt	Straa-stivhed 1—10
Svaløfs 301 af Petkus . . . . .	5	48.9	136	29.6	121	7.2
do. 202 do. . . . .	5	46.7	130	27.2	119	6.9
do. 457 af Gøttinger . . . . .	3	45.0	125	25.7	122	
Alm. Petkus . . . . .	6	44.7	124	30.6	118	7.2
Svaløfs 530 af Provsti . . . . .	5	44.2	123	26.2	120	6.0
do. 420 a af Bretagne . . . . .	3	44.2	123	27.5	120	
do. 420 b do. . . . .	5	44.0	122	25.2	121	6.2
Alm. Bretagne . . . . .	6	43.8	122	26.3	122	5.8
Svaløfs 280 af Heinrichs . . . . .	4	43.6	121	27.5	123	8.0
Schlaraffen . . . . .	2	43.4	120	26.9	119	
Schlanstedt . . . . .	6	40.3	112	28.2	118	6.9
Svaløfs 340 af Zeelænder . . . . .	2	38.9	108	26.8	118	
Prof. Heinrichs . . . . .	6	36.5	101	26.9	118	7.7
Provsti . . . . .	6	36.0	100	28.1	119	5.8

Paa Forsøgsarealet ved Ultuna er udført Forsøg med de samme Sorter som ved Svaløf. Forsøgene er udførte saavel paa lermuldet Jord som paa Sandjord. Resultaterne fra Forsøgene har dog ikke vist sig væsentlig afvigende fra de tilsvarende paa selve Svaløf. I alle Tilfælde har Petkus-Rugen — og særlig den fra Petkus-Rug stammende Nr. 301 — hævdet Førstepladsen.

H. A. B. Vestergaard.

### Om Aarsagerne til forskellig Næringsværdi af Græs.

A. D. Hall og E. J. Russell: On the causes of the high nutritive value and fertility of the fattening pastures of Romney Marsh and other marshes in S. E. of England. Rothamsted Experimental Station. The Journal of Agricultural Science, 1912, 4. Bd., S. 339—370.

Langs Kysten af det sydøstlige England ligger nogle lave, flade Landstrækninger, der hovedsagelig benyttes som permanente Græsgange. Jorden består mest af Ler og Dynd, der er afsat af de der-værende Floder ved deres Udløb i Havet, og disse Strækninger hører til de bedste Græsgange i England. De er dog ikke lige gode overalt; Side om Side med meget frugtbare Arealer ligger der Partier, hvor Afgrøden ikke blot er mindre, men hvor Græsset erfaringsmæssig har en langt ringere Næringsværdi, idet det paa disse Partier vanskelig lader sig gøre at holde Faar, der skal fedes, eller Køer, der skal give

Mælk. Det var Formaålet med de refererede Undersøgelser at finde Grunden til denne Forskel.

De botaniske Analyser viste, at Plantebestanden bestod af de samme Arter paa de gode og paa de daarlige Partier. De mest fremtrædende Græsser, der tilsammen dannede Hovedbestanddelen af Afgrøderne, var Alm. Rajgræs, Fioringræs, Alm. Hvene og Kamgræs (det sidste var dog kun fremtrædende ved de første Afgræsninger). Bælgplanterne var kun svagt repræsenterede, dog fandtes der som Regel en Del Hvidkløver i Bunden. Ukrud var kun til Stede i ringe Mængde; det bestod hovedsagelig af Smørblomster.

Derimod var der stor Forskel i Planternes Karakter. Græsset fra de daarlige Partier bestod hovedsagelig af Stængler og var tilbøjeligt til at blive tørt og træet og tidlig modent, medens Græsset fra de gode Partier holdt sig frisk og grønt og var meget bladrigt.

Mod Forventning gav disse Forskelligheder ikke tydelige Udslag ved den kemiske Analyse. Indholdet af Cellestof var praktisk talt ens. Kvælstofindholdet var gennemgaaende lidt større i Græsset fra de gode Partier, og Kvælstofforbindelserne viste en lidt større Fordøjelighed ved Behandling med Pepsin, men Forskellen var saa ringe, at den vanskelig kunde forklare den store Forskel i Græssets Næringsværdi, og Forf. slutter derfor, at den almindelige Foderstofanalyse ikke egner sig til at bruges som Maalestok for Næringsværdien af et Materiale som Græs. — Paa et enkelt Punkt viste Analyseresultaterne et ejendommeligt Forhold, idet Indholdet af Mangan var 2—3 Gange saa højt i det daarlige som i det gode Græs.

Ved en almindelig Undersøgelse af Jordbunden kunde der heller ikke paavises nogen Forskel mellem de gode og de daarlige Partier. Afvandingsforholdene var ens; Arealerne var udgrøftede og Grundvandet Højde ca. 1 m under Overfladen. De almindelige mekaniske og kemiske Jordanalyser viste heller ingen karakteristiske Forskelligheder, naar det undtages, at Jorden fra de gode Partier indeholdt lidt mere Kvælstof end Jorden fra de daarlige Partier. Mere indgaaende Undersøgelser over Kvælstofforbindelsernes Natur viste, at først paa Sommeren var Indholdet af Nitrater langt større paa de gode end paa de daarlige Partier; længere hen paa Sommeren gik Indholdet af Nitrater ned, og Forskellen udjævnedes. Midt i Maj var Jordens Indhold af Nitratkvælstof i pCt. af Tørstoffet følgende (Undersøgelsen omfattede 3 Distrikter):

	Gode Partier.	Daarlige Partier.
Orgarswick . . . . .	0.000 015 pCt.	0.000 008 pCt.
Midley . . . . .	0.000 024 —	0.000 018 —
Westbroke . . . . .	0.000 021 —	0.000 008 —

Ved Laboratorieforsøg viste der sig en tilsvarende Forskel i Jordens salpeterdannende Evne, og Undersøgelser over Jordluftens Indhold af Kulsyre viste, at dette var størst paa de gode Partier.



Den omhandlede Forskel i Jordens Ydeevne kunde saaledes sættes i Forbindelse med en stærkere Sønderdeling af organiske Stoffer, og indgaaende biologiske Undersøgelser vilde have været af stor Interesse.

R. K. Kristensen.

### Tørring af Lupiner og Kartoffler.

R. Neumann og A. Lösche: Lupinenflocken. Mitteilung der königl. Landwirtschaftliche Versuchsstation Leipzig-Möckern. Die landwirtschaftl. Versuchsstationen, 78. Bd., S. 253—64.

Lupiner, hvis Næringsværdi paa Grund af deres store Æggehvideindhold er betydelig, anvendes kun i ringe Udstrækning som Foder, fordi de altid indeholder bittert smagende, undertiden giftigt virkende Alkaloider (Lupinin og Lupinidin), sjældnere det egentlige Lupingiftstof (Lupinotoxin). O. Kellner har anbefalet at fjerne disse Stoffer ved Udblødning af Lupinerne i koldt Vand i 2—3 Døgn og Kogning eller Dampning i 1 Time med paafølgende Udskylning i koldt Vand, der fornyes 4 Gange i 2 Døgn. Men endskønt denne Metode giver et uskadeligt og let fordøjeligt Foder, har den dog aldrig vundet nogen større Udbredelse, da den er for omstændelig at anvende i Praksis, særlig fordi Produktet paa Grund af dets store Vandindhold har en saa ringe Holdbarhed, at dets Fremstilling maa finde Sted daglig. I den nyere Tid har H. v. Fehrentheil, Liegnitz, imidlertid udarbejdet en Metode, der med mindre Ændringer synes at kunne føre Nyttiggørelsen af Lupinerne som Foder et betydeligt Skridt videre. Der benyttes et delvis kontinuerligt virkende Apparat, i hvilket Lupinerne udludes i koldt Vand, som fornyes 3 Gange, i Løbet af 3 Døgn og derefter dampes og tørres sammen med Kartoffler i Tørreri efter Fugmetoden. Der vindes herved et Produkt, som ikke alene har en ubegrænset Holdbarhed, men tillige som Følge af Lupinernes store Æggehvideindhold og Kartofflernes Rigdom paa Kulhydrater er et alsidigt, næringsrigt og let fordøjeligt Foder.

Forsøg paa Forsøgsstationen i Möckern i 1911 med Beder, som ved Siden af godt Enghø fodredes med et Produkt, fremstillet paa denne Maade af gule Lupiner og Kartoffler, viste, at dette indeholdt:

	Raanæringsstof	Fordøjeligt Næringsstof
	pCt.	pCt.
Æggehvide .....	30.8	26.8
Kulhydrater .....	49.4	46.8
Fedt .....	2.7	2.0

Dyrene fortærede villigt Lupin-Kartoffelfoderet, og dette havde ingen Forstyrrelse af deres Sundhed til Følge. Forf. anfører dog, at dette ikke kan tages som Bevis for, at det egentlige Lupingiftstof

(Lupinotoxinet), der ikke altid er til Stede, fjærnes ved den paagældende Proces. Den Omstændighed, at Dampningen først finder Sted efter Udvaskningen, gør det i Betragtning af Giftstoffets Tungtopløselighed i Vand endog usandsynligt, at det sker. Bedst vilde det sikkert være, hvis Udludningen ligesom ved Kellners Metode helt eller delvis fandt Sted i varmt i Stedet for i koldt Vand, og dette vilde formentlig let kunne praktiseres paa Kartoffeltørrerierne. — Bitterstofferne (Alkaloiderne), der i gule Lupiner udgør 0.87 pCt. af Tørstoffet, nedbringes ved Fehrentheils Metode til 0.058, ved Kellners derimod til 0.086 pCt. Sidstnævnte Metode har dog et noget større Tab af Næringsstoffer til Følge end førstnævnte.

Spørgsmaalet synes saaledes at trænge til nærmere Undersøgelse. Dets Løsning vil kunne blive af stor Betydning, navnlig for magre, sandede Jorder, hvor Lupiner og Kartoffler trives vel.

*H. C. Larsen.*

---

#### Ændring

efter Anmodning af Forfatterne <sup>18/12</sup> 1912.

Side 472, Linie 4 f. n.: sløve, læs: skarpe