

# Kartoflers vægt i vand.

Undersøgelser over forholdet mellem kartoflers tørstof og stivelseindhold og deres vægt i vand, dels med og dels uden luftuddrivning.

Af M. Nissen.

INDHOLD:	Side
Indledning.....	121
Forskellige tabeller.....	122
Tabellernes udgangspunkt.....	124
Temperaturens indflydelse på kartoflers vægt i vand.....	128
Undersøgelser ved Tylstrup.....	130
Arbejdets tilrettelæggelse.....	130
Metodik.....	131
Konservering af kartoffelpulp.....	131
Luftbestemmelse.....	131
Uddrivning af luft i hele kartofler.....	133
Stivelsebestemmelse.....	134
Sukkerbestemmelse.....	135
Sammenhæng mellem kartoflernes vægt i vand og tørstofprocenten... ..	135
Luftindholdet i kartofler.....	140
Fejlkilder for analyserne.....	143
Variation i kartoffeltørstoffets vægtfylde.....	145
Luftuddrivning af hele knolde.....	148
Årsvariationen.....	154
Årsager til forskelligt luftindhold.....	155
Forholdet mellem tabellerne.....	156
Diskussion.....	158
Tabel til aflæsning af pct. tørstof og pct. stivelse.....	158
Sammendrag.....	160
Summary.....	162
Litteraturfortegnelse.....	164

## Indledning.

Kartofler, som sælges til industrielt brug, afregnes i reglen efter deres stivelse- eller tørstofindhold, der beregnes ud fra en bestemmelse af kartoflernes vægtfylde. Som regel bestemmer man vægten af 5 kg kartofler nedsænket i vand ved hjælp af Rei-

manns vægt — eller anden lignende vægt — og kartoflernes »stivelseprocent« findes derefter ved hjælp af Maerckers tabel (1). Der er dog udarbejdet adskillige andre tabeller, der mere eller mindre afviger fra Maerckers.

### Forskellige tabeller.

Maerckers tabel er konstrueret således, at der som »indgang« (1. kolonne) benyttes vægten i vand af 5 kg kartofler. Denne vægt er anført fra 290 g til 690 g med interval på 5 g.

I anden kolonne er den dertil svarende vægtfylde af kartoflerne anført. Ved grafisk fremstilling er vægtfylden en krumlinet funktion af vægten i vand, hvilket vil fremgå af, at sammenhængen mellem vægtfylde ( $V$ ) og vægt i vand ( $X$ ) — hvis vandets vægtfylde er  $K$  — er givet ved hyperbellingningen:

$$V = \frac{5000 K}{5000 - X}$$

Tabellens 3. kolonne indeholder den til vægten i vand svarende tørstofprocent, beregnet efter formlen

$$T = 214 (V \div 0,988).$$

Tørstofprocenten betragtes altså som en retlinet funktion af vægtfylden, og det ses umiddelbart, at en vægtfylde på 0,988 modsvarende 0 pct. tørstof. Endvidere ses det, at såfremt vægtfylden stiger med 0,001, stiger tørstofprocenten med 0,214.

I tabellens 4. og sidste kolonne er endelig stivelseprocenten ( $S$ ) anført, beregnet efter formlen

$$S = T \div 5,752$$

A. J. Hansen har udarbejdet en tabel (3), hvor tørstofprocenten — som af Maercker — antages at være en retlinet funktion af vægtfylden, men ansættes en enhed højere, altså

$$T = 214 (V \div 0,988) + 1$$

$$T = 214 (V \div 0,983)$$

Stivelsesprocenten antages at være en vis del af tørstofprocenten og ansættes således

$$S = 0,726 \cdot T$$

C. v. Schéele, G. Svensson og J. Rasmussen har, på grundlag af en undersøgelse af 560 kartoffelprøver, opstillet en tabel (6), i henhold til hvilken man har:

$$T = 211 (V \div 0,984) \text{ og}$$

$$S = 199 (V \div 1,011).$$

R. K. Kristensen er (4), på grundlag af 150 kartoffelprøver, kommet til formlerne

$$T = 226 (V \div 0,992) \text{ og}$$

$$S = 204 (V \div 1,010).$$

Alle de ovenfor anførte forfattere går altså ud fra, at såvel tørstof som stivelseprocenten er en retlinet funktion af vægtfylden.

I modsætning hertil går O. Tedin, J. E. Lindberg og C. v. Schéele (7) ud fra, at stivelseprocenten kan betragtes som en retlinet funktion af vægten i vand

$$S = 0,03974x + 0,95,$$

hvor  $x$  er vægten i vand, angivet i g. Denne formel kan — hvis vandets vægtfylde regnes til 1 — omskrives til

$$S = 200 (V \div 0,994): V$$

hvorved den lettere kan sammenlignes med de ovenfor anførte formler. Det bemærkes, at  $V$  ligger i nærheden af 1.

Andre foreslåede tabeller skal ikke omtales her.

### Tabellernes udgangspunkt.

Stivelseprocenten — og tørstofprocenten — opfattes altså af nogle som en retlinet funktion af vægtfylden, af andre som en retlinet funktion af vægt i vand. Det kan måske have sin interesse at betragte disse to synspunkter lidt nærmere og se, hvilke konsekvenser, hver af dem måtte føre til. Som foran nævnt, er vægtfylden ikke en retlinet funktion af vægt i vand, men en hyperbelfunktion af denne. Det er dog et så lille stykke af hyperblen, der benyttes, at krumningen kun er ganske ringe, og det kan være vanskeligt rent empirisk at afgøre, om stivelseprocenten er en retlinet funktion af vægtfylden eller af vægt i vand — eller ingen af delene.

Vi vil nu tænke os vand — af vægtfylden 1 — blandes med et ikke flygtigt stof  $a$ , af vægtfylden 2, og dette stof er endvidere af den beskaffenhed, at dets blanding med vand sker uden nogen ændring af rumfangsforholdene. Ud fra de givne antagelser, 1) konstant vægtfylden (2,0) af stoffet  $a$ , og 2) ingen rumfangsændring ved blandingen, kan man let beregne de i tabel 1 anførte tal.

Tabel 1. Tørstofprocent i forhold til vægt i vand og vægtfylden.

$y$ vægtprocent af $a =$ pct. tørstof	Indhold i 100 g stof $bl$		$R$ rumfang af 100 g stof $bl$	$x$ vægt i vand af 100 g stof $bl$	$V$ vægtfylden af stoffet $bl$
	vand g	$a$ g			
0	100	0	100	0	1.000
10	90	10	95	5	1.053
20	80	20	90	10	1.111
30	70	30	85	15	1.176
40	60	40	80	20	1.250
50	50	50	75	25	1.333
60	40	60	70	30	1.428
70	30	70	65	35	1.538
80	20	80	60	40	1.666
90	10	90	55	45	1.818
100	0	100	50	50	2.000

Det ses, at det procentiske indhold af stof  $a$  er en retlinet funktion af vægten i vand, og ikke af vægtfylden. Kaldes det procentiske indhold af stoffet  $a$  for  $y$ , vægten i vand af 100 g stof  $bl$  for  $x$  (stof  $a +$  vand = stof  $bl$ ), vægtfylden af stof  $a$  for  $v$ , vægt-

fylden af stof  $bl$  for  $V$ ,  $g$  vand i 100  $g$  stof  $bl$  for  $P$  og rumfanget af 100  $g$  stof  $bl$  for  $R$ , har man

$$R = \frac{y}{v} + P$$

$$x = 100 \div R, x = (y + P) \div \left( \frac{y}{v} + P \right)$$

Da der gås ud fra, at vandets vægtfylde er 1, kan der ses bort fra vandets vægt ved vejning af stof  $bl$  i vand, og der fås

$$x = y \div \frac{y}{v}$$

Denne størrelse kan omskrives til

$$y = x + \frac{y}{v}, y = \frac{x \cdot v}{v \div 1} \text{ og } v = \frac{y}{y \div x}$$

Når — som det er tilfældet i tabel 1 —  $v = 2$ , findes

$$x = 0,5 y \text{ og } y = 2 x$$

Den sandsynlige vægtfylde af kartoflernes tørstof er på fig. 2 fundet at være 1,666 når vægtfylden er konstant. Sættes  $v = 1,666$  fås

$$x = 0,4 y \text{ og } y = 2,5 x$$

Såfremt vægtfylden af tørstoffet ( $a$ ) er konstant findes pct. tørstof i et vandblandet stof ( $bl$ ) ved at multiplicere stoffets vægt i vand med en faktor, der betegnes  $b$ .

$$y = bx$$

Kendes tørstoffets vægtfylde, kan man regne sig til  $b$ , idet  $a \text{ cm}^3$  tørstof vejer i luft  $a \cdot v \text{ g}$  (svarer til  $y$ )  
 $a \text{ cm}^3$  tørstof vejer i vand  $a \cdot v \div 1 \text{ g}$  (svarer til  $x$ )

Forholdet ( $b$ ) mellem vægt i luft og vægt i vand er altså  $\frac{v}{v \div 1} = b$

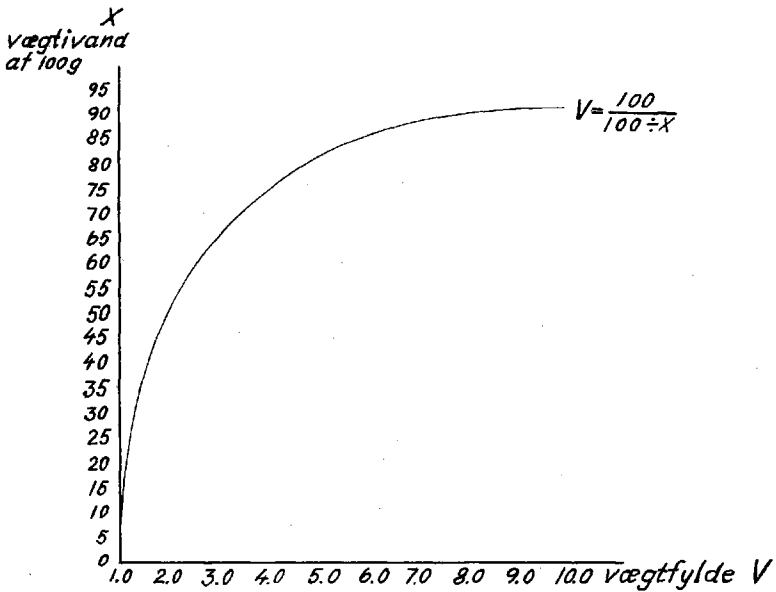


Fig. 1. Vægtfyldekurve

Dette er også umiddelbart indlysende, idet vægten af  $1 \text{ cm}^3$  stof ved nedsækning i vand med vægtfylde 1 formindskes med 1 g.

Af det fremsatte ses, at tørstofprocenten i kartofler ikke kan være en retlinet funktion af kartoflernes vægtfylde — således som det er forudsat i Maerckers tabel — hvis tørstoffets vægtfylde er konstant.

Vægtfylden for et stof findes ud fra 100 g af størrelsen:

$$V = \frac{100}{100 \div x} \text{ og vægt i vand af størrelsen: } x = 100 \div \frac{100}{V}$$

Figur 1 er en grafisk fremstilling af forholdet mellem vægt i vand og vægtfylden.

Maerckers tabel viser kartoflers tørstofprocent fra 5,8 til 13,8 g i vand af 100 g kartofler, og på fig. 1 ses, at vægtfylden på dette korte stykke afviger så lidt fra vægt i vand, at der er en mulighed for, at kartoffeltørstoffets vægtfylde varierer således, at kartoflernes tørstofprocent er en omtrent retlinet funktion af deres vægtfylde. Følgende beregning viser imidlertid, hvorledes tørstoffets vægtfylde varierer, når der er en retlinet funktion mellem

kartoflernes vægtfylde og deres tørstofprocent, og det kan herigennem ses, om der er sandsynlighed for, at det er teoretisk rigtigt at benytte kartoflernes vægtfylde ved bestemmelse af deres tørstofprocent.

Ansættes  $x = 8$  og  $v = 1,666$  findes  $y = 20$  og  $V = 1,087$ .

Forholdet mellem kartoflernes vægtfylde og tørstofprocent er altså  $\frac{20}{1,087} = 18,4$ , og dette forhold må bibeholdes ved en retlinet funktion. Der findes da følgende værdier:

når  $x = 4$  at  $v = 1,264$  og  $y = 19,17$   
 »  $x = 8$  at  $v = 1,666$  og  $y = 20,00$   
 »  $x = 12$  at  $v = 2,347$  og  $y = 20,91$ .

Det ses straks, at en sådan variation i tørstoffets vægtfylde slet ikke er sandsynlig. Maerckers tabel er også udregnet efter formlen  $y = 214 (V \div 0,988)$ . Betegnes  $V \div 0,988$  med  $V^1$ , og beregnes  $V^1$  i stedet for  $V$  fås tal for tørstoffets vægtfylde, der er mere sandsynlige end i det første eksempel. Det må erindres, at  $x$  her gælder for 100 g, medens  $x$  i Maerckers tabel gælder for 5000 g.

Ansættes igen  $x = 8$  og  $v = 1,666$  findes

$$V^1 = 1,087 \div 0,988 = 0,099,$$

og det konstante forhold mellem  $y$  og  $V^1$  er  $\frac{20}{0,099} = 202$ . Når den konstante faktor bliver 202 i stedet for 214, som Maercker bruger, hidrører det fra, at  $v$  er ansat til 1,666. Udregningen giver følgende værdier:

når  $x = 4$ , at  $V^1 = 0,054$ ,  $v = 1,579$  og  $y = 10,91$   
 »  $x = 8$ , at  $V^1 = 0,099$ ,  $v = 1,666$  og  $y = 20,00$   
 »  $x = 10$ , at  $V^1 = 0,123$ ,  $v = 1,673$  og  $y = 24,85$   
 »  $x = 12$ , at  $V^1 = 0,148$ ,  $v = 1,670$  og  $y = 29,90$   
 »  $x = 20$ , at  $V^1 = 0,262$ ,  $v = 1,608$  og  $y = 52,92$ .

Det ses, at tørstoffets vægtfylde ( $v$ ) stiger til  $x = 10$  for derefter igen at falde, og da en direkte bestemmelse af tørstoffets

vægtfylde ikke viser en sådan variation i vægtfylden, må det anses for bevist, at tørstofprocenten i kartofler ikke er en retlinet funktion af kartoflernes vægtfylde.

### Temperaturens indflydelse på kartoflers vægt i vand.

Udvider kartofler og vand sig lige stærkt ved stigende temperatur, kan der ses bort fra temperaturens indvirkning på kartoflernes vægt i vand, da denne i så fald stadig vil være den samme, uanset temperatursvingninger, når temperaturen er blevet ens i kartofler og vand. Derimod bliver kartoffelens vægtfylde mindre, eftersom de udvides med stigende temperatur.

Tabel 2 viser, hvorledes kartoffelens vægt i vand forholder sig ved stigende temperatur. Til undersøgelsen er benyttet sorterne Frühbote med ca. 20 pct. tørstof, Deodara med ca. 27 pct. og Robusta med 30 pct. Der er afvejnet 5000 g i luft, og da resultaterne stemmer godt overens for de tre sorter, er kun gennemsnittet anført i tabel 2.

Tabel 2. Vægt i vand af kartofler ved forskellig temperatur.

Temperatur i C°	Vægt i vand af 5 kg kartofler	Vægtfylde af kartofler	pct. tørstof Maerckers tabel		Fald i tørstofprocenten m. stigende temperatur	
			vægt i vand	vægtfylde	vægt i vand	vægtfylde
4	480	1.1066	25.38	25.38		
17	478	1.1049	25.25	25.01	0.13	0.37
28	475	1.1013	25.08	24.24	0.30	1.14

Det fremgår af opstillingen, at kartoflerne ved stigende temperatur udvider sig mere end vand. Når kartoflernes vægt i vand benyttes ved udregning af tørstofprocenten betyder temperatursvingninger ikke stort. Omregnes der til vægtfylde bliver fejlen ca. 4 gange så stor. Det må kræves, at kartoflerne og vandet hvori de vejes har omtrent samme temperatur.

For nærmere at bestemme kartoflernes udvidelse ved stigende temperatur, blev ca. 23 g luftbefriet kartoffelpulp opvarmet i 100 ml målekolber fra 10°C til 43°C. Vægten i vand af kartoflerne forandrede sig ikke nævneværdigt ved denne temperaturstigning, når der sås bort fra kolbernes udvidelseskoefficient. Når denne inddrages i beregningen med størrelsen 0,000025,



falder kartoflernes vægt i vand — omregnet på 5 kg — fra 460 g til 444 g.

Tabel 3. Vægt i vand i 100 ml målekolbe af revne kartofler.

Temperatur i C°	Vægt i vand af 5 kg kartofler	
	ikke korri- geret	korrigeret for kolbens udvidelse
10.0	456.7	459.9
17.8	459.7	459.7
22.0	458.5	456.5
32.9	459.4	453.0
43.0	456.1	444.4

De 16 g vægttab antages at stamme fra, at kartoflerne har udvidet sig mere end vandet, og omregnet til tørstof, svarer det nogenlunde til, hvad der er fundet i tabel 2.

For at undersøge forholdet lidt nærmere, er der foretaget nogle vejninger i pyknometre. Da anvendelse af kartoffelpulp er forbundet med praktiske vanskeligheder, er der i stedet benyttet tørrede kartofler, hvis oprindelige vandindhold var kendt, og der er regnet tilbage på de friske kartofler. I tabel 4 ses resultatet ved temperaturer fra 10 til 40°C, dels hvor taravægten af det vandfyldte pyknometer er bestemt direkte ved vejning for hver enkelt temperatur, og dels hvor taravægten er bestemt ved at beregne vægten — ud fra det vandrumfang der fandtes ved 15°C — ved de forskellige temperaturer uden at tage hensyn til, at pyknometret udvider sig.

Tabel 4. Vægt i vand af 5 kg kartofler ved forskellige temperaturer.

Temperatur i C°	Taravægt bestemt direkte	Taravægt beregnet
10	361.9	360.0
15	360.9	360.9
20	359.0	360.2
30	358.7	361.1
40	357.1	362.3

I den første talrække, hvor taravægten er bestemt direkte, ses, at kartoflernes vægt i vand er faldende på grund af, at de

udvider sig mere end vandet, medens det modsatte er tilfældet i anden talrække, og den her fundne stigning kan forklares ved, at pyknometrene har udvidet sig mere, end hvad der svarer til kartoflernes udvidelse overfor vand. Der er arbejdet med 2 fællesprøver, og mellem disse har der været god overensstemmelse, medens variationen ved temperaturstigningen ikke har været helt jævn. Dette kan muligvis stamme fra, at det benyttede termometer kan have vist lidt forkerte temperaturer. Uregelmæssigheden ved 30°C kan vanskeligt forklares på anden måde.

Tages der en passende mængde stof i arbejde, kan der gås ud fra, at pyknometrets udvidelse på det nærmeste svarer til kartoflernes merudvidelse overfor vand, og efter denne antagelse er der arbejdet ved luftbestemmelsen i kartofler. Selv om undersøgelserne har vist, at temperaturen ikke har væsentlig indflydelse på kartoffelpulpens vægt i pyknometre, må det dog tilstræbes at arbejde ved konstant temperatur.

## Undersøgelser ved Tylstrup

### Arbejdets tilrettelæggelse.

Som en fortsættelse af den af R. K. Kristensen gennemførte undersøgelse over: »Kartoflernes vægtfylde og deres indhold af tørstof og stivelse« (356. beretning) blev der på Tylstrup forsøgsstation fra 1937 udført vejning i vand af tørstofprøverne fra sortsforsøgene med kartofler. Ved at stille prøverne op som vist i tabel 5 og foretage en udjævning af tallene, viste det sig, at tørstoffets vægtfylde var stigende med tørstofprocenten, og stærkest stigende ved lave tørstofprocenter. Først blev denne forskellige vægtfylde af tørstoffet forklaret ud fra en teori om, at stivelsen havde en vægtfylde på 1,75 og resttørstoffet en vægtfylde på 1,26, idet man ved disse tal fandt en særdeles god overensstemmelse med de udjævnede tal for tørstoffets vægtfylde i tabel 5. Undersøgelser af H. Bjørn Andersen (2) viser, at der er et luftindhold i kartofler, og dette kan evakueres i vakuum. I 1946 påbegyndtes vakuumbehandling og vejning i vand af kartoffelpulp i 100 ml målekolber. I tabel 8 ses, at der efter vakuumbehandlingen findes en vægtfylde for tørstoffet på ca. 1,64, og nogenlunde ens for høje og lave tørstofprocenter. Af tabel 5 fremgår, at vægten i

vand af 5 kg kartofler skal ganges med 0,05 for at få pct. tørstof  $\div 2$  pct. Disse 2 pct. tørstof stammer for største delen fra kartoflernes luftindhold. I 1951 udarbejdedes en metode til at evakuere luften fra hele kartofler, ved en vakuumbehandling ca. 30 minutter af kartoflerne nedsænket i vand, og ved denne fremgangsmåde kan vakuumbehandlingen få praktisk betydning. I 1953 blev der gennemført en del vægtfyldebestemmelser i kartoflers tørstof ved vejning af tørrede kartofler i vandfyldte pyknometre, for at undersøge om uregelmæssigheder i de fundne resultater kunne skyldes forskellig vægtfylde af kartoffeltørstoffet. Regressionskoefficienten  $b$  kan findes ud fra tørstoffets vægtfylde af størrelsen

$$b = \frac{v}{v \div 1},$$

altså samtidig på en let måde bestemme størrelsen af  $b$ .

### Metodik.

I årene 1937—1951 er ved Tylstrup forsøgsstation udført 2681 bestemmelser af vægt i vand af 5 kg kartofler med Reimanns vægt, og i de samme prøver er der foretaget tørstoffbestemmelse ved tørring i ovn i 24 timer ved ca.  $90^{\circ}\text{C}$ . 968 af prøverne stammer fra de ordinære sortsforsøg ved Tylstrup forsøgsstation og 1713 af prøverne fra kartoffelmelsfabrikkernes forsøg.

### Konservering af kartoffelpulp.

Fra 1946 er der foretaget luftbestemmelse i en del af prøverne og fra 1948 tillige stivelse- og sukkerbestemmelse. Da disse bestemmelser vanskeligt lader sig gennemføre i den friske kartoffelpulp, blev 200 g af pulpen konserveret ved tilsætning af 1 g benzonsyre og 2 ml konc. saltsyre, og efter omhyggelig omrøring fyldt i flaske, der blev lukket med gummiprop.

Ved kontrolanalyser er der — efter forudgående korrektion — fundet god overensstemmelse mellem konserverede og ikke konserverede prøver.

### Luftbestemmelse.

I kartofler er der ret varierende mængder af luft, og denne luft forårsager en opdrift, når kartoflerne vejes i vand. Derved

bliver vægten i vand bestemt for lavt. Ved at sætte den fint revne pulp i vakuum kan luften drives ud, hvorefter kartoflernes virkelige vægt i vand kan bestemmes. Den vægtforøgelse, der findes, svarer til luftens opdrift.

Bestemmelsen kan udføres på følgende måde:

I 100 ml Rapp-Degener kolbe med snæver hals afvejes 20—25 g af den godt blandede pulp. Der fyldes så meget vand på, at pulpen er dækket, hvorefter kolben anbringes i vakuum-exikator, og trykket bringes ned, indtil der opstår så kraftig en skumudvikling, at skummet går op i kolbehalsen. Der slippes da luft ind i exikatoren, så skummet går tilbage i kolben, og denne behandling gentages, indtil trykket er kommet ned til 1—3 cm kvægsølvstryk. Kolben tages ud og fyldes ca.  $\frac{3}{4}$  med vand, bringes atter under vakuum indtil der fremkommer en kogning i vædsken. Efter nogle minutters kogning kan der regnes med, at al luft er drevet ud. Der fyldes forsigtigt op til mærket i kolben, så vandet holder sig helt klart for oven. Indstillingen til mærket sker lettest med fin pipette, og aflæsningen sker ved hjælp af lup, og det er det mest formålstjenlige at anbringe en klemme eller lignende om kolbehalsen, så lyset altid falder ens. Der kan opnås ret stor nøjagtighed med målekolber ( $\pm 20$  mg), men anvendelse af egnede pyknometre er dog at foretrække.

Vægten af kolben fyldt til mærket med luftbefriet vand må bestemmes ved en temperatur, der er nøjagtigt kendt, og herudfra konstrueres en tabel, der angiver vægten af den vandfyldte kolbe ved de temperaturer, der kan være tale om at benytte.

Efter at vægten af kolben med luftbefriet kartoffelpulp er bestemt og temperaturen aflæst, trækkes vægten af den vandfyldte kolbe ved den pågældende temperatur fra, hvorved man finder vægten i vand af den afvejede kartoffelmængde. Ved at dividere med afvejede g kartofler og multiplicere med 5000 fås vægt i vand for 5 kg, og ved at trække vægten i vand af ikke luftbefriede kartofler fra vægten i vand af luftbefriede kartofler, findes luftens opdrift. Tilsætning af benzosyre + saltsyre hæmmer skumudviklingen, og luftuddrivningen er derfor lettest i konserverede kartofler.

For konserverede kartofler må der korrigeres, idet der med den tilsatte syre er tilført pulpen 1,7 pct. fremmed stof, hvorfor

der skal ganges med 5087 i stedet for med 5000. Fra den fundne vægt i vand for 5 kg kartofler trækkes 14 g, idet syretilsætningen har forøget vægten af 5 liter vand ca. 14 g.

#### Uddrivning af luft i hele kartofler.

I 1951 er der ved Tylstrup udført nogle orienterende undersøgelser, der viser, at luften i kartofler uddrives, når knoldene nedsænket i vand anbringes i vakuum. Nedsænkes kartoflerne ikke i vand under vakuumbehandlingen, forårsager denne ingen forøgelse af vægten i vand. Åbenbart går luften i så tilfælde igen frit ind i knoldene, når trykket bliver normalt. Knoldenes behandling i vakuum skal foregå uden afbrydelse, idet luftudviklingen fra knoldene ikke kan komme i gang igen, såfremt behandlingen afbrydes, idet der formentlig presses vand ind i de fine porer og hindrer luftudviklingen. Ved den foretagne vakuumbehandling af knoldene er vægten af disse forøget, og det må formodes, at luften i porerne erstattes med vand, når trykket igen bliver på 1 atmosfære. Det var at forvente, at kartoflernes vægtforøgelse i luft ville svare nogenlunde til vægtforøgelsen i vand ved vakuumbehandlingen. Holder kartoflernes rumfang sig uforandret, vil indtrængt vand virke lige stærkt på vægt i vand og vægt i luft. Ved behandling i vakuum stiger kartoflernes vægt i luft imidlertid sædvanlig ca. dobbelt så meget som vægten i vand, og der må altså foregå en rumfangsforøgelse af kartoflerne ved denne behandling.

Kartoffelknolden er en levende plantedel, og det er velkendt, at knoldene rådner, såfremt partier af en mark i vækstperioden står under vand. På kartoffelknoldens overflade findes der små porer i korklaget, og fra enkelte af disse porer ses der en livlig luftudvikling, når knolden anbringes i vand i luftfortyndet rum. Denne luftudvikling kan fortsætte i mange timer. Skæres en knold igennem på langs, sker luftudviklingen omtrent udelukkende fra knoldens overflade. Deler man den halve knold med to snit parallelt med første snit, ses der luftudvikling fra alle tre skiver, hvilket tyder på, at knoldens luftindhold er fordelt over hele knolden og ikke begrænset til lige under korklaget. Formentlig fortsætter de fine åbninger eller kanaler helt ind til knoldens midte vinkelret på knoldens overflade. Skæres knolden midt igennem, er det sjældent, der rammes en kanal. Ved vakuumbehandling

sker der muligvis en kulsyreudvikling, idet der i flere timer kan iagttages en svag luftudskillelse fra kartoffelknolden.

#### Stivelsebestemmelse.

Fra 1949 er der gået frem efter E. Ewers metode med anvendelse af konserveret pulp. Der er foretaget korrektion for opløselige stoffer. Prøven fra luftbestemmelsen på 100 ml er hældt over i passende flasker med tilsætning af 5 ml 19,9 pct. saltsyre og har fået lov til at stå ca. 12 timer, før der filtreres. Af filtratet afmåles 25 ml til korrektion for stivelsebestemmelserne og 50 ml til sukkerbestemmelse. I 1948 udførtes stivelsebestemmelserne på den måde, at der afvejedes 8 g pulp i et lille bægerglas, tilsattes 40 ml vand, og efter henstand ca. 2 timer under omrøring udvaskedes på filter i büchnertragt, hvorefter filter med stivelse bragtes kvantitativt over i en stivelsekolbe og den sædvanlige metode anvendtes. I filtratet foretoges sukkerbestemmelse.

C. v. Schéele m. fl. (6) omtaler, at der findes ca. 1 pct. pektin i kartofler, og angiver to metoder til at bortskaffe dette stof. Ved at efterprøve C. v. Schéeles permanganatmetode på ren kartoffelstivelse fandtes imidlertid, at permanganat nedbryder stivelse ret stærkt.

Da der er mulighed for, at stivelsesprocenten ved Tylstrup 1948 på grund af pektinindhold er bestemt for højt, er det undersøgt, om det er muligt at udfælde pektin, der er tilsat kartoffelpulp, og ved anvendelse af følgende metode lykkedes det at bortskaffe dette stof. Efter at stivelseanalysen er kogt på vandbad, gøres den svagt rød ved tilsætning af fenoltalein og natriumhydroxyd, hvorefter der tilsættes 5 ml blyacetat og omrystes. Efter ca. 10 minutters henstand tilsættes 10 ml natriumfosfat og omrystes med påfølgende tilsætning af 0,6 ml konc. saltsyre. Efter rolig henstand ca. 10 minutter fyldes op til mærket og filtreres. Ved at sammenligne denne blyacetatfældning med den sædvanlige ammoniummolybdatfældning i sur vædske, findes kartoffernes pektinindhold som et merindhold af stivelse i prøverne, der er fældet med molybdat.

I 28 kartoffelprøver fandtes efter denne metode 0,27 pct. pektin i gennemsnit for alle prøver, med svingninger fra 0 til over 0,50 pct. Ved undersøgelser viste det sig, at pektin tilsat kartoffelpulp

går i opløsning i 1,124 pct. saltsyre, der bruges til stivelsebestemmelse. Pektinet kommer altså med i korrektionen på stivelsebestemmelsen, som er foretaget fra 1949, og stivelsebestemmelsen påvirkes altså ikke af, om der er mere eller mindre pektin i kartoflerne.

#### Sukkerbestemmelse.

De 50 ml opløsning fra luftbestemmelsen i kartofler indstilles med fenolftalein og natriumhydroxyd til svag rødfarvning og tilsættes 1 ml ammoniummolybdat, omrystes, hvorefter der tilsættes 1 ml konc. saltsyre. Efter nogle minutters henstand omrystes, og når bundfaldet har sat sig, filtreres, og sukkeret bestemmes med fehlingssvædske.

#### Sammenhæng mellem kartoflernes vægt i vand og tørstofprocent.

Efter vægt i vand er 1911 kartoffelprøver inddelt i klasser. Gennemsnittet af klasserne er vist i tabel 5, og stigningen i pct.

Tabel 5. Regression mellem vægt i vand og pct. tørstof.  
1911 prøver 1937-48.

Antal prøver	$x$ vægt i vand g	$y$ pct. tørstof	$y^1$ udjævnet tørstof- procent	Vægtfylde af tørstof, beregnet af $v = \frac{y}{y \div x^1}$	$b$ for klassen $b = \frac{y - 2,00}{x}$
1	2	3	4	5	6
1	302	17.80	17.12	1.514	0.0523
7	316	17.96	17.82	1.543	0.0505
4	347	19.06	19.37	1.572	0.0492
31	360	19.78	20.03	1.572	0.0494
61	379	21.12	20.98	1.560	0.0504
76	395	21.72	21.78	1.572	0.0499
154	411	22.63	22.58	1.570	0.0502
247	427	23.32	23.38	1.582	0.0497
290	444	24.19	24.23	1.580	0.0500
256	461	25.06	25.08	1.582	0.0500
255	477	25.76	25.88	1.589	0.0498
188	493	26.61	26.68	1.588	0.0499
126	509	27.49	27.49	1.588	0.0501
89	525	28.16	28.29	1.595	0.0498
62	541	29.14	29.08	1.591	0.0502
33	556	30.02	29.84	1.588	0.0504
17	575	30.84	30.79	1.595	0.0502
12	590	31.33	31.54	1.604	0.0497
2	625	33.69	33.29	1.590	0.0507
Gennemsn.	456.99	24.8864	24.89		

tørstof, sammen med stigningen af vægt i vand er udregnet, efter »de mindste kvadraters metode«, således som den er beskrevet af R. K. Kristensen i fejlteori (5).

De benyttede symbolers betydning fremgår af følgende:

$x$  = vægt i vand i  $g$  af 5 kg kartofler

$x^1$  = vægt i vand i  $g$  af 100 g kartofler ( $x^1 = \frac{x}{50}$ )

$y$  = pct. tørstof

$b$  = Regressionskoefficient (stigning i  $y$  for 1  $g$  stigning af  $x$ )

$k$  = konstant (værdi af  $y$  når  $x$  er 0)

$y^1$  = de beregnede værdier af  $y$

$Gx$  = gennemsnitsvægt i vand

$Gy$  = gennemsnitstørstofprocent

$dx$  og  $dy$  = klassernes afvigelse fra  $Gx$  og  $Gy$

$v$  = tørstoffets vægtfylde

Tallene i tabel 5 giver følgende resultat:

$$b = \frac{\Sigma dx \cdot dy}{\Sigma dx^2} = \frac{206909 \cdot 80}{4132026} = 0,0500$$

$$k = Gy \div Gx. \quad b = 24,8864 \div 456,99 \cdot 0,0500 = 2,0049 \text{ pct. tørstof.}$$

Middelfejl på regressionskoefficient er fundet af:

$$m_b^2 = \frac{[(y \div y^1)^2]}{[dx^2] \cdot (n-2)} = \frac{19,8785}{4132026 \cdot 17}, \quad m_b = 0,00053.$$

Efter dette stiger tørstofprocenten med 0,05 for hver gang vægten i vand stiger 1 g, og tørstofprocenten findes ved at gange vægt i vand med 0,05 og lægge 2,00 til produktet.

$$y = xb + k = x \cdot 0,05 + 2,00.$$

I tabel 5 rubrik 6 er  $b$  udregnet for de enkelte klasser af størrelsen  $b = \frac{y \div 2,00}{x}$ , og det ses, at der for midterklasserne fås ret

konstante værdier, der svinger omkring 0,0500.

I rubrik 5 er vægtfylden af tørstoffet udregnet af størrelsen  $v = \frac{y}{y \div x^1}$ . Tørstoffets vægtfylde findes ved at dividere tørstoffets vægt med tørstoffets rumfang. Tørstoffets vægt i 100 g kartofler er  $yg$ , og



rumfanget af tørstoffet i 100 g kartofler er  $y \div x^1$ , idet  $x^1$  — når 1 ml vand = 1 g — svarer til det, rumfanget af 100 g kartofler er mindre end 100 ml. Der regnes med, at den del af kartoflerne, der ikke er tørstof, er vand med vægtfylde 1, og dette vand kan der altså helt ses bort fra. — Rumfanget af tørstoffet i 100 g kartofler er tørstoffets vægt  $\div$  vægten af 100 g kartofler i vand.

Ud fra vægtfylden af tørstoffet kan linien for tørstoffet bedømmes, idet der her er en et bestemt sammenhæng.

I tabel 6 er  $y^1$  stillet op for en række værdier af  $x$ , og vægtfylden af tørstoffet er beregnet.

Tabel 6.

Vægt i vand g	$y^1$ pct. tørstof	Vægtfylde af tørstof, beregnet af $v = \frac{y}{y \div x^1}$
300	17.00	1.545
350	19.50	1.560
400	22.00	1.571
450	24.50	1.581
500	27.00	1.588
550	29.50	1.595
600	32.00	1.600

Det ses, at vægtfylden er stigende, men ikke jævnt, idet den i intervallet 300—350 stiger 0,015, og i intervallet 550—600 kun 0,005.

Stigningen i tørstoffets vægtfylde skyldes luftindhold i kartoflerne. Forholdet forstås lettest ved at se på fig. 2, hvor dette er fremstillet i et diagram.

Vægt i vand af 5 kg kartofler er sat langs abcisseaksen, medens procent tørstof er sat langs ordinataksen til venstre og vægtfylden af tørstoffet langs ordinataksen til højre. Tallene fra tabel 6 er vist med fuldt optrukket linie. Linien for pct. tørstof begynder ved 0 g vægt i vand med 2 pct. tørstof ( $k$ ) og en regressionskoefficient på 0,0500. Linien for tørstoffets vægtfylde ( $v$ ) er stigende med stigende vægt i vand og stiger stærkest ved lave værdier for vægt i vand. Fortsættes linien til venstre, vil det ved en beregning ses, at den udgår fra undervandsvægten 0, hvor  $v = 1$ , og allerede når vægt i

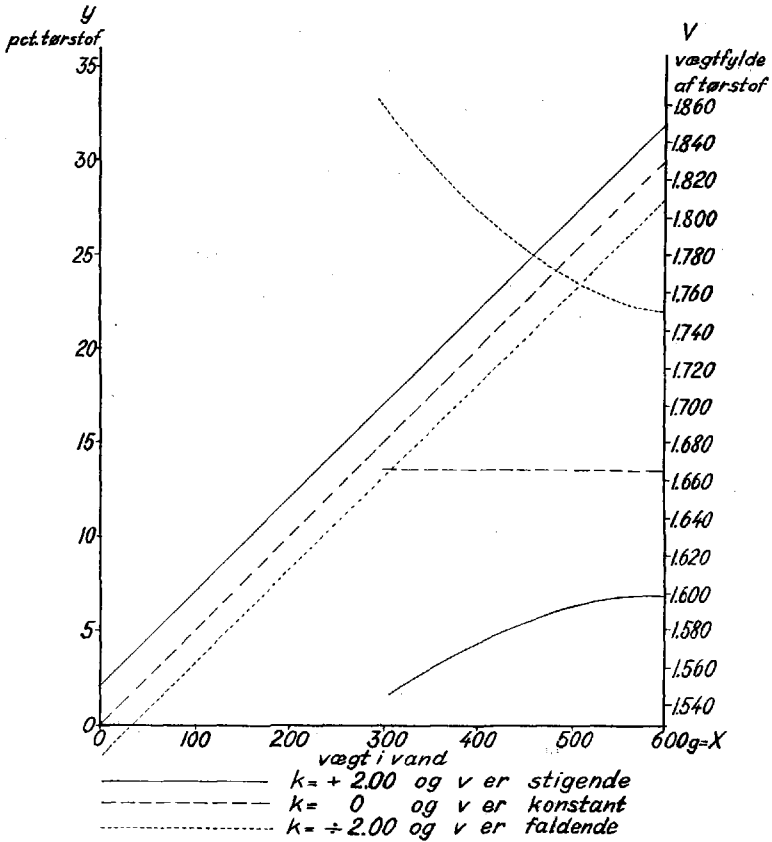


Fig. 2.

vand er 100 haves  $v = 1,400$ , så der er meget stærk stigning i begyndelsen. Med stiplede linie er der vist et eksempel, hvor tørstofflinien begynder ved 0 g vægt i vand med 0 pct. tørstof og med regressionskoefficienten 0,0500. Her viser det sig, at tørstoffets vægtfylde er konstant 1,666.

Med punkteret linie er anført et tredje eksempel, hvor tørstofflinien begynder ved 0 g vægt i vand med  $\div 2$  pct. tørstof og ligeledes med regressionskoefficienten 0,0500. Her viser linien for tørstoffets vægtfylde sig at falde, og stærkest for lave værdier for vægt i vand. Fortsættes linien til venstre, findes, at den udgår fra en vægt i vand på 66 g, og ved 70 g findes endnu at  $v = 15,000$ .

Ved at forandre regressionskoefficienten  $b$ , ændrer man også vægtfylden  $v$  for tørstoffet. Når  $b = 0,0545$  og  $k = 0$ , går tørstofflinien gennem  $Gy$  fra tabel 5 og  $v = 1,580$  og konstant. Når  $b = 0,0589$  og  $k = \div 2,00$  fås en lignende værdi for  $v$ , som vist på fig. 2 med den punkterede linie.

Af det fremførte vil det ses, at meget falder for, at tørstofflinien udgår fra nulpunktet i diagrammet, hvor både  $x$  og  $y$  er 0. Konstanten  $k$  må så stamme fra fejl ved bestemmelsen af  $x$  og  $y$ . Ved undersøgelser er det påvist, at der er mere eller mindre luft i kartofler, og ligeledes har det vist sig, at tørstofprocenten ved en tørring udover de sædvanlige 24 timer, faldt yderligere. Et luftindhold i kartofler virker som en opdrift, og vægten i vand bliver altså bestemt for lavt. Ved at dividere  $k$  med  $b$  omregnes tørstoffet til vægt i vand, og ligningen for pct. tørstof omskrives fra ligning nr. 1 til nr. 2.

$$\text{Nr. 1. } y = xb + k.$$

$$\text{Nr. 2. } y = \left(x + \frac{k}{b}\right) \cdot b$$

Ved at benytte ligning nr. 2 for at finde  $y$  forhøjes  $x$  med  $\frac{k}{b}$ , og på

fig. 2 findes  $y$  ved at måle afstanden fra  $x + \frac{k}{b}$  til den stiplede

linie, og vi finder altså, at tørstoffets vægtfylde er konstant 1,666. Forandres stigningen på tørstofflinien, findes andre værdier for tørstoffets vægtfylde. I tabel 7 er vist værdierne for  $v$  ved 5 forskellige værdier for  $b$ . Når  $k = 0$ , er  $v$  konstant, når  $b$  er konstant, og i tabellen ses, hvorledes de varierer med hinanden.

Tabel 7.

$b$	$v$
0.0490	1.690
0.0495	1.678
0.0500	1.666
0.0505	1.656
0.0510	1.645

Forudsat at linien for tørstofprocenten er en ret linie, og at tørstoffets sammensætning ikke forandrer sig ved stigende tørstofprocent, kan man ved at bestemme vægtfylden af det tørrede kartoffeltørstof finde størrelsen af regressionskoefficienten.

### Luftindholdet i kartofler.

Ved Tylstrup blev der i 1946 påbegyndt bestemmelser af luftbefriede kartoflers vægt i vand, og der fandtes, at luftens opdrift for 5 tidlige sorter i gennemsnit svarede til 19,6 g, medens den for 8 sildige sorter var 44,1 g. Dette falder sammen med, hvad der er fundet ved beregninger. pct. tørstof beregnet på grundlag af ikke luftbefriede kartoflers vægt i vand er for de sildige sorter ofte lavere end pct. tørstof fundet ved tørring i ovn, og det gælder særlig for sorten Alpha. 1947 fortsattes undersøgelserne, og fra et lille optagningsforsøg med en tidlig og en sildig kartoffelsort med 4—6 optagninger fandtes et lavt luftindhold ved tidlig optagning, navnlig for den tidlige sort. Undersøgelsen gav følgende resultat i gennemsnit for alle prøver:

Ved tørring i ovn 1 døgn.....	25.38 pct. tørstof
Ved tørring i ovn ca. 3 døgn.....	25.10 » »
Med Reimanns vægt ( $y = x \cdot 0,05 + 2,00$ ) .....	25.46 » »
Luftbefriet vægt i vand ( $y = x \cdot 0,05 + 0,50$ ) ...	25.42 » »
Luftens opdrift i 5 kg kartofler.....	29.0 g

Ved ekstra tørring ca. 2 dage er tørstofprocenten faldet 0,28, men der var stor forskel på prøverne. I 1947 bestemtes desuden vægten i vand af 40 luftbefriede kartoffelprøver, og for 25 foretoges der en ekstra tørring ca. 2 døgn, hvorved tørstofprocenten faldt 0,21. Luftens opdrift bestemtes til 43,6 g.

1948—1951 er der udført 266 analyser, og i tabel 8 er materialet opstillet i klasser efter vægt i vand af luftbefriede kartofler.

Udregningen er foretaget som for tabel 5, men da materialet er ret uensartet, idet det bl. a. indeholder optagningsforsøg ved Tylstrup 1948—1949 med 5 sorter og 5—10 optagninger, hvor tørstofprocenten særlig i 1948 lå meget lavt ved de tidlige optagninger, kunne der være fare for, at de fundne tal ikke var almenlydige, hvorfor der gennemførtes korrelationsberegning for de enkelte samlinger af prøver, og resultatet er anført i tabel 9.

Nederst i tabellen er gennemsnittet for alle 266 prøver vist, men for stivelse + sukker er der dog kun resultat for 172 prøver, da der ikke er foretaget sukkerbestemmelse i 1951. Luftens opdrift er anført i g opdrift på vægt i vand af 5 kg kartofler, men er tillige omregnet til pct. tørstof ved at gange g opdrift med beregnede  $b$  for samlingen ( $y = xb$ ).

Tabel 8. Korrelation for luftbefriede kartofler.

Antal prøver	$x =$ vægt i vand		$y =$ pct.		Vægtfylde af tørstof $v = \frac{y}{y \div x}$	$b$ for klassen $b = \frac{y \div 0.81}{x}$
	luft-befriet	ikke luft-befriet	tørstof	stivelse		
3	285	265	14.85	9.59	1.659	0.0475
3	331	307	17.83	12.01	1.618	0.0499
1	357	327	18.53	14.29	1.627	0.0496
7	370	353	19.24	13.96	1.625	0.0498
5	391	353	19.48	14.73	1.671	0.0477
21	410	389	21.04	15.73	1.639	0.0493
26	430	406	22.24	16.84	1.630	0.0496
54	451	423	23.15	17.88	1.638	0.0495
45	469	445	24.08	18.72	1.640	0.0495
42	490	465	25.07	19.82	1.642	0.0496
27	511	483	26.11	20.86	1.643	0.0495
13	530	493	26.75	21.63	1.656	0.0499
10	547	515	27.85	22.30	1.647	0.0494
6	570	534	29.05	22.87	1.646	0.0495
3	595	563	29.88	24.19	1.662	0.0489
Gns. 266	466.10	439.43	23.8552	18.5481	1.6414	0.0494

Tabel 9. Korrelationsberegning for de enkelte forsøg.

	Gx vægt i vand luft-befriet g	Gy pct.	$b$	$k$	konstrueret	
					$k$	$b$
<i>Optagningsforsøg 1948, 26 prøver.</i>						
Tørstof.....	418	21.39	0.0500 $\pm$ 0.0012	0.46	0.56	0.0498
Stivelse.....	418	16.24	0.0464 $\pm$ 0.0015	$\div$ 3.16	$\div$ 3.72	0.0478
Stivelse + sukker.....	418	17.28	0.0439 $\pm$ 0.0011	$\div$ 1.06	$\div$ 2.25	0.0467
Luft i g opdrift.....	418	20	0.0405 $\pm$ 0.0276	3.07		
Luft omregn. til pct. tørstof..		1.00	0.0020 $\pm$ 0.0014	0.15		
<i>Optagningsforsøg 1949, 35 prøver.</i>						
Tørstof.....	474	24.17	0.0530 $\pm$ 0.0012	$\div$ 0.94	0.56	0.0498
Stivelse.....	474	18.55	0.0494 $\pm$ 0.0023	$\div$ 4.84	$\div$ 3.72	0.0470
Stivelse + sukker.....	474	19.60	0.0488 $\pm$ 0.0012	$\div$ 3.51	$\div$ 2.25	0.0461
Luft i g opdrift.....	474	26	$\div$ 0.0209 $\pm$ 0.0386	35.85		
Luft omregn. til pct. tørstof..		1.38	$\div$ 0.0011 $\pm$ 0.0018	1.89		

(fortsættes)

(Tabel 9 fortsat).

	Gx vægt i vand luft- befriet g	Gy pct.	b	k	konstrueret	
					k	b
<i>Kartoffelmelsfabr. forsøg 1948, 41 prøver.</i>						
Tørstof.....	496	25.05	0.0466 ± 0.0018	1.96	0,56	0.0494
Stivelse.....	496	20.02	0.0498 ± 0.0022	÷ 1.67	÷ 3.72	0.0479
Stivelse + sukker.....	496	20.76	0.0462 ± 0.0022	÷ 2.12	÷ 2.25	0.0464
Luft i g opdrift.....	496	33	0.0712 ± 0.0585	÷ 1.91		
Luft omregn. til pct. tørstof..		1.54	0.0038 ± 0.0027	÷ 0.09		
<i>Kartoffelmelsfabr. forsøg 1949, 39 prøver.</i>						
Tørstof.....	477	24.48	0.0485 ± 0.0027	1.85	0,56	0.0501
Stivelse.....	477	19.01	0.0484 ± 0.0024	÷ 4.08	÷ 3.72	0.0477
Stivelse + sukker.....	477	19.71	0.0498 ± 0.0022	÷ 4.02	÷ 2.25	0.0460
Luft i g opdrift.....	477	35	0.0425 ± 0.0501	14.91		
Luft omregn. til pct. tørstof..		1.70	0.0021 ± 0.0024	0.72		
<i>Sortsfor søg 1949, 31 prøver.</i>						
Tørstof.....	479	24.71	0.0480 ± 0.0013	1.72	0,56	0.0504
Stivelse.....	479	19.44	0.0514 ± 0.0015	÷ 5.16	÷ 3.72	0.0484
Stivelse + sukker.....	479	20.02	0.0527 ± 0.0017	÷ 5.21	÷ 2.25	0.0465
Luft i g opdrift.....	479	22	0.0264 ± 0.0655	9.70		
Luft omregn. til pct. tørstof..		1.06	0.0013 ± 0.0031	0.47		
<i>1950, 46 prøver.</i>						
Tørstof.....	452	23.15	0.0514 ± 0.0012	÷ 0.12	0,56	0.0500
Stivelse.....	452	17.90	0.0516 ± 0.0007	÷ 5.42	÷ 3.72	0.0478
Luft i g opdrift.....	452	22	0.0026 ± 0.0538	21.08		
Luft omregn. til pct. tørstof..		1.13	0.0001 ± 0.0028	1.08		
<i>1951, 48 prøver.</i>						
Tørstof.....	457	23.56	0.0484 ± 0.0005	1.43	0,56	0.0503
Stivelse.....	457	18.21	0.0452 ± 0.0011	÷ 2.47	÷ 3.72	0.0480
Luft i g opdrift.....	457	25	÷ 0.0226 ± 0.0291	35.66		
Luft omregn. til pct. tørstof..		1.21	÷ 0.0011 ± 0.0014	1.73		
<i>Gennemsnit 1948—51, 266 prøver.</i>						
Tørstof.....	466	23.86	0.0494 ± 0.0008	0.81	0,56	0.0500
Stivelse.....	466	18.55	0.0478 ± 0.0009	÷ 3.72		
Stivelse + sukker, 172 prøver.	472	19.63	0.0463 ± 0.0010	÷ 2.25		
Luft i g opdrift.....		27	0.0514 ± 0.0197	2.72		
Luft omregn. til pct. tørstof..		1.33	0.0025 ± 0.0010	0.13		

Luftindholdet er som regel størst ved høje tørstofprocenter, idet man der har med de sildige sorter at gøre, hvorfor  $b$  for luftindholdet som oftest er positiv. I optagningsforsøget 1949 er  $b$  for luften dog negativ, og det samme er tilfældet for prøverne fra 1951. Ved at lægge  $b$  for luft til  $b$  for vægt i vand af luftbefriede kartofler, findes  $b$  for ikke luftbefriede kartofler. For eks. opt. 1948:  $0,0500 + 0,0020 = 0,0520 = b$  og opt. 1949:  $0,0530 + (-0,0011) = 0,0519 = b$ .

De enkelte samlinger af prøver har været for små til, at en korrelationsberegning har kunnet give  $b$  tilstrækkeligt sikkert, og derfor er  $k$  for tørstof fastsat til 0,56, som findes, når  $b$  ansættes til 0,0500 for alle prøver. Ud fra denne værdi for  $k$  er  $b$  konstrueret, og nu afviger den ikke meget fra 0,0500. For stivelse er  $k$  ansat til det fundne gennemsnit for alle 266 prøver på  $\div 3,72$ , idet der ikke foreligger et så stort materiale som for tørstof, hvor  $b$  er fundet med stor sikkerhed. I 172 prøver er der foretaget sukkerbestemmelse samt gennemført korrelationsbestemmelse for stivelse + sukker. I optagningsforsøgene er sukkerindholdet højst ved lavt tørstofindhold, idet sukkerindholdet i kartofler sædvanligt ligger 2—3 gange så højt i begyndelsen af vækstperioden som i slutningen af denne. I prøverne fra kartoffelmelsfabrikkernes forsøg er det omvendt, idet sorten Robusta, der har været med i de fleste af disse forsøg, har en meget høj tørstofprocent og tillige et højt sukkerindhold. Da sukkerindholdet i kartofler virker omtrent på vægten i vand som stivelseindholdet, er det vanskeligt at bestemme linien for stivelseindholdet i et materiale, der ikke er normalt med hensyn til sukkerindhold. Det kan ikke forudses, hvorledes sukkerindholdet vil blive i et uendeligt stort materiale, og derfor er det vanskeligt at korrigere herfor. Sandsynligvis har sukkerindholdet i det foreliggende materiale bevirket, at der for stivelse er fundet en  $b$  værdi, der er lidt for høj.

### Fejlkilder for analyserne.

Ved fjernelse af luftindholdet i kartofler kunne der forventes god overensstemmelse mellem vægt i vand og pct. tørstof. Materialet i tabel 9 viser imidlertid ikke særlig god overensstemmelse.

Middelfejlen for  $b$  — udregnet efter ligningen  $m^2 b = \frac{[(y \div y^1)^2]}{[d x^2] \cdot (n \div 2)}$

er for tørstof og stivelse fra 1—5 pct., men for luftindholdet for de fleste af grupperne over 100 pct. Beregnes  $b$  for materialet i tabel 9 ud fra ikke vakuumbehandlede kartofler, fås meget usikre tal, men også når der gås ud fra vakuumbehandlede kartofler, ser det ud til, at de 30—40 prøver, der findes i grupperne, er for fåtallige til at give så sikre tal som ønsket. Tilfældige, og sikkert også systematiske, fejl virker sandsynligvis forstyrrende på resultaterne. Disse fejl kan tænkes at forekomme ved bestemmelse af kartoflernes vægt i vand, ved tørstofbestemmelsen og ved prøveudtagning og konservering.

Af 279 analyser er middelfejlen for 2 fællesprøver udregnet af ligningen  $m^2 = \frac{[d^2]}{2p}$  hvor  $d$  er forskellen mellem 2 fællesanalyser, og  $p$  er antallet af prøver, og der fandtes:

Vægt i vand af 5 kg kartofler	471.4 ± 3.2	, middelfejlen er	0.68 pct.
pct. stivelse	18.91 ± 0.13	, »	0.71 »
pct. sukker	0.796 ± 0.022	, »	2.73 »

For 48 prøver i 1951 var overensstemmelsen mellem fællesprøverne lidt bedre, idet der fandtes:

Vægt i vand af 5 kg kartofler	457.3 ± 2.3	, middelfejlen er	0.50 pct.
Stivelse	18.21 ± 0.07	, »	0.38 »

Der er ret god overensstemmelse mellem fællesprøverne, men da der også er mulighed for fejl ved udtagning og konservering af en prøve pulp, må der regnes med en fejl på nogle g ved bestemmelsen af kartoflernes vægt i vand.

Ved tørstofbestemmelsen i ovn er der benyttet 3 fællesprøver. For 48 prøver i 1951 er middelfejlen beregnet af ligningen  $m^2 = \frac{[d^2]}{48(3 \div 1)}$ , og der fandtes en tørstofprocent på  $23,56 \pm 0,06$ , middelfejlen er 0,25 pct., og dette svarer nogenlunde til den nøjagtighed, hvormed der i almindelighed er arbejdet. Ved tørstofbestemmelsen må der regnes med en systematisk fejl, idet det er vanskeligt at tørre kartofler til konstant vægt, og desuden optager fuldstændigt tørrede kartofler meget let vand ved vejningen. Der er her regnet med, at kartoflernes tørstofprocent ved yderligere tørring



ud over 1 døgn ved  $90^{\circ}$  C kan falde 0,25. Dette tal må tages med forbehold, og noget tyder på, at det ikke er ens for alle sorter. Uoverensstemmelserne i resultaterne i tabel 9 skyldes muligvis, at tørstofbestemmelsen i ovn ikke har været så god som ønskeligt. Da der er mulighed for, at der ved meget kraftig tørring af kartofler kan forsvinde andre stoffer end vand, må der vises en vis forsigtighed ved tørringen, og forholdet trænger til nærmere undersøgelser.

Der er regnet med, at konserveringen af pulpen forøger 5 kg kartoflers vægt i vand med 14 g. Denne værdi er ikke bestemt helt nøjagtigt og er måske lidt for høj. Det er ikke sikkert, at al luft kan fjernes fuldstændigt fra kartoffelpulp ved den her omtalte metode, så her er der mulighed for en lille fejl, og endelig er der også mulighed for, at kartoffeltørstoffets varierende vægtfylde kan påvirke kartoflernes vægt i vand, selv om det ikke har kunnet påvises her.  $k$  værdien på ca. 0,50 fundet ud fra tabel 9 stammer antageligt fra de her omhandlede systematiske fejl. Hvordan fejlen fordeler sig på de forskellige årsager er vanskeligt at udrede. Lægges 10 g til den fundne vægt i vand af 5 kg kartofler, modsvares dette  $k$ -værdien på 0,50, og der kan ses bort fra denne. Ved forbedret teknik kan de tilfældige fejl formindskes, men der må dog regnes med et nogenlunde stort antal analyser for at få sikre resultater.

### Variationen i kartoffeltørstoffets vægtfylde.

I tabel 8 er foretaget en beregning af tørstoffets vægtfylde, der gennemgående stiger med tørstofprocenten, og denne stigning hænger sammen med  $k$ -værdien på 0,56. Der er ovenfor nævnt den mulighed, at en del af  $k$  værdien stammer fra variationen i tørstoffets vægtfylde, så den i tabel 8 fundne stigning i tørstoffets vægtfylde virkelig er reel.

### Vægtfyldebestemmelse i tørstof.

I 1952 blev der af 26 prøver kartofler foruden til tørstofbestemmelse og konservering også udtaget en større prøve, der tørredes og senere benyttedes til vægtfyldebestemmelse. Der er regnet med, at tørstoffets vægt i vand ikke påvirkes af, at det blandes med vand eller opløses i vand. Til undersøgelsen er benyttet pyknometre (ca. 55 ml) ved konstant temperatur.

Tabel 10. Vægtfylde af kartoffeltørstof.

	Vægtfylde af tørstof		$b$ beregnet for 5 kg af $b = \frac{v}{v-1}$	Vægt i vand be- stemt i kolber	pct. tørstof		
	bestemt i tørret stof	bestemt i kolber $v = \frac{y}{y+x^2}$			i ovn	i kolber $y = (x+10) \cdot 0.05$	i kolb. $b$ vari- erende efter $b = \frac{v}{v-1}$
	1	2	3	4	5	6	7
Deodara, Rødding . . . . .	1.6537	1.6851	0.05080	362	18.30	18.60	18.82
Binthe, Tylstrup . . . . .	1.6548	1.6487	0.05056	424	22.06	21.70	21.94
Record, » . . . . .	1.6546	1.6519	0.05053	475	24.56	24.25	24.52
Robusta, Rødding . . . . .	1.6589	1.6899	0.05036	420	21.09	21.50	21.65
Gloria, Tylstrup . . . . .	1.6618	1.6593	0.05022	468	24.06	23.90	24.01
Katahdin, » . . . . .	1.6621	1.6740	0.05020	449	22.80	22.95	23.04
Arran Banner, Tylstrup.	1.6626	1.6692	0.05018	423	21.60	21.66	21.73
Robusta « . . . . .	1.6650	1.6544	0.05008	540	27.81	27.50	27.54
Matador « . . . . .	1.6656	1.6657	0.05008	474	24.22	24.20	24.24
Alpha, Rødding . . . . .	1.6672	1.6644	0.04998	377	19.39	19.35	19.34
Deodara, Brande . . . . .	1.6673	1.6821	0.04998	446	22.49	22.80	22.79
Nr. 38125, Tylstrup . . . . .	1.6681	1.6721	0.04994	483	24.53	24.65	24.62
Robusta, Rønde . . . . .	1.6684	1.6947	0.04992	461	22.98	23.55	23.51
Urtica, Tylstrup . . . . .	1.6695	1.6696	0.04988	514	26.13	26.20	26.14
Dianella, Brande . . . . .	1.6704	1.6614	0.04984	491	25.17	25.05	24.97
Dianella, Rønde . . . . .	1.6707	1.6863	0.04982	433	21.77	22.15	22.07
Craigs Defiance, Tylstr.	1.6709	1.6515	0.04982	433	22.46	22.15	22.07
Dianella, Rødding . . . . .	1.6711	1.6881	0.04980	407	20.46	20.85	20.77
Alpha, Tylstrup . . . . .	1.6716	1.6588	0.04978	465	23.92	23.75	23.65
Dianella, » . . . . .	1.6721	1.6595	0.04976	513	26.32	26.15	26.02
Richters Imp., Tylstrup	1.6760	1.6631	0.04958	426	21.87	21.80	21.62
Alpha, Rønde . . . . .	1.6771	1.6810	0.04954	402	20.34	20.60	20.41
Richters Imp., Rønde . . . . .	1.6779	1.7197	0.04950	402	19.69	20.60	20.39
Alpha, Brande . . . . .	1.6782	1.6780	0.04948	449	22.72	22.95	22.71
Nr. 38089, Tylstrup . . . . .	1.6810	1.6652	0.04936	435	22.88	22.25	21.97
Richters Imp., Rødding	1.6811	1.6580	0.04936	346	17.94	17.80	17.57
Gennemsnit . . . . .	1.6889	1.6701	0.0499	443	22.58	22.65	22.60
13 øverste prøver . . . . .					22.76		
13 nederste prøver . . . . .					22.39		

Kaldes vægt i g af tørt stof i arbejde A, haves:

1. Vægt i vand af A = vægtforøgelsen af vandfyldte pyknometre ved at nedsænke A deri.
2.  $A \div$  vægt i vand = rumfang (R) af A.
3.  $\frac{A}{R} =$  vægtfylde af A.
4. For ikke tørre stoffer haves: g i arbejde  $\cdot$  pct. tørstof = A.
5. En evakuering af luften er nødvendig.

Resultatet af vægtfyldebestemmelsen for tørstof i de 26 prøver er anført i tabel 10, og prøverne er stillet i rækkefølge efter vægtfylden, der stiger fra 1,6537 til 1,6811. I rubrik 3 er den til vægtfylden svarende værdi af  $b$  for 5 kg kartofler vist. Størrelsen af  $b$  falder fra 0,05060 til 0,04936, og er i gennemsnit 0,0499. Dette tal afviger meget lidt fra den værdi for  $b$  på 0,0500, der ved korrelationsberegning er fundet ud fra 1911 prøver i tabel 5, og dette styrker antagelsen af, at dette tal er omtrent rigtigt. Det ses ligeledes, at regressionskoefficienten ( $b$ ), fundet ud fra tørstoffets vægtfylde, kan variere lidt, og formodentlig skyldes en del af variationen tilfældige fejl. Af det anførte fremgår, at det er usandsynligt, at en regressionskoefficient, der afviger ret meget fra 0,0499 er rigtig, og når f. eks. R. K. Kristensen har fundet  $b = 0,0547$ , skyldes det antageligt en uheldig fordeling af luftindholdet i det materiale, der er benyttet til bestemmelsen af regressionskoefficienten.

I rubrik 5 er anført pct. tørstof ved tørring i ovn. Det ser ikke ud til, at der er nogen korrelation mellem vægtfylde af tørstof og pct. tørstof. Forneden i tabellen er anført gennemsnit for de øverste 13 prøver og de nederste 13 prøver, og der er næsten ingen forskel på de to gennemsnit. I rubrik 2 er tørstoffets vægtfylde beregnet ud fra kartoflernes tørstofprocent fundet ved tørring i ovn, og vægten i vand af den konserverede pulp, vejlet i 100 ml målekolber og omregnet på 5 kg kartofler. Vægten i vand er korrigeret ved at lægge 10 g til, svarende til 0,50 pct. tørstof. I tabel 9 er der regnet med  $k = 0,56$ , men da det er en beregnet værdi, vil det være formålstjenligt at afrunde til 0,50. Formlen  $v = \frac{y}{y \div x^1}$  benyttes ved

beregningen, og det må erindres, at  $x^1$  er vægt i vand af 100 g kartofler. Der er enkelte af prøverne, hvis vægtfylde afviger en del fra vægtfylden fundet ved at veje det tørrede stof i vand. For Richters Imperator fra Rønde er der en afvigelse på 0,0418, og denne afvigelse kan skyldes, at forskellige fejl har virket i samme retning. Den fundne afvigelse svarer til 0,75 pct. tørstof eller 15 g på vægt i vand af 5 kg kartofler. For de fleste af prøverne er der god overensstemmelse mellem de to metoder, og dette tyder på, at metoden, ved hvilke kartoflers vægt i vand bestemmes ved vejning i 100 ml målekolber, er ret nøjagtig.

I rubrik 6 er anført pct. tørstof, beregnet på grundlag af kartoflers vægt i vand bestemt i kolber, ud fra størrelsen  $y = (x + 10) \cdot 0,05$ . I rubrik 7 er tørstofprocenten beregnet på samme måde, men med den forskel, at i stedet for at gange med 0,05, er der ganget med de værdier for  $b$ , der er anført i rubrik 3. Der er ikke fundet forskel af betydning på de to beregningsmåder, og tabel 10 viser ingen korrelation mellem tørstoffets vægtfylde og tørstofprocenten. Det er ikke let at sige, om der er forskel på tørstoffets vægtfylde hos de forskellige sorter, eller om der kan være forskel efter dyrkningsforhold. Ved bestemmelse af tørstoffets vægtfylde ud fra tørret stof, er der god overensstemmelse mellem de 2 fællesprøver, og middelfejlen beregnet af ligningen  $m^2 = \frac{[d^2]}{2p}$  har givet  $1,6689 \pm 0,0016$ , så de fundne forskelle er ret sikre. Ved fortsatte undersøgelser af kartoffeltørstoffets vægtfylde findes der muligvis større variation i vægtfylden, end den, der ses i tabel 10. Der er foretaget nogle orienterende undersøgelser over roetørstoffets vægtfylde, og det viser sig, at denne ikke afviger ret meget fra kartoffeltørstoffets vægtfylde. Tallene må tages med lidt forbehold, da de fleste stammer fra en enkelt prøve vejlet i 100 ml målekolbe.

Sukkerroe, Pajbjerg, tørret stof 1947, vægtfylde af tørstof	1.627
Hvid Øtofte, » » » » » »	1.624
Barres, Ferritslev » » » » » »	1.655
Kålroe » » » » » »	1.666
Rød Øtofte » » 1952 » » »	1.657
Gul Øtofte » » » » » »	1.648
Roesukker » » » » » »	1.621

Det ses, at selv for roesukker, som går fuldstændig i opløsning, findes en værdi for tørstoffets vægtfylde, som ligger meget nær vægtfylden af kartoffeltørstoffet.

### Luftuddrivning af hele kartoffelknolde.

Der blev 1951 foretaget orienterende undersøgelser med ud-drivning af luft i hele knolde, og nogle af disse resultater er vist i tabel 11. Prøverne er vakuumbehandlet i flere timer, da det endnu ikke var undersøgt, hvor længe det var nødvendigt at have prøverne i vakuum for at få al luft ud. Tylstrup nr. 13187 plejer ved luft-

bestemmelse i kolber at have et meget lille luftindhold, medens Alpha har et meget højt luftindhold.

Tabel 11. Vakuumbehandling af hele kartofler.

Sort	Vægt i vand af 5 kg kartofler			pct. tørstof	
	før vakuumbehandling	efter vakuumbehandling	luftens opdrift	før vakuumbehandling $x \cdot 0.05 + 2$	efter vakuumbehandling $x \cdot 0.05 + 0.5$
Tylstrup 13187.....	430	432	2	23.50	22.10
» 43094.....	545	570	25	29.25	29.00
» Odin.....	359	396	37	19.95	20.30
Alpha.....	372	416	44	20.60	21.30

Ved beregning af pct. tørstof er formelen fra tabel 5 ( $y = x \cdot 0,05 + 2$ ) benyttet for ikke vakuumbehandlede kartofler, og for vakuumbehandlede kartofler er anvendt størrelsen  $y = x \cdot 0,05 + 0,5$ , som er udledet af tabel 8.

For at se variationen for de enkelte knolde, foretoges nogle vejninger, hvorefter knoldene blev vakuumbehandlet og igen vejnet.

Tabel 12. Vakuumbehandling af enkelte kartoffelknolde.

Alpha, knold nr.	Vægt i luft		Vægt i vand omregnet til 5 kg kartofler			pct. tørstof	
	ikke vakuumbeh.	vakuumbeh.	ikke vakuumbeh.	vakuumbeh.	luftens opdrift	ikke vakuumbeh. $x \cdot 0.05 + 2$	vakuumbeh. $x \cdot 0.05 + 0.5$
1.	197.5	201.5	293	374	81	16.55	19.20
2.	149.0	151.4	329	382	53	18.45	19.60
3.	124.6	126.4	327	384	57	18.35	19.70
4.	121.2	123.5	315	361	46	17.75	18.55
5.	109.6	112.0	328	386	58	18.40	19.30
6.	87.2	88.5	348	396	48	19.40	20.30
7.	77.8	78.9	362	400	47	18.10	20.50
8.	66.3	68.3	352	400	48	19.60	20.50
9.	66.5	67.6	317	376	59	17.85	19.30
10.	59.6	60.7	242	274	32	14.10	14.20
Sum	1059.8	1078.8	320	377	57	18.00	19.35
Reim. vægt	1064		319	376	56	17.95	19.30

Det ses, at der er ret store variationer mellem knoldene. Luften i knold 1 svarer til 4,05 pct. tørstof, og denne knold bliver altså efter en simpel vejning i vand vurderet alt for lavt, idet tørstofprocenten ved at benytte vakuummethode er steget 2,75. I gennemsnit er der fundet en stigning for vakuummethode på 1,35. Til kontrol er de samlede 10 knolde vejede med Reimanns vægt, og der er god overensstemmelse. Efter 3 dages forløb vejedes nogle af knoldene igen, og vægten var nu en del lavere end før vakuumbehandlingen, og det samme var tilfældet med vægten i vand. Ved gennemskæring af knoldene sås der brunlige pletter i barken, medens marven var hvid. Kartoffelknolde, der har været vakuumbehandlet, bliver hurtigt bløde og rådne. Ved overskæring sås ret stor hulhed i knold nr. 1, og ved også at veje den overskårne knold i vand fandtes en vægt, der var 0,8 g højere end for den hele knold, hvilket forøger tørstofprocenten med 1,00.

Ved vakuumbehandlingen har vægtforøgelsen i luft været større end vægtforøgelsen i vand. Sættes vægtforøgelsen i vand til 100, har den i luft været ca. 160, og den svinger fra 125 pct. for nr. 1 til 289 pct. for nr. 10, men det er formentlig tilfældigt, at nr. 1 og nr. 10 danner ydergrænserne.

Grunden til at kartoflerne bliver bløde og rådner nogle få dage efter vakuumbehandlingen, kan være iltmangel i vævet eller indtrængning af mikroorganismer sammen med vandet.

For at få rede på dette forhold sattes der dels blåsten og dels jod til vandet, hvori kartoflerne blev vakuumbehandlet, og det viste sig, at en ganske svag jodopløsning var i stand til at hindre kartoflerne i at rådne efter vakuumbehandlingen. Desuden viste det sig, at de kartofler, der var jodbehandlet, straks begyndte at spire, skønt behandlingen foregik i september.

For nærmere at undersøge forholdet angående luftens ud drivning af hele kartofler, gennemførtes ved Tylstrup i efteråret 1951, sammen med de sædvanlige tørstofbestemmelser i ovn og vejning i vand af 5 kg kartofler, også vejning i vand af de samme kartofler efter at de havde henstået i vakuum  $\frac{1}{2}$  time. Undersøgelserne gennemførtes på den måde, at der med Reimanns vægt bestemtes vægt i vand af 5 kg kartofler ca. 1 time efter vaskning af disse. Næste formiddag deltes kartoflerne ved et snit på langs, og den ene halvdel blev vejede i luften på Reimanns vægt, og derefter

Prover fra:	Vægt i vand af 5 kg			pct. tørstof				Reimanns vægt Maerckers tabel		pct. stivelse	pct. stivelse			Vægtfylde af tørstof $\frac{v}{y-x}$
	Reimanns vægt	vakuumbehandlet		Reimanns vægt $y = x \cdot 0,05 + 2$	vakuumbehandlet $y = x \cdot 0,05 + 0,5$		i ovn	pct. tørstof	pct. stivelse		luftbefri. i kolber $b = 0,0478$ $k = \div 3,78$	Reimanns vægt $b = 0,0478$ $k = \div 2,38$		
		halve knolde	kolber		halve knolde	kolber								
Deodara.....	433	457	459	23.65	23.35	23.45	23.97	22.86	17.11	18.85	18.22	18.42	1.621	
Dianella.....	458	478	473	24.90	24.40	24.15	24.46	24.14	18.99	19.98	18.89	19.62	1.631	
Robusta.....	487	511	509	26.35	26.05	25.95	26.10	25.65	19.90	20.56	20.61	21.00	1.639	
Alpha.....	426	448	448	23.30	22.90	22.90	23.14	22.50	16.75	17.69	17.69	18.09	1.632	
Richters Imp.....	405	428	421	22.25	21.90	21.55	21.98	21.42	15.67	16.46	16.40	17.08	1.621	
Deodara.....	390	402	409	21.50	20.60	20.95	21.17	20.67	14.92	15.97	15.83	16.37	1.620	
Dianella.....	415	437	435	22.75	22.35	22.35	22.18	21.93	16.18	16.87	17.07	17.56	1.645	
Robusta.....	442	465	462	24.10	23.75	23.60	23.57	23.22	17.57	17.62	18.36	18.85	1.645	
Alpha.....	369	409	412	20.45	20.95	21.10	21.09	19.62	13.86	15.57	15.97	15.86	1.641	
Richters Imp.....	382	397	401	21.10	20.35	20.55	20.58	20.26	14.51	15.53	15.45	15.98	1.639	
Deodara.....	407	441	443	22.35	22.55	22.65	22.62	21.52	15.77	17.80	17.46	17.18	1.644	
Dianella.....	443	467	469	24.15	23.85	23.95	23.89	23.37	17.62	18.29	18.70	18.90	1.646	
Robusta.....	465	495	501	25.25	25.25	25.55	25.27	24.50	18.76	19.28	20.23	19.95	1.657	
Alpha, 4 hule.....	387	428	450	21.95	21.90	23.00	22.86	20.51	14.67	17.84	17.79	16.22	1.649	
Richters Imp.....	405	428	432	22.25	21.90	22.10	22.05	21.42	15.67	16.11	16.98	17.08	1.644	
Deodara.....	464	488	484	25.20	24.90	24.70	24.79	24.45	18.70	19.86	19.42	19.90	1.641	
Dianella.....	509	526	531	27.45	26.80	27.05	27.06	26.33	21.07	21.83	21.66	22.05	1.646	
Robusta.....	564	582	581	30.20	29.60	29.55	29.58	29.78	24.03	24.07	24.05	24.63	1.647	
Alpha, 4 hule.....	427	459	482	23.35	23.45	24.60	24.51	22.55	16.80	19.10	19.32	18.13	1.648	
Richters Imp.....	460	477	476	25.00	24.35	24.80	24.51	24.24	18.49	19.03	19.04	19.71	1.635	
Alpha.....	425	450	449	23.25	23.00	22.95	23.24	22.45	16.70	17.80	17.74	18.04	1.630	
Dianella.....	489	509	509	26.45	25.95	25.95	25.96	25.76	20.00	20.89	20.61	21.09	1.645	
Tylstrup 38089....	421	441	442	23.05	22.55	22.60	22.83	22.24	16.49	17.51	17.41	17.85	1.632	
» 38125....	469	491	483	25.45	25.05	24.65	24.70	24.73	18.98	19.33	19.87	20.14	1.642	
Gloria.....	439	472	472	23.95	24.10	24.10	24.18	23.17	17.42	19.03	18.84	18.71	1.640	
Gennemsnit for 25 ..	439	463	465	23.96	23.67	23.77	23.85	23.20	17.44	18.45	18.52	18.71	1.640	
Gennemsnit for 23 (÷ 2 Alpha).....	442	465	465	24.10	23.76	23.76	23.87	23.34	17.59	18.47				
$m = \sqrt{\frac{[d^2]}{n}}$				0.55	0.34	0.18		0.87	1.18		0.39	0.56		

fyldt i en ståltråds kurv og nedsænket i vand i vakuumexikator, og der sugedes  $\frac{1}{2}$  time med vandstråleluftpumpen. Ved behandlingen af nogle af de første prøver blev kartoffelprøven taget op af vandet, så snart luften var lukket ind i vakuumexikatoren, og det viste sig, at luften så gik ind i kartoflerne igen. For gennemsnit af 10 prøver blev vægten i vand af 5 kg kartofler ca. 12 g (6—14) lavere end ved vejning af luftbefriet pulp i kolber. Derefter gik man over til at lade kartoflerne stå 5—10 minutter i vandet i vakuumexikatoren, efter at luften var lukket ind. Den anden halvdel af kartoflerne deltes, og det ene stykke blev revet, og af den godt rørte pulp udtoges 3 prøver til tørstofbestemmelse i ovn og 200 g til konservering. I den konserverede pulp foretoges stivelsebestemmelse og bestemmelse af vægt i vand af luftbefriet pulp i 100 ml kolber.

Der udførtes 48 bestemmelser, men for nogle af dem var metodikken, som omtalt ikke god, og i tabel 13 er resultatet vist for 25 bestemmelser.

Gennemgående er der særdeles god overensstemmelse mellem kartoffernes vægt i vand bestemt ved at vakuumbehandlede halve knolde og ved at bestemme vægten i kolber. Benyttes størrelsen  $y = x \cdot 0,05 + 0,50$  findes en tørstofprocent, der kun afviger ganske lidt fra den tørstofprocent, der er fundet ved at tørre pulpen i ovn. Ved vejning i vand med Reimanns vægt er størrelsen  $y = x \cdot 0,05 + 2$  benyttet, og der er fundet lidt højere gennemsnitstørstofprocent, men nogle af de enkelte prøver viser en tørstofprocent, der afviger en del fra tørring i ovn. Benyttes Maerckers tabel fås en lavere gennemsnitsværdi og ligeledes afvigende enkeltresultater. I to af alphaprøverne fandtes der 4 hule knolde i hver, og for disse prøver er der dårlig overensstemmelse for de to metoder med vakuumbehandling. Muligvis har prøverne ikke været rystet tilstrækkeligt før vejningen i vand efter vakuumbehandlingen, så luften ikke har kunnet slippe ud af hulhederne i knoldene. I gennemsnittet i anden nederste linie er de to prøver med hule knolde udeladt, og det ses, at vægten i vand er helt ens for de to metoder, og tørstofprocenten er 0,11 lavere end ved tørring i ovn.

Der er meget god overensstemmelse mellem pct. tørstof fundet ved tørring i ovn og de to metoder, hvor luften er drevet ud af kartoflerne og ikke alene i gennemsnit, men også for de enkelte prøver. Metoden med 100 ml kolber er ret vanskelig og egner sig



ikke til brug uden for laboratoriet. Derimod vil det være let at vakuumbehandle de hele kartofler før vejning i vand.

Det ser ud til, at størrelsen  $y = x \cdot 0,05 + 0,50$  brugt til luftbefriede kartofler giver resultater, der ligger meget nær ved resultaterne fundet ved tørring i ovn, men det er dog sandsynligt, at den ved nærmere undersøgelser vil blive lidt ændret. Det vil derfor være ønskeligt, at der for et større antal prøver til tørstofbestemmelse foretages en vejning i vand af den ene halvdel af knolden, efter at den er vakuumbehandlet. Desværre kan det ikke så godt lade sig gøre at vakuumbehandle hele prøven, idet den derved optager vand, og altså ikke bagefter kan benyttes til tørstofbestemmelse i ovn, uden at der korrigeres for det optagne vand.

På grundlag af luftbefriede kartoflers vægt i vand i kolben er pct. stivelse udregnet på grundlag af størrelsen  $y = x \cdot 0,478 \div 3,72$ , og i gennemsnit er fundet en stivelseprocent, der er 0,07 højere end den, der er fundet direkte ved polarisation efter Ewers metode. Også for enkeltprøverne er der god overensstemmelse, men dog ikke så god som for tørstofprocenten. På grundlag af ikke luftbefriede kartoflers vægt i vand er stivelseprocenten udregnet af størrelsen  $y = x \cdot 0,0478 \div 2,28$ , og i gennemsnit er fundet 0,19 højere stivelseprocent end i kolber, men med dårligere overensstemmelse for enkeltprøverne, og særlig for de to alphaprøver med hule knolde. Pct. stivelse aflæst i Maerckers tabel ligger ca. 1 pct. lavere, og med store svingninger for enkeltprøverne.

I nederste linie i tabel 13 er middelfvigelsen fra den direkte metode vist udregnet efter formlen  $m = \sqrt{\frac{[d^2]}{n}}$ .  $d$  betyder for tørstof differencen mellem pct. tørstof fundet ved tørring i ovn og pct. tørstof fundet på grundlag af kartoflernes vægt i vand efter den i tabellens hoved i pågældende rubrik angivne fremgangsmåde, og for stivelse betyder  $d$  differencen mellem pct. stivelse fundet ved polarisation efter Ewers metode og pct. stivelse fundet på grundlag af kartoflernes vægt i vand efter den i pågældende rubriks hoved angivne metode.  $n$  betyder antal prøver.

Middelfvigelsen har for Maerckers tabel været 0,87 pct. tørstof og 1,18 pct. stivelse fra de direkte bestemmelser for de 25 i tabellen viste prøver, medens der for de i kolber vakuumbehand-

lede kartofler kun har været en middelfvigelse på 0,18 pct. tørstof og 0,39 pct. stivelse.

Muligvis har forholdene været gunstige for bestemmelsen i kolber, og det ville være interessant med beregning af middelfvigelserne for et meget stort materiale, men det ser ud til, at sikkerheden ved bestemmelsen af pct. tørstof og stivelse ved vejning af kartofler i vand kan forøges meget ved dels at bruge en omtrent rigtig tabel og dels ved en vakuumbehandling af kartoflerne.

### Årsvariationen.

Det ses i tabel 9, at der er ret store variationer fra år til år for vakuumbehandlede prøver. Variationerne skyldes formentlig tilfældige fejl og for få prøver.

Tabel 14.

År	Antal prøver	Vægt i vand af 5 kg kartofler	pct. tørstof i ovn	Regressionskoefficient de enkelte år	pct. tørstof når $x=0$	$b$ beregnet når $k = 2.00$	$k$ beregnet når $b = 0.05$
1	2	3	4	5	6	7	8
1937	74	460	25.23	0.0447	4.77	0.0505	2.23
1938	128	424	23.28	0.0489	2.55	0.0502	2.08
1939	178	435	24.03	0.0460	4.02	0.0506	2.23
1940	125	463	25.21	0.0433	5.16	0.0501	2.06
1941	138	437	23.62	0.0469	3.12	0.0495	1.77
1942	94	418	22.26	0.0543	÷ 0.44	0.0485	1.36
1943	217	458	24.53	0.0499	1.68	0.0492	1.63
1944	200	466	25.56	0.0490	2.73	0.0505	2.26
1945	191	464	25.03	0.0513	1.23	0.0496	1.83
1946	173	489	26.28	0.0502	1.73	0.0497	1.83
1947	213	490	26.34	0.0499	2.41	0.0507	2.34
1948	180	476	25.69	0.0496	2.08	0.0498	1.89
1949	281	458	24.95	0.0479	2.39	0.0501	2.05
1950	268	443	23.81	0.0491	2.07	0.0495	1.66
1951	221	424	22.93	0.0468	3.10	0.0494	1.73
1937-1951	2681	455	24.69	0.05005	1.91	0.0499	1.94

I tabel 14 er hele det undersøgte materiale for de enkelte år anført. Der er 3 år mere end i tabel 5, og antal prøver er forøget til 2681. Stigningen  $b$  er for de enkelte år beregnet ved at dele materialet i to hold, og beregne stigningen derimellem, i pct. tørstof for 1 g vægt i vand, og ikke som for de 1911 prøver ved en korrelationsberegning. Forskellen mellem de to beregningsmåder er meget

ringe. Ved direkte beregning fandtes der for 1911 prøver:  $b = 0,04996$  og  $k = 1,995$ , medens korrelationsberegningen gav:  $b = 0,05007$  og  $k = 2,004$ .

Ved at tage flere prøver med i materialet er  $b$  ikke forandret væsentligt.

For 2192 prøver 1937—1949 er fundet:	$b = 0,04975$	og	$k = 2,101$
» 2460 » 1937—1950 » »	$b = 0,05000$	»	$k = 1,947$
» 2681 » 1937—1951 » »	$b = 0,05005$	»	$k = 1,906$

Det ser ikke ud til, at værdien af  $b$  ændrer sig væsentligt ved yderligere undersøgelser. Ved et mindre antal prøver er der større variationer i  $b$ .

For 1518 prøver 1937—1946 er fundet:	$b = 0,0495$	og	$k = 2,16$
» 1731 » 1937—1947 » »	$b = 0,0502$	»	$k = 1,92.$

I tabel 14 ses, at de enkelte år giver ret forskellige værdier for  $b$ , selv om beregningen hviler på over 200 undersøgte prøver.

Særlig resultaterne af undersøgelserne i årene 1940 og 1942, der er vist i fig. 3, er afvigende. I 1940 er  $b$  meget lille, medens  $b$  i 1942 er meget stor, og de øvrige år grupperer sig der imellem.

I tabel 9 er fundet  $b = 0,0500$  og  $k = 0,56$  for vakuumbehandlede kartofler, og benyttes disse værdier, findes i 1940 for luftindholdet:  $b = \div 0,0067$ ,  $k = 4,60$  og i 1942:  $b = + 1,0043$ ,  $k = + 1,00$ . Den punkterede linie forneden i fig. 3 svarer nogenlunde til luftindholdet. Der skal dog regnes med 0,56 pct. tørstof svarende til stigningen i tørstoffets vægtfylde, så grundlinien i diagrammet lægges oppe på 0,56 pct. tørstof.

Det ses i tabel 14, at omkring 200 ikke vakuumbehandlede kartoffelprøver giver meget usikre værdier for  $b$  og  $k$ , medens det må antages, at de 266 luftbefriede prøver, vist i tabel 9, har givet en nogenlunde rigtig værdi for  $b$  og  $k$ . Denne antagelse støttes ved, at vægtfyldebestemmelser i tørstoffet giver omtrent samme værdi for  $b$ .

### Årsager til forskelligt luftindhold.

Efter undersøgelser ved Tylstrup ser det ud til, at luftindholdet i kartofler har tilbøjelighed til at stige, når kartoflerne kommer stærkt i vækst efter regn, og særlig når væksten bliver så kraftig,

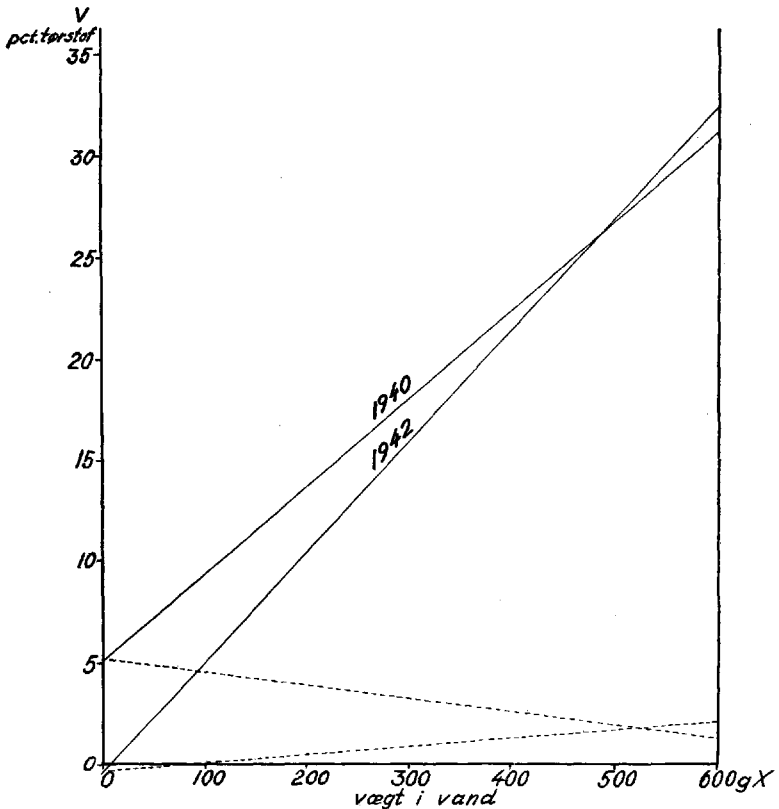


Fig. 3

at tørstofprocenten falder. I 1942 stammer alle de undersøgte kartoffelprøver fra lokale forsøg, og udbyttet var i mange af forsøgene lavt — antagelig på grund af tørke.

Luftindholdet i kartofler er, som tidligere omtalt, i nogen grad sortsbestemt. Det ser ud til, at sorter, der afslutter væksten om sommeren under varme og tørre forhold, har et lille luftindhold, men selv under ens vækstbetingelser er der sortsforskelle på dette område.

#### Forholdet mellem tabellerne.

Nogle af de her omtalte tabeller til aflæsning af kartoflernes tørstof- og stivelseindhold er vist grafisk i fig. 4.

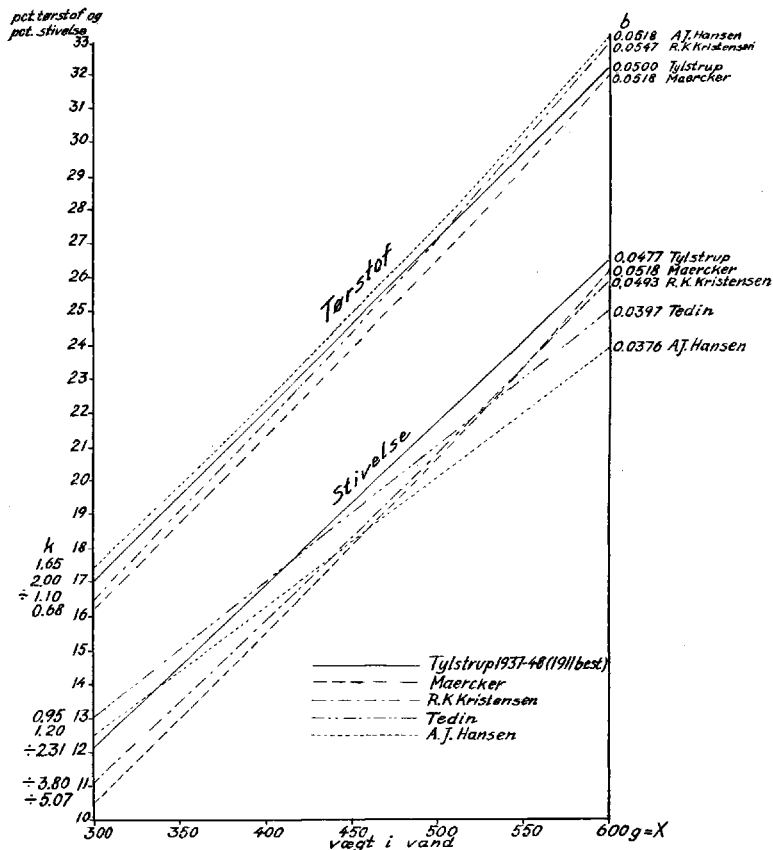


Fig. 4.

Til højre i diagrammet er regressionskoefficienten  $b$  for de enkelte linier anført og til venstre konstanten  $k$ . Alle linier er vist fra 300 til 600 g vægt i vand.

Det ses, at der er store forskelle mellem liniernes forløb. Maerckers, A. J. Hansen og R. K. Kristensens linier er ikke rette, men nedadbojede, fordi de følger kartofflernes vægtfylde. Maercker har samme stigning for både tørstof og stivelse, medens de øvrige har en noget mindre stigning for stivelse.

Tørstofflinien fra Tylstrup er konstrueret på grundlag af 1911 bestemmelser 1937—1948, medens stivelselinien er konstrueret

ud fra 266 stivelsebestemmelser 1948—1951, og i disse prøver er der også bestemt vægt i vand af vakuumbehandlede kartofler.

### Diskussion.

De forskellige linier i fig. 4 har et meget forskelligt forløb, og i særdeleshed stivelselinierne, og efter dette ser det ud til at være meget vanskeligt at bestemme de rigtige linier. I tabel 14 er vist, hvorledes materialet fra Tylstrup varierer fra år til år, og for de fleste tabeller til aflæsning af pct. tørstof og stivelse, gælder, at de hviler på et alt for lille antal bestemmelser. For Tylstrup er vist, at tallene ikke forandres væsentligt ved yderligere bestemmelser efter at være på omkring 2000. Desuden findes omtrent samme regressionskoefficient ud fra tørstoffets vægtfylde.

Tedins materiale er ret stort, men undersøgelserne er i overvejende grad foretaget om vinteren og ofte under streng frost, der har medført et unormalt højt sukkerindhold i kartoflerne, hvorfor de opnåede resultater må tages med et vist forbehold.

Det ser ud til, at linien for tørstofprocenten ved de talrige bestemmelser ved Tylstrup er bestemt med stor sikkerhed, men da kartoflerne har meget forskelligt luftindhold, kan der alligevel være meget store fejl for de enkelte prøver.

Den foreslåede metode, hvor kartoflerne befries for luft ved en vakuumbehandling, inden der foretages vejning i vand, øger sikkerheden i tørstofbestemmelsen stærkt. Metoden er helt ny, og der kan være grund til at sammenligne den med tørring i ovn, men de hidtil gennemførte undersøgelser tyder på, at der ad denne vej kan opnås meget nøjagtige resultater.

I bederoer er der foretaget nogle orienterende undersøgelser, der viser et meget stort luftindhold, som ved kraftig vakuumbehandling 2—8 timer kan bortskaffes, og på grundlag af størrelsen  $y = x \cdot 0,05 + 0,5$  er fundet omtrent samme tørstofprocent som ved tørring.

### Tabel til aflæsning af pct. tørstof og pct. stivelse.

Som resultat af undersøgelserne ved Tylstrup er fundet, at tørstofprocenten i kartofler stiger 0,050, for hver gang vægten i vand stiger 1 g, og at der findes 2,00 pct. tørstof, når vægt i vand er 0 g.

$$\text{Tørstof } y = x \cdot 0.050 + 2.00$$

$$\text{Stivelse } y = x \cdot 0.0478 + 2.28$$

Tabel 15.

Vægt i vand x	Vakuumbehandlet		Ikke vakuumbehandlet		Vægt i vand x	Vakuumbehandlet		Ikke vakuumbehandlet	
	pct. tørstof	pct. stivelse	pct. tørstof	pct. stivelse		pct. tørstof	pct. stivelse	pct. tørstof	pct. stivelse
260	13.50	8.71	15.00	10.15	435	22.25	17.07	23.75	18.51
265	13.75	8.95	15.25	10.39	440	22.50	17.31	24.00	18.75
270	14.00	9.19	15.50	10.63	445	22.75	17.55	24.25	18.99
275	14.25	9.43	15.75	10.87	450	23.00	17.79	24.50	19.23
280	14.50	9.66	16.00	11.10	455	23.25	18.03	24.75	19.47
285	14.75	9.90	16.25	11.34	460	23.50	18.27	25.00	19.71
290	15.00	10.14	16.50	11.58	465	23.75	18.51	25.25	19.95
295	15.25	10.38	16.75	11.82	470	24.00	18.75	25.50	20.18
300	15.50	10.62	17.00	12.06	475	24.25	18.99	25.75	20.43
305	15.75	10.86	17.25	12.30	480	24.50	19.22	26.00	20.66
310	16.00	11.10	17.50	12.54	485	24.75	19.46	26.25	20.90
315	16.25	11.34	17.75	12.78	490	25.00	19.70	26.50	21.14
320	16.50	11.58	18.00	13.02	495	25.25	19.94	26.75	21.38
325	16.75	11.82	18.25	13.26	500	25.50	20.18	27.00	21.62
330	17.00	12.05	18.50	13.49	505	25.75	20.42	27.25	21.86
335	17.25	12.29	18.75	13.73	510	26.00	20.66	27.50	22.10
340	17.50	12.53	19.00	13.97	515	26.25	20.90	27.75	22.34
345	17.75	12.77	19.25	14.21	520	26.50	21.14	28.00	22.58
350	18.00	13.01	19.50	14.45	525	26.75	21.38	28.25	22.82
355	18.25	13.25	19.75	14.69	530	27.00	21.61	28.50	23.05
360	18.50	13.49	20.00	14.93	535	27.25	21.85	28.75	23.29
365	18.75	13.73	20.25	15.17	540	27.50	22.09	29.00	23.53
370	19.00	13.97	20.50	15.41	545	27.75	22.33	29.25	23.77
375	19.25	14.21	20.75	15.65	550	28.00	22.57	29.50	24.01
380	19.50	14.44	21.00	15.88	555	28.25	22.81	29.75	24.25
385	19.75	14.68	21.25	16.12	560	28.50	23.05	30.00	24.49
390	20.00	14.92	21.50	16.36	565	28.75	23.29	30.25	24.73
395	20.25	15.16	21.75	16.60	570	29.00	23.53	30.50	24.97
400	20.50	15.40	22.00	16.84	575	29.25	23.77	30.75	25.21
405	20.75	15.64	22.25	17.08	580	29.50	24.00	31.00	25.44
410	21.00	15.88	22.50	17.32	585	29.75	24.24	31.25	25.68
415	21.25	16.12	22.75	17.56	590	30.00	24.48	31.50	25.92
420	21.50	16.36	23.00	17.80	595	30.25	24.72	31.75	26.16
425	21.75	16.60	23.25	18.04	600	30.50	24.96	32.00	26.40
430	22.00	16.83	23.50	18.27					

For vakuumbehandlede kartofler er de tilsvarende tal:

$$\text{Tørstof } y = x \cdot 0.050 + 0.50$$

$$\text{Stivelse } y = y \cdot 0.0478 \div 3.72.$$

I tabel 15 er pct. tørstof og stivelse anført for vægt i vand af 5 kg kartofler fra 260 til 600 g med intervaller på 5 g, både for ikke vakuumbehandlede og for vakuumbehandlede kartofler.

### Sammendrag.

Der er foreslået forskellige tabeller til aflæsning af kartoflers tørstof og stivelseprocent på grundlag af kartoflers vægt i vand. Maerckers tabel, der er den almindeligt brugte, viser at pct. tørstof ( $y$ ) følger kartoflernes vægtfylde ( $V$ ) —  $y = 214 (V \div 0,988)$  — og at pct. stivelse er 5,75 lavere end pct. tørstof.

Ud fra tabel 1 kan udledes, at pct. tørstof ikke er en retlinet funktion af kartoflernes vægtfylde, men derimod af deres vægt i vand ( $x$ ) forsåvidt kartoffeltørstoffets vægtfylde ( $v$ ) er konstant

$$y = x + \frac{y}{v}, y = x \cdot \frac{v}{v \div 1}, \text{ og når } v = 1,666, \text{ findes: } y = 2,5 x.$$

*Temperatures indvirkning.* Ved stigende temperatur udvider kartoflerne sig lidt mere end vand. Bestemmes kartoflers vægt i vand i kolbe, svarer denne merudvidelse til kolbens udvidelse, såfremt en passende mængde stof tages i arbejde.

*Regressionen.* For 1911 prøver, undersøgt 1937—1948, fandtes regressionen ( $b$ ) mellem vægt i vand og pct. tørstof, fundet ved tørring i ovn, at være

$$y = xb + k, \text{ og } y = x \cdot 0,05 + 2,00$$

Tørstoffets vægtfylde — beregnet i tabel 5 af størrelsen  $v = \frac{y}{y \div x}$

— viste sig at stige sammen med tørstofprocenten. Denne stigning skyldtes konstanten  $k$ , og i fig. 2 er sammenhængen mellem denne konstant og tørstoffets vægtfylde vist. Når  $k = 0$  og  $b = 0,05$ , findes:  $v = 1,666$  og konstant. Konstanten  $k$  stammer antagelig fra fejl ved bestemmelserne, og disse forårsages, for største part, af kartoflernes luftindhold.

*Luftindhold.* Fra revne kartofler kan luften evakueres ved anbringelse i målekolber under vakuum, og de luftbefriede kartoflers vægt i vand kan bestemmes i kolberne. Ved denne fremgangsmåde findes som regel en betydelig højere værdi for kartoflernes vægt i vand end ved direkte vejning af kartoflerne i vand, og denne vægtforøgelse regnes at svare til luftens opdrift. For 266 luftbefriede prøver fra 1948—1951 er fundet:  $b = 0,0494$ ,  $k = 0,81$  og luftens opdrift 27 g for 5 kg kartofler. Ændres  $b$  til 0,0500, som den er fundet ud fra 1911 bestemmelser, må  $k$  ændres til 0,56 for at give



omtrent samme tørstoflinie uanset ændring af  $b$ . Luftindholdet kan være stigende med tørstofprocenten. Regnes vægt i vand om til pct. tørstof, findes  $b = 0,0025$  og  $k = 0,13$  for luftindhold, og disse størrelser må tages i regning for ikke vakuumbehandlede kartofler.  $(x \cdot 0,0494 + 0,81) + (x \cdot 0,0025 + 0,13)$  giver for ikke vakuumbehandlede kartofler:  $y = x \cdot 0,0519 + 0,94$ . Sædvanligt er der her regnet med, at luften i kartoflerne svarer til  $k = 1,50$ , men dette passer meget dårligt til tallene for de 266 prøver. Det fremgår af det anførte, at en tilfældig uheldig luftfordeling i et materiale ud fra hvilket  $b$  og  $k$  skal bestemmes, kan forårsage store fejl, og der må benyttes mange prøver for at få et sikkert resultat. Dette forhold belyses i tabel 14, hvor årsvariationen er vist.

Når de hidtil foreslåede tabeller kommer til så forskellige resultater, stammer det formodentlig fra, at de er konstrueret ud fra for få analyseprøver.

*Stivelseindhold.* I de 266 prøver er der udført stivelsebestemmelse ved polarisation efter Ewers metode. Når stivelseprocenten betegnes med  $y$  ligesom tørstofprocenten, bliver resultatet af undersøgelsen:

$$y = x \cdot 0,0478 \div 3,72.$$

Forskellen mellem pct. tørstof og pct. stivelse er i gennemsnit 5,31 og stigende med tørstofprocenten.

*Tørstoffets vægtfylde.* I 26 prøver tørrede kartofler er tørstoffets vægtfylde bestemt ved vejning i pyknometre (tabel 10). I gennemsnit er der fundet en vægtfylde af tørstoffet på 1,669. Deraf

kan regressionskoefficienten udregnes af ligningen  $b = \frac{v}{v \div 1}$ , og

der er fundet  $b = 0,0499$ . For de enkelte prøver er der en variation fra 0,0494 til 0,0506. Der er ikke fundet korrelation mellem tørstoffets vægtfylde og tørstofprocenten. Ved bestemmelsen af tørstoffets vægtfylde styrkes antagelsen om, at den ud fra 1911 prøver fundne værdi for  $b$  på 0,0500 er omtrent rigtig.

*Evakuering af luften fra hele kartofler.* Ved at nedsænke hele kartofler i vand under vakuum 30 minutter og lade dem forblive i vandet ca. 10 minutter, efter at luften igen er lukket ind, har det

vist sig muligt at evakuere luften. Benyttes størrelse  $y = x \cdot 0,05 + 0,50$  til beregning af tørstofprocenten, findes værdier herfor, der kun har en ringe afvigelse fra, hvad der findes ved tørring i ovn.

I bederoer findes et stort luftindhold, der dog ved en ret langvarig vakuumbehandling kan evakueres, og ved benyttelsen af størrelsen  $y = x \cdot 0,05 + 0,50$  findes omtrent samme tørstofprocent som ved tørring i ovn. I tabel 15 er pct. tørstof og stivelse anført for vægt i vand af 5 kg kartofler fra 260 til 600 g.

### SUMMARY

Different tables have been suggested for recording the percentages of dry matter and starch on the basis of the weight of potatoes in water. Maercker's table is the one generally used and it indicates that the percentage of dry matter ( $y$ ) follows the specific gravity of the potatoes ( $V$ )— $y = 214 (V \div 0,988)$ —and that the percentage of starch is inferior to the percentage of dry matter by 5,75.

From table 1 it can be concluded that the percentage of dry matter is no linear function of the specific gravity of the potatoes, but of their weight in water ( $x$ ) provided that the specific gravity of the dry matter ( $v$ ) is a constant.

$y = x + \frac{y}{v}$ ,  $y = x \times \frac{v}{v \div 1}$ , and if  $v$  equals 1,666, it will be found that  $y = 2,5 x$ .

*The influence of temperature.* By increase of temperature the potatoes will expand a little more than the water. If the weight of the potatoes in water is determined in a flask, this additional expansion will correspond with the expansion of the flask in case that adequate quantities of substance are used.

*Regression.* For 1911 samples examined during the years 1937—1948, the regression ( $b$ ) between weight in water and percentage of dry matter, found by drying in a kiln, was found to be

$$y = xb + k, \text{ and } y = x \times 0,05 + 2,00$$

The specific gravity of the dry matter—figured out in table 5 from the quantity

$v = \frac{y}{y \div x}$ —proved to be increasing with the percentage of dry matter. This increase was due to the constant  $k$ , and in fig. 2 the connection between this constant and the specific gravity of the dry matter is shown. If  $k = 0$  and  $b = 0,05$ ,  $v$  will be found to be 1,666 and constant. The constant  $k$  is probably due to incorrectnesses of determination chiefly caused by the contents of air of the potatoes.

*Contents of air.* Grated potatoes may be evacuated of the contents of air in measuring flasks under a vacuum, and the weight in water of the potatoes free from air may be determined in the flasks. Generally the value for the weight of the potatoes in water will be found to be considerably higher by this method than by direct weighing of the potatoes in water, and this increase in weight is considered to be corresponding with the buoyancy of the air. For 266 samples freed from contents of air, examined during the period 1948—1951, it was found

that  $b = 0,0494$ ,  $k = 0,81$ , and the buoyancy of the air 27 grammes for 5 kilos potatoes. If  $b$  is changed into 0,0500—as it was found to be according to the 1911 samples— $k$  must be changed into 0,56 in order that nearly the same line for dry matter may be produced, regardless of the change of  $b$ . The contents of air may be increasing with the percentage of dry matter. If the weight in water is converted into percentage of dry matter, it will be found that  $b = 0,0025$  and  $k = 0,13$  for contents of air, and these quantities will have to be taken into account in the case of potatoes which have not been subject to a vacuum.

$(x \times 0,0494 + 0,81) + (x \times 0,0025 + 0,13)$  gives for potatoes which have not been subject to a vacuum  $y = x \times 0,0519 + 0,94$ . In this case, the air contained by the potatoes is generally considered equal to  $k = 1,50$ , but this applies very badly to the figures of the 266 samples. It will be seen from the above that an occasionally unfavourable distribution of air in the material on the basis of which  $b$  and  $k$  should be determined, may cause great incorrectness of determination, and many experiments must be made in order to obtain safe results. This matter is illustrated in table 14 where the variations of years are shown.

If the results obtained by use of the tables suggested till now differ to such a degree, it is probably due to their having been based on too few testing samples.

*The contents of starch.* 266 samples have been subject to a determination of their contents of starch by polarization according to Ewer's method. If the percentage of starch is named  $y$  like the percentage of dry matter, the result of the test will be

$$y = x \times 0,0478 \div 3,72.$$

The difference between the percentages of dry matter and starch is, on an average, 5,31 and increasing according to the percentage of dry matter.

*The specific gravity of the dry matter.* In 26 samples of dried potatoes the specific gravity of dry matter was determined by weighing in pycnometers (table 10). The average specific gravity of the dry matter was found to be 1,669. On this basis, the regression coefficient may be calculated from the equation  $b = \frac{v}{v \div 1}$ , and  $b = 0,0499$  has been found. The individual samples vary from 0,0494 to 0,0506. No correlation between the specific gravity of the dry matter and the percentage of dry matter has been found. The determination of the specific gravity of the dry matter confirms the supposition that the value of  $b$  being 0,0500, found according to 1911 samples, should be almost correct.

*Removal of the air from whole potatoes.* By sinking whole potatoes into water under a vacuum during 30 minutes and keeping them in the water during about 10 minutes after having let the air in again, it has proved to be possible to remove the air of the potatoes. If the quantity  $y = x \times 0,05 + 0,50$  is used for calculating the percentage of dry matter, values only slightly different from those obtained by drying in a kiln will be found.

Beets have great contents of air which may, however, be removed by a rather prolonged treatment under a vacuum, and by using the quantity  $y = x \times 0,05 + 0,50$ , nearly the same percentage of dry matter will be found by this method as by drying in a kiln.

## Litteraturfortegnelse.

1. *Behrend, M., Maercker* und *Morgan, A.*: Über den Zusammenhang des specifischen Gewichts mit dem Stärkemehl und Trockensubstanzgehalt der Kartoffeln sowie über die Methode der Stärkebestimmung in den Kartoffeln. — Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen, Band XXV. 1880.
2. *Bjørn-Andersen, H.*: Om bestemmelse af kartoflers tørstofindhold. — Tidsskrift for Planteavl, 17. bind, side 510.
3. *Hansen, A. J.*: Resultater af de på Statens Forsøgsstationer i Efteraaret 1904 udførte sammenlignende Undersøgelser af Metoder til Bestemmelse af Tørstof i Kartoffler. — Tidsskrift for Planteavl, 13. bind, side 316
4. *Kristensen, R. K.*: Kartoffernes Vægtfylde og deres Indhold af Tørstof og Stivelse. — Tidsskrift for Planteavl, 46. bind, side 661.
5. *Kristensen, R. K.*: Fejlteori. — Landbrugforlaget 1946.
6. *v. Scheele, C., Svensson, G. og Rasmussen, J.*: Om bestämning av potatisens stärkelse- och torrsubstanshalt med tilhjälp av dess specifika vikt. — Nordisk Jordbrugsforskning, 1935, side 17.
7. *Tedin, O., Lindberg, Joh. E. og v. Scheele, C.*: Studier över sambandet mellan potatisens specifika vikt och dess innehåll av stärkelse, socker och övrig torrsubstans. — Sveriges Udsädesförenings Tidsskrift, 1944, side 339.