

Om Bestemmelse af Kartofflers Tørstofindhold.

Af H. Bjørn-Andersen.

Til Bestemmelse af Kartofflers Indhold af Tørstof og Stivelse anvendes som Regel, og navnlig i tyske Stivelsefabrikker, Bestemmelse af Kartofflernes Vægtfylde, idet man gaar ud fra, at Tørstofindholdet staar i ligefremt Forhold til Vægtfylden og at de stivelsesfri Tørstofsubstanser altid, uden Hensyn til det samlede Tørstofindhold, udgør 5.8 pCt. Paa Grundlag af Vægtfyldebestemmelse beregner eller aflæser man da Tørstof- og Stivelseindholdet ved Benyttelsen af en af Tyskerne *Behrend*, *Maercker* og *Morgen* udarbejdet Tabel. Ved Sammenligning mellem Resultater fra denne Metode og fra den direkte Bestemmelse af Tørstof og Stivelse, har det imidlertid vist sig, at Metoden eller den paagældende Tabel ikke er saa nøjagtig, som det maa fordres, naar den skal benyttes ved Dyrkningsforsøg, navnlig til Sammenligning mellem forskellige Kartoffelsorters Ydeevne. Vægtfyldebestemmelserne maa her suppleres med direkte Tørstofbestemmelser. Paa Forsøgsstationen ved Vester Hassing blev der derfor i 1904 af Forsøgsleder *A. J. Hansen* udført en Række Undersøgelser til Belysning af dette Forhold, hvorom Meddelelse er givet i 16. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur, Tidsskrift for Landbrugets Planteavl, 13. Bind, Side 316—38, og i 1906 blev der endvidere paa Foranledning af Statens Planteavlsudvalg gennem Det kgl. danske Videnskabernes Selskab udsat en Prisopgave angaaende Spørgsmaalet om sikre, praktiske Metoder til Bestemmelse af Tørstof og Stivelse i Kartoffler; men tilfredsstillende Besvarelser indkom ikke. I nærværende Afhandling, som kun angaar Vægtfylde- og Tørstofbestemmelsen, er meddelt Resultaterne af et forberedende Arbejde til Besvarelsen af Prisopgaven, hvilket Forfatteren, mag. scient. *H. Bjørn-Andersen*, har udført efter Tilskyndelse af Statens Planteavlsudvalg, og som kaster Lys over en Del af de foreliggende, ret vanskelige Spørgsmaal og formentlig kan være af Betydning for fremtidige Undersøgelser.

Red.

Dette Arbejde har til Hensigt paa Grundlag af nye Forsøg og ældre i Litteraturen foreliggende Bestemmelser at undersøge, med hvor stor Nøjagtighed Kartofflers Tørstofindhold kan bestemmes ved deres Vægtfylde. Det til mine Undersøgelser nødvendige Materiale er jeg kommen i Besiddelse af ved velvillig

Imødekommenhed fra Statens Planteavlsudvalg og fra Hr. Forsøgsleder A. J. Hansen, Tylstrup. Denne sidste har endvidere haft den Godhed at vejlede mig med Hensyn til Udvalget af de til Formaalet tjenlige Kartoffelsorter, hvorfor jeg her udtaler min bedste Tak.

I Løbet af Efteraaret 1905 modtog jeg 9 Prøver Richters Imperator paa forskellige Modningsstadier. Arbejdet blev først fortsat i Efleraaret 1909, hvor jeg modtog 12 forskellige Sorter. Endelig indkøbte jeg selv i September 1909 2 Sorter, saaledes at mit Materiale i alt omfatter 15 forskellige Sorter.

Tørstofbestemmelser og Vægtfyldebestemmelser i Materialet 1909 er udførte efter de i 1905 udarbejdede Metoder af Fru M. Bjørn-Andersen, som jeg ogsaa paa dette Sted takker for god Hjælp.

Arbejdet falder i følgende Afsnit: 1) Vægtfyldebestemmelse, 2) Tørstofbestemmelse, 3) Tabeller, beregnede paa Grundlag af de her udførte Forsøg, og 4) Sammenligning med ældre Resultater.

Vægtfyldebestemmelse.

Der blev benyttet en stor Skaalvægt, som ved den her nødvendige Belastning gav Udslag for 0.5 gr. Den ene Skaal var erstattet af en cylindrisk Vejekurv af Traadnæt. Kartofflerne blev vadskede med Vand, aftørrede med Klude, og de tørredes fuldstændig ved et Par Timers Henliggen i det Laboratorielokale, hvor Bestemmelsen blev udført, og hvor ogsaa Vandet, der skulde bruges, stod til Temperaturudjævning. Temperaturen afveg i intet Tilfælde 1° fra 17° C.

Kurven befriedes ved Neddypning i Vandet let for vedhængende Luft. Vanskeligere var det med Kartofflerne; de blev lagt ned een for een og Skallen let afgnedet med Haanden under Vandets Overflade. Endelig rystedes de gentagne Gange om mellem hverandre, indtil de ikke længere tiltog i Vægt. Det varede i Almindelighed en halv Time, inden Vægten blev konstant; men det var kun smaa Forandringer, der var Tale om. Kun een Kartoffelsort — Richters Imperator — fra 1905 opførte sig afvigende, idet det varede 2 Timer, inden Vægten blev konstant; og i disse 2 Timer tog Prøven saa meget til i Vægt, at Vægtfylden forandrede fra 1.0877 (21.3 pCt. Tørstof efter *Maercker*) til 1.0906 (21.9 pCt. Tørstof), hvilket Tal maatte

betragtes som det endelige. Hvis man var bleven staaende ved det første Tal, var Bestemmelsen altsaa faldet 0.6 pCt. for lav ud; og ved en lidt mindre omhyggelig Nedlægning i Vandet var der Mulighed for endnu større Fejl.

Af de Forfattere, der har beskæftiget sig med Vægtfyldebestemmelser i Kartoffler, og som vil blive nærmere omtalte i det følgende, gør alene *Heidepriem*¹⁾ opmærksom paa, at det kan give Anledning til Fejl, hvis man ikke fortrænger Luften fuldstændig fra Kartoffelbarken.

Prøvens Størrelse var 5, 4, 2.5, eller endog 1 kg. I dette Arbejde, hvor det ikke gælder om at bestemme det absolutte Tørstofindhold i en Bunke Kartoffler, men Relationen mellem Tørstofmængde og Vægtfylde, spiller Prøvens Størrelse for øvrigt ingen Rolle, naar man blot bruger de samme Kartoffler til Tørstofbestemmelsen, som blev brugte til Vægtfyldebestemmelsen. Der er dog gjort en Del dobbelte Vægtfyldebestemmelser, og de viste brugelig Overensstemmelse, selv hvor der kun blev taget 1 kg i Arbejde. Der blev ved Udtagningen naturligvis lagt Vægt paa, at de forskellige Størrelser af Kartoffler blev repræsenterede i Prøven i Forhold til deres Antal i Hovedportionen. De største Uoverensstemmelser (0.0027 i Vægtfylde = ca. 0.5 pCt. Tørstof) fremkom i nogle Tilfælde, hvor Kartofflerne havde ligget et Par Dage mellem de to Vægtfyldebestemmelser i et Rum ved ca. 17° C., og Vægtfylden maatte da ganske naturlig tage til paa Grund af Vandfordampning.

Der findes ikke blot Luft i Kartoffelbarken, men ogsaa længere inde findes Luftblærer, der ikke kan komme ud, selv ved nok saa lang Tids Rystning af Kartofflerne under Vand. Denne Luftmængde vil gøre, at Vægtfylden falder mindre ud end den burde, og hvis den varierer hos de forskellige Kartoffelsorter, skal der ikke meget til, for at den udvidsker de regelmæssige Vægtfyldeforhøjelser, der skal indtræde ved en forøget Tørstofmængde. Denne Luftmængde er dog ikke direkte paavist, end sige bestemt, men forskellige Forfattere bruger den alligevel til Forklaring af Anomalier.

For nu at faa dette Forhold opklaret har jeg bestemt Vægtfylden af Kartofflerne, efter at de i knust Tilstand ved Udpumpning var befriede for det mulige Luftindhold. Knusningen

¹⁾ Landwirtschaftl. Versuchsstationen, Bd. 20, S. 4.

og Prøveudtagningen blev foretaget som beskrevet senere i Afhandlingen under Afsnittet om Tørstofbestemmelse.

Den udtagne Prøve (7—12 gr) hældtes ned i en lille Trag, hvis Stilk stak ned i et Pyknometer, hvori der passede et indsebet Termometer. Pyknometret kunde rumme 50—60 cm³. Dejgen var saa tykt flydende, at den ikke af sig selv løb ned i Pyknometret; men ved Hjælp af en Spatel, der i Diameter var omtrent som Tragtrørets indre Vidde, pumpedes Massen efterhaanden ned, saaledes at det kun var ganske ubetydeligt, hvad der blev siddende tilbage paa Tragtvæggen. Derefter vejedes Pyknometret med Indhold — det var i Forvejen vejjet tomt —, og der sattes saa meget Vand til Massen, at den blev let flydende. Det hele blev derefter stillet i en Vaccuums-ekssicator, hvoraf Luften blev udpumpet ved Hjælp af en Vandluftpumpe. De i Massen værende Luftblærer svulmede op og afgaves, og der dannedes et højt Skum, som truede med at løbe ud over Pyknometrets Hals. Man maatte da i rette Øjeblik igen lukke Luft ind i Karret, hvorved Skumblæernerne atter hurtigt trak sig sammen. Paa denne Maade kunde man ved afvekslende at evacuere og slippe Luft ind til sidst opnaa at faa al Luften fjærnet. Det viste sig af særlig Nytte at sætte lidt rent Vand til, efter at det meste af Luften var uddrevet, saaledes at Vandet stod som et klart, rent Lag af 3—4 mm Tykkelse ovenpaa. Dette kunde let opnaas ved at dryppe det forsigtigt ned langs Indersiden af Pyknometret. Blæernerne, der danner sig paa dette Vandlag, brister lettere end Blæernerne paa den stærkere Opløsning, og paa denne Maade kan Karret tilsidst evacueres saa stærkt, som Pumpen tillader det, uden at Vædsken skummer over. Naar man skønner, at al Luften er borte, fyldes Pyknometret med destilleret Vand, der dryppes forsigtigt ned langs Glassets Side, saaledes at det ikke blander sig med Kartoffelsaften paa Bunden. Naar Pyknometret er fuldt til Randen, og nogle Skumblæerer strøgne af, sættes Termometeret i, hvorved der jo fortrænges Vædske, som driver ud over Randen. Her er det af Vigtighed, at det sidst paafyldte Vand har holdt sig som et fuldstændig rent og klart Lag ovenpaa, idet det jo er dette Vand, der løber over, naar Termometeret sættes i. For at konstatere Metodens Brugbarhed opsamledes det ved et Par Prøver i en Glasskaal og inddampedes. Vægten af Inddampningsresten viste sig at være højst 0.003 gr,

Tabel 1. Vægtfylde- og Tørstofbestemmelse i Kartofler.

Dato	Kartoffelsort	Prøvens Størrelse i kg	De hele Kartoflers Vægtfylde	De luft- befriede Kartoflers Vægtfylde	pCt. Tørstof
4/9 1905	Richters Imperator I....	5.0	1.0906	1.1088	22.0
				1.1037	22.9
				1.1028	22.9
				1.1020	
15/9 —	do. do. II....	5.0	1.1028	1.1122	25.2
				1.1124	25.2
26/9 —	do. do. III....	2.5	1.1030	1.1126	24.5
		5.0	1.1028	1.1114	25.0
6/10 —	do. do. IV....	5.0	1.0950	1.1062	23.5
		2.5	1.0958	1.1076	24.1
16/10 —	do. do. V....	5.0	1.0970	1.1066	23.5
		2.5	1.0972	1.1064	24.0
25/10 —	do. do. VI....	5.0	1.0989	1.1100	24.5
				1.1097	25.0
				1.1095	
				1.1077	
7/11 —	do. do. VII a ..	5.0	1.0947	1.1083	23.7
— —	do. do. VII b ..	5.0	1.0933	1.1073	23.5
— —	do. do. VII c ..	2.5	1.0924	1.1109	24.2
		1.0	1.0911	1.1086	24.1
7/9 1909	Ubekendt Sort I.....	1.0	1.0724	1.0881	18.92
18/9 —	Ubekendt Sort II.....	1.0	1.0820	1.0922	21.10
				1.0917	21.16
4/10 —	Æggeblomme, 1. Prøve ..	4	1.0887	1.0976	22.06
				1.0980	22.20
				1.0977	22.09
6/10 —	Æggeblomme, 2. Prøve ..	4	1.0890	1.0989	22.39
				1.1000	22.44
					22.42
11/4 1910	Æggeblomme, 3. Prøve ..	4	1.0850	1.0960	21.27
				1.0959	21.52
16/10 1909	Up to date.....	4	1.0866	1.0950	21.54
				1.0953	21.30
					21.35
18/10 —	Magnum bonum, 1. Prøve	4	1.0912	1.1002	
				1.0998	
20/10 —	Magnum bonum, 2. Prøve	4	1.0908	1.1012	22.24
				1.0999	22.61
					22.35

Tabel 1 (fortsat).

Dato	Kartoffelsort	Prøvens Størrelse i kg	De hele Kartoflers Vægtfylde	De luft- befriede Kartoflers Vægtfylde	pCt. Tørstof
25/10 1909	Prof. Wohltmann, 1. Prøve	4	1.0978	1.1081	24.01
				1.1075	24.15
					24.08
27/10 —	Prof. Wohltmann, 2. Prøve	4	1.1005	1.1087	24.16
				1.1094	24.11
1/11 —	Blaa Kæmpe, 1. Prøve...	4	1.0883	1.1004	22.31
				1.0982	22.24
					22.07
3/11 —	Blaa Kæmpe, 2. Prøve...	4	1.0908	1.1028	22.61
				1.1018	22.70
					22.66
8/11 —	Richters Snerose, 1. Prøve	4	1.0887	1.0977	21.68
				1.0968	21.67
					21.68
10/11 —	Richters Snerose, 2. Prøve	4	1.0902	1.0987	22.22
				1.0994	21.90
15/11 —	Juli, 1. Prøve.....	4	1.0947	1.1004	23.98
				1.1080	23.89
17/11 —	Juli, 2. Prøve.....	4	1.0952	1.1000	23.66
				1.1053	23.70
21/11 —	Brincw. Beauty	4	1.0908	1.0994	22.37
				1.1001	22.17
20/11 —	Bonza	4	1.1023	1.1189	24.82
				1.1125	24.38
6/12 —	Verdens Under	4	1.0864	1.0978	21.59
				1.0937	21.46
15/12 —	Kejserkrone	4	1.0787	1.0914	20.13
				1.0912	20.20
22/1 1910	Champion.....	4	1.0984	1.1116	24.88
				1.1117	25.07

hvilket ingen Rolle spiller for Vægsfyldbestemmelsen. Nu opvarmedes Pyknometret til 17.5° C.; det overflødige Vand toges bort, og der vejedes.

Resultatet af disse Vægtfyldbestemmelser er opført i Tabellerne 1 og 2. Ved Sammenligning med de paa den anden Maade udførte er Forskellen iøjnefaldende. Differenserne (se Tabel 2) er saa store, at der ikke kan være Tale om, at de skyldes Forsøgsfejl; de veksler i Størrelse, men gaar altid i den Retning, at Vægtfylden af de luftbefriede Kartoffler er den højeste.

Der er da her leveret et Bevis for, at Kartofflernes Luftindhold paavirker den direkte Vægtfyldebestemmelse. Differenserne, der er opførte i Tabel 2, Rubrik 4, kan opfattes ligefrem som Maal for det tilstedeværende Rumfang Luft¹⁾. Som man ser, varierer Luftindholdet lige fra 0.0083 til 0.0180. Af størst Interesse er det at se, hvorledes det kan variere hos samme Kartoffel; og et Billede heraf kan man faa fra Forsøgsrækken med Richters Imperator 1905, der findes opført først i Tabel 2²⁾.

Nogen absolut Regelmæssighed i Variationen af Luftindholdet er det umuligt at konstatere. Det kunde nærmest se ud, som om Kartofflerne omkring Modningstiden³⁾ havde mindst Luftindhold, og at dette senere steg, hvad der muligvis kunde forklares derved, at noget Stivelse efterhaanden omdannes til opløst Sukker, der forbruges ved Kartofflens langsomme Aandedræt, og hvis Plads derefter optages af Luft (f. Eks. CO₂).

Tørstofbestemmelse.

De Tørstofbestemmelser, der ligger til Grund for *Heidepriems*, *Holdefleiss'* og *Maerckers* Tabeller, blev udførte efter en meget nøjagtig Metode. Kartofflerne blev skaarne i Siver, og en stor Mængde af disse tørredes, til de var saa sprøde, at de med Lethed kunde fint pulveriseres. Af det fine Pulver udtoges en Kvotadel, som tørredes fuldstændig i en Vandtørrekasse, hvorigennem der gik en tør Brintstrøm. Der sørgedes for, at Materialet ikke tiltrak Fugtighed under Pulveriseringen mellem de to Vejninger. Denne Metode maa kunne give særdeles overensstemmende Resultater; men den er meget omstændelig, hvad der naturligvis ikke gør noget videre, naar det gælder om een Gang for alle at udføre de Analyser, der ligger til Grund for Tabellen. Men da jeg, efter at have læst *Maerckers* egen Angivelse af, hvor store Fejl der kan indtræde ved An-

¹⁾ Differensen divideret med Vægtfylden = Antal cm³ Luft i 1 cm³ Kartoffel.

²⁾ De 3 sidste af disse Prøver (7 a, 7 b og 7 c) var, som man kan se af Datoen, tagne op af Kulen paa samme Tid; men der var nogen Forskel paa Knoldenes Størrelse. I 7 a var Knoldene mindst (65 Stkr. paa 5 kg), dernæst kom 7 b (57 Stkr. paa 5 kg), og størst var de i 7 c (50 Stkr. paa 5 kg).

³⁾ 3. Sending maa opfattes som moden, da Antallet af Kartoffler paa en bestemt Vægt dér er sunket ned til den Størrelse, i Nærheden af hvilken det holder sig Resten af Tiden.

vendelsen af Tabellen¹⁾, paa Forhaand maatte betragte Anvendeligheden indskrænket til særlige Tilfælde, fandt jeg det rimeligere at prøve en lettere Metode, der eventuelt kunde bruges i Fremtiden, hvor der ønskedes større Nøjagtighed. Det er formodentlig den samme Tankegang, der har faaet A. J. Hansen til at fravige den oprindelige Metode og søge en bedre. Vi har da begge søgt at løse Opgaven paa samme Maade²⁾, nemlig ved straks at knuse de raa Kartoffler tilstrækkelig fint i en Kødhakkemaskine, saaledes at den Prøve, hvormed Tørringen fuldførtes, kunde udtages straks, og man sparede den første Tørring og vanskelige Pulverisering af den meget store Prøve Kartoffelskiver (600—1000 gr).

Denne Metode staar altsaa omtalt i den citerede Beretning af J. A. Hansen; men da mange Enkeltheder er af stor Vigtighed for Middelpørens Godhed, skal jeg supplere det dér nævnte med følgende.

De forskellige Konstruktioner af Kødhakkemaskiner er ikke alle anvendelige. Flere har den Fejl, at Kartoffelsaften presses ud foran paa Maskinen mellem Akslen og Lejet. Jeg har fundet en Maskine med Fabriksmærket »Huskvarna Nr. 32« anvendelig. Til den hørte 3 Skæreplader med Huller af henholdsvis 0.9, 0.45 og 0.3 cm Diameter. Kartofflerne kunde ikke straks passere Skærepladen med de fineste Huller, men maatte gaa 3 Gange gennem Maskinen, idet man begyndte med den groveste Skæreplade og endte med den fineste. Hele den Portion, der var brugt til Vægtfyldebestemmelsen, gik efter Overfladens Tørring gennem Maskinen. Dejgen opfangedes i en stor Skaal, og efter kraftig Omrøring udtoges deraf ved at bruge en 2 Liters Skaal som Øsekar en Portion paa ca. 2 kg. Denne Mængde gik da gennem Maskinen med Skæreplade Nr. 2 og for tredje Gang med Skæreplade Nr. 3.

Det har, som man kan tænke sig, meget stor Betydning, at Kartofflerne bliver findelte saa meget som muligt, idet man ikke kan udtage en god Middelpøve paa ca. 10 gr af en Dejg med store Kartoffelstumper. Først Skeen ned, lægger Stumperne sig nemlig paa den i en Bunke med Top paa, og man

¹⁾ »Dass im Allgemeinen keine grössere Abweichungen als ± 1 pCt. vom Mittel vorkommen«, Landwirtschaftl. Versuchsstationen, Bd. 25, S. 125.

²⁾ 16. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur, Tidsskrift for Landbrugets Planteavl, 13. Bind, Side 316—38.

faar for lidt Saft med. Alle Bestemmelserne bliver derved ensidigt for høje, og jo grovere Sønderdelingen er, desto mere Sandsynlighed er der for en daarlig Overensstemmelse mellem to samtidig udførte Tørstofbestemmelser i samme Dejg. Denne Overensstemmelse kan altsaa tjene som Kriterium for Middelprøvens Godhed.

Ved Analyserne, der er udførte i 1905 (Richters Imperator), har 6 af Kartoffelprøverne kun passeret de to grovere Skæreplader. Dobbeltbestemmelserne viser her for de fires Vedkommende Uoverensstemmelser paa 0.5 pCt. eller 0.6 pCt. Ved Analyserne i 1909 er der af 14 Kartoffelsorter udtaget 20 Prøver, som alle har passeret 3 Skæreplader. I de 11 Tilfælde er der gjort Dobbeltbestemmelser og i de resterende 9 tredobbelte Bestemmelser. Differenserne bevæger sig i Almindelighed omkring 0.1 pCt. og naar kun i eet Tilfælde op til 0.44 pCt. Disse Tal viser tydeligt, hvor gavnligt det er at findele Prøven saa meget som muligt.

De Vanskeligheder ved at holde Pulpen ensartet under Prøveudtagningen, som *A. J. Hansen* nævner, og som jeg ogsaa har prøvet med Materialet i 1905, falder hovedsagelig bort ved den yderligere Findeling. Massen, der ved at passere Maskinen, skummer stærkt, holder sig efter kraftig Omrøring ensartet i tilstrækkelig lang Tid til, at man i Ro kan udtage Prøven.

Af Pulpen, der var fremstillet paa denne Maade, udtoges ogsaa Prøver til Bestemmelse af Vægtfylde i de luftbefriede Kartoffler.

Prøvernes Størrelse var 8—12 gr. Tørringen foregik i et Filtervejglas. Bundens Radius var 7 cm, saaledes at Prøven kunde bredes ud til et tyndt Lag. Derved blev Blanding med Pimpstenspulver, som man f. Eks. bruger ved Tørstofbestemmelse i Sukkerroer, og som *A. J. Hansen* ogsaa brugte ved sine Bestemmelser, unødvendig. Filtervejglasset kunde lukkes med en tilseben Prop, hvilket var aldeles nødvendigt, da den indtørrede Masse er saa hygroskopisk, at den trækker Fugtighed til sig paa Vægten under Vejningen.

Ved Anbringelse af Prøven i Tørreskabet ved 100° C. forklitrer Stivelsen, og det er muligt, at denne Omstændighed paavirker Bestemmelsen, f. Eks. ved at sinke Vandafgivelsen. Forskellige Forfattere for-tørre derfor Massen ved en lav Temperatur; og naar det meste af Vandet er borte, tørre de til

konstant Vægt ved 100° C. Ved et af *Holdefleiss* refereret Forsøg af *Abesser*¹⁾ skulde denne For-Tørring dog være undværlig. Ved de af mig i 1909 udførte Analyser er der i alle de udtagne Prøver, som nævnt, mindst gjort dobbelte Tørstofbestemmelser, og i alle Tilfælde er en af Bestemmelserne udført uden For-Tørring. I Resultaterne, der fremgaar af Tørringen til konstant Vægt, er der ingen Forskel at mærke, idet Differenserne er smaa, og de ikke for-tørrede er snart større, snart mindre end de for-tørrede. Der er dog Mulighed for, at de ikke for-tørrede sinkes lidt i Begyndelsen af Vandafgivelsen, saaledes at Bestemmelsen falder lidt større ud for disse, hvis Tørringen afbrydes, inden alt Vandet er borte — f. Eks. efter 24 Timers Forløb. Mine Forsøg viser, at her højst kan være Tale om en Forskel paa 0.1 pCt. Denne Størrelse har jo i og for sig intet at sige, men man maa huske, at Fejlen er ensidig og ikke ophæves i et Middeltal, saaledes at den kommer til at paavirke hele Tabellen. Samtidig vil Forsøget paa at afkorte og simplificere Bestemmelsesmetoden ogsaa paa andre Punkter medføre ensidige Fejl, der ganske vist hver for sig er smaa, men som ved Integration kan naa en betydelig Størrelse. I det følgende skal vi se, at Afvigelserne mellem nogle af de eksisterende Tabeller kan finde deres Forklaring paa denne Maade.

Af andre Omstændigheder, der har Indflydelse paa Resultatet, skal nævnes Luftens Fugtighedsgrad, Tørringstemperaturen og Tørringstiden.

Det er rimeligt at antage, at der for hver Temperatur efter tilstrækkelig lang Tids Forløb indstiller sig en Ligevægt mellem den omgivende Lufts Fugtighedsmængde og den Fugtighedsmængde, der bliver tilbage i Kartoffelmassen. Fuldstændig Tørring vil man derfor kun opnaa i en Atmosfære, der er ganske fri for Fugtighed. Ved de foreliggende Arbejder, undtagen *A. J. Hansens*, tørredes til konstant Vægt i en lukket Beholder, der var nedsænket i kogende Vand, og hvorigennem der gik en med Klorkalcium eller Svovlsyre fuldstændig tørret Brintstrøm. Denne Metode er dog noget omstændelig, og Afvigelserne fra de Resultater, man faar ved Tørring i Atmosfæren, er ikke store, hvad følgende Forsøg viser. Af et Kartoffel-

¹⁾ Zeitschr. d. landwirthsch. Central-Vereins d. Provinz Sachsen, 1874, S. 204.

pulver, der allerede havde afgivet det meste af Vandet, tørredes 2 Portioner i samme Tørreskab ved ca. 99° C. Den ene stod nede i et Glas, hvorigennem der gik en i Forvejen med Svovlsyre tørret Kulsyrestrøm. Der tørredes til konstant Vægt og fandtes i den ene Portion (tørret i tør Luftstrøm) 85.21 pCt. og i den anden (tørret i Atmosfæren) 85.72 pCt. Tørstof. Den halve pCt. Forskel her bliver dog ikke til mere end 0.15 pCt. Forskel i Tørstofmængde, beregnet for den friske Kartoffel. Et Par andre Forøg, udførte paa samme Maade, gav lignende Afvigelser. Et Bevis for Fugtighedsgradens Indflydelse faar man ogsaa, naar man sætter nogle friske, vaade Prøver ind i Tørrekassen til Prøver, der næsten er færdigtørrede. De sidste vil da i Løbet af det første Døgn tage paa i Vægt.

Ved Tørring i fuldstændig tør Luft spiller Tørringstemperaturen ingen Rolle, idet Vandafgivelsen dér er fuldstændig ved alle Temperaturer. Hvilken Indflydelse, den har ved Tørring i Atmosfæren, har jeg ikke anstillet Forsøg over, idet man vel altid vil bruge en Vandtørrekasse, hvor det er let at holde Temperaturen konstant ved $99-100^{\circ}$ C., skønt højere Temperatur vilde have den Fordel, at Tørringen gik langt hurtigere.

I Begyndelsen af Tørringen afgives Vandet hurtigt, senere langsommere. Til Belysning heraf skal jeg af mit Materiale anføre to Prøver:

	Richters Imperator, 1905	Kartoffel Nr. 1, 1909
Efter 1 Døgns Tørring...	22.95 pCt. Tørstof	19.38 pCt. Tørstof
— 2 — — ...	22.86 — —	19.13 — —
— 5 — — ...	22.65 — —	19.06 — —
— 8 — — ...	22.59 — —	
— 10 — — ...	22.59 — —	18.04 — —
	herefter konstant.	herefter konstant.

Efter 1. Døgns Tørring har disse Prøver endnu afgivet henholdsvis 0.36 og 0.44 pCt. Vand; og simplificerer man Bestemmelsen ved at standse Tørringen paa dette Tidspunkt, falder alle Analyserne og derigennem hele Tabellen ca. 0.4 pCt. højere ud.

Angaaende den her opnaaede Overensstemmelse mellem Dobbeltbestemmelser og Resultaterne i Almindelighed henvises til Side 518 og Tabellerne.

Tabeller, beregnede paa Grundlag af de her udførte Analyser.

I Almindelighed opstilles Funktionen mellem Vægtfylde og Tørstofprocent som en ret Linie. Kun *Holdefleiss* beregner af sine Forsøg Ligningen for en Kurve af mere indviklet Form: den skærer en ret Linie i 4 Punkter. Da Krumningen kun er svag, nærmer Kurven sig dog en ret Linie. I alle Tilfælde er Kurven rent empirisk, og der foreligger intet Forsøg paa at finde Aarsagen til Relationen.

Følgende Overvejelser fører til en meget simpel Forklaring:

Kaldes Kartofflens Vægtfylde q , Vandmængden i pCt. aq, Tørstofmængden i pCt. T og endelig den ubekendte Vægtfylde af Tørstoffet (i opløst eller fugtig Tilstand) q_t , udtrykker Ligningen

$$\frac{100}{q} = \frac{aq}{1} + \frac{T}{q_t}$$

simpelthen, at Rumfanget af 100 gr Kartoffel er lig Summen af Vandets og Tørstoffets Rumfang. Da $aq = 100 \div T$, faas

$$100 \left(1 \div \frac{1}{q}\right) = T \left(1 \div \frac{1}{q_t}\right)$$

T er nu kun bestemt ved q , hvis q_t er en Konstant, eller ved en eller anden Funktion, afhængig af T . Ved nu at indføre de i mine Analyser sammenhørende Værdier for q og T , er q_t (eller Størrelsen $1 \div \frac{1}{q_t}$, hvad der er lettere og tilstrækkeligt)

beregnet for hver Prøve. De fundne Tal findes opførte i Tabel 2. Værdierne varierer jo; men nogen »Gang« med stigende T er ikke at øjne, hvorfor den første af de to nævnte Udveje er at vælge, nemlig q_t (og derved ogsaa $\left(1 \div \frac{1}{q_t}\right) = \text{Konstant}$).

Som nævnt er de fundne $\left(1 \div \frac{1}{q_t}\right)$ ikke konstante, men svinger om en Middelværdi med større eller mindre Afvigelser fra denne. Havde alle Tørstofbestanddelene (Stivelse + mindre Mængder Cellulose, Sukker, kvælstofholdige Stoffer, uorganiske Salte og Luft)¹⁾ samme Vægtfylde, maatte q_t naturligvis være

¹⁾ Til Tørstof maa her regnes alt, hvad der bidrager til at forandre Vægtfylden, undtagen Vand.

Tabel 2. Tørstofbestemmelser ved Hjælp af Vægtfylden, sammenlignet med de direkte Tørstofbestemmelser.

Kartoffelsort	De hele Kartofflers Vægtfyldte (Middeltal fra Tabel 1)		De luftbefriede Kartofflers Vægtfyldte (Middeltal fra Tabel 1)		Differens mellem de to foregaaende = Luftindhold	pCt. Tørstof direkte bestemt (Middeltal fra Tabel 1)	$\left(1 \div \frac{1}{\varrho t}\right)$ udregnet af de hele Kartofflers Vægtfyldte. (Middeltal for hver Sort)	pCt. Tørstof beregnet af Middeltal af Spalte 5	Differens mellem den her beregnede og den fundne Tørstofmængde	$\left(1 \div \frac{1}{\varrho t}\right)$ udregnet af de luftbefriede Kartofflers Vægtff. (Middeltal for hverSort)	pCt. Tørstof beregnet af dette ϱt	Differens mellem den her beregnede og den fundne Tørstofmængde
	2	3	4	5								
Richters Imperator I	1.0906	1.1031	0.0125	22.8	} 0.3623	}	}	22.58	0.22	} 0.4067	22.98	0.18
do. do. II	1.1028	1.1123	95	25.2				25.50	80		24.85	35
do. do. III	1.1029	1.1120	91	24.8				25.50	70		24.75	5
do. do. IV	1.0954	1.1069	115	23.8				23.70	10		23.73	7
do. do. V	1.0971	1.1073	102	23.8				24.05	25		23.80	0
do. do. VI	1.0989	1.1092	153	24.8				23.33	1.47		24.18	32
do. do. VII a.	1.0947	1.1088	136	23.7				23.50	20		24.00	80
do. do. VII b.	1.0988	1.1073	140	23.5				23.20	30		23.80	30
do. do. VII c.	1.0918	1.1098	180	24.2				22.85	1.35		24.80	10
Ubekendt Sort I	1.0724	1.0815	91	18.98				0.3567	18.35		0.58	0.8981
Ubekendt Sort II	1.0820	1.0920	100	21.11	0.3590	20.60	51	0.8991	20.70	41		
Æggeblomme $\left(\frac{4}{10}\right)$ 1909	1.0887	1.0978	91	22.12	} 0.3668	}	}	22.15	08	} 0.4053	21.95	17
do. $\left(\frac{11}{4}\right)$ 1910	1.0890	1.0995	105	22.42				22.28	19		22.84	08
do. $\left(\frac{11}{4}\right)$ 1910	1.0850	1.0960	110	21.40				21.80	10		21.50	10
Up to date	1.0860	1.0952	86	21.89	0.3726	21.07	28	0.4064	21.34	5		
Magnum bonum	1.0912	1.1000	88	—	} 0.3697	}	}	}	}	}	}	}
do. do.	1.0903	1.1006	103	22.40								
Prof. Wohltmann	1.0978	1.1078	100	24.08	} 0.3742	}	}	}	}	}	}	}
do. do.	1.1005	1.1091	86	24.14								
Blaa Kæmpe	1.0888	1.0993	110	22.21	} 0.3654	}	}	}	}	}	}	}
do. do.	1.0908	1.1020	117	22.06								
Richters Snerose	1.0887	1.0970	83	21.06	} 0.3752	}	}	}	}	}	}	}
do. do.	1.0902	1.0991	89	22.11								
Juli	1.0947	1.1062	113	23.94	} 0.3643	}	}	}	}	}	}	}
do. do.	1.0952	1.1057	105	23.68								
Brinew. Beauty	1.0908	1.0998	90	22.27	0.3738	22.62	85	0.4075	22.80	08		
Bonza	1.1028	1.1132	109	24.60	0.3774	25.30	70	0.4183	24.97	87		
Verdens Under	1.0864	1.0973	109	21.53	0.3694	21.63	10	0.4118	21.77	24		
Kejserkrone	1.0787	1.0913	126	20.16	0.3619	19.85	81	0.4150	20.57	41		
Champion	1.0984	1.1117	133	24.98	0.3586	24.85	63	0.4022	24.72	26		
Middeltal					0.3672		0.29	0.4065		0.19		

fuldstændig konstant; men da dette ikke er Tilfældet, fremkommer Svingningerne ved Forskydninger af de nævnte Stoffers relative Mængder; og Spørgsmaalet bliver da: Med hvor stor Nøjagtighed kan T bestemmes ved ϱ , naar man for $\left(1 \div \frac{1}{\varrho_t}\right)$ sætter Middeltallet af alle de fundne Værdier for denne Størrelse? Middeltallet er 0.3672, og det er beregnet paa den Maade, at der tillægges alle Kartoffelsorter lige megen Vægt, d. v. s., hver Kartoffelsort indgaar kun een Gang i Middeltallet.

Under den Forudsætning, at ϱ_t er konstant, repræsenterer Ligningen et Keglesnit, hvoraf dog kun den Del, der ligger inden for de sædvanlige Tørstofgrænser, har nogen Betydning. Inden for disse Grænser krummer Kurven kun svagt og kan erstattes af en ret Linie, uden at Fejlen paa noget Sted naar op til 0.1 pCt. Tørstof.

Her er altsaa opnaaet en simpel Forklaring paa den empirisk fundne Relation.

I Ligningen — $0.3672 \times T = 100 \times \left(1 \div \frac{1}{\varrho}\right)$ — er nu, i den Hensigt at tegne Kurven, indsat 7 Værdier for ϱ , valgte med nogen indbyrdes Afstand ($\varrho = 1.070, 1.075, 1.080, 1.085, 1.090, 1.095$ og 1.100), og som dertil svarende Værdier for T er fundet: 17.79, 18.97, 20.14, 21.30, 22.46, 23.59 og 24.72. Gennem disse 7 Punkter er Kurven tegnet. Man kunde naturligvis, ved at indsætte flere Værdier, beregne en af de sædvanlige Tabeller paa samme Maade.

Af Kurven kan nu de forskellige Tørstofmængder, der svarer til de fundne Vægtfylder, udtages, og Værdierne er opførte i Tabel 2, Rubrik 7. Differenserne mellem disse og de direkte fundne Tørstofmængder er opførte ved Siden af. Middeltallet af alle Afvigelserne er 0.89 pCt., største Afvigelse er 1.5 pCt., og i 5 Tilfælde af 29 naar Afvigelsen op til 0.7 pCt. Det er væsentlig samme Resultat som det, der fremgaar af alle de ældre Arbejder, *Maerckers* eget Materiale undtaget. Se mere herom i næste Afsnit.

Disse Afvigelser maa altsaa skyldes Variationer i de relative Mængder af Tørstofbestanddelene og da navnlig af Luft og maaske uorganiske Salte, idet dissers Vægtfylde er væsentlig forskellig fra de organiske Stoffers. Særlig maa Variationen i Luftmængde spille en Rolle, da Luftens Vægtfylde er saa over-

ordentlig lille, og det er muligt, at vi ud fra de i det foregaaende fundne Vægtfylder af luftbefriede Kartofler kan beregne en Tabel, der fungerer med mindre Afvigelser.

Af de direkte Tørstofbestemmelser og de i Tabel 2 anførte Vægtfyldebestemmelser i luftbefriede Kartofler er ved Hjælp af den anførte Ligning beregnet en ny Række $\left(1 \div \frac{1}{\rho_t}\right)$, som findes anført i Tabel 2, Rubrik 9. Man ser, at disse Tal ikke svinger saa stærkt som de forrige, og at der stadig ikke er nogen »Gang« med voksende T . Middeltallet bliver 0.4065, og paa samme Maade som før er Kurve II beregnet og tegnet. De heraf fundne Værdier for Tørstofindhold ud fra Vægtfylden af de luftbefriede Kartofler findes i Tabel 2, Rubrik 10, og Afvigelserne fra de direkte bestemte i Rubrik 11.

Middeltallet af Afvigelserne er her 0.19, halvt saa stort som før, og den højeste Afvigelse er 0.62. Det ses, at navnlig de store Afvigelser (1.47 pCt. og 1.35 pCt.) er undgaaede her og altsaa skyldes Luftindholdet.

Paa Grund af denne gode Overensstemmelse kunde der være Tale om at anvende denne Metode i Praksis; men det er et Spørgsmaal, om den frembyder nogen Fordel fremfor den direkte Tørstofbestemmelse. Den fører ganske vist hurtigere til Resultatet, men fordrer dog mere personligt Arbejde og eksperimentel Færdighed.

Sammenfattende Oversigt over ældre og nyere Resultater.

De Arbejder, der nærmere skal omtales her, og som ogsaa før er berørte, skyldes *Heidepriem*¹⁾, *Holdefleiss*²⁾, *Maercker*³⁾ og *A. J. Hansen*⁴⁾. *Maercker* har beregnet sin Tabel paa Grundlag af Analyser af *Abesser* og *Morgen* (i alt 72) og suppleret dem med *Holdefleiss*' 72.

For at faa en Sammenligning mellem de forskellige Tabetler har jeg dels beregnet den for hver Tabel konstante Tørstofvægtfylder ρ_t (se Side 521), som findes opført her.

	<i>Heidepriem</i>	<i>Holdefleiss</i>	<i>Maercker</i>	<i>A. J. Hansen</i>	<i>H. Bjørn-Andersen I</i>
			(ekskl. <i>Holdefl.</i>)		
$\rho_t \dots$	1.860	1.621	1.598	1.567	1.582

¹⁾ Landwirtschaftl. Versuchsstationen, Bd. 20, S. 1.

²⁾ Landwirtschaftl. Jahrbücher, Suppl. 1877.

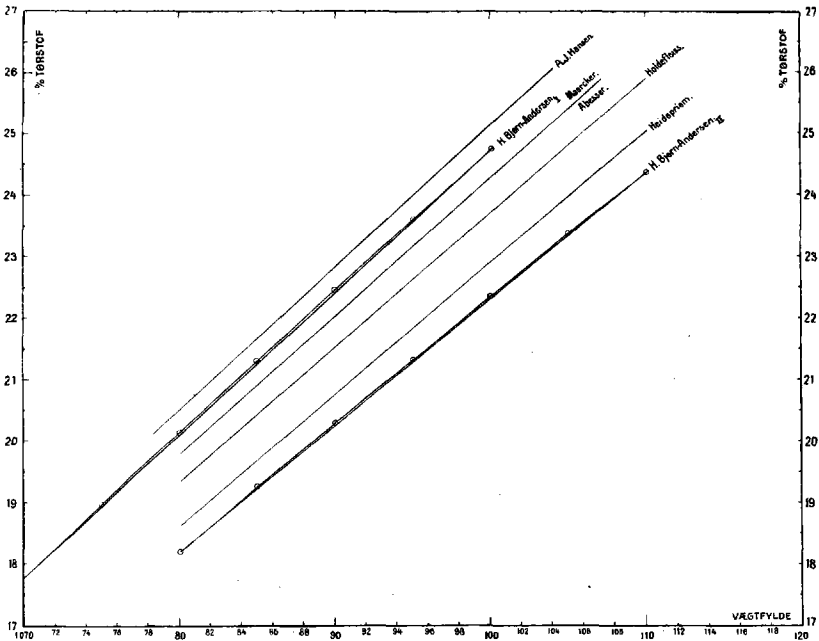
³⁾ Landwirtschaftl. Versuchsstationen, Bd. 25, S. 107.

⁴⁾ 16. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Samtidig har jeg indtegnet de hertil svarende Linier i et Koordinatsystem (se Fig.), hvor de forløber næsten parallelt i nogen Afstand fra hinanden, den med det laveste ρ_t øverst. Hvert Sæt Analyser samler sig om sit ρ_t eller sin Kurve.

Dette Forhold kan fremkomme ved, at der er en konstant Forskel i de enkelte Forfatteres Forsøgs materiale eller i deres Analysemetode.

Grafisk Fremstilling af Forholdet mellem Kartofflers Tørstofindhold og Vægtfylde hos de forskellige Forfattere.



En konstant Forskel i Forsøgs materialet kan tænkes at opstaa ved de lokale Forholds Indflydelse. Saaledes vil Jordbundens Beskaffenhed og Gødningsforhold vel nok kunne influere paa hele Forsøgsrækkens Askeindhold og derigennem paa Vægtfylden. Hvor store Forskydninger, det her kan dreje sig om, er ikke godt at sige paa Forhaand; og det maatte opklares ved omfattende Forsøg med mange Kartoffelsorter,

dyrkede under de forskelligste Forhold. Men det er rimeligt, at et saadant Arbejde slet ikke vilde lønne sig; thi som vi skal se i det følgende, er den Nøjagtighed, man opnaar ved Anvendelse af Tabeller, kun ringe — selv under den Forudsætning, at de lokale Forholds Indflydelse er forsvindende.

For at se dette vil vi altsaa gaa ud fra, at Forskellen paa Tabellerne udelukkende skyldes Forskel i Analysemetoderne, hvorved vi ved tilladelige Korrektioner kan faa alle Kurverne og Tabellerne til at falde sammen til een. Ganske vist er det ikke muligt at forstaa, hvilke Særegenheder ved *Heidepriems* og *Holdefleiss'* Analysemetoder der har bragt Tørstofprocenten saa langt ned (eller Vægtfylden saa højt op). Men hvad de tre andre Kurver angaar, er det muligt at bruge denne Forklaring. *A. J. Hansens* Prøver er nemlig tørrede i 24 Timer i Atmosfæren, mine er tørrede til konstant Vægt i Atmosfæren, og endelig er *Maerckers* tørrede til konstant Vægt i en tør Brintatmosfære. Efter hvad der er meddelt i det foregaaende, skal derfor *A. J. Hansens* Metode give et større Tørstofindhold end min og denne igen et større end *Maerckers*. De tre Kurver falder netop i denne Orden.

Tabel 3.

Heidepriem 24 Analyser				Holdefleiss 72 Analyser				Abesser 28 Analyser					
0.5 pCt. og der- over	0.7 pCt. og der- over	1 pCt. og der- over	2 pCt. og der- over	0.5 pCt. og der- over	0.7 pCt. og der- over	1 pCt. og der- over	2 pCt. og der- over	0.5 pCt. og der- over	0.7 pCt. og der- over	1 pCt. og der- over	2 pCt. og der- over		
7	3	2	0	14	5	2	0	11	6	3	0		
Maercker 44 Analyser						A. J. Hansen 62 Analyser				H. Bjørn-Andersen I 29 Analyser af 15 Sorter			
0.5 pCt. og der- over	0.7 pCt. og der- over	1 pCt. og der- over	2 pCt. og der- over	3 pCt. og der- over	4 pCt. og der- over	0.5 pCt. og der- over	0.7 pCt. og der- over	1 pCt. og der- over	2 pCt. og der- over	0.5 pCt. og der- over	0.7 pCt. og der- over	1 pCt. og der- over	2 pCt. og der- over
22	20	13	5	2	1	26	16	5	0	8	5	2	0

Jeg har nu af alle de anførte Forfatteres Materiale udregnet Afgivelserne mellem den direkte fundne Tørstofmængde og den

af Vægtfylden beregnede. Antallet af Afvigelser, som er større end 0.5 pCt., 0.7 pCt. o. s. v., er anførte i Tabel 3.

Man faar paa denne Maade et ret anskueligt Billede af Overensstemmelsens Godhed. Den er naturligvis noget forskellig; men særlig afvigende er dog kun *Maerckers* Materiale, der indtager en meget ugunstig Stilling i Modsætning til de øvriges. Navnlige er de store Afvigelser talrigt repræsenterede. Da her kun staar 44 Analyser lige over for 215 (de øvrige tilsammen), kunde man fristes til at udskyde dem. Men da *Maerckers* Metoder er ganske de samme som *Heidepriems*, *Holdefleiss'* og *Abessers*, og da man heller ikke af hans noget knappe Beskrivelse af Fremgangsmaaden kan se nogen Aarsag til den daarlige Overensstemmelse, har man efter min Mening ikke Lov til at se bort fra et Materiale fra den Haand. Og selv om man gjorde det, vilde det samlede Resultat ikke tage sig meget bedre ud.

Under den Forudsætning, vi har gjort i det foregaaende, at Kurvernes indbyrdes Forskydning skyldes Forskel i Analysemetoderne, kan vi nu samle alle de 259 Analyser under eet og faar da, udregnet paa 100 Analyser, følgende Antal Fejl:

	0.5 pCt. og derover	0.7 pCt. og derover	1 pCt. og derover	2 pCt. og derover
Antal Fejl	34	21	10	2

Bedømmelsen af Tabellens Brugbarhed maa efter dette overlades til dem, der skal anvende den i Praksis. Men eet skal erindres: at Formaalet er at skelne mellem Kartoffler, hvis Tørstofindhold i Almindelighed kun kan variere mellem temmelig snævre Grænser. Det ses saaledes, at mellem *A. J. Hansens* 62 Sorter og mine 15 — i alt 77 — forekommer et Tørstofindhold under 19.5 pCt. kun 2 Gange og over 25.5 pCt. kun 6 Gange; hele Resten varierer altsaa inden for 6 pCt. Naar Kartoffler betaales efter Tørstofindhold, vil det almindelige Forsøg paa at gøre dem saa tørstofrige som muligt formodentlig ogsaa snart indsnævre Spillerummet ved at sætte Minimumsgrænsen op, saaledes at en Analysemetode, der hyppig medfører Fejl paa ± 1 pCt. og derover, maa siges at give en meget grov Vurdering, der maaske ikke er bedre end den, som Forhaandskendskab til Arten kan give.

Men ønsker man et mere sikkert Resultat, er man henvist til den direkte Tørstofbestemmelse, der heller ikke frembyder Vanskeligheder.

Men for at Resultaterne skal blive sammenlignelige, maa der overalt og altid arbejdes efter en almindelig vedtaget, vel defineret Metode, — f. Eks. den, der er beskrevet i dette Arbejde.

Den polytekniske Lærestalts kemiske Laboratorium.
