

SITZUNG VOM 22. JÄNNER 1852.

Herr Regierungsrath Arnet übersandte für Hrn. Prof. Hyrtl aus den im April v. J. entdeckten römischen Gräbern zu Bruck an der Leitha, zwei vom dortigen Gemeinderathe Hrn. Ries erhaltene Schädel zum Behufe anatomischer Untersuchung und Vergleichung.

Eingesendete Abhandlungen.

Ermittlung des technischen Werthes der Kartoffeln.

Von J. J. Pohl,

erstem Adjuncten bei der Lehrkanzel der Chemie am k. k. polyt. Institute.

Berg ¹⁾ hat zuerst zu zeigen versucht, dass der Stärkegehalt der Kartoffel in einem einfachen Zusammenhange mit der Dichte derselben stehe, und dass daher die letztere benützt werden könne, um die Menge der in den Kartoffeln enthaltenen Stärke zu bestimmen. Lüdersdorff ²⁾ suchte diesen Zusammenhang näher zu erforschen und lieferte eine Tabelle mit sogenannten Multiplicatoren, um aus der gegebenen Dichte irgend einer Kartoffelsorte, durch blosse Multiplication deren Stärkegehalt aufzufinden. Zugleich zeigte Lüdersdorff, dass der Stärkegehalt auch nahezu ein constantes Verhältniss mit dem Trockengehalte der Kartoffeln, d. h. der Gewichtssumme aller in denselben vorhandenen festen Substanzen, bilde, und lieferte in Folge dessen auch Multiplicatoren zur Ermittlung des Trockengehaltes, bei gegebener Dichte der Kartoffeln. Die von Lüdersdorff gerechnete Tabelle wurde von ihm selbst wieder

¹⁾ Dingler, Polytechnisches Journal. 65. Bd. Pag. 48.

²⁾ Journal für praktische Chemie. 20. Bd. Pag. 445.

erweitert, sowie umgeändert¹⁾ und ging nochmals umgestaltet in Balling's Gährungschemie über²⁾.

Balling führt zugleich eine Reihe eigener Versuche an, welche die Unzulänglichkeit der Lüdersdorff'schen Multiplicatoren darthun sollen und liefert endlich eine neue Tabelle mit Beibehaltung der von Lüdersdorff gewählten Form, welche auch noch zur Ermittlung des aus den Kartoffeln darstellbaren Mehles dient³⁾. Die mittelst dieser Tabelle berechneten Werthe schliessen sich zwar weit besser an Balling's Versuche an, als dies bei Benutzung der älteren Tabellen der Fall ist, es finden jedoch noch bedeutende Differenzen Statt, ebenso sind die Unterschiede in den durch die Versuche gefundenen Trockengehalten der Kartoffeln (die Stärkegehalte wurden nicht direct ermittelt) bei gleicher Dichte so bedeutend, dass es den Anschein hat, als wäre das Verhältniss des Trockengehaltes zur Dichte nicht constant genug, um als Basis zur Werthbestimmung der Kartoffeln dienen zu können.

So führt Balling an:

Dichte.	Gefundener Trockengehalt.	Berechneter Trockengehalt.	Differenz.
1.086	24.94	23.02	1.92
1.101	25.63	26.64	1.01
1.123	30.60	32.12	1.52

Ferner

Dichte.	Gefundener Trockengehalt.	Differenz.
1.101	25.63	
1.101	27.12	1.49
1.115	29.52	
1.115	30.29	0.77
1.117	30.00	
1.117	30.83	0.83

¹⁾ Journal für praktische Chemie, 22. Bd. Pag. 137.

²⁾ Balling: Die Gährungs-Chemie wissenschaftlich erläutert und begründet.
2. Bd. Pag. 54.

³⁾ Supplementband zur Gährungs-Chemie. Pag. 43.

Es kommen aber auch unter Balling's Versuchen solche vor, bei welchen der Stärkegehalt wächst, während die Dichte abnimmt, wie:

Dichte.	Trockengehalt.	Differenz.
1·115	30·29	
1·116	29·38	— 0·91
1·117	30·83	
1·118	30·59	— 0·24
1·121	31·16	
1·123	30·60	— 0·56

Wegen dieser geringen Uebereinstimmung von Balling's Angaben, bei welchen auch der Stärkegehalt nicht direct bestimmt wurde, versuchte ich Bestimmungen zu machen, deren Resultate für die Berechnung einer Tabelle zur Ermittlung des technischen Werthes der Kartoffeln brauchbar wären. Diese Versuche zerfielen in drei Abtheilungen: 1. die Ermittlung der Dichte, 2. die Bestimmung der Trockensubstanz und 3. die Auffindung des Stärkegehaltes.

Es wurde vor Allem getrachtet, der Gattung und Grösse nach möglichst verschiedene Kartoffeln zu erhalten, und unter den später angeführten Versuchsnummern sind auch wirklich nicht zwei, welche ein und derselben Sorte angehörten. Die Ermittlung der Dichte der Kartoffeln geschah mit Ausnahme einer einzigen Sorte, zwei Mal, was auch mit den übrigen Bestimmungen der Fall war. Die Temperatur des Wassers schwankte dabei zwischen 14·7 und 16° C. und die Dichte desselben wurde bei 15° C. gleich der Einheit gesetzt. Die benützte Wage gab bei 1·5 Kilogrammen Belastung auf jeder Wagschale noch 0·002 Grm. deutlichen Ausschlag. Die Wägung der Kartoffel unter Wasser geschah auf die Weise, dass selbe an eine grosse Stecknadel gespiesst wurde, welche mittelst eines Rosshaars an der kürzeren Wagschale hing. Das Anhängelhaar hatte als Marke einen Knoten, bis zu welchem es immer ins Wasser tauchte. Zur Bestimmung des Trockengehaltes wurde dieselbe Kartoffel, welche zur Dichten-Ermittlung diente, in Scheiben von 3—6 Linien Dicke geschnitten, diese anfänglich bei 35—45° C., dann aber im Luftbade bei 110° C. getrocknet, bis das Gewicht derselben constant

blieb. Es hatten nämlich vorläufige Versuche gezeigt, dass bei 100° nicht alles Wasser aus der Kartoffel weggetrieben werden kann, was jedoch bei der gewählten Temperatur gelingt. Zur Auffindung des Stärkegehaltes wurde fast unverändert die Methode von Krockner¹⁾ benützt, welche, wie aus dem Folgenden zu ersehen, übereinstimmende und genaue Resultate liefert, deren Ausführung ich jedoch als bekannt voraussetzen darf²⁾).

Die nachstehende Tabelle enthält die bei den einzelnen Versuchen direct erhaltenen Resultate mit den daraus abgeleiteten arithmetischen Mitteln.

Kartoffel- sorte	Dichte bei 15° C.	Mittlere Dichte	Gefundener Trocken- gehalt	Mittlerer Trocken- gehalt	Gefundener Stärke- gehalt	Mittlerer Stärke- gehalt
I.	1·0946	1·0944	24·979	24·983	17·522	17·520
	1·0941		24·988		17·517	
II.	1·1010	1·1009	26·472	26·449	19·002	18·984
	1·1008		26·426		18·966	
III.	1·0931	1·0928	24·510	24·570	17·045	17·105
	1·0925		24·629		17·164	
IV.	1·1105	1·1104	28·989	28·989	21·501	21·324
	1·1102		28·988		21·146	
V.	1·1233	1·1233	31·636	31·642	24·086	24·143
	1·1233		31·647		24·199	
VI.	1·0897	1·0896	23·840	23·842	16·372	16·384
	1·0894		23·843		16·395	
VII.	1·0910	1·0914	24·082	24·086	16·690	16·807
	1·0918		24·089		16·924	
VIII.	1·0991	1·0990	25·927	25·927	18·381	18·430
	1·0989		25·926		18·478	
IX.	1·1056	1·1057	27·549	27·544	20·004	20·051
	1·1057		27·538		20·097	
X.	1·1158	1·1158	29·496	29·496	21·953	21·953
	1·1072		27·970		20·505	
XI.	1·1068	1·1070	27·975	27·973	20·398	20·452
	1·1072		27·970		20·505	
XII.	1·1080	1·1083	28·096	28·103	20·736	20·692
	1·1086		18·109		20·648	

1) Annalen der Chemie und Pharmacie. 58. Bd. Pag. 212.

2) Man hat dieser Methode den Vorwurf gemacht, sie gäbe den Stärkegehalt zu klein, ich habe in Uebereinstimmung mit Krockner gefunden, dass dies nicht der Fall ist. Wenn gegen andere Bestimmungsarten z. B. durch Auswaschen, die Stärkemenge etwas kleiner ausfällt, so liegt der Grund in der beim letzteren Verfahren mechanisch eingemengt bleibenden Pflanzenfaser.

Man hat also in Folge dieser Versuche

Dichte	Trocken- gehalt	Stärke- gehalt	Dichte	Trocken- gehalt	Stärke- gehalt
1·090	23·84	16·38	1·106	27·54	20·05
1·091	24·09	16·81	1·107	27·97	20·45
1·093	24·57	17·11	1·108	28·10	20·69
1·094	24·98	17·52	1·110	28·99	21·32
1·099	25·93	18·43	1·116	29·50	21·95
1·101	26·45	18·98	1·123	31·64	24·14

Die Werthe dieser Tabelle zeigen, dass die Procente an Trockensubstanz, sowie die der Stärke, nahezu proportional mit den Dichten wachsen und dass man daher mit aller Beruhigung die letzteren zur Bestimmung des technischen Werthes der Kartoffeln benützen könne. Die hierauf bezügliche Tabelle kann für die Praxis in zweierlei Formen gebracht werden, deren eine direct neben den Dichten die ihnen entsprechenden Procentgehalte an Trockensubstanz und Stärke enthält, während die andere, wie bei Lüdersdorff, Multiplicatoren ober und unter den Dichten angibt. Ich habe die erstere Art vorgezogen, weil mich die Erfahrung lehrte, dass den Praktikern oft die einfache Multiplication zu umständlich wird und in der That selbst bei einiger Uebung unnütz Zeit in Anspruch nimmt.

Um aus den oben gegebenen Daten die neue Tabelle zu bilden, wurde vor Allem der Einfluss zu ermitteln gesucht, welchen 0·001 in der Dichte auf den Trockengehalt ausübt. Bezeichnet man diesen mit D , ferner die mittlere Differenz des ersten Trockengehaltes für 0·001 Dichte, mit den aus allen übrigen Trockengehalten folgenden der letztgegebenen Tabelle mit Δ_1 , dieselbe mittlere Differenz für den zweiten Trockengehalt mit Δ_2 u. s. w. bis endlich für den letzten Trockengehalt mit Δ_m , so ist:

$$D = \frac{\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \dots + \Delta_m}{m},$$

oder da die Werthe für die Δ der Reihe nach sind:

0·243	0·257	0·258	0·276
0·243	0·236	0·251	0·204
0·253	0·229	0·247	0·241

$$D = 0·245 \text{ Procente.}$$

Hiernach besteht aber die Bedingungsgleichung:

$$I. \quad c d + (d' - d) 245 = T,$$

in welcher

d die kleinste bei den Kartoffeln zu beobachtende Dichte,

d' die in einem besonderen Falle beobachtete Dichte,

T den dieser letzteren Dichte entsprechenden Trockengehalt, und

c eine erst zu bestimmende Constante bedeutet.

Nimmt man jetzt $d = 1.060$, $d' = 1.090$, also nach obigen Versuchen $T = 23.84$, so wird, da

$$II. \quad c = \frac{T - (d' - d) 245}{d} = \frac{23.84 - (1.090 - 1.060) 245}{1.060} \text{ ist,}$$

$$c = 15.55660.$$

Die Gleichung zur Ermittlung des Trockengehaltes ist also:

$$III. \quad T = 16.49 + (d' - 1.060) 245,$$

welche für die Praxis hinreicht in der Form:

$$IV. \quad T = 16.5 + (d' - 1.060) 245.$$

Bereits früher wurde aber erwähnt, dass das Verhältniss des Stärkegehaltes zum Trockengehalte nach meinen Versuchen ebenfalls nahezu constant sei, so zwar, dass letzterer im Mittel um 7.481 Procente grösser ist als ersterer ¹⁾. Bezeichnet daher St den Procentgehalt an Stärke der Kartoffeln so geht die Gleichung III über in:

$$V. \quad St = 9.009 + (d' - 1.060) 245,$$

wofür wieder mit für die Praxis hinreichender Genauigkeit gesetzt werden kann:

$$VI. \quad St = 9 + (d' - 1.060) 245.$$

Die beiden Gleichungen IV und VI dienen nun zur Berechnung der Folgenden in der Praxis anzuwendenden Tabelle:

¹⁾ Die einzelnen Versuche geben die Zahlen:

7.46	7.46	7.49	7.67
7.28	7.50	7.52	7.55
7.46	7.47	7.41	7.50

im Mittel also 7.481 Procente.

Dichte	Trocken- gehalt	Differenz für 0·001 Dichte	Stärke- gehalt	Differenz für 0·001 Dichte
1·060	16·50		9·00	
1·065	17·73	0·246	10·23	0·244
1·070	18·95	0·244	11·45	0·245
1·075	20·18	0·246	12·68	0·244
1·080	21·40	0·244	13·90	0·246
1·085	22·63	0·246	15·13	0·244
1·090	23·85	0·244	16·35	0·246
1·095	25·08	0·246	17·58	0·244
1·100	26·30	0·244	18·80	0·246
1·105	27·53	0·246	20·03	0·244
1·110	28·75	0·244	21·25	0·246
1·115	29·98	0·246	22·48	0·244
1·120	31·20	0·244	23·70	0·246
1·125	32·43	0·246	24·93	0·244
1·130	33·65	0·244	26·15	0·246

Rechnet man für die durch obige Versuche gefundenen Dichten, mittelst der eben gegebenen Tabelle deren entsprechende Stärke- und Trockengehalte, so ergibt sich im Vergleich mit den Resultaten der unmittelbaren Versuche:

Beobach- tete Dichte	Gefundener Trocken- gehalt	Berech- neter Trocken- gehalt	Differenz	Gefundener Stärke- gehalt	Berech- neter Stärke- gehalt	Differenz
1·090	23·84	23·85	+0·01	16·38	16·35	-0·03
1·091	24·09	24·10	+0·01	16·81	16·60	-0·21
1·093	24·57	24·59	+0·02	17·11	17·09	-0·02
1·094	24·98	24·83	-0·15	17·52	17·33	-0·19
1·099	25·93	26·06	+0·13	18·43	18·56	+0·13
1·101	26·45	26·55	+0·10	18·98	19·05	+0·07
1·106	27·54	27·77	+0·23	20·05	20·27	+0·22
1·107	27·97	28·02	+0·05	20·45	20·52	+0·07
1·108	28·10	28·26	+0·16	20·69	20·76	+0·07
1·110	28·99	28·75	-0·24	21·32	21·25	-0·07
1·116	29·50	30·22	+0·72	21·95	21·72	+0·07
1·123	31·64	31·94	+0·30	24·14	24·44	+0·30

Selbst wenn die von Balling gefundenen Dichten, zur Auf- findung der Trockengehalte nach der neuen Tabelle gebraucht werden, zeigt sich noch immer im Allgemeinen bessere Ueberein- stimmung mit dessen Versuchen, als wenn die Berechnung nach Balling's Tabelle vorgenommen wird. Die folgende Tafel mag

dies veranschaulichen; in derselben bedeuten die Differenzen I jene der gefundenen und berechneten Trockengehalte Balling's, die Differenzen II hingegen, jene der gefundenen Trockengehalte Balling's und der nach meiner Tabelle berechneten.

Dichten Balling's	Trockengehalt gefunden Balling	Berechneter Trockengehalt	Differenzen I.	Differenzen II.
1·086	24·94	22·87	—1·92	—2·07
1·088	23·20	23·36	+0·30	+0·16
1·093	24·86	24·59	—0·16	—0·27
1·101	27·12	26·55	—0·48	—0·57
1·101	26·77	26·55	—0·13	—0·22
1·101	25·63	26·55	+1·01	+0·92
1·103	27·91	27·04	—0·78	—0·87
1·107	28·27	28·03	—0·19	—0·24
1·109	29·00	28·51	—0·39	—0·49
1·110	28·69	28·75	+0·17	+0·06
1·115	29·52	29·98	+0·59	+0·46
1·115	30·29	29·98	—0·02	—0·31
1·116	29·38	30·22	+0·98	+0·84
1·118	30·59	30·71	+0·27	+0·12
1·121	31·16	31·45	+0·45	+0·29
1·123	30·60	31·94	+1·52	+1·34
1·126	32·61	32·67	+0·27	+0·06

Nach dem so eben Angeführten können also die Werthe der von mir berechneten Tabelle zur Ermittlung des Stärke- und Trockengehaltes der Kartoffeln, mit grösserer Sicherheit statt jenen gebraucht werden, welche man mittelst der Multiplikatoren von Balling und Lüdersdorff erhält.

Verfahren bei der Dichtenbestimmung der Kartoffeln in der Praxis.

Soll wirklich in der Praxis die Güte der Kartoffeln mittelst der Dichte derselben bestimmt werden, so muss die Dichtebestimmung bei möglichst leichter Ausführbarkeit, auch Resultate liefern, welche der Wahrheit ziemlich nahe kommen. Dieses Letztere ist nicht so leicht zu erreichen, da selbst bei Anwendung derselben Kartoffelsorte, welche auf demselben Acker wuchs, Differenzen in der Dichte der einzelnen Knollen vorkommen. Es muss daher nicht nur die Dichte bloss Einer Kartoffel, sondern die von mehreren Kartoffeln zu gleicher Zeit bestimmt werden, um eine mittlere Dichte zu erhalten, welche als Basis für weitere Berechnungen dienen kann.

Lüdersdorff¹⁾ hat eine Methode zur Dichtenbestimmung der Kartoffeln mittelst des Gewichts-Aräometers angegeben, an dessen unterem Ende er eine lange Spitze, zum Anstecken der Kartoffel bei der Wasserwägung, anbringt. Diese Methode ist durchaus unpraktisch, denn der Schwerpunkt der Kartoffel muss genau in der Schwerpunkts-Ebene des Instrumentes liegen, sonst kippt dasselbe um oder steht doch wenigstens schief, so dass der mit ähnlichen Bestimmungen nicht sehr Vertraute, nur mit Mühe hinreichend genaue Resultate erhält. Zudem kann man nur immer die Dichte Einer Kartoffel ermitteln, zur Erlangung der nöthigen mittleren Dichte müssen aber eben so viele Dichtenbestimmungen gemacht, als Kartoffeln genommen werden, was in der Praxis viel zu langwierig ist.

Fresenius und Schulze²⁾ gaben in neuester Zeit ein Verfahren zur Dichten-Ermittlung der Kartoffeln, ohne Anwendung einer Wage, mittelst verschiedener Kochsalzlösungen und eines Scalen-Aräometers. Dieses Verfahren ist zwar in Laboratorien recht gut mit kleinen Kartoffeln ausführbar, aber unpraktisch in Branntweimbrennereien etc. weil man da zu viel Flüssigkeit braucht.

Ich ziehe daher als Verfahren zur Dichtenbestimmung noch immer das ursprüngliche mittelst der Wage vor, wo aber die Dichte von 15—20 Pfund Kartoffeln auf Einmal ermittelt wird, um ein mittleres Resultat zu erhalten. Es kann hierzu jede gewöhnliche Wage benützt werden, wenn sie nur bei etwa 20 Pfund Belastung auf jeder Wagschale noch 0.5 Loth Ausschlag gibt. Die eine Wagschale erhält an ihrer untern Seite einen Haken, an welchem ein Metalldrath angehängt werden kann. Dieser trägt wieder an unteren Ende, ein um einen Drathring geschlungenes Spagatnetz, in welchem die Kartoffeln bei der Wasserwägung liegen. Dieses Netz wird gleich bei Beginn des Versuches sammt der Hälfte des Aufhänge-drathes in Wasser von nahezu 15° C. versenkt, so dass keine Luftblase daran hängen bleibt, was durch vorhergehendes Benetzen mit Wasser, leicht zu erreichen ist. Die Kartoffeln werden nach erfolgter Einstellung der Wage (das Spagatnetz in Wasser) zuerst auf der Wagschale abgewogen,

1) Pistorius praktische Anleitung zur Branntweimbrennerei. 2. Auflage. Bearbeitet von Lüdersdorff. Berlin 1841. S. 161.

2) Journal für praktische Chemie. 51. Bd., S. 436.

wodurch man ihr absolutes Gewicht erfährt, dann aber unter das Wasser ins Netz gebracht. Die Gewichte, welche man jetzt auf die dem Netze entsprechende Wagschale legen muss, um mit den unverändert liegen gebliebenen Gewichten von der absoluten Gewichtsbestimmung wieder Gleichgewicht herzustellen, geben unmittelbar den Gewichtsverlust der Kartoffeln in Wasser an. Das absolute Gewicht dividirt durch diesen Gewichtsverlust, entspricht aber der gesuchten Dichte. Durch dieses Verfahren macht man sich von der sonst in Rechnung zu bringenden Dichte des Spagatnetzes völlig unabhängig.

Mittelst der gefundenen Dichte geht man zur Ermittlung des Stärke- und Trockengehaltes in die früher gegebene Tabelle ein. Findet man die ermittelte Dichte unmittelbar in der Tabelle, so steht auch in derselben Horizontalzeile der ihr entsprechende Stärke- und Trockengehalt. Wäre aber die gefundene Dichte nicht in der Tabelle enthalten, so müssen die in den Differenz-Columnen befindlichen Zahlen zu Hülfe gezogen werden. Man nimmt nämlich die nächst kleinere Dichte aus der Tabelle, ebenso die ihr entsprechenden Stärke-, sowie Trockengehalte, und addirt zu den Gehalten so oft die in der Differenz-Columnne zwischen der gefundenen und nächst höheren Dichte liegende Zahl, als die ermittelte Dichte mehr Einheiten in der dritten Decimalstelle hat, als die gewählte Tabellendichte.

Es wäre z. B. gefunden die Dichte 1·108, so ist die nächst kleinere Dichte in der Tabelle 1·105, der 27·53 Procente Trockengehalt und 20·03 Procente Stärke entsprechen. Die Differenz zwischen 1·105 und 1·110 ist aber 0·244, und da $1·108 - 1·105 = 0·003$ ist, wird $0·244 \cdot 3 = 0·732$. Diese Zahl muss zu obigen Gehalten addirt werden und man erhält die richtigen Werthe 28·262 Procente Trockensubstanz und 20·762 Procente Stärke, welche den Kartoffeln von 1·108 Dichte zukommen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften
mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1852

Band/Volume: [08](#)

Autor(en)/Author(s): Pohl Josef J.

Artikel/Article: [Eingesendete Abhandlungen. Ermittlung des technischen
Werthes der Kartoffeln. 42-51](#)