

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>Zeitschrift:</b> | Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène |
| <b>Herausgeber:</b> | Bundesamt für Gesundheit   |
| <b>Band:</b>        | 8 (1917)   |
| <b>Heft:</b>        | 5  |
| <b>Artikel:</b>     | Versuche zur Bestimmung von Kartoffeln in Kartoffelbrot  |
| <b>Autor:</b>       | Fellenberg, Th. von / Schaffer, F.   |
| <b>DOI:</b>         | <a href="https://doi.org/10.5169/seals-984304">https://doi.org/10.5169/seals-984304</a>                            |

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 27.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

MITTEILUNGEN  
AUS DEM GEBIETE DER  
LEBENSMITTELUNTERRSUCHUNG UND HYGIENE  
VERÖFFENTLICHT VOM SCHWEIZ. GESUNDHEITSAMT

TRAVAUX DE CHIMIE ALIMENTAIRE  
ET D'HYGIÈNE

PUBLIÉS PAR LE SERVICE SUISSE DE L'HYGIÈNE PUBLIQUE

ABONNEMENT: Schweiz Fr. 8.20 per Jahrg. — Ausland Fr. 10. — oder M. 8. —.  
Suisse fr. 8.20 par année. — Etranger fr. 10. — ou M. 8. —.  
Preis einzelner Hefte Fr. 1.50 (Ausland M. 1.50).  
Prix des fascicules fr. 1.50 (étranger M. 1.50).

BAND VIII

1917

HEFT 5

**Versuche zur Bestimmung von Kartoffeln in Kartoffelbrot.**

Von Th. von FELLENBERG.<sup>1)</sup>

(Aus dem Laboratorium des Schweizerischen Gesundheitsamtes,  
Vorstand: F. Schaffer.)

Die Bestimmung des Kartoffelgehaltes in Brot bietet grosse Schwierigkeiten. Die folgenden, dem Handbuch von *König* entnommenen Zahlen zeigen die Zusammensetzung von Weizen (Mittelwerte von 14 Ländern) und von Kartoffeln (239 Analysen), beides auf Trockensubstanz bezogen.<sup>2)</sup>

Tab. 1.

|                                | Weizen           |               |                | Kartoffel        |               |                |
|--------------------------------|------------------|---------------|----------------|------------------|---------------|----------------|
|                                | niedrigster Wert | höchster Wert | mittlerer Wert | niedrigster Wert | höchster Wert | mittlerer Wert |
| Stickstoffsubstanz . . .       | 11,73            | 19,33         | 13,89          | 4,41             | 14,64         | 7,94           |
| Fett . . . . .                 | 1,60             | 2,48          | 2,13           | 0,16             | 3,74          | 0,40           |
| Stickstoffreie Extraktivstoffe | 74,35            | 81,06         | 79,27          | 77,75            | 90,20         | 83,16          |
| Rohfaser . . . . .             | 1,96             | 3,91          | 2,67           | 1,12             | 7,00          | 3,92           |
| Asche . . . . .                | 1,88             | 3,09          | 2,22           | 2,12             | 7,48          | 4,36           |

Bei allen diesen Bestandteilen überdecken sich die Werte für Weizen und für Kartoffel teilweise; wenn schon die Mittelwerte beispielsweise bei der Stickstoffsubstanz recht verschieden sind, für Weizen  $2\frac{1}{2}$  mal so hoch, wie für Kartoffeln, so ist doch der höchste bei Kartoffeln gefundene Gehalt

<sup>1)</sup> Bei den Analysen hat Herr *E. Vautier* mitgewirkt.

<sup>2)</sup> *König* gibt die Werte für Fett, Rohfaser und Aschengehalt bei den Kartoffeln nur auf wasserhaltige Substanz bezogen an. Ich habe sie unter Annahme eines Trockensubstanzegehaltes von 25% umgerechnet.

weit höher, als der niedrigste bei Weizen gefundene, ja selbst als der Mittelwert bei Weizen. Aehnliche Verhältnisse liegen auch für die andern Bestandteile vor. Durch Bestimmung der Hauptkomponenten kommen wir also nicht zum Ziel. Vielleicht könnte aber die nähere Untersuchung des einen oder andern dieser Hauptbestandteile zu einem positiven Ergebnis führen.

Die Stickstoffsubstanz der Kartoffel unterscheidet sich wesentlich von der des Weizens. Diejenige der Kartoffel ist nach *Schulze* und anderen Autoren (siehe *König*) zu 35—58%, im Mittel zu 45% in Form von Asparagin und Aminosäuren vorhanden. Bei Weizen sind nach *Ritthausen* (siehe *König*) nur 5—11% als Amidstickstoff und sonstiger Nichtproteinstickstoff zugegen. Ich unternahm einige Versuche, in wässerigen Brotauszügen nach Ausfällung der Proteinkörper mit Baryumphosphat den gesamten, den mit verdünnter Salzsäure abspaltbaren und den durch Natronlauge abspaltbaren Stickstoff zu bestimmen, erhielt aber keine ermutigenden Resultate, da durch den Backprozess auch die Eiweisskörper des Weizens weitgehend hydrolysiert sind.

Ob sich das Fett von Weizen und von Kartoffeln in seinen Konstanten stark unterscheidet, ist mir nicht bekannt. Sollte es der Fall sein, so ist damit für die Bestimmung des Kartoffelgehaltes noch nicht viel gewonnen, weil gerade dieser Bestandteil bei den Kartoffeln innert sehr weiten Grenzen schwankt.

Die Stärke ist durch den Backprozess so stark verändert, dass es aussichtslos sein dürfte, eine chemische Unterscheidung der beiden Stärkesorten zu versuchen. Bei der Rohfaser spielt der Umstand, dass mit der Anwesenheit von Kartoffelschalenbestandteilen gerechnet werden muss, eine störende Rolle.

Am meisten Aussicht auf Erfolg verspricht die Berücksichtigung der Zusammensetzung der Asche, wie dies aus den diesbezüglichen Arbeiten von *J. Rözsényi*, *J. Abel*, *M. Klostermann* und *K. Scholta* hervorgeht. Alle diese Autoren gehen von der Tatsache aus, dass die Aschenalkalität bei Weizen und den übrigen Cerealien stark negativ, bei Kartoffeln stark positiv ist.

*Rözsényi*<sup>1)</sup> verascht das Brot unter Zusatz von Magnesiumacetat, löst die Asche in Säure und titriert unter Zusatz von Phenolphthalein zurück. Phenolphthalein ist indes kein geeigneter Indicator für diesen Zweck. Wie ich in meiner Arbeit über die Bestimmung der Mineralstoffalkalität von Lebensmitteln<sup>2)</sup> gezeigt habe, werden unter diesen Umständen  $\frac{2}{3}$  der Phosphorsäure zurücktitriert, falls kein Calcium zugegen ist. Entsprechend der Menge des vorhandenen Calciums vermehrt sich der Betrag der zurücktitrierbaren Phosphorsäure. Die so erhaltene Alkalität hängt also nicht nur von dem nach Bindung aller Säuren übriggebliebenen Alkalirest ab, sondern sie wird ausserdem beeinflusst durch den Gehalt an Phosphorsäure

<sup>1)</sup> Chem. Ztg. 1907, 31, 129.

<sup>2)</sup> Diese Mitteilungen, 1916, 7, 91.

und Calcium. Sollte gelegentlich ein unter Chlorcalciumzusatz hergestelltes Brot vorliegen, wie solches aus hygienischen Gründen zuweilen hergestellt wird, so würde die Phosphorsäure vollständig zurücktitriert. Auch der Calciumgehalt des zur Teigbereitung verwendeten Wassers kann eine Rolle spielen. Auffallend ist es, dass die von *Rözsényi* verwendeten Mehle gegen Phenolphthalein neutrale Aschen lieferten. Bei unsren Mehlen ist dies niemals der Fall.

*Abel*<sup>1)</sup> verascht das Brot unter Sodazusatz. In der Asche nimmt er eine  $\text{CO}_2$ -Bestimmung nach *Fresenius-Classen* vor unter Verwendung von n-Salpetersäure als Zersetzungslösigkeit und bestimmt darauf die Alkalität der Asche nach *Farnsteiner*<sup>2)</sup>. Um die Alkalität auf die kochsalzfreie Asche zu berechnen, wird von der durch Wägung erhaltenen Bruttoasche das zugesetzte Natriumcarbonat subtrahiert und zwar der an die sauren Bestandteile der Asche gebundene Teil als  $\text{Na}_2\text{O}$ , der Ueberschuss, den man aus der  $\text{CO}_2$ -Bestimmung berechnet, als Carbonat. Ferner rechnet man den Chlorgehalt in  $\text{NaCl}$  um und subtrahiert dieses ebenfalls von der Asche. Auf die so erhaltene Nettoasche berechnet man die Alkalität.

Gegen dieses Verfahren lässt sich theoretisch nicht viel einwenden. Vom praktischen Standpunkt aus muss man es als recht kompliziert bezeichnen.

*M. Klostermann* und *K. Scholta*<sup>3)</sup> bestimmen die Alkalität analog dem *Pfyl'schen* titrimetrischen Phosphorsäurebestimmungsverfahren. Sie setzen der in Salpetersäure gelösten Asche Calciumnitrat und Phenolphthalein zu und titrieren mit Natronlauge zurück. Sie erreichen so auf weit einfacherem Wege dasselbe wie *Abel*. Die Kohlensäure bestimmen sie nicht, da die Alkalität selbst anzeigt, welcher Anteil des zugesetzten Natriumcarbonats an fixe Säuren gebunden und welcher noch als Carbonat vorhanden ist.

Als ich mich mit der Sache zu befassen hatte, knüpfte ich begreiflicherweise an meine frühere Arbeitsweise der Alkalitätsbestimmung<sup>4)</sup> an, welche im Prinzip in folgendem besteht. Man verascht mit  $\text{NaOH}$ -Zusatz unter Einhaltung besonderer Vorsichtsmassregeln, löst die Asche in  $\frac{1}{10}$  Säure, kocht die Kohlensäure aus und titriert mit Natronlauge zurück, indem man zuerst Methylorange zusetzt und auf gelb titriert, sodann Phenolphthalein zusetzt, auf rot titriert und schliesslich nach Zusatz von Calciumnitrat, wodurch die rote Farbe wieder verschwindet, wieder auf rot titriert. Aus den so erhaltenen 3 Alkalitätszahlen lassen sich  $\text{CO}_2 + \text{O}$ ,  $\text{PO}_4$  und  $\text{Ca}$  approximativ bestimmen. Wie *Abel* und *Klostermann* und *Scholta* titrierte auch ich anfänglich das Chlor und zog das daraus berechnete Natriumchlorid nebstdem zugesetzten Alkali von der Asche ab. Zum Unterschied von diesen Autoren berechne ich aber den an die sauren Aschenbestandteile gebundenen Anteil der zugefügten Natronlauge nicht als  $\text{Na}_2\text{O}$ , sondern als Natrium abzüglich 1 Atom Wasserstoff.

<sup>1)</sup> Z. U. N. G. 1915, 30, 133.

<sup>2)</sup> Ebendaselbst 1907, 13, 305.

<sup>3)</sup> Ebendaselbst 1916, 32, 171.

<sup>4)</sup> Diese Mitteilungen 1916, 7, 81.

Dies Verfahren ist ähnlich wie das von *Klostermann* und *Scholta*. Um es aber für die Praxis noch möglichst zu vereinfachen, prüfte ich in einer Anzahl von Fällen nach, ob die approximative Berechnung der Phosphorsäure und des Calciums irgend einen Nutzen haben könnte. Es zeigte sich, dass dies nicht der Fall ist. Diese Zahlen können nicht mithelfen zur Berechnung des Kartoffelgehaltes. Deshalb wurde in der Folge nur noch die letzte der drei Alkalitäten, die wahre Alkalität, bestimmt.

Im weiteren fragten wir uns, ob es notwendig sei, die Alkalität auf die Asche bezw. kochsalzfreie Asche zu beziehen, wie es *Abel* und auch *Klostermann* und *Scholta* tun. Nach denjenigen unserer Versuche, bei welchen wir die Berechnung sowohl auf die Asche, als auch auf die Trockensubstanz vornahmen, konnten wir keinen Vorzug in der ersteren Berechnung finden. Es scheinen keine näheren Beziehungen zwischen dem Prozentgehalt der Asche und ihrer Alkalität zu bestehen. Es ist deshalb durchaus gerechtfertigt, den einfachern Weg zu wählen und die Alkalität auf die Trockensubstanz statt auf die Asche zu berechnen.

Damit fallen eine ganze Reihe von Operationen weg. Nach dem Ausziehen der Kohle mit Wasser braucht man den Auszug nicht wieder einzudampfen und vorsichtig zu trocknen, was viel Zeit und Gas beansprucht und wegen der Gefahr des Dekrepitierens des Kochsalzes eine mögliche Fehlerquelle in sich schliesst. Ferner fällt die Wägung der Asche und die Chlortitration weg. Auch vereinfacht sich die Rechnung ganz bedeutend. Dagegen muss eine Wasserbestimmung vorgenommen werden.

Der Gang der Untersuchung ist folgender:

Man arbeite nur in säurefreien Räumen. 10 g Brotkrume (Durchschnittsprobe) werden in einer Platinschale mit  $25 \text{ cm}^3 \frac{1}{10}$ -Natronlauge eventuell auf einem Wasserbade vorgetrocknet und darauf in einer gut ziehenden Kapelle auf einem durchlochten Asbestkarton mit Sandverschluss gesetzt und mit der möglichst kleinen Flamme eines Pilzbrenners sorgfältig erhitzt. Wenn die Zersetzung fortgeschritten ist, entzündet man die Dämpfe und erhitzt darauf auch den Rand der Schale, welcher noch unverbrannte Substanz enthält, über direkter Flamme ganz kurze Zeit, um sie auch zur Entflammung zu bringen. Es bleibt eine harte Kohle zurück. Man zerdrückt sie auf einer grossen Papierunterlage mit einem Achatpistill grob, bringt die Schale wieder auf den Asbestkarton und erhitzt mit möglichst kleiner Flamme weiter, so dass die Kohle in den untern Teilen ins Glühen kommt. Die Schale selbst soll dabei kaum glühen. Man schabt nun die Kohle mit einem Platinspatel zu einem Haufen zusammen und schaufelt sie von Zeit zu Zeit durch, um die Verbrennung zu beschleunigen. Zum Schluss muss etwas höher erhitzt werden. Wenn die Kohle trotzdem nicht mehr ins Glühen gerät, zieht man sie mit Wasser einige Male aus, filtriert durch ein kleines Filterchen in einen Erlenmeyerkolben aus Jenaerglas, verbrennt das Filter samt Inhalt, spült die Asche mit  $40 \text{ cm}^3 \frac{1}{10}$ -Salzsäure oder Schwefelsäure in den Erlenmeyerkolben, kocht die Lösung, hält sie 1—2 Minuten in ganz

schwachem Sieden und kühlt sie kräftig ab. Nun fügt man  $2 \text{ cm}^3$  einer gegen Phenolphthalein neutralen 10%igen Lösung von gechlütem oder einer 20%igen von kristallisiertem Chlorcalcium und 2 Tropfen Phenolphthalein hinzu, lässt  $\frac{n}{10}$ -Natronlauge bis zur starken Rotfärbung hinzufliessen und titriert sorgfältig mit  $\frac{n}{10}$ -Säure zurück, bis die Rotfärbung eben verschwunden ist.

Daneben führt man eine Wasserbestimmung durch Trocknen von 5 g in kleine Stücke zerschnittener Brotkrume im Wasserbadtrockenschrank aus.

Die Berechnung ist sehr einfach, wenn Säure und Lauge genau gegen einander eingestellt und überhaupt richtig sind. Etwas komplizierter gestaltet sie sich, wenn etwa die Natronlauge durch Kohlensäureaufnahme ihren Titer gegenüber Phenolphthalein geändert hat. Wir wollen dies an folgendem Beispiel erläutern.

Die verwendete  $\frac{n}{10}$ - $\text{H}_2\text{SO}_4$  sei genau.  $25 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$  verbrauchen gegen Methylorange 25,0, gegen Phenolphthalein  $25,4 \text{ cm}^3 \frac{n}{10}$ -NaOH.

Die Veraschung geschah unter Zusatz von  $25 \text{ cm}^3 \frac{n}{10}$ -NaOH; die Asche wurde in  $40 \text{ cm}^3 \frac{n}{10}$ - $\text{H}_2\text{SO}_4$  gelöst; zur Rücktitration seien  $20,5 \text{ cm}^3 \text{ NaOH}$  verwendet worden. Diese zur Rücktitration verbrauchte Lauge ist etwas zu schwach, da ja Phenolphthalein verwendet wird. Man muss sie mit  $\frac{25}{25,4}$  multiplizieren, um sie auf dem Methylorangetiter umzurechnen und dann erst von den  $40 \text{ cm}^3$  Schwefelsäure abziehen. Von dieser Differenz werden die bei der Veraschung zugesetzten  $25 \text{ cm}^3 \text{ NaOH}$  abgezogen und zwar kommt die Lauge diesmal ohne Korrektur in Rechnung, da ihr Methylorangetiter richtig ist. Ein Karbonatgehalt der Lauge ist hier belanglos, weil ja der Alkaliüberschuss bei der Verbrennung sowieso in Karbonat übergeht und durch Erhitzen mit Schwefelsäure vollständig in Sulfat umgewandelt wird.

Wir haben nun folgende Rechnung:

|   |       |  |
|---|-------|--|
| Zur Lösung der Asche verwendet                                    | 40,00 | $\text{cm}^3 \frac{n}{10}$ - $\text{H}_2\text{SO}_4$ |
| Zur Rücktitration verwendete NaOH = $20,5 \times \frac{25}{25,4}$ | 20,18 |  |
| Differenz, Verbrauch an $\text{H}_2\text{SO}_4$                   | 19,82 |  |
| Bei der Veraschung zugesetzte NaOH                                | 25,00 |  |
| Differenz = Alkalität auf 10 g frisches Brot                      | 5,18  | $\text{cm}^3 \frac{n}{10}$ -Lösung                   |

Die Trockensubstanz des Brotes (Krume) beträgt 50,95 %. Somit ist die Alkalität, ausgedrückt in  $\text{cm}^3$  n-Lösung auf 100 g Trockensubstanz, = 10,15.

Die folgenden Tabellen 2, 3 und 4 geben die Alkalitäten einer Anzahl Kartoffeln, Mehle und ohne und mit Kartoffelzusatz herstellter Brote wieder.

Die Kartoffeln sind am 14. August auf dem Markte in Bern gekauft worden, jede Probe bei einem andern Produzenten. Es sind alles frühe Kartoffeln. Die Untersuchung erfolgte am selben und dem nächsten Tage. Die Wassergehalte entsprechen somit der Marktware. Die Brote wurden in ganz verschiedenem Zustand untersucht. Es hat somit keinen Wert, den Wassergehalt der Krume hier anzugeben.

Tab. 2.

## Kartoffeln.

| Nr. | Sorte         | Gewicht<br>der Knollen<br>in g | Trocken-<br>substanz in<br>% | Alkalität                 |                          |
|-----|---------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------|
|     |               |                                |                              | der frischen<br>Kartoffel | der Trocken-<br>substanz |
| 1   | Kaiserkron    | 82                             | 22,70                        | 3,18                      | 14,0                     |
| 2   | »             | 100                            | 26,54                        | 5,4                       | 20,4                     |
| 3   | »             | 172                            | 20,86                        | 6,4                       | 30,6                     |
| 4   | »             | 130                            | 23,62                        | 7,68                      | 32,5                     |
| 5   | »             | 248                            | 18,90                        | 6,3                       | 33,3                     |
| 6   | Weltwunder    | 190                            | 22,68                        | 3,25                      | 14,3                     |
| 7   | »             | 127                            | 23,86                        | 3,95                      | 16,5                     |
| 8   | »             | 114                            | 25,44                        | 5,96                      | 23,4                     |
| 9   | »             | 121                            | 21,16                        | 6,43                      | 30,3                     |
| 10  | »             | 141                            | 20,04                        | 8,08                      | 40,4                     |
| 11  | Amerikaner    | 152                            | 21,07                        | 4,15                      | 19,7                     |
| 12  | »             | 142                            | 22,40                        | 10,65                     | 47,6                     |
| 13  | Bovet         | 85                             | 25,05                        | 6,13                      | 24,5                     |
| 14  | »             | 49                             | 19,16                        | 6,4                       | 33,3                     |
| 15  | Biscuit       | 167                            | 21,87                        | 5,7                       | 26,0                     |
| 16  | Schneeflocken | 154                            | 23,52                        | 7,93                      | 33,7                     |
| 17  | Herkules      | 91                             | 20,50                        | 6,25                      | 34,9                     |
| 18  | Erfurter      | 106                            | 19,54                        | 8,1                       | 41,5                     |
| 19  | Bauernglück   | 112                            | 20,42                        | 10,03                     | 45,2                     |

Die Wassergehalte der Kartoffeln schwanken zwischen 18,90 und 26,54%, ihre Alkalität zwischen 14,0 und 47,6, also innert ausserordentlich weiten Grenzen, obgleich die Proben alle aus der gleichen Zeit und ungefähr aus der gleichen Gegend stammen. Es scheint, dass die Zusammensetzung des Bodens und die Art der Düngung von ausschlaggebender Bedeutung für die Grösse der Alkalität ist.

Tab. 3.

## Mehle.

| Nr. | Trockensubstanz | Alkalität der<br>Trockensubstanz | Nr. | Trockensubstanz | Alkalität der<br>Trockensubstanz |
|-----|-----------------|----------------------------------|-----|-----------------|----------------------------------|
|     |                 |                                  |     |                 |                                  |
| 1   | 88,1            | -14,5                            | 6   | 87,6            | -15,6                            |
| 2   | 88,3            | -14,9                            | 7   | 85,1            | -15,6                            |
| 3   | 88,0            | -15,2                            | 8   | 87,8            | -15,8                            |
| 4   | 88,4            | -15,3                            | 9   | 87,7            | -16,1                            |
| 5   | 87,4            | -15,4                            | 10  | 88,7            | -16,2                            |

Die Brote sind von Bäckern aus verschiedenen Gegenden der Schweiz hergestellt worden. Die Mehlproben lagen einzelnen dieser Brote bei und waren das Ausgangsmaterial der betreffenden Brote. Die kartoffelfreien Brote 1—6 wurden hier in Bern bei verschiedenen Bäckern gekauft. Eigentümlicherweise liegen die Alkalitäten hier überall tiefer, als bei den von uns untersuchten Mehlen. Es scheint hier ein Zufall vorzuliegen. Das Mehl der Berner Bäcker mag von etwas anderer Provenienz sein als dasjenige der

auswärtigen Bäcker, welche Mehlproben einsandten. Der Backprozess kann die Alkalität nicht wesentlich ändern. Durch den Substanzverlust bei der Teiggärung muss zwar eine gewisse Erhöhung eintreten. Dieselbe wird aber wohl annähernd kompensiert durch die Substanzvermehrung, welche durch das Salzen hervorgerufen wird.

Tab. 4.

Brote.

| Nr.            | Teile<br>Mehl | Teile<br>wasserhaltige<br>Kartoffel | Alkalität<br>der Trocken-<br>substanz | Nr. | Teile<br>Mehl | Teile<br>wasserhaltige<br>Kartoffel | Alkalität<br>der Trocken-<br>substanz |
|----------------|---------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----|---------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 1              | 100           | 0                                   | -12,4                                 | 17  | 75            | 25                                  | -13,5                                 |
| 2              | 100           | 0                                   | -12,9                                 | 18  | 71,4          | 28,6                                | -11,4                                 |
| 3              | 100           | 0                                   | -14,2                                 | 19  | 70            | 30                                  | -10,6                                 |
| 4              | 100           | 0                                   | -14,3                                 | 20  | 70            | 30                                  | -10,7                                 |
| 5              | 100           | 0                                   | -14,3                                 | 21  | 67            | 33                                  | - 9,9                                 |
| 6              | 100           | 0                                   | -14,3                                 | 22  | 67            | 33                                  | -11,0                                 |
| 7 <sup>1</sup> | 100           | 0                                   | -15,2                                 | 23  | 67            | 33                                  | -11,7                                 |
| 8              | 80            | 20                                  | -12,4                                 | 24  | 62,5          | 37,5                                | -10,8                                 |
| 9              | 80            | 20                                  | -13,8                                 | 25  | 60            | 40                                  | - 7,2                                 |
| 10             | 80            | 20                                  | -13,9                                 | 26  | 60            | 40                                  | - 8,8                                 |
| 11             | 75            | 25                                  | -11,1                                 | 27  | 60            | 40                                  | -10,0                                 |
| 12             | 75            | 25                                  | -11,5                                 | 28  | 60            | 40                                  | -10,1                                 |
| 13             | 75            | 25                                  | -11,8                                 | 29  | 60            | 40                                  | -10,2                                 |
| 14             | 75            | 25                                  | -11,9                                 | 30  | 60            | 40                                  | -10,3                                 |
| 15             | 75            | 25                                  | -12,3                                 | 31  | 50            | 50                                  | - 7,5                                 |
| 16             | 75            | 25                                  | -12,8                                 |     |               |                                     |                                       |

Die bei der Brotbereitung verwendeten Kartoffeln wurden teilweise gedämpft oder gekocht, teilweise roh, in einigen Fällen sogar mit der Schale dem Teig zugesetzt. Durch das Kochen findet nach *Klostermann* und *Scholta* keine wesentliche Verminderung der Alkalität statt. Wir haben dasselbe bei alten Kartoffeln festgestellt. Wie die Verhältnisse bei neuen Kartoffeln mit dünner Schale liegen, haben wir nicht näher untersucht. Beim Dämpfen wird auch hier kaum ein Verlust eintreten; vielleicht könnte dies aber der Fall sein beim Kochen. Jedenfalls steht fest, dass die alkalischen Salze sich im Saft befinden und nicht etwa im unlöslichen Teil, in der Stärke. Kartoffelstärke hat im Gegenteil eine sauer reagierende Asche. Ich fand darin<sup>2)</sup> die Alkalität — 3,9 auf 100 g Substanz oder — 11,5 auf 1 g Asche; *Klostermann* und *Scholta* fanden — 14,5 und — 12,8 auf 1 g Asche.

Auch folgender Befund stützt die Annahme, dass die Alkalität in dem löslichen Anteil der Kartoffel steckt. Im Juli wurden an den Trieben alter Kartoffeln (*Magnum bonum*) kleine, junge Knollen gefunden. Man teilte sie nach der Grösse in zwei Hälften und untersuchte jede für sich. Die 5 grösseren Knollen wogen zusammen 18,30 g, im Durchschnitt 3,66 g, die 24 kleineren zusammen 17,82 g, im Durchschnitt 0,745 g.

<sup>1)</sup> Das zu diesem Brot verwendete Mehl ist zu 98 % ausgemahlen.

<sup>2)</sup> Diese Mitteilungen, 1916, 7, 108.

| Man fand folgende Werte: | Trockensubstanz | Alkalität auf Trockensubstanz berechnet |
|--------------------------|-----------------|---|
| Grössere Knollen         | 12,72 %         | 39,70                                   |
| Kleinere Knollen         | 19,81 %         | 33,11                                   |

Die Knollen mit dem höhern Wassergehalt, also auch Saftgehalt, weisen bei gleicher Herkunft die höhere Alkalität auf, als diejenigen mit dem geringeren Saftgehalt.

Wenn wir den Trockensubstanzgehalt und die Alkalität eines Mehles und einer Kartoffelsorte kennen, so können wir nach folgender Formel für jeden Gehalt an Kartoffeln die Alkalität berechnen.

$$\text{Alkalität des Kartoffelbrotes} = \frac{(100-a) \cdot T_m \cdot A_m + a \cdot T_k \cdot A_k}{(100-a) \cdot T_m + a \cdot T_k}$$

wobei  $a = \%$  Kartoffeln

$T_m$  = Trockensubstanzgehalt des Mehles

$T_k$  = » der Kartoffeln

$A_m$  = Alkalität des Mehles

$A_k$  = Alkalität der Kartoffeln.

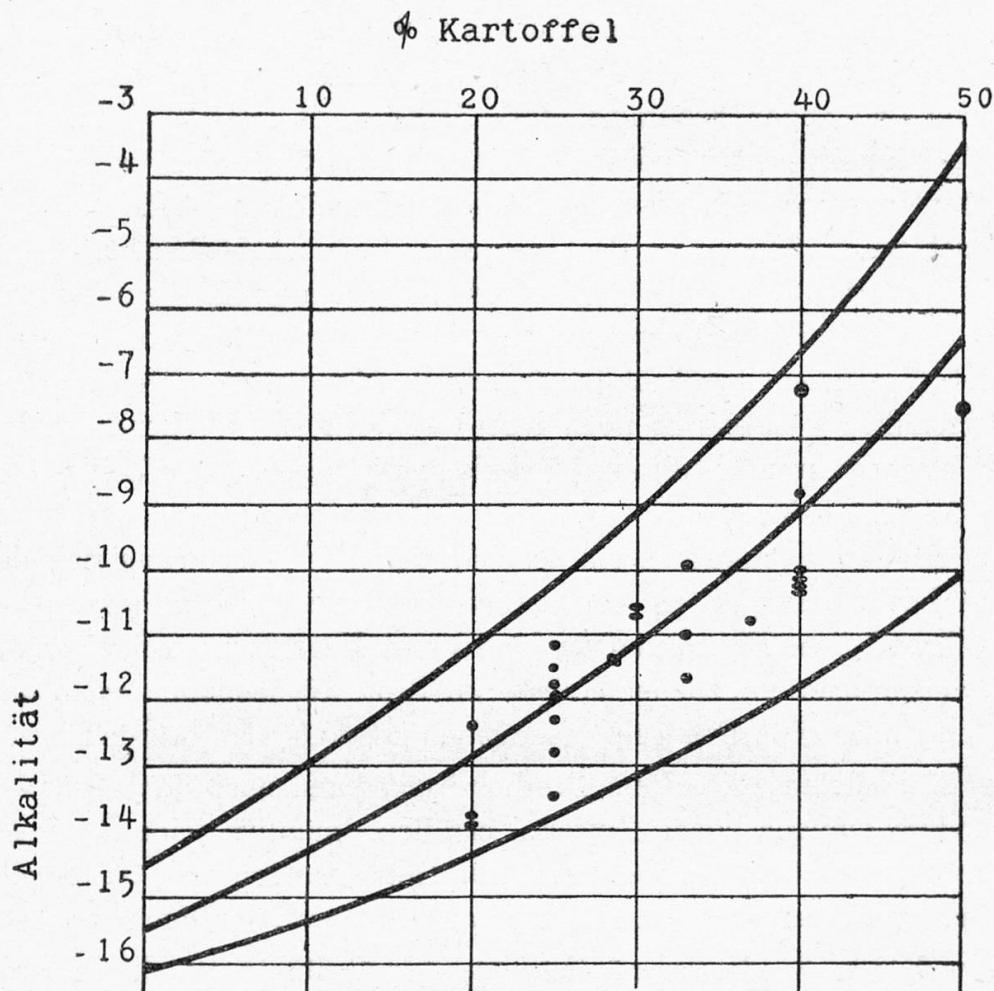
In der Tab. 5 sind die berechneten Werte für die Kombinationen zwischen Mehl und Kartoffeln mit niedrigster, mittlerer und höchster Alkalität angeführt.

Tab. 5.

|           | Niedrigste Alkalität |           | Mittlere Alkalität |           | Höchste Alkalität |           |
|-----------|----------------------|-----------|--------------------|-----------|-------------------|-----------|
|           | Trocken-substanz     | Alkalität | Trocken-substanz   | Alkalität | Trocken-substanz  | Alkalität |
| Mehl      | 88,7                 | -16,2     | 87,5               | -15,5     | 88,1              | -14,5     |
| Kartoffel | 22,7                 | 14,0      | 22,0               | 29,6      | 20,4              | 45,2      |
|           | Kartoffel-gehalt     | Alkalität | Kartoffel-gehalt   | Alkalität | Kartoffel-gehalt  | Alkalität |
|           | 0                    | -16,2     | 0                  | -15,5     | 0                 | -14,5     |
|           | 10                   | -15,3     | 10                 | -14,3     | 10                | -13,0     |
|           | 20                   | -14,4     | 20                 | -12,8     | 20                | -11,2     |
|           | 30                   | -13,2     | 30                 | -11,1     | 30                | -9,1      |
|           | 40                   | -11,8     | 40                 | -9,0      | 40                | -6,5      |
|           | 50                   | -10,0     | 50                 | -6,4      | 50                | -3,3      |

Die folgende graphische Darstellung (S. 211) gibt diese Werte in Kurven wieder. Die mittlere Kurve zeigt für jeden Kartoffelgehalt die durchschnittliche Alkalität an, die beiden andern Kurven geben die extremen Werte wieder. Die Punkte entsprechen den Kartoffelbroten der Tabelle 2, 3 und 4, also den wirklich beobachteten Alkalitäten. Sie liegen zwar alle innert den extremen Kurven, sind aber doch unter sich ausserordentlich verschieden, wie ja auch unsere Berechnung sehr verschiedene Werte bei gleichen Kartoffelgehalten zulässt. Daraus geht hervor, dass eine auch nur annähernd genaue Berechnung des Kartoffelgehaltes aus der Alkalität unmöglich ist.

Es ist vorgeschlagen worden, zur Streckung unserer Getreidevorräte Kartoffelbrot herzustellen, welches auf 60 Teile Mehl 40 Teile frische Kartoffeln enthalten soll. Ein solches Brot würde nach unsren Tabellen eine Alkalität von 6,5—11,8 haben, im Mittel 9,0. Wenn sich die gefundenen Alkalitäten etwa zwischen 8—10 bewegen, wird man keinen Grund zu Verdacht haben. 8,0 und 10,3 bilden übrigens eine Art von innerer Grenze; denn wenn wir unser Mehl mit der niedrigsten Alkalität mit den Kartoffeln mit der höchsten Alkalität kombinieren, so erhalten wir bei 40 % Kartoffeln die Alkalität 8,0. Kombinieren wir andererseits das Mehl mit der höchsten mit den Kartoffeln mit der niedrigsten Alkalität, so ergibt sich 10,3.



Liegt eine Alkalität ausserhalb dieser Grenzen, so ist Grund zu Verdacht vorhanden. Man wird in diesem Falle die verwendeten Rohmaterialien, Mehl und Kartoffeln, einfordern, die Alkalitäten darin bestimmen und nach unserer Formel berechnen, welche Alkalität dem Gehalt von 40 % Kartoffeln entspricht. Die Formel vereinfacht sich in diesem Falle etwas und lautet:

$$\text{Alkalität des Kartoffelbrotes (mit 40 % Kart.)} = \frac{60 T_m \cdot A_m + 40 T_k \cdot A_k}{60 T_m + 40 T_k}$$

Die Alkalität des Brotes bestimmt man wie bei Brot angegeben. Für die Bestimmung in Kartoffeln verwendet man besser 20 g wegen des hohen Wassergehaltes. Ein Alkalizusatz bei der Veraschung ist hier nicht nötig.