Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 34 (1943)

Heft: 3-4

Artikel: Über die Trockensubstanzbestimmung an Mehl

Autor: Högl, O. / Wuhrmann, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-983066

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: 01.07.2025

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

MITTEILUNGEN

AUS DEM GEBIETE DER

LEBENSMITTELUNTERSUCHUNG UND HYGIENE

VERÖFFENTLICHT VOM EIDG. GESUNDHEITSAMT IN BERN

Offizielles Organ der Schweiz. Gesellschaft für analytische und angewandte Chemie

TRAVAUX DE CHIMIE ALIMENTAIRE ET D'HYGIÈNE

PUBLIÉS PAR LE SERVICE FÉDÉRAL DE L'HYGIÈNE PUBLIQUE À BERNE

Organe officiel de la Société suisse de chimie analytique et appliquée

ABONNEMENT: Schweiz Fr. 10.– per Jahrgang. Preis einzelner Hefte Fr. 1.80
Suisse fr. 10.– par année. Prix des fascicules fr. 1.80

BAND XXXIV 1943 HEFT 3/4

ÜBER DIE TROCKENSUBSTANZBESTIMMUNG AN MEHL

Von *O. Högl* und *H. Wuhrmann*, Bern

(Aus dem Laboratorium des Eidg. Gesundheitsamtes, Vorstand: Dr. O. Högl.)

Dem Laboratorium des eidgenössischen Gesundheitsamtes fiel aus kriegswirtschaftlichen Gründen in stark vermehrtem Masse die Aufgabe zu, Mehl auf seinen Wassergehalt zu untersuchen. Für diese Trockensubstanzbestimmungen hielten wir uns im Anfang an die Methode des schweizerischen Lebensmittelbuches. Zu Beginn dieses Jahres trat die Leitung des Laboratoriums der eidgenössischen Getreideverwaltung an uns mit dem Ersuchen heran, die Feuchtigkeitsbestimmungen an Mehl nach dem Lebensmittelbuch fallen zu lassen und uns der deutschen Verbandsmethode anzuschliessen. Diese arbeitet bei 130° C ± 2° mit 6 g und einer Stunde Trockenzeit. Die nach dieser Methode erhaltenen Werte sind höher als diejenigen nach Lebensmittelbuch. Die Differenz kann bis zu 1,2 % betragen.

Für die laufende Kontrolle an gelagertem Getreide und Mehl ist die genaue Kenntnis von der Veränderung der Feuchtigkeit unerlässlich. Weder Getreide noch Mehl sind «tote» Körper. Auch während der Lagerung spielen sich Lebensvorgänge ab. Es ist allgemein bekannt, dass frisch gemahlenes Mehl erst eine «Reifung» von einigen Wochen durchmachen muss, bevor es seine volle backtechnische Güte erreicht. Diese «Reifung» ist eine sichtbare Äusserung dieser Lebensvorgänge.

Als Lebensvorgänge bezeichnet man die fermentativen Veränderungen des Mehles während der Lagerung und die Tätigkeit der Mikroflora. Beide sind an das Vorhandensein von Wasser gebunden. Die Erfahrung hat gezeigt, dass bei einem Wassergehalt von über 14 % die Tätigkeit der Fermente und der Mikroorganismen aktiviert wird. Die hierbei auftretenden Veränderungen führen oft zu einer dauernden Schädigung des Klebers und nicht selten zu einer völligen Verderbnis (Säuerung, Muffigkeit usw.) des Mehles.

Das Anlegen von Mehllagern ist in Kriegszeiten besonders wichtig. Solche Lager müssen aber laufend kontrolliert werden, um zu verhindern, dass durch Verderbnis unersetzbare Werte für die menschliche Ernährung zugrunde gehen. Zu dieser Kontrolle gehört als Wichtigstes die Wasserbestimmung.

Die Trockensubstanzbestimmung an Mehl ist nicht ganz so einfach, wie man leicht versucht wäre anzunehmen. Wie wir im Nachfolgenden zeigen werden, sind mehrere Faktoren zu beachten, wenn man übereinstimmende und reproduzierbare Werte erhalten will. Die Angaben des schweizerischen Lebensmittelbuches nehmen auf einige dieser Faktoren keine Rücksicht. Dadurch müssen aber Differenzen auftreten, die sich auf die Beurteilung des Gesundheitszustandes so grosser Mehlmengen nachteilig auswirken. Eine Vereinheitlichung durch Präzisierung der Analysenvorschrift ist daher wünschenswert. Die von der Getreideverwaltung zur Anwendung vorgeschlagene Schnellwasserbestimmung bei 130° besitzt ausser der abgekürzten Analysendauer den Vorteil, dass die erhaltenen Resultate den theoretischen Werten näherkommen als bei der Trocknung bei 105°.

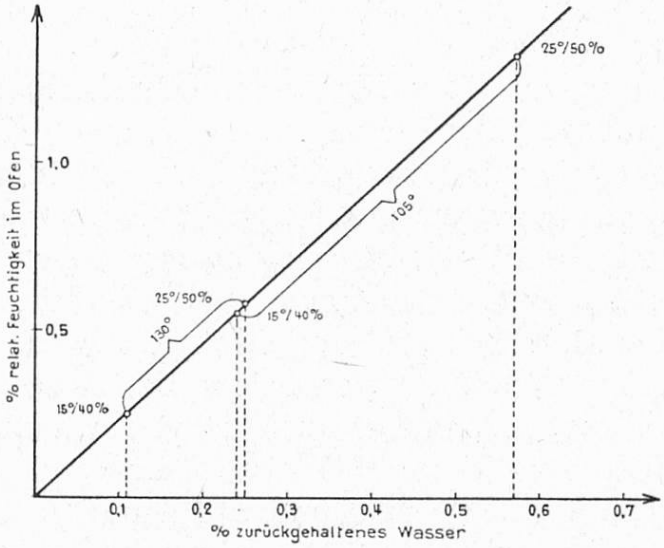
In Nordamerika ist das Hinaufsetzen der Temperatur auf 130° zuerst in der Praxis angewandt worden. Seit etwa 15 Jahren ist die «130°-Methode», laut einer privaten Mitteilung von Herrn Dr. E. Ziegler, eine der offiziellen Bestimmungsmethoden in den Vereinigten Staaten und Kanada. In Deutschland wurde das Interesse an einer Schnellwasserbestimmung zu dem Zeitpunkt sehr rege, da die Einführung der Mehltypeneinteilung durch die Aschebestimmung eine vermehrte Anzahl von Trockensubstanzbestimmungen nötig machte[1]). — Im Januar 1941 ist die Schnellwasserbestimmung bei 130° vom Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungsanstalten[2]) als Konventionsmethode eingeführt worden. Nach einer privaten Mitteilung von Herrn E. Abderhalden ist diese Methode auch im Baltikum, in Polen und Finnland von der Müllerei angewandt worden. Soweit uns bekannt ist, wurde in der Schweiz bisher ausschliesslich nach der Methode des Lebensmittelbuches gearbeitet.

Über die Trockensubstanzbestimmung an Mehl bei 130° sind eine ganze Reihe von Arbeiten veröffentlicht worden. Nachdem es Papp[3]) gelungen war, die Zusammenhänge von Temperatur, relativer Feuchtigkeit der Aussenluft und der Luft im Trockenraum zahlenmässig zu erfassen, wurde im Institut für Mehlphysik in Duisburg (Brabender GmbH.) ein halbautomatischer Feuchtigkeitsbestimmer für 130° konstruiert[4]). Etwas später hat Fornet in seinem Buche «Vom Mehl zum Brot» eine eigene Ofenkonstruktion beschrieben, welche eben-

falls bei 130° arbeitet. Die «130°-Methode» ist noch von mehreren Autoren geprüft und empfohlen worden, unter anderem von Cook, Hopkins, Geddes[5]) und Sullivan[6]). Auch Smirnow[7]) beschreibt diese Methode als in Russland gebräuchlich. K. Mohs[8]) untersuchte die durchschnittlichen Abweichungen einzelner Wasserbestimmungen in einigen Laboratorien und die Übereinstimmung verschiedener Methoden.

A. Köster[9]) ist in einer längeren Arbeit näher auf die theoretischen Grundlagen der Wasserbestimmung bei 100 und 130° unter Mitverwendung der bereits erwähnten Arbeit Papp's eingegangen. Seiner interessanten Publikation entnehmen wir die folgenden Tatsachen und Zahlen.

Das Verhältnis des Wasserdampfdruckes in der zu trocknenden Substanz und im Trockenraum stellt den massgebenden Faktor des Trocknungsvorganges dar. Je grösser das Feuchtigkeitsgefälle ist, desto schneller wird der Vorgang beendet sein. Man wird sich also bemühen, diejenigen Arbeitsbedingungen zu schaffen, bei welchen eine möglichst niedere Feuchtigkeit im Trockenraum herrscht. Diese hängt nun ihrerseits von der relativen Feuchtigkeit der Aussenluft, also derjenigen des Laboratoriums ab. Köster nimmt als Mittelwerte der relativen Feuchtigkeit der Aussenluft die Zahlen 40 % bei 15° und 50 % bei 25° an und stellt aus den experimentell ermittelten Mengen des vom Mehl zurückgehaltenen Wassers und der relativen Feuchtigkeit im Trockenraum das folgende Diagramm auf:



Figur 1 (Aus der Publikation von Köster)

Daraus geht hervor, dass bei der 105°-Trocknung Schwankungen bis zu 0.33 % in der Menge des zurückgehaltenen Wassers auftreten können, während man bei der 130°-Trocknung nur solche von 0,14 % beobachtet. Das heisst mit anderen Worten, dass die natürlichen Veränderungen der Luft sich bei der 130°-Trocknung weniger auf das Resultat auswirken werden als bei der Trocknung bei 105°.

In einer anderen Arbeit[10]) hat sich Köster mit denjenigen Faktoren beschäftigt, welche ausser der Luftfeuchtigkeit von Einfluss auf die Trockensubstanzbestimmungen an Mehl sind. Er erläutert die Gründe, welche zur Wahl von 130° als Trocknungstemperatur geführt haben. Hierzu stellt er Trocknungskurven bei verschiedenen Temperaturen auf. Die Wasserbestimmung bei 110, 120 und 130° führte zu Kurvenzügen, welche nach 4, 2 resp. 1 Stunde ohne Schwankung horizontal verliefen. Bei der Wahl von 130° trat in seinem Versuch zwischen 1 und 4 Stunden keine Gewichtsveränderung auf. Aber schon bei 140° stieg die Kurve kontinuierlich an, d. h. ein Endwert wurde nicht mehr erreicht. Demnach ist 130° die zur Wasserbestimmung an Mehl höchste zulässige Temperatur, bei der innert der zur Bestimmung benötigten Zeit keine Veränderungen auftreten, welche für die Wasserbestimmung ins Gewicht fallen.

In der gleichen Arbeit wird auch die Frage der zur Trockensubstanzbestimmung verwendeten Mehlmenge behandelt. Köster hebt deutlich hervor, dass nicht die Menge der Probe massgebend sei, sondern die Schichtstärke der zu trocknenden Substanz. In einem Versuch erhält er mit 2 g Mehl je 10 cm^2 Schalenfläche bei 130° schon nach 60 Minuten Gewichtskonstanz, während mit 5 g / 10 cm^2 erst nach 180 Minuten.

An weiteren, für die Trockensubstanzbestimmungen wichtigen Faktoren führt Köster die folgenden an: 1. Die Luftumwälzung im Trockenraum, 2. die Art des Materials der zur Trocknung verwendeten Gefässe, 3. die Lage der Proben zueinander im Ofen, 4. die Anzahl der eingesetzten Proben und 5. der Auflockerungsgrad des Mehles.

Da die Temperatur von 130° für eine Wasserbestimmung an einem so empfindlichen Material wie Mehl hoch ist, kann man sich die Frage stellen, ob nicht Veränderungen wie das Entweichen leicht flüchtiger Substanzen oder Oxydationserscheinungen eintreten. Die Frage, ob Oxydationsvorgänge bei 130° vor sich gehen, hat Morrison[11]) dadurch zu beantworten versucht, dass er die Trocknung in einem Falle in Luft, in einem andern Falle in einer indifferenten Gasatmosphäre, beide Male bei 130° durchführte. Da nach seinen Angaben keine Differenz zwischen den Resultaten beider Bestimmungen auftrat, ist anzunehmen, dass bei dieser Temperatur auch keine gewichtsmässig feststellbare Oxydation eintritt. Die von Köster bei der Temperatur von 130° erhaltene Trocknungskurve verläuft zwischen 60 und 240 Minuten horizontal. Demnach ist aber auch eine Verflüchtigung bei 130° nicht zu befürchten, oder die beiden möglichen Veränderungen, Verflüchtigung und Oxydation, halten sich gegenseitig die Waage. Die Temperatur von 130° darf daher wohl als ungefährlich angesehen werden, welche Ansicht auch E. A. Schmidt und E. Anders[12]) zum Ausdruck bringen. Sie konnten nachweisen, dass ein bei 130° getrocknetes Mehl bei 105° wieder soviel Wasser aufnahm, dass sein Feuchtigkeitsgehalt gleich hoch war wie derjenige des selben, jedoch bei 105° getrockneten Mehles.

Wir haben einige Versuche durchgeführt, um den Einfluss der folgenden Faktoren kennen zu lernen:

1. Die Art des Materials der zur Trocknung verwendeten Gefässe.
2. Die Lage der Proben zueinander im Ofen.
3. Das Verhältnis der Mehlmenge zur Schalengrösse.
4. Der Einfluss der Hygroskopizität des Mehles auf die Gewichtsveränderungen während der Abkühlungszeit.

1. Über diesen Punkt sind im schweizerischen Lebensmittelbuch keine Angaben erfolgt. Man muss diesen aber unbedingt beachten, wenn man vergleichbare Resultate erhalten will. Verwendet man Schalen aus Porzellan und Nickel, so sind die Unterschiede in der Wärmeleitfähigkeit der beiden Materialien so gross, dass bei der verschiedenen Art des Temperaturanstieges im Mehl gar keine gleichen Resultate erhalten werden können. In der folgenden Tabelle haben wir die verschiedenen Werte zusammengestellt, welche wir mit 10 g Mehl in annähernd gleich grossen Schalen erhalten haben:

Temperatur	Porzellan	Nickel
105 °	12,86 %	13,08 %
130 °	12,84 %	13,15 %

Man sieht deutlich, dass durch Verwendung von Porzellan und Nickel so grosse Differenzen auftreten, dass eine Präzisierung der Analysenvorschrift in dieser Richtung nötig ist.

2. Die Lage der Proben zueinander im Ofen spielt ebenfalls eine Rolle. Die meisten der verwendeten Trockenschränke sind mehretagig gebaut. Da die oberste Etage die höchste Temperatur aufweist, wird auch naturgemäss der Gewichtsverlust dort grösser sein als auf einer mittleren oder unteren Etage. Wir haben mit 10 g Mehl in Nickelschalen die Differenzen bestimmt und folgende Zahlen gefunden:

Obere Etage	13,70 %	13,72 %	13,75 %
Untere Etage	13,51 %	13,39 %	13,35 %

Der grösste Fehler betrug demnach 0,4 %, also eine Grösse, die nicht mehr vernachlässigt werden kann.

3. Das Verhältnis der Mehlmenge zur Schalengrösse. Die von uns verwendeten Nickelschalen haben einen Durchmesser von 8,5 cm und eine Höhe von 2 cm. Es wurden genau je 5 und 10 g Mehl eingewogen und auf der gleichen Etage eine Stunde bei 130° getrocknet:

	Mehl I	Mehl II
5 g	13,52 %	12,74 %
10 g	13,72 %	13,51 %

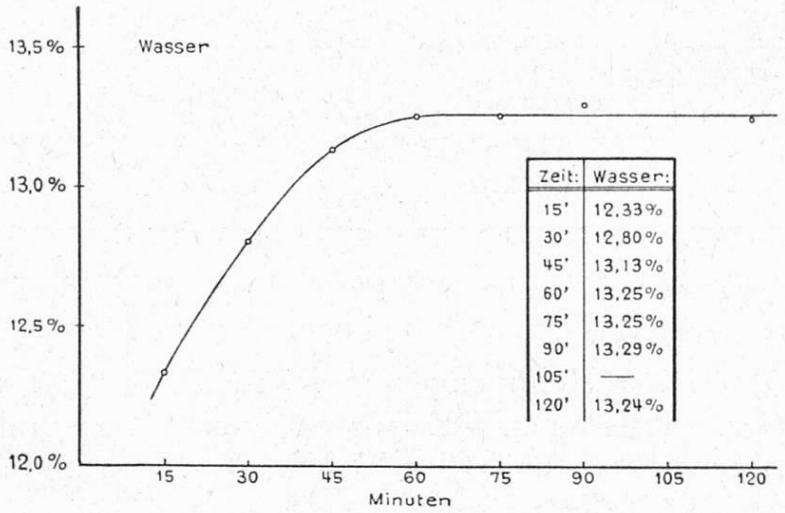
Aus den Zahlen geht hervor, dass die vorgeschriebene Menge eingehalten werden muss, da sonst ebenfalls grosse Differenzen auftreten. Wir haben uns auf eine Menge von 10 g Mehl für eine Bestimmung festgelegt, in der Absicht, einen möglichst guten Durchschnitt zu erhalten.

4. Völlig trockenes Mehl ist stark hygroskopisch. Beim Zurückwägen der im Exsiccator erkalteten Proben ist daher grösste Vorsicht und schnelles Arbeiten nötig. Die von uns benützte Dämpfungswaage gestattete, die Gewichtszunahme laufend zu verfolgen. Im Mittel nahmen 10 g getrocknetes Mehl pro Sekunde um 1 mg an Gewicht zu. Selbst in einem mit Calciumchlorid gefüllten Exsiccator erhielten wir bei verschieden langer Aufbewahrung Gewichtsdifferenzen bis zu 0,35 % Wasser. An zwei verschiedenen Mehlen fanden wir:

Offen	13,65 %	13,61 %	13,40 %	13,75 %	13,50 %	Wasser
Gedeckt	13,25 %	13,25 %	13,29 %	13,24 %		

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Nickelschalen sofort nach Herausnahme aus dem Trockenschrank mit einem Uhrglas oder einem passenden Blech zu bedecken.

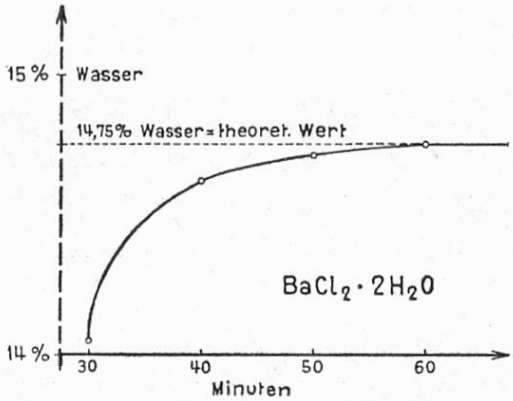
Der von uns benützte Trockenschrank, Marke Heraeus, besitzt einen zylindrischen Trockenraum von 36 cm Durchmesser und einen Inhalt von 285 dm³. Mit diesem Ofen haben wir, den Bestimmungen der deutschen Verbandsmethode entsprechend und unter Beobachtung vorgenannter Fehlermöglichkeiten, die Trocknungskurve bei 130° mit 10 g Mehl = 2 g / 10 cm² in Nickelschalen bestimmt.



Figur 2

Die Kurve lässt erkennen, dass man unter den genannten Bedingungen tatsächlich nach einer Stunde bereits Gewichtskonstanz erreicht, und dass die doppelte Trocknungszeit den nach einer Stunde erhaltenen Wert nicht über die Fehlergrenze hinaus verändert.

Interessehalber haben wir den von uns benutzten Ofen nach den Angaben von E. A. Schmidt und R. Schmidt[13]) geprüft. Diese beiden Autoren benutzten $BaCl_2 . 2H_2O$ als Testsubstanz in der Absicht, eine Verbindung mit sicher bekanntem Wassergehalt den bei der «130°-Methode» geforderten Bedingungen zu unterwerfen. Wir haben dies ebenfalls getan und fanden, dass 2 g $BaCl_2 . 2H_2O$ in 60 Minuten bei 130° ihr Wasser völlig abgaben.



Figur 3

Wir haben ferner mit diesem Salz mehrfache Bestimmungen ausgeführt und die folgenden Werte erhalten:

14,70 % 14,77 % 14,72 % 14,73 %

Da der theoretische Wassergehalt von Bariumchlorid (2 H_2O) 14,75 % beträgt, war die grösste Abweichung 0,05 %.

Aus den vorstehenden Ausführungen geht hervor, dass die Trockensubstanzbestimmung an Mehl bei 130° eine Schnellmethode darstellt, welche unter Beachtung der aufgezeigten Fehlermöglichkeiten für die Praxis ausreichend genaue Resultate liefert. Die Schnellwasserbestimmung an Mehl, in Anlehnung an die Vorschriften des Verbandes deutscher landwirtschaftlicher Versuchsanstalten schlagen wir in der folgenden Form zur Anwendung in den schweizerischen lebensmittelchemischen Untersuchungsanstalten und zur Aufnahme in das schweizerische Lebensmittelbuch vor:

«10 g Mehl werden in eine Nickelschale von 8,5 cm Durchmesser und 2 cm Höhe mit Deckel (oder Uhrglas) auf einer analytischen Waage eingewogen. Das Einbringen in den bereits auf 130° vorgewärmten Trockenschrank soll möglichst rasch und unbedeckt erfolgen. Die Trocknungszeit von 60 Minuten ist von dem Augenblick an zu rechnen, wo im Trockenschrank wiederum die Temperatur von 130° erreicht wurde. Es soll dies möglichst bald (10—15 Minuten)

nach dem Einbringen der Schalen der Fall sein. Nach der Entnahme der Schalen aus dem Trockenschrank sind diese sofort wieder zu decken und im Exsiccator abkühlen zu lassen. Kontrollbestimmungen dürfen nicht mehr als 0,2 % voneinander abweichen.»

Zur Beurteilung der Ergebnisse soll noch kurz das Folgende erwähnt werden:

Die von uns laufend durchgeführten Trockensubstanzbestimmungen an Mehl nach der oben beschriebenen Methode zeigten, dass eine Fehlergrenze von ± 0,15 % angenommen werden muss. Die von uns an Doppelbestimmungen beobachteten Differenzen sind in den allermeisten Fällen kleiner. Zum Vergleich mit den Resultaten anderer Laboratorien muss diese Zahl jedoch angenommen werden.

Aus der Literatur geht hervor (vgl. K. Mohs[14]) und B. Thomas[15]), dass ein Wassergehalt von 14 % als oberste Grenze bei länger zu lagerndem Mehl angesehen wird, worauf wir in der Einleitung schon hingewiesen haben. Diese Grenze ist neuerdings auch von unserer Armee für Mehllieferungen als verbindlich festgesetzt worden.

Es versteht sich von selbst, dass bei Beurteilung von Mehlproben bezüglich Wassergehalt der Probenerhebung und der Art der Verpackung beim Versand eine sehr grosse Rolle zukommt. Es würde hier zu weit führen, auf alle Details einer massgebenden Probenerhebung in einem Mehllager einzugehen. Es soll dies andernorts geschehen. Bei Eingang eines Musters zur Untersuchung wird aber mindestens verlangt werden müssen, dass sich dasselbe nicht in einem Stoff- oder Papiersack, sondern in einer gut schliessenden Blechdose befindet. Sonst hat eine Wasserbestimmung überhaupt keinen Wert, da sie auf dem Transport durch äussere Bedingungen stark beeinflusst sein kann.

Zusammenfassung

Es wird die Schnellwasserbestimmung an Mehl bei 130° und 1 Stunde Trockenzeit an Hand von Literaturangaben und eigenen Versuchen beschrieben. Eine genaue Arbeitsvorschrift wird gegeben und die Methode zur Aufnahme in das schweizerische Lebensmittelbuch vorgeschlagen.

Résumé

En se basant sur des données fournies par la littérature et des essais personnels, on décrit le procédé de détermination rapide de la teneur en eau de la farine exposée durant 1 heure à la température de 130° C. La technique exacte est indiquée et la méthode proposée pour être admise dans le Manuel suisse des denrées alimentaires.

Literatur

[1]) Handbuch der Lebensmittelchemie, Springer Berlin, *Bd. V,* 84.
[2]) Die Landware, Nr. 127/28 (1941).
[3]) Z. f. d. gesamte Getreidewesen *21,* 149 (1934).
[4]) Die Mühle, Heft 45 (1934).
[5]) Cereal Chem. *3,* 230 (1935).
[6]) Cereal Chem. *5,* 520 (1935).
[7]) W. W. Smirnow, «Tech. chem. Kontrolle in der Mehl- und Graupenfabrikation», Verlag Verwaltung des Lehrinstitutes vom Narkomsak, Moskau 1938.
[8]) Z. f. d. gesamte Getreidewesen *28,* 30 (1941).
[9]) Z. f. d. gesamte Getreidewesen *23,* 35 (1936).
[10]) Die Mühle, Heft 45 (1934).
[11]) Cereal Chem. 323 (1926).
[12]) Z. f. d. gesamte Getreidewesen *28,* 35 (1941).
[13]) Z. f. d. gesamte Getreidewesen *29,* 70 (1942).
[14]) Z. f. d. gesamte Getreidewesen *28,* 7 (1941).
[15]) Z. f. d. gesamte Getreidewesen *24,* 274 (1937) und ebenda *27,* 122 (1940).