

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

**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit

**Band:** 77 (1986)

**Heft:** 1

**Artikel:** Die Bestimmung des Wassergehaltes in Milch und Milchprodukten mit der Karl-Fischer-Methode. Teil II, Vergleich der Wassergehalte von Milch, Kondensmilch und Rahm nach Karl Fischer mit Werten der Trockenschrankmethode = Determination of the water content...

**Autor:** Rüegg, M. / Steiger, G. / Moor, Ursula

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-983378>

### **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>**

## **Die Bestimmung des Wassergehaltes in Milch und Milchprodukten mit der Karl-Fischer-Methode**

### **II. Vergleich der Wassergehalte von Milch, Kondensmilch und Rahm nach Karl Fischer mit Werten der Trockenschrankmethode**

Determination of the Water Content in Milk and Milk Products  
by Karl Fischer Titration

II. Comparison of the Water Content of Milk, Condensed Milk and Cream  
Determined by Karl Fischer Titration with Values Obtained by the Reference  
Drying Oven Method

*M. Rüegg, G. Steiger und Ursula Moor*  
Eidg. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Liebefeld

### **Einleitung**

Im Rahmen des Internationalen Milchwirtschaftsverbandes wurde ein Ringversuch zur Beurteilung der gravimetrischen Trockenmassebestimmung von Milch, Kondensmilch und Rahm durchgeführt. Bei Milch und Rahm wurden jeweils 3 Fettgehaltsstufen berücksichtigt. In unserem Laboratorium wurde der Wassergehalt der Proben zusätzlich nach einer Karl-Fischer-Methode (KF-Methode) bestimmt und die daraus berechnete Trockenmasse mit dem gemittelten Wert des Ringversuches verglichen. Eine ausführliche Besprechung des Ringversuches wird an anderer Stelle erfolgen (1). Diese Mitteilung beschränkt sich auf den Vergleich der Resultate der KF-Titration mit denjenigen der Trockenschrankmethode.

### **Methodisches**

#### *Apparatur und Lösungen für die KF-Titration*

Die Wasserbestimmungen wurden mit Hilfe eines Karl-Fischer-Titrators Mettler DL18 durchgeführt (Mettler Instrumente AG, CH-8606 Greifensee). Die

Kalibrierung erfolgte mit bidestilliertem Wasser. Aufbauend auf früheren Untersuchungen wurde ausschliesslich mit einem pyridinfreien Einkomponenten-Reagenz gearbeitet (Hydranal-Composite 5, Riedel de Haen, Nr. 34805, vgl. (2)). Für Milch und Kondensmilch wurde reines Methanol (Merck p. a., Nr. 6012) und für Rahm eine 1:1-Mischung aus Methanol und Chloroform (Merck p. a., Nr. 2445) vorgelegt. Die Titration wurde ohne Rührzeit nach dem Einbringen der Proben begonnen. Die Abschaltverzögerung betrug 15 s. Mit dieser Verzögerung wurde ein stabiler Titrationsendpunkt erreicht. Es ist wichtig, dass das Lösungsmittel im Titriergefäss durch kontinuierliche Titration wasserfrei gehalten wird.

### *Gravimetrische Bestimmung der Trockenmasse*

Die Bestimmung der Trockenmasse erfolgte nach einem internationalen Standardverfahren bei  $102 \pm 2$  °C (3). Im Ringversuch wurde von jeder Probe nur eine Bestimmung gemacht (doppelte Blindproben).

### *Proben und Probenvorbereitung*

Die Milch- und Rahmproben stammten aus der Normalfabrikation einer Grossmolkerei. Sie waren UHT-erhitzt und aseptisch in Tetra-Brik-Packungen abgefüllt (Vollmilch, teilentrahmte Milch, Magermilch, Schlagrahm, Halbrahm, Kaffeerahm). 6 Kondensmilchen (ungezuckert) wurden den Teilnehmern des Ringversuches in Weissblechdosen abgegeben. Die 12 Laboratorien, die am Versuch teilnahmen, erhielten von jeder Probenart 2 Packungen und führten Einfachbestimmungen durch.

Alle Proben wurden vorerst in ihren Originalverpackungen im Wasserbad auf 35–40 °C erwärmt. Der Inhalt der Packungen wurde durch mehrmaliges Wenden durchmischt und in eine Glasflasche umgefüllt. Für eine KF-Bestimmung wurden 20–40 mg warme Probe mit einer Plastikspritze in das Titriergefäss überführt. Die genaue Menge wurde aus der Differenzwägung berechnet. Von jeder Packung wurden 10–12 KF-Bestimmungen durchgeführt.

### **Resultate und Diskussion**

Die Resultate der Trockenmasse-Bestimmungen sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Der Vergleich der Standardabweichungen der beiden Methoden zeigt, dass die Messwerte der KF-Methode durchwegs stärker streuten als diejenigen der Trockenschrankmethode. Die Werte der 12 Laboratorien ergaben für die Gruppe der Milchen durchschnittlich eine Standardabweichung von 0,7, für Rahm 1,5 und ungezuckerte Kondensmilch 1,9 g/kg. Die Einzelbestimmungen der KF-Titration wiesen dagegen für Milch eine mittlere Standardabweichung von 6,8 g/kg auf. Die entsprechenden Werte für Rahm und Kondensmilch betrugen 4,4 g/kg.

**Tabelle 1.** Vergleich der Trockensubstanz von Milch, Kondensmilch und Rahm, ermittelt aus gravimetrischen Messungen mit Werten aus Karl-Fischer-Titrationen

Produkt		Trockensubstanz, g/kg						
		Trockenschrank			Karl Fischer			Differenz
		$\bar{x}$	$s_x$	$n^1$	$\bar{y}$	$s_y$	$n^2$	
Vollmilch	1a				125,6	9,48	11	
	1b				131,5	10,56	11	
	1a+1b	125,8	0,79	24	128,6	10,26	22	-2,8
	2a				122,9	5,68	12	
	2b				126,4	4,92	11	
	2a+2b	125,3	0,75	24	124,6	5,53	23	0,7
Milch Drink (2,8% Fett)	1a				116,5	7,68	12	
	1b				114,3	7,21	12	
	1a+1b	114,0	0,67	24	115,4	7,38	24	-1,4
	2a				117,0	7,39	12	
	2b				119,5	4,95	10	
	2a+2b	116,9	0,52	24	118,1	6,40	22	-1,2
Magermilch	1a				84,1	4,52	12	
	1b				92,5	7,41	11	
	1a+1b	90,9	0,63	24	88,2	7,35	23	2,7
	2a				95,9	4,32	11	
	2b				94,9	7,33	12	
	2a+2b	92,0	0,66	24	95,4	5,93	23	-3,4
Vollrahm (35% Fett)	1a				413,8	2,03	10	
	1b				412,9	3,08	10	
	1a+1b	415,0	1,15	24	413,4	2,61	20	1,6
	2a				407,7	2,94	10	
	2b				410,9	4,81	12	
	2a+2b	410,0	1,02	24	409,3	4,31	22	0,7
Halbrahm (25% Fett)	1a				305,1	5,08	10	
	1b				313,9	4,77	7	
	1a+1b	319,2	3,10	24	308,7	6,56	17	10,5
	2a				311,3	4,74	10	
	2b				323,3	6,07	11	
	2a+2b	323,8	2,38	24	317,6	8,15	21	6,2



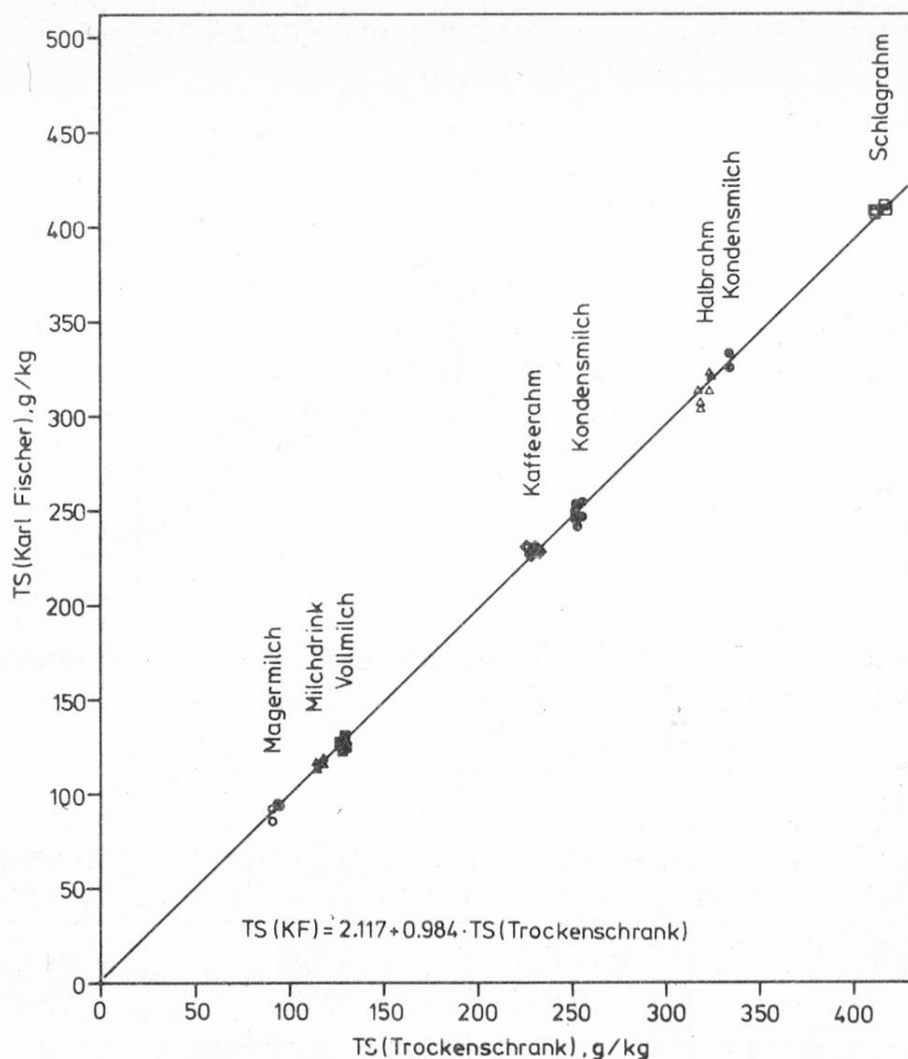
Produkt		Trockensubstanz, g/kg						
		Trockenschrank			Karl Fischer			Differenz
		$\bar{x}$	$s_x$	$n^1$	$\bar{y}$	$s_y$	$n^2$	
Kaffeerahm (15% Fett)	1a				227,0	3,66	10	
	1b				227,3	5,58	10	
	1a+1b	228,7	0,56	24	227,2	4,59	20	1,5
	2a				226,6	6,02	11	
	2b				228,9	4,01	11	
	2a+2b	230,6	0,67	24	227,8	5,12	22	2,8
Kondensmilch	1a				326,5	4,42	12	
	1b				333,4	3,54	11	
	1a+1b	332,9	2,66	24	330,0	5,30	23	2,9
	2a				248,4	3,65	10	
	2b				255,0	4,77	10	
	2a+2b	254,4	1,57	24	251,7	5,36	20	2,7
	3a				247,3	4,23	9	
	3b				251,0	3,44	9	
	3a+3b	251,7	1,55	24	249,2	4,21	18	2,5
	4a				250,0	5,32	10	
	4b				243,8	4,19	10	
	4a+4b	251,0	1,58	24	246,9	5,62	20	4,1
	5a				251,4	4,16	10	
	5b				252,0	4,51	10	
	5a+5b	251,4	2,67	24	251,7	4,25	20	-0,3
	6a				249,3	5,92	10	
	6b				249,7	4,15	10	
	6a+6b	250,9	1,60	24	249,5	4,97	20	1,4

<sup>1</sup>12 Laboratorien führten eine blinde Doppelbestimmung durch.

<sup>2</sup>In einem Laboratorium wurden 10- bis 12fach-Bestimmungen durchgeführt.

Der mittlere, auf den Wassergehalt bezogene Variationskoeffizient betrug bei allen Produkten weniger als 1% (0,6%–0,9%; siehe Tabelle 2).

Mit Hilfe der KF-Titrationsmethode wurden im Mittel tiefere Trockenmassen als mit der Trockenschränkmethode gefunden. Dies ging aus dem Mittelwertsvergleich und einer Regressionsrechnung hervor, mit der die Beziehung zwischen beiden Methoden untersucht wurde. *Heinemann* (5) beobachtete früher, dass die KF-Titration von Milch und Kondensmilch auch niedrigere Trockensubstanzwerte als eine Toluol-Destillationsmethode ergab. In Abbildung 1 sind die Werte der KF-Methode in Funktion der Werte der Trockenschränkmethode grafisch dargestellt und in Tabelle 3 sind die wichtigsten Ergebnisse der Regressionsanalyse aufgeführt. Ein F-Test (4) zeigte, dass der Regressionskoeffizient von 0,9836 statistisch signifikant von 1 verschieden war. Aus der Steigung der Regressionsgeraden und den Mittelwertsunterschieden lässt sich abschätzen, dass die Werte der Trockenschränkmethode im Mittel um etwa 1% höher liegen als die KF-Werte.



**Abb. 1.** Vergleich der aus KF-Titrationen berechneten Trockensubstanz von Milch, Kondensmilch und Rahm, mit Referenzwerten der Trockenschrankmethode. Bei den Wertepaaren handelt es sich um Mittelwerte. Die Streuung um die Regressionsgerade darf deshalb nicht auf die entsprechende Streuung der Einzelbestimmungen übertragen werden. Die Resultate der Regressionsanalyse sind in Tabelle 3 zusammengefasst

Rechnet man die Regressionsgerade für die Trockenschrankwerte in Abhängigkeit der KF-Werte (umgekehrte Achsen in Abb. 1), so bleibt die Steigung signifikant von 1 und die Nullpunktsordinate nicht signifikant von 0 verschieden. Rechnet man in einem dritten Schritt die Gerade ohne Nullpunktsordinate  $y = b \cdot x$  ( $y$  = Trockenschrankwerte,  $x$  = KF-Werte), so ergibt sich für  $b$  ein Wert von 1,01. Das bedeutet, dass die KF-Werte mit diesem Faktor multipliziert werden müssen, um angenähert auf den Wert der Trockenschrankmethode zu kommen.

Die signifikante Abweichung des Regressionskoeffizienten  $b$  von 1 bedeutet, dass mit der KF-Titration in den untersuchten Produkten mehr Wasser gefunden wurde. Es ist anzunehmen, dass nach der Trocknung bei 102 °C ein Rest stark gebundenen Wassers absorbiert bleibt, d. h., dass die Werte der spezifischen Titrations

**Tabelle 2.** Durchschnittliche Messstreuung bei der Karl-Fischer-Titration von Milch, Kondensmilch und Rahm

Produkt	Mittlere Standardabweichung g/kg	Mittlerer Variationskoeffizient, %	
		bezogen auf Trockensubstanz	bezogen auf Wassergehalt
Vollmilch	7,7	6,1	0,9
Milch Drink	6,8	5,8	0,8
Magermilch	5,9	6,4	0,6
Vollrahm	3,2	0,8	0,5
Halbrahm	5,2	1,6	0,8
Kaffeerahm	4,8	2,1	0,6
Kondensmilch	4,4	1,7	0,6

**Tabelle 3.** Methodenvergleich: Regressionsanalyse der Trockensubstanzwerte, ermittelt mit der KF-Titration und Trockenschränkmethod

$y = a + b \cdot x$ ;  $y$  = KF-Werte;  $x$  = Trockenschränkwerte; vgl. Abb. 1

	Koeffizient	Standardabweichung	F-Test
Nullpunktsordinate Steigung	$a = 2,117$ $b = 0,984$	$s_a = 1,600$ $s_b = 0,006$	$F(a = 0) = 1,75 \text{ n.s.}$ $F(b = 1) = 6,79^*$
Bestimmtheitsmass Reststreuung <sup>1</sup> Anzahl Wertepaare	$B = 0,9986$ $s^2_r = 14,565$ $n = 36$		$F(P = 0,95) = 4,13$

<sup>1</sup> Siehe Legende in Abbildung 1.

tionsmethode näher beim wahren Wassergehalt liegen. Es ist bekannt, dass das Hydratwasser der Lactose mit der Trockenschränkmethod unvollständig erfasst wird (6).

### Schlussfolgerungen

Bei industriell verarbeiteten Milchen, Rahm und Kondensmilch wird mit der KF-Titration mehr Wasser erfasst als mit der konventionellen Trocknung bei 102 °C. Die aus KF-Titrationen ermittelten Trockenmassen müssen durchschnittlich mit einem Faktor von 1,01 multipliziert werden, um auf den Trockenschränk-Referenzwert zu kommen. Dieser Faktor erlaubt nur eine approximative Umrechnung. Für genauere Umrechnungen müsste wahrscheinlich für jede Produktgruppe einzeln ein Faktor aus einer grösseren Zahl Vergleichsanalysen ermittelt werden.

Für die untersuchten Milch und Milchprodukte ist die Wiederholbarkeit bei der Trockenschrankmethode wesentlich besser als bei der KF-Methode. Andererseits dürften die Mittelwerte der spezifischen KF-Methode näher beim wahren Wert liegen.

Milch, Rahm und Kondensmilch können nach Aufwärmen auf 40 °C und sorgfältigem Durchmischen direkt titriert werden. Dies erlaubt eine rasche Analyse (ca. 3 min pro Titration). Der Einsatz der KF-Titration anstelle der Trockenschrankmethode scheint dann angebracht, wenn die Resultate rasch verfügbar sein müssen. Der grösseren Streuung kann durch eine genügende Anzahl Wiederholungen Rechnung getragen werden.

### *Dank*

Wir danken Frau *H. Haldi* für die sorgfältige Durchführung der Trockensubstanz-Bestimmungen nach der Trockenschrank-Referenzmethode.

### *Zusammenfassung*

Die mit Hilfe von KF-Titrationen ermittelten Trockenmassen von Milch, Kondensmilch und Rahm wurden mit Referenzwerten aus einem Ringversuch mit der konventionellen Trockenschrankmethode (102 °C) verglichen. Im Ringversuch beteiligten sich 12 Laboratorien. Die KF-Titration wurde mit einem pyridinfreien Einkomponenten-Reagenz in einem Laboratorium durchgeführt.

Mit Hilfe der KF-Titration wurden durchschnittlich geringere Trockenmassen gefunden. Die KF-Werte mussten im Mittel um einen Faktor 1,01 multipliziert werden, um auf den Trockenschrank-Vergleichswert zu kommen. Es ist wahrscheinlich, dass im Trockenschrank nicht alles Wasser desorbiert wurde (Lactosehydrat). Die Werte der 12 Laboratorien ergaben für die Gruppe der Milchen eine durchschnittliche Standardabweichung von 0,7, für Rahm 1,5 und für Kondensmilchen 1,9 g/kg. Die Einzelbestimmungen aus den KF-Titrationen wiesen für die Milchen durchschnittlich eine Standardabweichung von 6,8 und für Rahm und Kondensmilch 4,4 g/kg auf. Auf den Wassergehalt bezogen, entspricht dies relativen Standardabweichungen von 0,6 bis 0,9%.

### *Résumé*

12 laboratoires ont procédé à la détermination de la matière sèche selon une méthode de référence à l'étuve dans les produits UHT suivants: lait, lait partiellement écrémé, lait maigre, crèmes à 15, 25 et 35% de matière grasse et 6 laits concentrés différents. Le laboratoire appliquant la méthode de Karl Fischer (KF) a utilisé un système à un seul réactif.

Les valeurs de la matière sèche obtenues par KF sont systématiquement plus basses que celles par la méthode de référence. Il est nécessaire de les multiplier par un facteur moyen de 1,01. Une désorption incomplète de l'eau dans l'étuve donne l'explication de cet écart (lactose-monohydrate). Les écarts-types pour la méthode à l'étuve sont de 0,7 (laits), 1,5 (crèmes) et 1,9 g/kg (laits concentrés). Pour la méthode KF, ces écarts sont de 6,8 (laits) et



de 4,4 g/kg (crèmes et laits concentrés). Les coefficients de variation de la teneur en eau correspondants se situent entre 0,6 et 0,9%.

### *Summary*

12 laboratories determined the total solids content of UHT-treated whole milk, partially skimmed milk, skim milk, creams (35, 25 and 15%) and 6 different condensed milks by a reference drying oven method. Single determinations were made from two samples of each product. In one laboratory the total solids content was determined by Karl Fischer (KF) titration using a one-component reagent.

Total solids content obtained from KF-titrations were systematically lower than those from the reference method. On the average the values from the drying oven method were higher by a factor of 1.01. Desorption of water was probably incomplete after drying in the oven. For milk, cream and condensed milk the values of the drying oven method of the 12 laboratories had standard deviations of 0.7, 1.5 and 1.9 g/kg. The determination in the KF-titrations of milk had average standard deviations of 6.8, those of cream and condensed milk 4.4 g/kg. The corresponding coefficients of variation of the KF water content values were in the range of 0.6 to 0.9%.

### *Literatur*

1. *Steiger, G. et al.*: Publikation in Vorbereitung.
2. *Rüegg, M. und Moor, U.*: Die Bestimmung des Wassergehaltes in Milch und Milchprodukten mit der Karl-Fischer-Methode. I. Vergleich von 4 käuflichen Titrationslösungen. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 77, 131–138 (1986).
3. IDF Standard 21a: Int. Dairy Federation, Square Vergote 41, 1040 Brussels, Belgien (Identisch mit ISO Standard 6731) 1982.
4. *Riedwyl, H.*: Regressionsgerade und Verwandtes. P. Haupt, Bern 1980.
5. *Heinemann, B.*: Volumetric determination of moisture in dairy products. J. Dairy Sci. 28, 845–851 (1945).
6. *De Moor, H. und Hendrix, H.*: Kristallisatie van laktose in melkpoeder. Medd. Rijksfac. Landbouwwetensch. Gent 36, 87–101 (1969).

Dr. M. Rüegg  
G. Steiger  
Ursula Moor  
Eidg. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft  
CH-3097 Liebefeld