



# Hektolitergewicht und Nährwert von Gerste, Hafer und Weizen

## 1. Teil: Bestimmung des Hektolitergewichts und Zuverlässigkeit der Messmethode

Isabelle EGGER, Eidgenössische Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche Produktion, Grangeneuve, CH-1725 Posieux

### Zusammenfassung

Die Bestimmung des Hektolitergewichts von Brot- und Futtergetreide wird weltweit durchgeführt und wird häufig als Qualitätsmerkmal für die Festlegung des Kaufpreises verwendet. Anlässlich einer an der Eidgenössischen Forschungsanstalt Grangeneuve durchgeführten Erhebung wurden die Eigenschaften dieses Masses genauer untersucht. Verschiedene Störfaktoren, welche das Messergebnis beeinflussen können, werden beschrieben. Die Prüfung der Zuverlässigkeit, mit der das Hektolitergewicht bestimmt werden kann, zeigte, dass die Wiederholbarkeit und der Variationskoeffizient bei mehrmaliger Messung der gleichen Getreideprobe als gut bezeichnet werden können.

### Einleitung

Das Hektolitergewicht ist ein seit langem verwendetes Mass, das schon vor dem Aufkommen der chemischen Analytik die Beurteilung und Bewertung von Getreide ermöglichte. Auch heute noch bezahlen die Getreideannahmestellen einheimisches Brot- und Futtergetreide unter anderem nach dem Hektolitergewicht. Zahlreiche andere Länder, insbesondere auch die

EG, wenden ebenfalls dieses Bewertungsverfahren an.

An der Forschungsanstalt Grangeneuve wurde eine Erhebung mit dem Ziel durchgeführt, die Charakteristika dieses so häufig verwendeten Masses zu definieren. Insbesondere sollte der Zusammenhang zwischen dem Hektolitergewicht und dem Nährwert von Gerste, Hafer und Weizen abgeklärt werden.

Der vorliegende erste Teil der Veröffentlichung befasst sich mit der Bestimmung des Hektolitergewichtes.

### Definition

Das Hektolitergewicht entspricht dem Gewicht von 100 l Getreide und wird in kg angegeben. Das offizielle Messgerät, der Getreideprober, besteht aus einem zylinderförmigen Behälter mit einem Volumen von  $\frac{1}{4}$  l, aus dem eigentlichen Messgerät sowie aus zwei anderen Behältern, die zum Einfüllen eines bestimmten Getreidevolumens in den Hauptbehälter dienen (Abb. 1). Die ebenfalls zum Getreideprober gehörenden Umrechnungstabellen er-

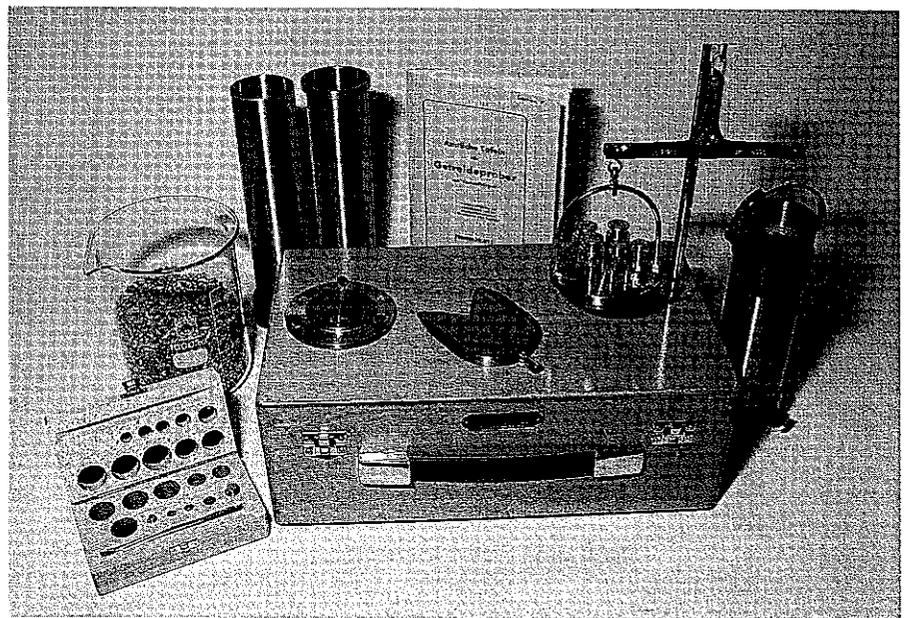


Abb. 1. Ein offizieller Getreideprober, wie er von der Eidg. Getreideverwaltung verwendet wird.

möglichen es, aufgrund des Messresultates das Gewicht pro 100 kg auszu-drücken. Das Gewicht von  $\frac{1}{4}$  l Getreide wird nicht einfach mit dem Faktor 400 multipliziert; für jedes Getreide existieren andere korrigierte Werte, die zudem je nach Viertellitergewicht variieren. Eine Gerste mit einem Viertellitergewicht von 142,5 g hat beispielsweise ein Hektolitergewicht von 56,2 kg und nicht von  $400 \times 0,1425 \text{ kg} = 57 \text{ kg}$ . In einigen Fällen beträgt der Umrechnungsfaktor genau 400: z. B. hat Weizen mit einem Viertellitergewicht von 200 g ein Hektolitergewicht von  $400 \times 0,200 \text{ kg} = 80 \text{ kg}$ .

## Der Einfluss von Wägefehlern auf das Wägeresultat

Bei falscher Bedienung des Getreideprobers können die Wägeresultate beträchtlich variieren. In der Bedienungsanleitung werden jedoch sehr genaue Vorschriften gemacht, z. B. wieviele Sekunden für das Umgiessen von Getreide von einem Zylinder in den anderen aufgewendet werden müssen (Abb. 2). Einige Punkte müssen speziell beachtet werden: Das Gerät muss auf einer flachen, stabil gebauten, nicht federnden Grundfläche stehen. Auf dem Deckel der Kiste befindet sich eine Auflagefläche aus Metall, auf welcher das Viertellitermass befestigt sein muss. Die mit Getreide gefüllten Zylinder dürfen nicht geschüttelt werden.

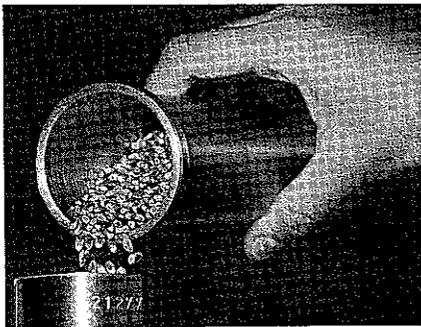


Abb. 2. Das Umschütten von einem Zylinder in den anderen sollte ungefähr 8 Sekunden dauern.

Wenn der erste Teil der Messung – das Abfüllen von exakt  $\frac{1}{4}$  Liter in den Zylinder – beendet ist, muss nur noch der Inhalt des Getreideprobers gewogen werden. Dies kann sowohl mit der zum Getreideprober gehörenden Waage als auch mit irgendeiner gut geeichten und tarirten Waage erfolgen (Abb. 3). Die Streuung der Resultate kann reduziert werden, indem immer die gleiche Person die Messungen vornimmt.



Abb. 3. Das Gewicht eines Viertelliters Getreide kann auch mit einer elektronischen Waage bestimmt werden.

## Einfluss des Wassergehaltes auf das Hektolitergewicht

Der unterschiedliche Wassergehalt der Getreideproben ist ein zusätzlicher Störfaktor, dessen Einfluss auf das Hektolitergewicht nicht einfach zu bestimmen ist. Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass das Hektolitergewicht mit zunehmendem Wassergehalt des Getreides abnimmt bzw. mit abnehmendem Wassergehalt zunimmt. In der Hoffnung, das Hektolitergewicht auf einen bestimmten Wassergehalt zu standardisieren, haben verschiedene Forscher versucht, den Einfluss dieses Faktors auf das Hektolitergewicht genauer zu erfassen.

Die Reduktion des Wassergehaltes von 28 auf 18% führt nach ZILICH bei Weizen zu einer massiven Erhöhung des Hektolitergewichts von 60 auf 69,5 kg/hl. Bei einer weiteren Reduktion des Wassergehaltes bis auf 10% steigt das Gewicht langsam bis zu einem Maximum von 70,8 kg/hl an und nimmt bei der Trocknung des Getreides auf 4% Wassergehalt wiederum ab (Abb. 4). PUSHMAN (1975) und HOOK (1984) stellten fest, dass bei einem gegebenen Trockensubstanzgehalt die Trocknung eine geringere Veränderung des Hektolitergewichts zur Folge hat als das Anfeuchten. In einem Versuch mit 4 Weizensorten führte die Veränderung des ursprünglichen Wassergehaltes um jeweils 1% durch Trocknung

oder Anfeuchten zu einer Zunahme bzw. Abnahme des Hektolitergewichts von jeweils 0,3 kg bzw. 1,7 kg (PUSHMAN 1975).

Die Gründe für die nicht lineare Beziehung zwischen dem Wassergehalt und dem Hektolitergewicht sind nicht vollständig abgeklärt, und die verschiedenen Autoren stützen sich vorwiegend auf unbewiesene Annahmen, wenn sie diese Tatsache zu erklären versuchen. Da Wasser ein höheres spezifisches Gewicht als Getreide hat, müsste man folgern, dass eine Erhöhung des Wassergehaltes stets mit einer Erhöhung des Hektolitergewichts verbunden ist. Dies trifft jedoch nur bei einem Wassergehalt von 3-10% zu. Nach PUSHMAN *et al.* (1975) wird das Hektolitergewicht weniger durch das spezifische Gewicht des Kornes als durch dessen äussere Struktur und die Reibung zwischen den Körnern beeinflusst.

Nach ZILICH wird bei der Trocknung des Getreides bis zu einem Wassergehalt von 10% vorwiegend das sich in der Kornschale befindende Wasser verdunstet. Die 10% Wasser, die sich im Korninnern befinden, verdunsten erst bei einer Trocknung auf unter 10% Wassergehalt. Da die Kornschale im Gegensatz zum Korninnern das Kornvolumen stark beeinflusst, erhöht sich das spezifische Gewicht bei der Trocknung bis auf 10% Wassergehalt und sinkt bei weiterer Trocknung ab. Die Resultate unserer eigenen Versuche mit Gerste stimmen mit den von ZILICH bei Weizen erhobenen Daten überein. Neun Gerstenproben mit ei-

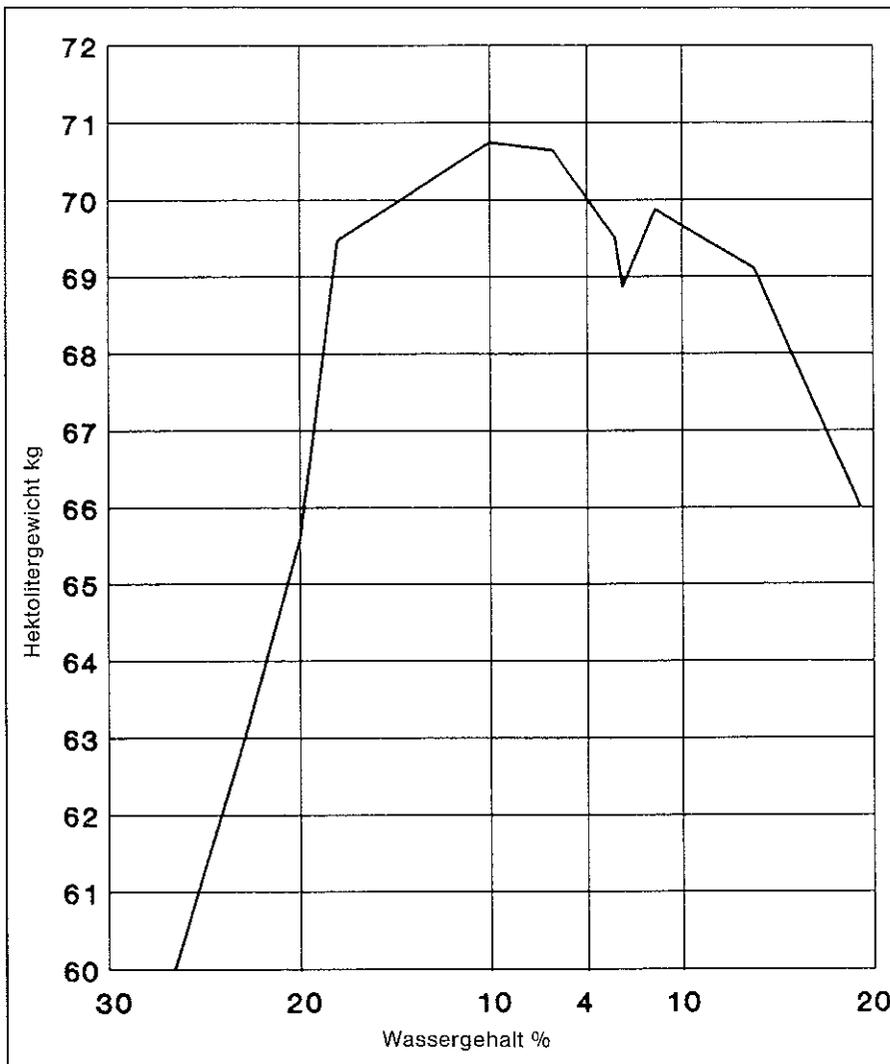


Abb. 4. Verlauf des Hektolitergewichts einer Weizenprobe anlässlich der Trocknung und der erneuten Anfeuchtung (nach Zillich).

nem mittleren Wassergehalt von 8,3% wiesen nach 24-stündiger Trocknung bei 60°C noch 3,1% Wasser auf. Das mittlere Hektolitergewicht fiel dabei von 64,1 auf 62,2 kg ab, was einer Reduktion von 0,4 kg je Prozent verdunstetem Wasser entspricht.

Man kann sich fragen, ob für die Bestimmung des Hektolitergewichts in der Praxis nicht ein Korrekturfaktor zum Ausgleich der unterschiedlichen Wassergehalte eingeführt werden sollte. Das Fehlen eines linearen Zusammenhanges zwischen den zwei Merkmalen würde das Erstellen einer Korrekturformel erschweren. Zudem haben die Erhebungen von ZILICH beim Getreide gezeigt, dass das Hektolitergewicht bei einem Wassergehalt von 10 bis 15% um weniger als 1 kg variiert und dass das spezifische Gewicht bis 18% Wassergehalt wenig abnimmt. Bei einem normalen Wassergehalt ist die Beziehung zwischen diesem Parameter und dem Hektolitergewicht nach CHRISTISON und BELL (1975) nicht signifi-

fikant. Bei Wassergehalten von über 18% verringert sich jedoch das Hektolitergewicht massiv. Für diese Fälle könnte eine Korrektur vorgenommen werden, damit die Lieferanten von zu feuchtem Getreide nicht doppelt bestraft werden. Der von ZILICH aufgezeigte lineare Abfall des spezifischen Gewichts bei einer Zunahme des Wassergehaltes von 18 auf 27% zeigt, dass das Hektolitergewicht je Prozent zusätzlichen Wassers rund 1 kg abnimmt. Der Einfluss einer Korrektur des Hektolitergewichts wäre im Vergleich zum Abzug für den erhöhten Wassergehalt gering und hätte somit keinen grossen

Einfluss auf den Preis von feuchtem Getreide. Die Ablieferung von Getreide mit einem Wassergehalt von über 18% kommt übrigens nicht oft vor.

## Die Genauigkeit der Messmethode

Die Präzision, mit der das Hektolitergewicht bestimmt werden kann, wurde an der Eidgenössischen Forschungsanstalt im Rahmen der Erhebung ebenfalls geprüft. Jede Wintergerstprobe wurde zweimal, alle anderen Getreideproben wurden dreimal abgemessen und gewogen. Aus den Resultaten wurde die Wiederholbarkeit der Messungen (d.h. die Genauigkeit der Messmethode), ferner die Standardabweichung und der Variationskoeffizient für jede Getreidesorte berechnet (Tab. 1).

Insgesamt können die Ergebnisse hinsichtlich der Wiederholbarkeit und des Variationskoeffizienten als gut bezeichnet werden. Die Wintergerste hat mit nur 2 Messungen pro Probe die beste Wiederholbarkeit, wohingegen der Variationskoeffizient erst an 3. Stelle erscheint. Der Weizen ist mit einer Wiederholbarkeit der Messresultate von über 99% und dem kleinsten Variationskoeffizienten eindeutig das homogenste der untersuchten Getreide. Dafür ist bestimmt das Fehlen von Spelzen primär verantwortlich. Die grosse Streuung bei der wiederholten Messung der gleichen Haferproben (bis 2 kg/hl Unterschied) bestätigt diese Annahme. Die im Hafer vorhandenen freien Spelzen fördern die Entmischung in den Proben, was zu den grossen Streuungen der Messresultate führen dürfte. Trotzdem ist die Wiederholbarkeit bei den rund 40 Haferproben befriedigend.

## Schlussfolgerungen

Die Methode zur Bestimmung des Hektolitergewichts kann als zuverlässig bezeichnet werden. Verschiedene Störfaktoren beeinflussen das Messergebnis, von denen einige – wie z. B. erdige Verunreinigungen oder die An-

Tabelle 1. Genauigkeit der Messmethode zur Bestimmung des Hektolitergewichts

	Probenzahl	Wiederholbarkeit %	Variationskoeffizient %	Standardabweichung kg/hl
Winterweizen	24	99,1	0,24	0,19
Sommergerste	25	98,9	0,40	0,28
Wintergerste	39	99,5	0,51	0,32
Hafer	36	98,5	0,85	0,44

wesenheit von Samen anderer Pflanzen – in der vorliegenden Arbeit gar nicht erwähnt wurden. Bei der korrekten Anwendung des Getreideprobers unter Beachtung der wichtigsten Messvorschriften ist es möglich, zuverlässige Messwerte zu erhalten. Von diesem Standpunkt aus gesehen ist die Bestimmung des Hektolitergewichts in der Praxis voll gerechtfertigt. Über den Zusammenhang zwischen

dem Hektolitergewicht und dem Nährwert von Getreide, der in unserer Untersuchung ebenfalls abgeklärt wurde, wird im zweiten Teil dieser Publikation die Rede sein.

### Literatur

CHRISTISON G. I. and BELL J. M., 1975. An assessment of bulk weight and other simple criteria for predicting the digestible energy values of feed grains. *Can. J. Plant Sci.* 55, 515-528.

HOOK Simon C. W., 1984. Specific weight and wheat quality. *J. Sci. Food Agric.* 35, 1136-1141.

PUSHMAN Fiona M., 1975. The effects of alteration of grain moisture content by wetting or drying on the test weight of four winter wheats. *J. agric. Sci.* 84, 187-190.

PUSHMAN Fiona M. and BINGHAM J., 1975. Components of test weight of ten varieties of winter wheat grown with two rates of nitrogen fertilizer application. *J. agric. Sci.* 85, 559-563.

ZILLICH R. Experimentelle Untersuchungen über das Litergewicht bei Weizen und Roggen. *Landw. Versuchsst.* 116, H. 1/2.

### Summary

**Hectoliter weight and nutritive value of barley, oats and wheat  
Part 1: Measurement and reliability of the hectoliter weight**

The measurement of the hectoliter weight of bread and feed grains often serves as quality criterion for price fixing. In order to examine the characteristics of this parameter an investigation was carried out at the Research Station Grangeneuve-Posieux. Various factors influencing the result of the measurement were described and the reliability of the hectoliter weight was tested. The coefficient of variation and the repeatability of the measurement of one sample proved to be good.

**Key words:** hectoliter weight, barley, oats, wheat, specific weight, cereal.

### Résumé

**Poids à l'hectolitre et valeur nutritive de l'orge, de l'avoine et du blé  
1<sup>re</sup> partie: Mesure et fiabilité du poids à l'hectolitre**

La mesure du poids à l'hectolitre des céréales panifiables et fourragères est une notion universelle, fréquemment utilisée notamment comme critère de qualité lors de l'établissement des prix. Les caractéristiques de ce paramètre ont été mises en évidence dans le cadre d'une étude réalisée à la Station fédérale de Grangeneuve. Différents facteurs d'influence agissant sur le résultat de la mesure sont décrits et la fiabilité de ce critère a été mise à l'épreuve. La répétabilité et le coefficient de variation de la mesure sur un même échantillon peuvent être considérés comme bons.

### Riassunto

**Peso per ettolitro e valore nutritivo dell'orzo, dell'avena e del frumento  
Parte prima: Misura del peso per ettolitro e sua affidabilità**

La misura del peso per ettolitro dei cereali panificabili e foraggeri è una nozione universale e spesso impiegata come criterio di valutazione della qualità al momento in cui si stabiliscono i prezzi. Le caratteristiche di questo parametro sono state esaminate nell'ambito di uno studio realizzato presso la Stazione Federale di Grangeneuve. Sono descritti diversi fattori la cui influenza può alterare i risultati della misurazione e si è messa alla prova l'affidabilità di questo criterio di misura. La ripetibilità ed il coefficiente di variazione della misura, eseguita più volte sullo stesso campione, possono essere considerati come buoni.

## 2. Teil: Zusammenhang zwischen Hektolitergewicht und Nährwert

Isabelle EGGER und J. MOREL, Eidgenössische Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche Produktion, Grangeneuve, CH-1725 Posieux

### Zusammenfassung

Es existieren nur wenige publizierte Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen dem Hektolitergewicht und dem Nährwert von Getreide, deren Resultate zudem oft nicht auf die schweizerischen Verhältnisse übertragen werden können. Deshalb führten wir eine Untersuchung an Gerste, Hafer und Weizen inländischer Herkunft durch. In verschiedenen Mühlen der ganzen Schweiz wurden insgesamt 124 Proben gezogen. Anhand des Hektolitergewichts und des Nährwertes der Proben, der aus dem Gehalt an Hauptnährstoffen berechnet worden war, wurde der Zusammenhang zwischen Hektolitergewicht und Nährwert untersucht. Eine enge Beziehung zwischen diesen beiden Grössen wurde bei der Gerste und beim Hafer gefunden, so dass Regressionsgleichungen erstellt werden konnten. Mit Hilfe des Rohfasergehaltes kann der Nährwert dieser Getreide jedoch genauer abgeschätzt werden. Es wurden auch Regressionen erstellt, welche die Abschätzung der verdaulichen Energie Schwein anhand des Rohfasergehaltes ermöglichen. Beim Weizen fanden wir keine signifikante Korrelation zwischen dem Hektolitergewicht und dem Nährstoffgehalt bzw. dem Nährwert.

### Einleitung

Bereits in der Steinzeit wurde wilde Gerste von unseren Vorfahren genutzt. Im Verlaufe der Zeit wurden verschiedene Formen gezüchtet, speziell die sechszeilige Gerste. Die zwei-zeilige Form wird zur Zeit in der Schweiz am häufigsten angebaut. Bezüglich Sortenzahl und Anbaufläche dominiert die Wintergerste eindeutig, da sie einen höheren Ertrag und eine bessere Standfestigkeit als die Sommergerste aufweist. Die Gerste ist vor allem in der Schweineernährung die häufigste Einzelkomponente von Mischfuttermitteln. Da sie in der Tierfütterung eine wichtige Rolle spielt, ist die Kenntnis ihres Nährwertes von grosser Bedeutung.