Über den Vitamin B-Gehalt von Weizenprodukten

Autor(en): **Ziegler, E.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **34 (1943)**

Heft 1-2

PDF erstellt am: **05.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-983065

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

ÜBER DEN VITAMIN B_1-GEHALT VON WEIZENPRODUKTEN

von Dr. E. *Ziegler**)

(Mitteilung aus dem Laboratorium der Firma Gebrüder Bühler, Uzwil)

Das Ziel der folgenden Untersuchungen war die Beantwortung der Frage: Bei welcher Mehlausbeute (auf vermahlenen Weizen gerechnet) wird das von R. R. Williams für die menschliche Ernährung aufgestellte Verhältnis von 0,3 γ Vitamin B_1 pro Nicht-Fettkalorie erfüllt?

E. A. Zeller[1]) hat vorgeschlagen, diese Zahl die Williamsche Zahl (W-Zahl) zu nennen. Wir werden diese Bezeichnung im folgenden benützen. Die Ungenauigkeit der heutigen Bestimmungsmethoden für B_1 und die Vermahlung unter Kriegsbedingungen ermöglichten eine endgültige Antwort auf die aufgestellte Frage noch nicht; wir glauben aber, dass die Resultate doch gewisse Anhaltspunkte geben.

Der Mangel an B_1 hat Störungen im Kohlenhydrat-Stoffwechsel zur Folge, da die Oxydation der Brenztraubensäure nicht mehr normal vor sich geht. Nach McHenry[2]) soll dieses Vitamin ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Synthese von Fett aus Kohlehydraten spielen. Um den B_1-Mangel der hellen Mehle zu ergänzen, enthält heute bereits ein grosser Teil des Mehles auf dem nordamerikanischen Markte einen Zusatz von reinem Thiamin (d. h. Aneurin oder B_1), Eisen und Nikotinsäure, währenddem man sich in England für einen Zusatz von B_1 und Kalk entschlossen hat. Wie A. Jung[3]) bemerkt hat, «entspricht es nicht allen Anforderungen, statt Vollkornbrot ein an einzelnen B-Faktoren angereichertes Weissbrot geben zu wollen».

In dieser Arbeit werden die B_1-Mengen in γ %, d. h. 0,001 mg pro 100 gr entsprechend mg pro 100 kg angegeben.

---

* Ohne die Mithilfe meines Assistenten, Herrn Fritz Brassel, wäre diese Arbeit nicht zustande gekommen, und ich möchte seine sorgfältig ausgeführten Analysen hier verdanken.

Im folgenden soll nur die neuere, zum Teil gegenwärtig weniger zugängliche Literatur berücksichtigt werden. Für den Vitamin B_1-Gehalt von *Weizen* sind angegeben worden: 105—687 γ %[4]), 420—730 γ %[5]) und 220—800 γ %[6]). Die letzteren Zahlen stammen aus Untersuchungen von 265 Weizenmustern der Klasse «Hard Red Spring» aus den 3 Westprovinzen Kanadas. Man hat gefunden, dass durch das Waschen von Weizen etwa 0,2 % B_1 aus der Schale herausgelöst wird[7])[8]).

Der Weg des Vitamins in der Pflanze bis in das Korn hinein scheint dem der Proteine zu entsprechen. Vitamin B_6 (Pyrodoxin) und Pantothensäure sollen gleichmässiger im Korn verteilt sein als das B_1 und Nikotinsäure[9]). Es besteht in den verschiedenen Weizenmahlprodukten ein auffallender Parallelismus zwischen B_1 und Stickstoffgehalt[10])[11]). V. Kuthy[11]) hat festgestellt, dass bei der Keimung der B_1-Gehalt vermindert wird, und zwar gibt er 316, 281 und 75 γ % für die Trockensubstanz des ruhenden (nicht gekeimten), des eingeweichten und des gekeimten Kornes an. Über die Verteilung im Keim gibt die folgende Tabelle ungefähren Aufschluss. Der bei weitem höchste Gehalt des Korns soll im Schildchen (oder Skutellum) zu suchen sein.

in γ % B_1	Schildchen	Blattkeim	Wurzelkeim	Blatt- und Wurzelkeim	
nicht gekeimt	12 000	—	—	1200 [12])	
gekeimt bei 15°	—	1366	770	— [11])	in Trockensubstanz
gekeimt bei 10°	—	924	399	— [11])	

Zahlen von verschiedenen Autoren für den *Weizenkeim* variieren von 1200—4800 γ %. Maiskeime enthalten relativ weniger. Die Kleie enthält ebenfalls relativ viel B_1 und somit auch die Hintermehle. Nimmt man den B_1-Gehalt des Kornes als 100, dann wäre, nach Schultz[13]), die Verteilung ungefähr:

	«Vollmehl»	Kleie	Futtermehl	Keim
% Ausbeute	0—72	17	10	1
% des Gesamt-B_1	18	38	39	5

Sherwood[7]) fand, dass gewisse Teile der *Kleie* sehr wenig B_1 enthalten, auch Pulkki[8]) bemerkt, dass der B_1-Gehalt der Schale (Kleie) kleiner ist als der Aschegehalt erwarten liess. Überhaupt besteht ein enger Zusammenhang zwischen Asche und B_1 nur für helle Mehle bis zu einem Aschegehalt von ca. 0,80 %. Schultz, Atkin und Frey[14]) vermuten, dass die Aleuronzellen — etwa 7 % des Weizenkornes — mehr als 30 % des Gesamt-B_1-Gehaltes des Kornes enthalten.

Der B_1-Gehalt der verschiedensten Weizenmehle von hellem *Mehl* bis zum Vollkornmehl variiert etwa zwischen den Grenzen von 50—700 γ %.

Der gegenwärtig in England verwendete Mehltyp (Ausbeute 85 %) enthält ungefähr 300 γ %, währenddem für das in England importierte, 78%ige, kana-

dische Mehl (sog. «Canadian approved») ein Minimalgehalt von 240 γ % vorgeschrieben wird. Langes Lagern und Bleichen von Mehl scheinen ohne Einfluss auf den B_1-Gehalt zu sein[7]).

Aus den Werten von Andrews[15]), sowie den Angaben von Droese und Bramsel[16]) geht hervor, dass zwischen Mehl von 70 und 80 % Ausbeute eine auffallend grosse Differenz im B_1-Gehalt beobachtet wird. Andrews hat dasselbe für den Lactoflavin- oder B_2-Gehalt festgestellt.

Für *Hefe* findet man in der Literatur Werte zwischen 930 und etwa 18 000 γ % (in Trockensubstanz). Eine Spezial-Fleischmann-Hefe (Marke: Baker's Hi-B_1), die besonders hoch im Aneuringehalt sein soll, enthält 22 000 γ %*). Aus den folgenden Werten sieht man, dass es möglich ist, mit dieser Hefe ein Weissbrot mit dem gleichen B_1-Gehalt wie Vollkornbrot herzustellen[13]):

Brot aus:	γ % B_1	
Vollkornmehl	359 ; 390	
Weissmehl	71 ; 100	
Weissmehl mit Spezialhefe	365 ; 387	[464; 475[22])]

In der Schweiz fand Zeller[1]) für das Brot aus zu 80 % ausgemahlenem Mehl 240 γ %, was eine sehr günstige W-Zahl (3,5) ergab. Bei der Gärung scheint eine Anlagerung von Phosphat an das Aneurin vorzukommen, sodass Cocarboxylase entsteht[17]). Innert 3 Stunden nimmt das freie Aneurin etwa um 1/3 ab. Nach Schultz[18]) tritt durch das Backen von Weizenmehlteig innert 30 Minuten ein *Backverlust* von ca. 20 % auf, obwohl einige andere Autoren[41]) nur 8 % finden. Je länger die Backdauer, desto grösser der Verlust.

Zur *Bestimmung* des B_1-Gehaltes sind verschiedene chemische Methoden vorgeschlagen worden. Im Fleischmann-Laboratorium (New York) wurde von Schultz, Atkin und Frey[19])[20]) die sog. Gärmethode ausgearbeitet**). Sie beruht auf dem Prinzip, dass Hefe bei B_1-Zusatz zur Nährlösung eine stärkere Gasbildung entwickelt, und in einem gewissen Bereich ist diese Zunahme proportional zum B_1-Gehalt. Der Messbereich liegt ungefähr zwischen 0 und 5 γ. Die gleichen Verfasser[20]) haben daraus eine Ultra-Mikro-Methode entwickelt, die es ermöglicht, sogar 0,005 γ mit einem Fehler von ± 5 % festzustellen. Sie haben mit 0,1 cc Blut die Bestimmung vorgenommen. Um gewisse, störende Substanzen zu entfernen, wird eine Sulfitspaltung vorgenommen[21]). Schultz und Mitarbeiter[18]) vermuten einen Zusammenhang zwischen der «Sulfitzahl» und der z. B. beim Backen oder durch Alkali vernichteten B_1-Menge. Die Methode ist einfach und, wie Frey und Hennessy[22]) kürzlich bei Kontrolluntersuchungen

*) 70 000 γ % sogar haben Frey und Hennessy[22]) in einem Produkt, bezeichnet als «Dry yeast, high vitamin B_1 brewers' type yeast, pulverized», gefunden.

**) Dr. C. N. Frey (Leiter des Laboratoriums) verdanken wir die Zustellung von verschiedenen Sonderdrucken.

in 19 verschiedenen Laboratorien gezeigt haben, war der *Fehler* für die Gärmethode 11,8 % und für die Thiochrommethode 14,7 %. Resultate von Doppelbestimmungen mit der Gärmethode fallen innerhalb 2 %. Die Übereinstimmung der beiden Methoden war sehr gut.

Die Gärmethode wird heute in Nordamerika in vielen getreidechemischen Laboratorien angewendet. Wir haben im hiesigen Laboratorium eine grössere Anzahl Versuche mit verschiedenen Hefen durchgeführt, wobei wir uns bei der Auswahl von Press- und Trockenhefen auf inländische Produkte begrenzen mussten. Unter anderem wurde auch eine gepresste Sulfithefe (die uns die Cellulose AG. Attisholz in verdankenswerter Weise zur Verfügung gestellt hat) untersucht. Wir mussten leider auf diese Methode verzichten, da die Ausschläge mit allen Hefen für genauere Untersuchungen zu klein waren. Schon Heyns[23]) im Laboratorium von Merck - Darmstadt, der «sehr gute Ergebnisse» mit dieser Methode erhalten hat, erwähnt, dass verschiedene Hefen ein stark abweichendes Verhalten zeigten. Am geeignetsten fand er die Fleischmann-Presshefe aus USA, womit er ohne weiteres 0,1 γ Aneurin messen konnte. Pro γ B_1 fand er eine Zunahme von ca. 20 cc CO_2 pro Stunde; eine untersuchte, obergärige Hefe hingegen gab nur 4,3 cc. Schultz[21]) gibt an, dass pro 3 Std. mindestens ein Ausschlag von 20 cc erhalten werden soll. Wie Heyns schreibt, besteht eine Beziehung zwischen Aneurinempfindlichkeit und Aneuringehalt der Hefe. Auch Pulkki und Puutula[8]) fanden «ausserordentlich gut reproduzierbare Werte» mit der gleichen Methode*), währenddem sie die Methode von Melnick und Field für Getreideuntersuchungen nicht empfehlen. Es ist zu erwarten, dass es nach dem Kriege möglich sein wird, vom Auslande geeignete Hefen in Form von Trockenhefen für diese Untersuchungen einzuführen.

Kürzlich haben Andrews und Nordgren[17]) praktische Winke für die Ausführung der Thiochrommethode bekanntgegeben. Sie schlagen die Extraktion des Vitamins mit Kaliumchlorid in saurer Lösung vor. Allerdings wird immer noch die Adsorption an Zeolith und die Ausmessung des Thiochroms im Fluorometer angewendet.

v. Fellenberg und Bernhard[24]) verwenden die Methode von P. Karrer und Kubli, die allerdings mitgeteilt haben, dass mit einem Versuchsfehler von ± 20 % gerechnet werden muss. Wir haben nach den Vorschriften von v. Fellenberg[25]) für die Bestimmung des gesamten B_1, ohne Adsorption und ohne Fluorometer, gearbeitet.

Für die vorliegenden Untersuchungen wurde, wo nichts anderes vermerkt, nur das Gesamtaneurin bestimmt, weil das allein für unseren Zweck von Bedeutung war. Hierfür wurde, nach v. Fellenberg, der saure Auszug mit Cystein, Papayotin und Maltin (Merck) bei 40° während 16 Stunden behandelt. Dadurch wird das freie Aneurin (B_1), dasjenige in Form von Disulfid, die Cocarboxylase

*) ebenfalls Litzendorf und Schneider[40])

und das an Eiweiss gebundene Aneurin gleichzeitig bestimmt. Die Genauigkeit der Methode lässt wohl noch zu wünschen übrig.

Die Fluoreszenz haben wir mit einer gewöhnlichen Ultraviolettlampe mit Schwarzfilter gemessen. In den meisten Fällen wurden 4 Vorextraktionen mit Isobutylalkohol zwecks Entfernen von Nebenfluoreszenzen durchgeführt. v. Fellenberg weist darauf hin, dass nach jeder Vorextraktion auf dasselbe Volumen mit Wasser aufgefüllt werden soll. Es hat sich auch gezeigt, dass die Konzentration bei der Oxydation nicht ohne Bedeutung ist. Wasser löste etwa 2 % Isobutylalkohol auf. Wir haben die Vorschrift befolgt, ausser dass das Produkt in 15 ccm 0,25 n-HCl plus 20 ccm Wasser gekocht wurde. So stört die Verkleisterung nicht für die Weiterverarbeitung.

Es ist nicht immer sehr leicht, Verluste bei der Vorextraktion zu vermeiden, und es ist fraglich, ob sogar die Extraktion immer ganz vollständig ist. Dies umsomehr, als es bekannt ist, dass Mehle gewisse Substanzen adsorbieren. Shetlar und Lyman[26]) erwähnen, dass sie bei Zugabe von krist. Aneurin zu Mehl nur 88—91 % wieder gefunden haben. Es ist schon gezeigt worden, dass der Kleber des Weizenmehles gewisse Mengen Bromat[27]) und Maltose (8 %)[28]) zurückhalten kann. Auch zugesetztes Glutathion[29]) wurde nur zu 91 % zurückgewonnen. Immer tritt der Verlust von 8—10 % wieder auf. Bei Analysen von Mehlen müssten solche Verluste mehr als bis anhin berücksichtigt werden.

Bei der Verwendung der von v. Fellenberg vorgeschlagenen Testlösung (0,05 γ/cc B_1) konnten wir Unterschiede von 0,01 γ/cc als Fluoreszenz von Auge feststellen. Versuche mit einer konzentrierteren Lösung (0,4 γ/cc) machten die Messungen nicht leichter, da hier erst Unterschiede von 0,04 γ/cc sichtbar waren.

Weil die Streuung immer noch als zu gross empfunden wurde, haben wir eine Reihe Versuche mit krist. Aneurin ohne Vorextraktion durchgeführt. Es wurde einmal eine stärkere Lösung als die Testlösung allmählich verdünnt — nennen wir diese die Titration «von oben» —; dann wurde die Titration einer Lösung nach der Vorschrift von v. Fellenberg vorgenommen, d. h. durch Zugabe von Testlösung zum Blindversuch — nennen wir diese die Titration «von unten». Auf diese Weise fanden wir folgende Resultate, ausgedrückt in % der theoretischen Menge:

von oben	106	(85)	100	108	109	109	Mittel 106 %
von unten	93	85	94	80	90	81	Mittel 87 %

Die Titration «von oben» gab zu hohe und die Titration «von unten» zu niedrige Werte. Das Gesamtmittel war ebenfalls tief (96,5 %).

Einige Titrationen wurden noch auf folgende Weise ausgeführt: Sei es von oben, sei es von unten, wurde titriert, bis der Unterschied zwischen den beiden Fluoreszenzen gerade noch sichtbar war; die Menge wurde notiert, dann wurde die Titration weitergeführt, bis sichtbar übertitriert war. Daraus errechneten wir das Mittel. Als Beispiel können folgende Zahlen dienen, wiederum in % der theoretischen Menge angegeben:

von oben	— 1,5 %	+ 8,8 %	— 2,2 %
von unten	— 4,0 %	— 1,0 %	+ 0,7 %

Diese kompliziertere Titration gab keine besseren Werte.

Mit einem Muster Trockenhefe, worin 4000 γ % freies B_1 gefunden wurden, war es nicht möglich, den Gehalt genauer als auf ± 280 γ % festzustellen (Mittelwert von 6 Titrationen). Dieser Fehler von ± 7 % rührt allein von der Beobachtung her, ohne die Schwierigkeiten von der Extraktion, von der Vorextraktion und von der Oxydation zu berücksichtigen.

ASCHE-, FETT- UND EIWEISSBESTIMMUNGEN

Der Aschegehalt wurde durch Veraschung von 5 gr Substanz bei 600° C in einer Quarzschale bestimmt. Bei dieser Temperatur schmelzen, nach unseren Erfahrungen mit tausenden von Getreidemustern, höchstens 1 % aller Proben. Deshalb können wir die sogenannte direkte Wägemethode anwenden, ohne Mitwägen der Schale. Die Asche wird in ein tariertes Aluminiumschifflein ausgepinselt. Diese Methode wenden wir seit etwa 12 Jahren an und können die ausgezeichneten Resultate der Amerikaner bestätigen. Das Fett wurde aus dem vorgetrockneten Muster mit Aether extrahiert. Der Eiweissgehalt wurde nach Kjeldahl bestimmt und der Faktor N × 5,7 benützt.

Die Muster stammen aus einer Schweizermühle mit einer Leistung von 15 t Weichweizen in 24 Std. und wurden im Februar 1942 gezogen. Zu berücksichtigen ist, dass die Mühle natürlich unter Kriegsverhältnissen arbeitet, d. h. nur mit einer Trockenreinigung, ohne Wäscherei und ohne Warmvorbereitung des Getreides, was sich auch deutlich im Aschegehalt der Produkte widerspiegelt. Die Mischung bestand aus 33 % nordamerikanischem Weizen (Heavy Dark), 17 % Plataweizen, 42 % Inlandweizen und 8 % Roggen. Beim Ziehen der Muster wurde die genaue Ausbeute jeder Passage bestimmt. Die Weiss-, Back- und Futtermehle einer Mühle sind Mischungen aus etwa 20—35 einzelnen, sog. Passagenmehlen. Gegenwärtig dürfen 10 % des hellsten Anteiles dieser Mehle als Weissmehl abgezogen werden, so dass, wenn dazu 8 % Futtermittel separat verkauft werden, das eigentliche Brotmehl eine Ausbeute von ca. 10—92 % hat, berechnet auf gereinigten Weizen unmittelbar vor der Vermahlung. Die Ausbeute an Ausmahleten und Kleie betrug 1,2 und 3,2 %.

Vor diesem Kriege wurden in der Schweiz durchschnittlich 15 % Weissmehl weggenommen, und die Ausbeute am Backmehl lag etwa bei 75 %. Dieses Backmehl wäre also zusammengesetzt aus dem Anteil 15 — 75 % des Gesamtkornes.

Als Kontrolle der Mühle pflegt man von Zeit zu Zeit den Aschegehalt aller einzelnen Passagen zu bestimmen, zwecks Aufstellung einer sog. Aschekurve, die dem Müller bei der Wahl der Passagenmehle behilflich ist. Für die Ausrechnung dieser Kurve werden die einzelnen Mehle nach steigendem Aschegehalt eingereiht. Diese Reihenfolge haben wir auch für die Aufstellung der Kurven (Fig. 1, 2 und 3) benützt.

EXPERIMENTELLER TEIL

Der Asche-, Fett-, Eiweiss- und Wassergehalt aller einzelnen Passagen wurde ermittelt. Tabelle 1 zeigt zunächst, dass die Analysenresultate der ein-

Tabelle 1
Kontrolle der Analysenresultate

		In Trockensubstanz	
		Weizen	Summe der Produkte
Vitamin B_1	γ %	489	475
Asche	%	1,90	1,80
Fett	%	2,08	2,36
Eiweiss	%	14,03	13,93
Maltose	%	2,20	—

zelnen Mehle nicht schlecht mit den Werten des ganzen Kornes übereinstimmen. Wegen der Schwierigkeiten mit den Vitaminbestimmungen haben wir es aber vorgezogen, mehrfache B_1-Bestimmungen von wenigen Mehlen auszuführen. Dazu wurden die Passagen nach den Angaben in Tabelle 2 eingeteilt. Im folgenden die Mischung einiger Muster dieser Tabelle:

Muster 5.	C-9;	B-6	1,8—1,9 % Asche
« 6.	C-10^{I};	C-11^{I}	2,7—3,6 % «
« 7.	C-10^{II};	C-11^{II}; C-12 bis C-14	3,9—5,8 % «
« 8.	C-15;	Ausmahleten; Kleie	5,9—7,2 % «

Tabelle 2

Muster	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mehlausbeute von %	0	10,83	40,10	63,50	70,45	74,00	81,04	92,48	Weizen-mischung
bis %	10,83	40,10	63,50	70,45	74,00	81,04	92,48	100	
Vitamin B_1 (Nassubstanz) γ %	62,5	75	225	400	625	—	940	—	425
	50	50	150	400	720	1500	1120	750	400
	50	75	200	450	870	1500	1060	690	375
	37,5	75	200	490	910	1500	1590	565	475
Vitamin B_1 Mittel	50	70	200	430	780	1500	1160	670	430
Vitamin B_1 Mittel (TS)	57	80	227	488	885	1703	1320	760	489

Tabelle 2 zeigt ferner, dass in gewissen Fällen die Reproduzierbarkeit der Vitaminbestimmungen recht gut war, dass aber z. B. bei Muster 7 zwischen höchstem und niedrigstem Wert eine Spannung von 40 % besteht. Die ausgerechneten Werte für durchgemahlene Mehle sind in Tabelle 3 angegeben, und nach Abzug von Weissmehl in Tabelle 5.

Tabelle 3
Gesamt-B_1-Gehalt der durchgemahlenen Mehle

Mehlausbeute 0 bis %	10,83	40,10	63,50	70,45	74,00	81,04	92,48	100
Vitamin B_1 (TS) γ %	57	74	130	165	200	330	452	475

Der B_1-Gehalt nach Tabelle 3 stimmt gut mit dem Wert für 72%iges Mehl von Schultz[13]) (150 γ %) überein. Auffallend in Tabelle 2 ist, dass das Gemisch der kleiereichsten Produkte (Muster 8) einen relativ niedrigen B_1-Gehalt hatte. Aus diesem Grunde hat die B_1-Kurve (Fig. 1) einen Wendepunkt. Damit wäre der Verlauf ähnlich demjenigen der Kurve von Andrews[15]), welche auch oberhalb 70 % einen sehr starken Anstieg zeigt. Zuletzt sei noch auf die Verteilung des Aneurins in einem Muster hingewiesen (Tabelle 4). Es handelt sich um Mittel aus je 3 Bestimmungen. Ferner fanden wir in einem Muster sauberer Hartweizenkeime 2260 γ % Gesamt-B_1 in TS. Der Wert für die Weizenmischung (Muster 9) stimmt ziemlich gut überein mit dem Durchschnitt einiger Schwei-

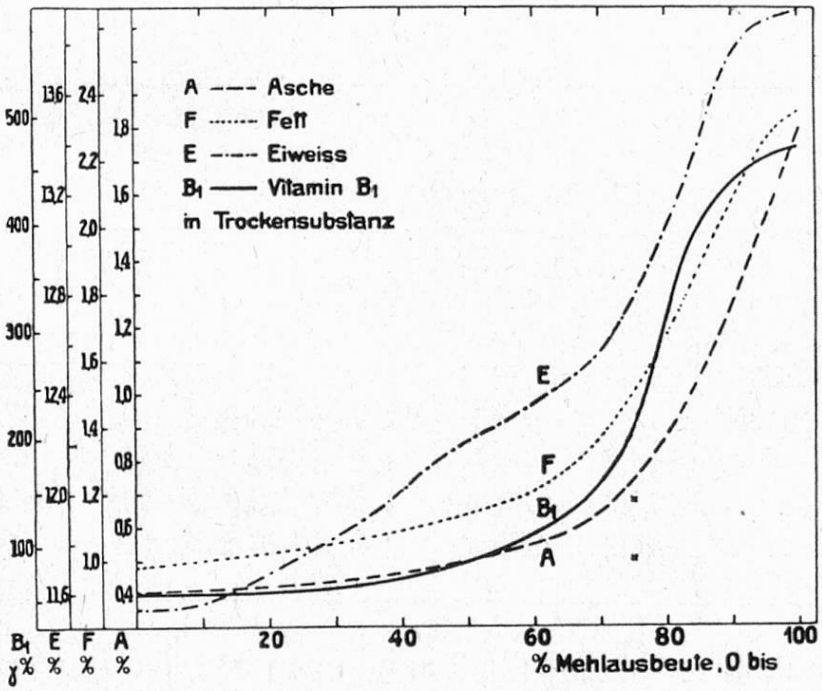

Fig. 1
Kurven der durchgemahlenen Mehle einer Weizenmühle.
Passagenmehle geordnet nach steigendem Aschegehalt.

Tabelle 4
Mehl 74—81 %

	γ % Aneurin	in TS
Freies Aneurin	1330	1510
Aneurin-Disulfid	0	0
Cocarboxylase	120	136
An Eiweiss gebunden (freies und Disulfid)	50	57
Gesamt-Aneurin	1500	1703

Tabelle 5
W-Zahl von Brot aus verschiedenen Backmehlen

Mehlausbeute 15 bis %	B_1 (TS) γ %	Nicht-Fett-Kalorien TS	William'sche Zahl	
			Mehl	Brot
40,10	80	420	0,63	0,50
63,50	152	390	1,30	1,04
70,45	195	382	1,70	1,36
74,00	236	370	2,20	1,76
81,04	392	355	3,68	2,94
92,48	530	330	5,36	4,28

Tabelle 6
Schweizer Inlandweizen

Sorte	Wasser-gehalt %	Hektoliter-gewicht kg	Maltose %	Nass-kleber %	Quell-zahl —	Vitamin B_1 γ %	Mittel
Mont-Calme XXII	14,7	80,3	1,9	23,0	0,5	375,400	387
Strickhof	14,0	81,7	1,8	18,7	13	375,375	375
Plaine	13,7	80,8	1,0	20,0	10,5	400,400	400
Huron	12,2	83,3	1,5	20,5	16	440,440	440

zerweizen, deren Analyse in Tabelle 6 angegeben ist. Auf Trockensubstanz (TS) umgerechnet hätte man 453, 425, 463 und 500 γ %.

Der Aschegehalt der verschiedenen Passagen variierte zwischen 0,41 und 7,16 % (auf TS gerechnet). Zu Friedenszeiten liegt die normale Aschekurve

tiefer, etwa zwischen den Grenzen, die durch die beiden Kreuze (Fig. 1) bei 75 % Ausbeute angedeutet sind. Das Bestreben der modernen Müllerei ist ja, diese Kurve möglichst tief zu halten und möglichst weit hinten ansteigen zu lassen. Der Fettgehalt der Passagen lag im Bereich von 1,00 und 6,15 %; der Eiweissgehalt zwischen 11, 50 und 20,35 %; beide auf TS gerechnet.

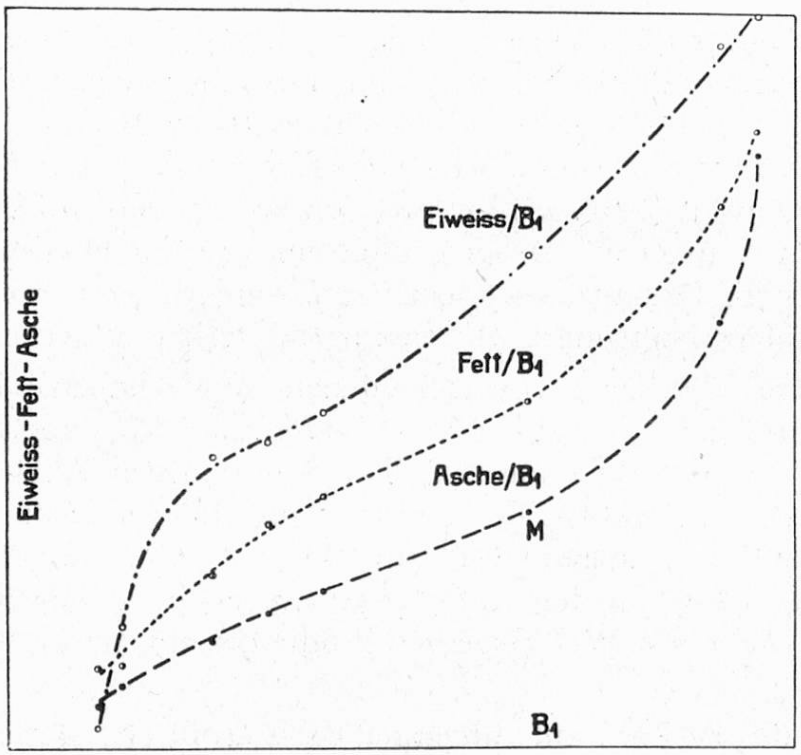

Fig. 2
Verhältnis zwischen Eiweiss-, Fett- und Aschegehalt einerseits und Vitamin-B_1-Gehalt anderseits. Geordnet nach steigendem Aschegehalt. M = 0—81 % Ausbeute.

Fig. 2 zeigt den *Zusammenhang* zwischen dem Vitamingehalt einerseits und dem Asche-, Fett- und Eiweissgehalt anderseits, wobei die Werte für durchgemahlene Mehle gewählt wurden. Zwischen B_1 und Asche fanden wir eine direkte Beziehung bis zu einem Aschegehalt von 0,9 % (Punkt M), entsprechend in unserem Falle einem B_1-Gehalt von 330 γ % und einer Ausbeute von 0—81 %. Hoffmann[30]) ging nicht über 0,8 % Asche in durchgemahlenen Mehlen. Sherwood[7]) fand eine gute Übereinstimmung bis zu einem Aschegehalt der einzelnen Passagenmehle von 2,5 %. Die kleiereichste Passage, die noch zur Ausbeute 0—81 % gehört, hatte in unserem Falle 3,6 % Asche. Nach Fig. 2 steigt der Aschegehalt oberhalb 81 % Ausbeute viel stärker an als die B_1-Menge, davon herrührend, dass das Futtermehl und die Kleie weniger B_1 enthalten als der Aschegehalt erwarten liess, ganz entsprechend dem Befund von Pulkki[8]) und Schulerud[31])*). Wie der Erstgenannte, fanden wir ein beinahe lineares Verhältnis

*) auch Litzendorf und Schneider[40])

zwischen Fett und B_1. Beim Eiweiss war zufolge des relativ niedrigen Gehaltes der hellen Passagemehle das Verhältnis bis zu 74 % Ausbeute ein anderes als zwischen 74 % und 100 %. Im letztern Bereich ist die Korrelation Eiweiss/B_1 sehr hoch.

B_1/NICHTFETTKALORIEN

E. A. Zeller[1]) nennt das Verhältnis der tatsächlich vorhandenen zu der nach Williams und Spies geforderten, minimalen Aneurinmenge die William'sche Zahl (W-Zahl). Für W-Zahl = 1 braucht es 0,3 γ B_1 pro Nichtfettkalorie. Zeller errechnete folgende W-Zahlen: Kartoffel 2,5; Reis 0,5; Brot aus 10—80-%igem Mehl (vom Mai 1940) 3,5. Im letzteren Falle bezeichnet er den B_1-Gehalt als sehr reich, da er nicht nur sicher genügt, um die Kohlehydrate und Eiweissstoffe des Brotes im Organismus umzusetzen, sondern auch mithilft, ein eventuelles, durch andere Nahrungsmittel bedingtes Defizit zu decken.

Die Kalorienzahlen für die verschiedenen Mehle haben wir u. a. von Bacharach[32]) übernommen. Er gibt für 75%iges und 85%iges Mehl 335—358, 316—324 nutzbare Cal/100 g an und als Totalkalorien von Weiss- und Vollkornmehl 380 und 346. Nach Abzug der Fettkalorien findet man die Werte (in TS): 424, 377, 345 und 304 nutzbare Cal. für Weiss-, 75, 85 und 100%iges Mehl. Ein kleiner Unterschied in den Kalorienzahlen macht in der Rechnung wenig aus, da 10 Cal. mehr die W-Zahl eines Produktes mit 100 γ % um rund 0,03 verkleinern.

Wir haben die W-Zahl auf folgender Basis ermittelt: Berechnet wurde für Backmehl, d. h. ohne Futtermehle und Weissmehl (Tabelle 5). In Friedenszeiten werden durchschnittlich 15 % der hellsten Passagenmehle als Weissmehl verkauft, und diese sind in Tabelle 5 abgezogen worden. Die Ausrechnung wurde für Mehl direkt an Hand der Analysendaten gemacht und für Brot unter Berücksichtigung des 20%igen B_1-Verlustes beim Backen[18]) berechnet. Aus Fig. 3 geht hervor:

Das X-fache der minimalen Forderung (W-Zahl):	1	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5
bei Brot aus Mehl von Ausbeute 15 % bis:	61 %	75 %	80 %	82 %	85 %	90 %	100 %

Punkt Z (Fig. 3) zeigt den von Zeller[1]) bestimmten Wert, der bedeutend höher liegt als bei unseren Untersuchungen. Verallgemeinern dürfen wir an Hand unserer Versuche nicht, wir glauben aber, dass der Verlauf dieser Kurve einen Anhaltspunkt für weitere Arbeit auf diesem Gebiet geben kann.

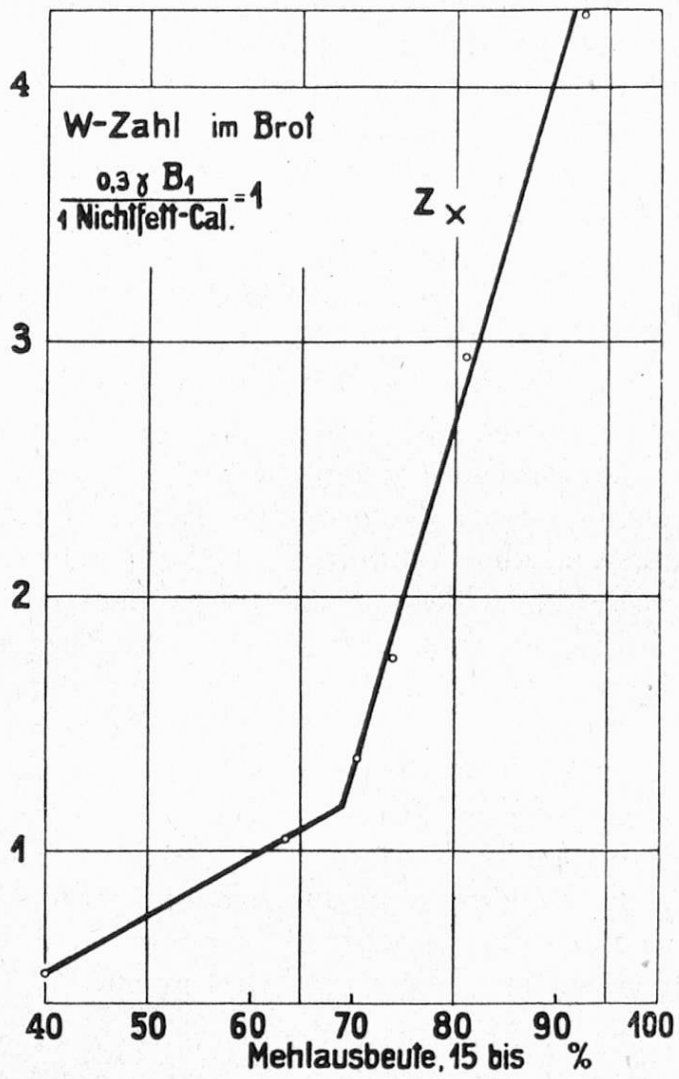

Fig. 3
William'sche Zahl von Brot aus Backmehlen verschiedener Ausmahlungsgrade.

DER „GÜNSTIGSTE" AUSMAHLUNGSGRAD

Moran und Pace[33]) haben gezeigt, dass die Verdaulichkeit von Weizenprodukten im Verhältnis zum Gehalt an Rohfaser abnimmt. Die folgenden Zahlen sind aus ihrer Arbeit entnommen:

% Ausbeute	% Rohfaser	% Verdaulichkeit
80	0,55	93,9
85	0,90	92,0
90	1,30	89,7
95	1,65	87,8
99	1,80	87,0

Ferner hat Hay[34]) gefunden, dass der Phytin-Phosphorgehalt beim Weizenmehl auch direkt proportional zur Rohfasermenge steht. Nun soll das Phytin das Calcium unlöslich und dadurch für den menschlichen Körper unverwendbar machen[35]). Vom Verhältnis Phytin : Kalk soll es abhängen, ob ein Nahrungsmittel die Aufnahme von Kalk befördert oder verhindert[36]). Im Weizen ist 52 % — 94 % des Phosphors in Form von Phytin[37]), das an und für sich nur in geringem Masse vom Körper verwendbar sein soll, vorhanden. Stefano fand, dass bei der Brotbereitung mindestens ein Teil des Phytins aufgespalten wird[38]). Bei Weizenkeim ist das Verhältnis Ca : P = 1 : 12[39]); in anderen Worten, ist mindestens 6 mal zu viel Phosphor vorhanden.

Lässt man den Geschmack vieler Menschen und die Gewohnheit beiseite, so muss man bei der Auswahl des besten Ausmahlungsgrades für Backmehl in Friedenszeiten immer noch einen Kompromiss treffen, da einerseits durch den erhöhten Ausmahlungsgrad der Vitamin B_1-Gehalt stark zunimmt, anderseits aber von 80 % an die Verdaulichkeit des Brotes nachgewiesenermassen abnimmt und das Verhältnis Ca : P sich stark verschlechtert. Zieht man diese sich entgegenwirkenden Faktoren in Betracht, so scheint es, dass eine 80%ige *Ausmahlung* — was ein etwas dunkleres Brot gibt als zu normalen Zeiten — den Vorteil eines mindestens 3fachen Überschusses an Vitamin B_1 und einer hohen Verdaulichkeit in sich vereinigt. Den grossen Calciummangel eines solchen Brotes, welcher gegenwärtig in England durch Beimischung von Kalk (Creta praeparata) behoben wird, könnte man durch Beimischung von etwa 5 % Trokkenmagermilchpulver nicht nur beseitigen, sondern man würde dadurch aus dem Brot ein ganz hochwertiges Nahrungsmittel machen.

Auf Grund der neuen Kenntnisse der B_1-reichen Passagenmehle ist vorauszusehen, dass in Zukunft das Brot aus 80%igem Mehl einen viel grösseren B_1-Überschuss als das dreifache enthalten wird, ohne dass die allgemein erwünschte, helle Farbe der Brotkrume beeinträchtigt würde. In dieser Richtung arbeitet die heutige Müllerei.

Zusammenfassung

Ein Überblick über die neuere Literatur wird gegeben.

Der Zusammenhang zwischen Vitamin B_1 einerseits, Eiweiss, Fett und Asche anderseits wurde bestimmt.

In einem der an B_1 reichsten Kornteile wurde vom Gesamt-B_1-Gehalt 8 % in Form von Cocarboxylase und 3 % als an Eiweiss gebunden festgestellt.

Die starke Zunahme an B_1 zwischen 70 und 85 % Ausbeute wurde bestätigt.

Das Verhältnis von B_1 zu den Nichtfettkalorien wurde für jeden Ausmahlungsgrad von Weizen bestimmt.

Im Weizenbrot wurde genügend B_1 für die vorhandenen Nichtfettkalorien bei einem Ausmahlungsgrad des Mehles von etwa 60 % gefunden.

Unter Berücksichtigung der abnehmenden Verdaulichkeit oberhalb 80 % wird gezeigt, dass ein Ausmahlungsgrad von 80 % für die Nachkriegszeit folgende Vorteile hätte: einen mindestens $2^1/_2$fachen Überschuss an Vitamin B_1, eine sehr gute Verdaulichkeit und eine befriedigende Brotfarbe.

Résumé

Il est donné un aperçu de la littérature la plus récente relative à la question étudiée.

Le rapport entre la vitamine B_1 d'une part et la teneur en albumines, en graisse et en cendres d'autre part a été déterminé.

Dans une des parties du grain de blé les plus riches en vitamine B_1 il a été constaté que le 8 % du B_1 total était présent sous forme de cocarboxylase et le 3 % sous forme de vitamine combinée avec les protéines.

Il a été confirmé que la teneur en vitamine B_1 accuse une forte augmentation lorsque le taux d'extraction est porté de 70 à 85 %.

Le rapport entre la teneur en B_1 et les calories fournies par les composants non gras a été déterminé pour les différents taux d'extraction.

La teneur en vitamine B_1 d'un pain de farine de froment blutée à 60 % a été reconnue comme suffisante par rapport aux calories fournies par les composants non gras.

En tenant compte de la diminution de la digestibilité pour un blutage supérieur à 80 %, il semblerait que pour l'après-guerre le blutage à 80 % présenterait les avantages suivants: un excédent en vitamine B_1 de 2 fois et demi la teneur nécessaire pour la digestion de la farine, une très bonne digestibilité et une couleur satisfaisante du pain.

Literatur

[1]) Zeller: Schweiz. Med. Wo. 71, 228 (1941).
[2]) McHenry: Science 86, 200 (1937).
[3]) Jung: Die Funktionen der Vitamine des B-Komplexes im Organismus (1940).
[4]) Conner und Straub: Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 13, 380 (1941).
[5]) Schultz, Atkin und Frey: Cer. Chem. 18, 106 (1941).
[6]) Johannson und Rich: Cer. Chem. 19, 308 (1942).
[7]) Sherwood: American Miller Nr. 7 (1941).
[8]) Pulkki und Puutula: Bioch. Z. 308, 122 (1941).
[9]) Alcock und Larmour: Milling 15. Aug. 1942.
[10]) Conner und Straub: Cer. Chem. 18, 671 (1942).
[11]) v. Kuthy: 5e Congrès intern. tech. chim. ind. agr. 1, 119 (1937).
[12]) Hinton: J. Soc. Chem. Ind. 61, 143, Sept. (1942) (nach Milling 10. Okt. 1942).
[13]) Schultz, Atkin und Frey: Cer. Chem. 16, 643 (1939).
[14]) — : Cer. Chem. 19, 529 (1942).
[15]) Andrews, Boyd und Terry: Cer. Chem. 19, 55 (1942).
[16]) Droese und Bramsel: Vitamintabellen (1941).
[17]) Andrews und Nordgren: Cer. Chem. 18, 686 (1941).
[18]) Schultz, Atkin und Frey: Cer. Chem. 19, 532 (1942).
[19]) — : J. Amer. Chem. Soc. 59, 948 (1937).
[20]) — : J. Biol. Chem. 129, 471 (1939).
[21]) — : Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 14, 35 (1942).
[22]) Frey und Hennessy: Cer. Chemists Bull. Vol. 2, Nr. 2 (Mai 1942).
[23]) Heyns: Z. physiol. Chem. 258, 219 (1939).
[24]) v. Fellenberg und Bernhard: Diese Mitt. 33, 59 (1942).
[25]) — : Diese Mitt. 33, 232 (1942).
[26]) Shetlar und Lyman: Cer. Chem. 18, 665 (1941).
[27]) Read und Haas: Cer. Chem. 14, 752 (1937).
[28]) Ziegler: Cer. Chem. (im Druck).
[29]) Freilich: Cer. Chem. 18, 129 (1941).
[30]) Hoffmann, Schweitzer und Dalby: Cer. Chem. 17, 737 (1940).
[31]) Schulerud u. Erichsen: Nordisk Med. 10, 1477 (1941) nach Chem. Zentr. 1941 II. 112.
[32]) Bacharach: Chemistry and Industry 60, 791 (1941).
[33]) Moran und Pace: Nature 22. 8. 42.
[34]) Hay: Cer. Chem. 19, 326 (1942).
[35]) Harrison und Mellanby, Bioch. J. 33, 1660 (1939).
[36]) Dowson: Nature 148, 219 (1941).
[37]) Young und Greaves: Food Research 5, 103 (1940).
[38]) Stefano und Muntoni: Inst. sanita publ. Lab. di chim. 1, Parte II, 1938.
[39]) Mottram und Palmer: Cer. Chem. 14, 682 (1937).
[40]) Litzendorf und Schneider: Ernährung 7, 203 (1942).
[41]) Dawson und Martin: J. Soc. Chem. Ind. 60, 241 (1941).