

## Zur Untersuchung und Unterscheidung von Mehlsorten.

Von

Dr. Ed. Spaeth.

Die Unterscheidung der verschiedenen Mehle, besonders die des Roggen- und Weizenmehles von einander, noch mehr der Nachweis des einen oder des anderen Mehles in Mischungen, ist schon oft Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Die bei der Untersuchung und Unterscheidung dieser beiden Mehle in Anwendung kommenden Untersuchungsmethoden beruhen hauptsächlich auf einer Prüfung der Mehle mittels des Mikroskopes, die sich vor Allem mit der verschiedenen Beschaffenheit der Kleienbestandtheile, der zuerst von L. Wittmack aufgefundenen Verschiedenheit der Haare, dann der Kleberzellen und auch der verschiedenen Grösse der Stärkekörner beschäftigt. Eine weitere Unterscheidung der beiden genannten Mehle beruht auf der ebenfalls von L. Wittmack beobachteten Eigenschaft der im Roggenmehle vorhandenen Stärke, bei einer Temperatur von  $62,5^{\circ}$  zu verkleistern, während Weizenstärke unverändert bleibt, eine andere auf der Bestimmung des Klebergehaltes, da der im Roggenmehle vorhandene Kleber, nicht wie der des Weizens, in einer wasserlöslichen Form im Mehl vorhanden ist.

Der Nachweis von anderen Mehlsorten, wie Reismehl, Hafermehl, Maismehl, Kartoffelmehl, Bohnenmehl im Weizen- und Roggenmehle ist mittels des Mikroskopes wegen der meist charakteristischen Beschaffenheit der Stärke leicht zu führen; die Auffindung von Gerstenmehl gestaltet sich sogar sehr leicht, indem in der Mehlasche bei Anwesenheit desselben unter dem Mikroskope nach Zugabe von Salzsäure die Kieselkette von Gefäßbündeln, Haaren und der Spelzenoberhaut, wovon besonders letztere durch ihre gekröseartige wellige Beschaffenheit auffällt, gefunden werden.

Nicht so einfach gestaltet sich der Nachweis von Roggen- und Weizenmehl oder Mischungen beider, wenn sehr feine Mehle vorliegen, welche die für den Nachweis und die Identificirung fast nur allein in Betracht kommenden Kleienbestandtheile kaum oder nur in Spuren enthalten; der sichere Nachweis des einen oder des anderen Mehles in Mischungen mittels des Mikroskopes ist ein schwieriger; es ist bei diesen Untersuchungen eine unerlässliche Bedingung, mit garantirt reinen Mehlsorten vergleichende Versuche anzustellen. Man ist deshalb

allenthalben bestrebt gewesen, Methoden zu finden, nach welchen der Nachweis ein einfacherer und sicherer wird. Von allen diesen Methoden ist wohl diejenige, welche sich mit der Bestimmung des Klebergehaltes befasst, noch als die am sichersten zum Ziele führende zu bezeichnen. Bamihl und auch Danckworth (Z. anal. 10, 366) stellen aus dem verdächtigen Mehl durch Auskneten den Kleber dar; bei einem Zusatz von Roggen im Weizenmehl soll der Kleber schleimig, ungleich, grau und weniger zähe und elastisch sein. Danckworth benutzt diese Methode auch zu einer annähernd quantitativen Bestimmung des Weizenmehles im Roggenmehl und umgekehrt. Die alte Bamihl'sche Probe hält auch A. Halenke (Viertelj. Nahr. 1893, 342) für brauchbar; er erwähnt am Schlusse eines Referates über den Nachweis von Weizenmehl im Roggenmehl von A. Kleeberg, dass die Methode von Bamihl keineswegs in Vergessenheit gerathen ist, sondern dass dieselbe seit über einem Jahrzehnt im Laboratorium des Referenten auch zu quantitativen Bestimmungen des Weizenmehles im Roggenmehl mit hingänglichem Erfolge ausgeübt wird.

Bei den geringwerthigen gröberen Mehlen ist es ja leichter, mit Hilfe der mikroskopischen Untersuchung festzustellen, ob Mischungen des Weizenmehles und Roggenmehles vorliegen, da die Kleienbestandtheile in grösserer Menge, ebenso die zur Unterscheidung dienenden Haare, vorhanden sind.

Ich versuchte in nachstehender Arbeit, den Nachweis bez. die Identificirung des Roggen- und Weizenmehles auf eine andere Art, theils auf chemischem, hauptsächlich auf physikalischem Wege zu erbringen. Die von mir vorgenommenen Untersuchungen beschäftigten sich in erster Linie mit der Zusammensetzung und den Eigenschaften des Fettes, das in allen Mehlen neben Stärke, Stickstoffsubstanzen, Cellulose, Mineralbestandtheilen in grösserer oder geringerer Menge vorhanden ist und durch Extractionsmittel leicht entzogen werden kann; weiters wurden Versuche mit den erhaltenen Fetten angestellt, die sich auf das Verhalten dieser Fette im Refractometer bezogen.

Über die Eigenschaften des Fettes aus dem Mehl finden sich in der einschlägigen Literatur nachstehende Angaben. König gibt in seinem Handbuch der Chemie der Nahrungs- und Genussmittel die Elementar-Zusammensetzung des Fettes aus den Mehlen, wie folgt, an:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Aggregatzustand
Roggenmehlfett	76,71	11,79	11,50	flüssig
Weizenmehlfett	77,19	11,97	10,84	flüssig
Gerstenmehlfett	76,27	11,78	11,95	—

In einer Arbeit „Zusammensetzung der Futtermittelfette“ macht A. Stellwag (Landw. Vers. 37, 135) über das Fett aus der Gerste, dann der Roggen- und Weizenkleie folgende Angaben:

	Schmelzpunkt	Verseifungszahl	Neutralfett	Freie Fettsäuren	Unverseifbare Bestandtheile
--	--------------	-----------------	-------------	------------------	-----------------------------

#### A. Benzineextract:

Roggenkleie	20	177,2	76,17	14,60	7,45
Weizenkleie	20	187,3	56,96	36,34	6,09
Gerste	14	182,5	68,11	23,45	6,23

#### B. Ätherextract:

Roggenkleie	26	175,1	78,31	16,44	7,64
Weizenkleie	24	183,1	78,73	14,35	7,45
Gerste	13	181,7	72,99	14,00	6,08

Über die Beschaffenheit des aus dem Weizen- und Roggenmehl gewonnenen Fettes sind besondere Angaben nicht zu finden.

Der Gehalt der verschiedenen Mahlproducte des Roggen- und Weizenkernes an Fett ist ein wesentlich verschiedenartiger, wie dies bereits S. Weinwurm (Fischer's J. 1890, 789) in einer sehr eingehenden, durch ausführliche Untersuchungen unterstützten Arbeit über die Vertheilung der einzelnen Bestandtheile auf die verschiedenen Mahlproducte angibt. Darnach nimmt der Fettgehalt der Mehlsorten mit dem geringeren Feinheitsgrade und dem geringeren weissen Aussehen des Mehles zu; von dem Fett des Weizenkernes gehen etwa 45 Proc., von dem des Roggens 52 Proc. in die Kleie über.

Durch die von mir vorgenommene Untersuchung des aus den einzelnen Mahlproducten extrahirten Fettes ist nun auch nachgewiesen worden, dass die Fette in ihrer Zusammensetzung und ihren Eigenschaften Verschiedenheiten zeigen, die soweit gehen, dass dieser Theil des Mehles zur Charakterisirung und Unterscheidung der einzelnen Mehlsorten (des Weizen- und Roggenmehles) unter sich benutzt werden kann. Behufs Gewinnung des Fettes für die Analyse wurde eine grössere Menge Mehl zuerst mit Äther extrahirt, die Ätherlösung filtrirt, das Filtrat vom Äther befreit und der Rückstand durch Einblasen von Luft mittels des Handblasebalgs zur vollständigen Entfernung des Äthers auf dem Wasserbade erhitzt. Der fettige Rückstand wurde mit leicht siedendem Petroläther (45 bis 50°) aufgenommen, in der Kälte einige Zeit stehen gelassen, bis keine Ausscheidung mehr er-

folgte, die Lösung des Fettes filtrirt und der Rückstand nach dem Entfernen des Petroläthers getrocknet. Die aus dem Roggen-, Weizen- und Gerstenmehl nach eben geschilderter Methode gewonnenen Fette wurden einer eingehenden Untersuchung unterstellt; diese erstreckte sich auf die Bestimmung des specifischen Gewichts, der Jodzahl, der Verseifungszahl, der Reichert-Meissl'schen Zahl, des Schmelzpunktes der Fettsäuren und auf die Prüfung des Fettes mittels des Refractometers.

#### A. Weizenmehlfett.

Spec. Gewicht bei 100° (Wasser 15° = 1)	0,9068
Schmelzpunkt der Fettsäuren	34°
Jodzahl	101,5
Verseifungszahl	166,5
Reichert-Meissl-Zahl	2,8 cc

$\frac{1}{10}$  KOH für 5 g Fett

Brechungsindex bei 25° 1,4851

Scalentheil im Zeiss'schen Butterrefractometer 92

#### B. Roggenmehlfett.

Spec. Gewicht bei 100° (Wasser 15° = 1)	0,8769
Schmelzpunkt der Fettsäuren	36°
Jodzahl	118,5
Verseifungszahl	172,8
Reichert-Meissl-Zahl	0,88 cc

$\frac{1}{10}$  KOH für 5 g Fett 1,4765

Brechungsindex bei 25° Scalentheil im Zeiss'schen Butterrefractometer 77

#### C. Gerstenmehlfett.

Spec. Gewicht bei 100° (Wasser 15° = 1)	0,9765
Schmelzpunkt der Fettsäuren	35°
Jodzahl	95,2
Verseifungszahl	164,7
Reichert-Meissl-Zahl	0,80 cc

$\frac{1}{10}$  KOH für 5 g Fett 1,4771

Brechungsindex bei 25° Scalentheil im Zeiss'schen Butterrefractometer 78

Was die äussere Beschaffenheit der Fette betrifft, so sind dieselben dickflüssig oder weich, ölig, von gelblicher bis gelbbrauner Farbe und angenehmem Geruche.

Zur Gewinnung des Fettes wurden garantirt reines Roggen- und Weizenmehl und zwar von den feinen Sorten verwendet; das Gerstenmehl wurde aus Gerstengraupen selbst gemahlen. Die chemische Untersuchung wurde nach bekannten Methoden, die Prüfung des Brechungsindex mit dem von der Firma Carl Zeiss (d. Z. 1893, 252) in Jena zum Zwecke der Buttercontrole neu construirten Refractometer, das zur Untersuchung der Öle und Fette ebenfalls Verwendung finden kann, vorgenommen. Zur Bestimmung des Brechungsindex wird das Prismengehäuse, das von einem Heizkörper umschlossen ist, welcher von warmem Wasser durchströmt wird, geöffnet, einige Tropfen des zu prüfenden Fettes auf die Prismenfläche des in dem Gehäuse enthaltenen unteren Prismas gebracht und das Ge-

häuser geschlossen. Die Ablenkung des durch einen Spiegel zu den Prismen gelangenden Lichtstrahles wird an einer in 100 Theile getheilten Mikrometerscala mittels eines Oculars abgelesen. — Wie die Untersuchungsergebnisse der aus dem Weizen- und Roggenmehl gewonnenen Fette zeigen, bestehen in der Zusammensetzung der beiden Fette ziemliche Unterschiede, die sowohl in der verschiedenen Menge des absorbierten Jods, als auch in dem physikalischen Verhalten der Fette zum Ausdruck kommen. Diese beiden Bestimmungen wurden, um zu sehen, ob die gefundenen Zahlen, die als Mittel aus 2 bis 3 Bestimmungen erhalten wurden, bei den Fetten nicht allzu grossen Schwankungen ausgesetzt sind, an einer grossen Menge von Weizen- und Roggenmehlproben ausgeführt und dieselben auch auf die verschiedenen Mahlproducte von den feinsten bis zu den grössten (Kleien) ausgedehnt.

Bezeichnung	Jodzahl	Scalentheil im Zeiss'schen Refractometer bei 25°	Daraus Brechungs- index bei 25°
A. Weizenmehlproben.			
Weizen 00	97,9	93,5	1,4859
do. 00	97,7	95,5	1,4870
do. 0	101,5	91,5	1,4848
do. 0	101,5	92	1,4851
do. I	103,1	91,0	1,48455
do. I	105,9	90,5	1,48425
do. II	106,2	86,5	1,4820
do. III	107,8	83,0	1,480
do. IV	110,4	77,0	1,4765
do. V	122,5	74,0	1,4747
Weizenkleie (Schalenkleie)	119,4	73,5	1,4744
Weizenkleie	119,1	74,0	1,4747
do.	120,0	74,5	1,4750
do.	120,5	75,0	1,4753
do.	119,6	74,0	1,4747
B. Roggenmehlproben.			
Roggen 0	123,9	78,5	1,4774
do. 0	122,8	77,5	1,4768
do. I	122,4	78	1,4771
do. I	118,5	77,5	1,4768
do. II	123,7	79,5	1,4780
do. II	122,5	79	1,4777
do. III	122,2	81	1,47887
Roggenkleie	119,7	87	1,48229
do.	126	84,5	1,48096
do.	121	86,5	1,4820
do.	123	85,5	1,4814
do.	119	86,5	1,4820

Den mitgetheilten Resultaten zufolge sind zwischen den ganz feinen und den feineren Mehlproben keine wesentlichen Unterschiede vorhanden, indem das Jodabsorptionsvermögen und die Brechungsindices der Fette zusammenstimmen. Mit Zunahme der Kleienbestandtheile, also mit Abnahme des Feinheitsgrades, in den gröberen Mehlen zeigt sich die sehr auffallende Thatsache, dass

die Brechungsindices wesentlich andere werden, indem diese bei den gröberen Weizenmehlsorten geringer, bei den Roggenmehlproben dagegen höher werden; bei letzteren ist die Zunahme allerdings nur eine sehr geringe; außerdem kann das Mehl No. III auch schon makroskopisch durch seine stark graue Farbe als grobes Roggenmehl erkannt werden. Die Zunahme der Jodabsorption tritt mit Abnahme des Feinheitsgrades nur bei den Weizenmehlsorten ein, während die Jodabsorption bei dem Roggenmehl, dem ganz feinen sowohl wie auch bei den Kleienproben, stets die gleiche bleibt, wenigstens auffallende Unterschiede nicht zu bemerken sind. Bei den aus den Kleienproben gewonnenen Fetten hat die Untersuchung ergeben, dass die absorbierte Jodmenge dieselbe ist, dass dagegen die Brechungsindices eine grosse Verschiedenheit zeigen, die so gross ist, wie die bei den aus feinen Roggen- und Weizenmehlsorten gewonnenen Fetten, nur ist bei den Kleien das umgekehrte Verhältniss eingetreten, indem die Brechungsindices des Fettes aus der Weizenkleie niedrig, die des Fettes aus der Roggenkleie dagegen höher liegen. Die Brechungsindices, die sowohl für die aus den feinen Mehlsorten, wie für die aus den Kleienproben gewonnenen Fette erhalten wurden, stimmen gut überein, und dann liegen die Zahlen bei den feinen Mehlsorten genügend auseinander, um mit Sicherheit Mehle sowohl als Kleie durch die Bestimmung des Brechungsindex des gewonnenen Fettes identificiren zu können. So liegen die Brechungsindices bei den feineren Weizenmehlsorten oberhalb des Scalentheiles 90 (90 bis 95), während dieselben bei den feineren Roggenmehlen nur 77 bis 79 betragen. Die gröberen Weizenmehlsorten zeigen allerdings theilweise dieselben Brechungsindices, wie die feinen Roggenmehlsorten, zumal No. IV des Mehles; bei diesen Mehlen jedoch gelingt die Identificirung leicht durch eine mikroskopische Untersuchung, wie auch die Bestimmung der Mineralbestandtheile noch Anhaltspunkte geben kann; außerdem sind dieselben ja äusserlich als grobe Mehle zu erkennen. Leicht zu identificiren sind ferner mit Hilfe der Bestimmung der Brechungsindices die aus Roggen und Weizen gewonnenen Kleienproben; die Ablenkung des Lichtstrahles beträgt bei ersteren 84 bis 87, bei letzteren 73 bis 75 Scalentheile.

Ein quantitativer Nachweis eines Zusatzes von Roggenmehl im Weizenmehl oder umgekehrt ist nach den bis jetzt gewonnenen Resultaten und Erfahrungen mit Hilfe des chemischen wie physikalischen Verhaltens

des Fettes noch nicht auszuführen; Mischungen der beiden Mehle können wohl als solche erkannt werden, wie die Resultate der nachverzeichneten Versuche zeigen.

Bezeichnung	Scalentheil am Zeiss'schen Refractometer	Daraus Brechungs- index bei 25°
Roggenmehl u. Weizenmehl zu gleichen Theilen gemischt	84	1,4805
desgl.	83,5	1,4802
desgl.	84,5	1,4809
Roggenmehl I mit 10 Proc. Weizenmehl	79	1,4777
Roggenmehl I mit 20 Proc. Weizenmehl	80	1,4783
Roggenmehl I mit 30 Proc. Weizenmehl	81,5	1,4788

Die zur Untersuchung dienenden Mehlproben waren theils in verschiedenen Mühlen entnommen, theils wurden die einzelnen Mahlproducte eigens für die Versuche in der Kunstmühle von Baer in Erlangen hergestellt.

Bei einer weiteren Versuchsreihe wurden mit den gewonnenen Fetten nur die Bestimmungen der Brechungsindizes vorgenommen und finden sich die Resultate nachstehend angegeben:

#### A. Weizenmehlproben.

Bezeichnung	Scalentheil im Refracto- meter bei 25°	Brechungs- index bei 25°
Weizen 00 . . . . .	93	1,4856
do. 00 . . . . .	92	1,4851
do. 00 . . . . .	91,5	1,4848
do. 00 (Niederbayern)	93,5	1,4859
do. 00 (Ungarn) . . .	93,5	1,4859
do. 0 (Niederbayern)	91	1,4845
do. 0 (Ungarn) . . .	90,5	1,4842
do. 0 . . . . .	90,5	1,4842
do. 0 . . . . .	91,0	1,4845
do. 0 . . . . .	91,5	1,4848
Weizengries, daraus Mehl 0 u. I . . . . .	91	1,4845
Weizenschrot (Dunstmehl) 0 u. I . . . . .	92	1,4851
Weizen I . . . . .	88,5	1,48314
do. I . . . . .	86,5	1,482
do. I . . . . .	89,5	1,4837
do. II . . . . .	88	1,4828
do. II . . . . .	86,5	1,4820
do. II . . . . .	84	1,4805
do. III . . . . .	83	1,4800
do. III . . . . .	83	1,4800
do. III . . . . .	82,5	1,4797
do. IV . . . . .	82,5	1,4797
do. IV . . . . .	77	1,4765
do. IV . . . . .	75,5	1,4756
do. V . . . . .	75,5	1,4756
do. V . . . . .	75	1,4753
do. V . . . . .	74	1,4747

#### B. Roggenmehlproben.

Bezeichnung	Scalentheil im Refracto- meter bei 25°	Brechungs- index bei 25°
Roggen 0 . . . . .	78,5	1,4774
do. 0 . . . . .	77,5	1,4768
do. 0 . . . . .	78,0	1,4771
do. 0 . . . . .	77	1,4765
do. I . . . . .	78	1,4771
do. I . . . . .	77,5	1,4768
do. I . . . . .	78	1,4771
do. I . . . . .	77	1,4765
do. I . . . . .	77,5	1,4768
do. II . . . . .	79	1,4777
do. II . . . . .	79,5	1,4780
do. II . . . . .	78	1,4771
do. II . . . . .	79	1,4777
do. III . . . . .	81,5	1,4791
do. III . . . . .	81,0	1,4788
do. III . . . . .	81,0	1,4788

Zur Herstellung und Gewinnung des für die Bestimmung mittels des Refractometers nötigen Fettes werden 100 bis 150 g Mehl mit Äther bei gewöhnlicher Temperatur oder auch in einem Extractionsapparate extrahirt, der Verdampfungsrückstand des Ätherauszuges wird nach vollständigem Entfernen des Äthers mit leichtsiedendem Petroläther aufgenommen und die nach einem 1 bis 2 stündigen Stehen filtrirte Petrolätherfettlösung von dem Lösungsmittel befreit und im Wassertrockenschränk getrocknet; das erhaltene Fett wird, wie angegeben, im Zeiss'schen Refractometer bei 25° geprüft.

Zur Entscheidung der Frage, ob der Fettgehalt des Roggens und des Weizens verschiedener Herkunft dieselben Eigenschaften zeigt, besonders in dem physikalischen Verhalten, ferner ob die Zusammensetzung des Fettes bei Mehlen, die verdorben oder aus ausgewachsenem Getreide hergestellt sind, eine wesentlich andere wird, sollen noch weitere Untersuchungen ausgeführt werden.

Die bis jetzt durch die Untersuchung des Fettes der Mehle gewonnenen Resultate haben ergeben, dass diese Art der Prüfung wesentliche Anhaltspunkte zur Beurtheilung, ob reine Mehle vorliegen, geben kann; zur Identificirung von Mehlproben erscheint die Prüfung des aus dem Mehl gewonnenen Fettes mittels des Refractometers als sehr geeignet, besonders wenn feine Mehle in Betracht kommen.

Ebenso kann auch zur Unterscheidung der Weizen- wie der Roggenkleie die Prüfung des Fettes in der angegebenen Weise mit Erfolg in Anwendung gezogen werden.