



Die
Decortication des Getreides
und
ihre hygienische Bedeutung.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doctorwürde
in der
Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe
bei
hoher medizinischer Facultät zu Marburg
eingereicht von
Heinrich Wicke,
appr. Arzt.



München 1890.
Druck von R. Oldenbourg.

Die
Decortication des Getreides
und
ihre hygienische Bedeutung.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doctorwürde
in der
Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe
bei
hoher medizinischer Facultät zu Marburg

eingereicht von

Heinrich Wieke,
appr. Arzt.



München 1890.
Druck von R. Oldenbourg.

Die Decortication des Getreides und ihre hygienische Bedeutung.

Von

Heinrich Wicke.

(Aus dem hygienischen Institut zu Marburg.)

Bei den Bestrebungen zur Förderung der Volksernährung nimmt unter allen Nahrungsmitteln des gesammten und speciel des ärmeren Volkes wohl keines in so ausgedehntem Maasse unser Interesse bezüglich seiner Verarbeitung und Ausnutzbarkeit in Anspruch wie das Brod. Es stellt in der menschlichen Nahrung einen grossen Bruchtheil von der Gesammtmenge der aufzunehmenden Nahrungsbestandtheile dar. Allerdings zur ausschliesslichen Ernährung des Menschen kann es nicht verwandt werden. Nur bei einer Zufuhr, welche bereits an die Kauorgane übermässige Anforderungen stellt, kann ein kräftiger Mann mit Brod seinen Eiweissbestand erhalten. Rubner hat bei einem kräftigen 75 kg schweren Mann noch bei einer täglichen Zufuhr von 81,5 g Eiweiss und 650 g Kohlehydraten einen täglichen Eiweissverlust von 11,1 g gesehen und erst als die betreffende Versuchsperson an 104,4 g Eiweiss und 832 g Kohlehydrate im Brod täglich zuführte, kam es zu einem Absatz von 4,6 g Eiweiss im Tage ¹⁾).

Der Erreichung eines Eiweissgleichgewichtes ist einerseits der niedrige Eiweissgehalt der Brodsorten und andererseits die zum Theil recht ungünstige Ausnutzung gerade der Eiweissstoffe

1) M. Rubner, Lehrbuch der Hygiene. S. 474.

Wicke, Dissertation.

hinderlich. Das grosse Volumen der Kost und die im Darm auftretenden Gärungen bilden ein weiteres Hindernis einer ganz einseitigen Brodernährung. Eine Verköstigung mit Wasser und Brod, wie sie ab und zu noch in den Gefängnissen für kürzere Zeit zur Verschärfung der Strafe durchgeführt wird, ist sogar eine inhumane den Körper aufs schwerste schädigende Maassregel.

Wenn nun aber auch das Brod zwar nicht allein die Kost des Menschen darzustellen vermag, so werden die Cerealien doch stets eine ungeheure Bedeutung für die Volksernährung besitzen. In früheren Zeiten, wo Missernten mangels der Eisenbahnen und anderer grösseren Verkehrsmittel besonders drückend wurden, hat selbst die Politik in der regelmässigen Versorgung mit billigem Brod ein Mittel der Staatskunst gesehen. In Paris bestand eine besondere Bäckerkasse mit grossem Vermögen, welche den Brodpreis zu reguliren hatte. In Jahren mit guten Erträgen flossen die Ueberschüsse der Kasse zu, der sie in schlechten Zeiten zur Entschädigung der Bäcker, wenn diese das Brod unter dem Selbstkostenpreise abgeben mussten, wieder entnommen wurden. Kann heutzutage eine Theuerung zwar nicht mehr solche Dimensionen annehmen wie früher, so sollte doch das staatliche Interesse diesen Fragen der verbesserten oder vermehrten Brodgewinnung mehr zugewendet sein, als es thatsächlich der Fall ist.

Die Wege, auf denen eine Verbesserung und Mehrung des Brodgewinnes erstrebt werden kann, sind mehrere. In erster Linie ist es wünschenswerth, in der Auswahl der Weizensorten und Roggensorten richtig zu verfahren. Weizen und Roggen sind in ihrem Eiweissgehalt ausserordentlich verschieden je nach der Oertlichkeit oder dem angewendetem Saatgut etc. Man findet, wenn ich die Verhältnisse bei dem Roggen übergehe, Weizensorten mit einem Minimalgehalte von 1,47 % Stickstoff, während der Mittelwerth im Durchschnitt zu 1,98% angenommen wird, und daneben Maximalwerthe, welche diese Grenze weit überschreiten. Der Wunderweizen von Lichtenhof bei Nürnberg enthält 2,85% N, der sächsische Wechselweizen von Eldena

2,92 % N, der Sommerweizen des Gouvernements Samara
3,47 % N etc.

Ein Brod, das einem Weizen mit 1,47 oder 3,47 % N entstammt, wird im Ernährungswerthe grundverschieden sein; der letztere ist von der Natur gerade nach der Richtung hin verbessert worden, nach welcher die Lücken der Brodernährung am empfindlichsten sind. Wir wollen uns in keine weitere Besprechung der Verhältnisse des Roggens einlassen, da annähernd diese ebenso gelagert sind wie bei dem Weizen.

Die Schwankungen im Eiweissgehalt von Weizen und Roggen machen sich sicherlich weit mehr als man denkt, in der Massenernährung geltend. Prof. Rubner theilt mir eine Reihe von Thatsachen, welche hierauf Bezug haben, mit. Bei den in den siebenziger Jahren neu durchzuführenden Kostaätzen des Militärs handelte es sich darum, in welcher Grösse der mittlere Eiweissgehalt des Brodes einzusetzen wäre. Da die Soldatenkost zum grossen Theil einen recht erheblichen Posten an Brod enthält, ist es für die Bemessung des noch ausserdem zuzuführenden Eiweisses von ausschlaggebender Bedeutung, die mit dem Brode zugeführte Eiweissmenge zu kennen. Man hatte früher im Allgemeinen einen Eiweissgehalt von ca. 15% der Trockensubstanz des Brodes auf Grund von Analysen angenommen. Bei der im Jahre 1877 von Rubner, im Auftrag von Voit, vorgenommenen Analyse von Brodsorten verschiedener Herkunft ergab sich aber ein weit geringerer Eiweissgehalt, von nur 12% und darunter. Es ist das um etwa 20% weniger wie früher und macht eine nicht unwesentliche Mehrung der Eiweisszufuhr durch andere Nahrungsmittel nothwendig. Die Ursache der Eiweissminderung lag keineswegs in der Abnahme des Eiweissgehaltes der einheimischen Cerealien, als vielmehr in dem Import eines fremdländischen, eiweissarmen Getreides.

Auf diesen Umstand, auf die Gewinnung eiweissreicher Getreidesorten könnte weit mehr geachtet werden als es bisher der Fall ist; ja diese Auswahl ist so wichtig, dass alle anderen Operationen der verbesserten Mehlgewinnung und des Backverfahrens einen Missgriff kaum mehr gut zu machen im Stande sind.

Zur Vermehrung der Brodgewinnung und Erhöhung des gesundheitlichen Werthes des Brodes hat man ferner an dem Backverfahren eine Reihe von Modificationen versucht. Mège-Mourriès zeigte, wie man durch richtige Behandlung des Teiges an Stelle eines schwarzen unansehnlichen Brodes gutes weisses erhalten könne; doch hat, wie es scheint, die Complicirtheit des Verfahrens die Allgemeinheit der Einführung gehindert. Die Vermuthung, dass die geringe Menge der zum Backen verwendeten Hefe dem Menschen Nachtheil bringe und dass in dem Gärverlust ein namhafter nationalökonomischer Schaden erwachse, sind zum Ausgangspunkt einer grossen Zahl reformatorischer Gedanken geworden. Lewell fügt dem Teige Salzsäure und kohlensaures Natron zu, ein anderes Verfahren doppeltkohlensaures Natron und Weinsäure, Horsford doppeltkohlensaures Natron und sauren phosphorsauren Kalk, endlich Dauglish's Methode¹⁾ presst Kohlensäure in den Teig.

Diese chemischen Backmethoden sind übrigens nach ganz anderen Richtungen werthvoll geworden, als man dachte. Sie ermöglichen rasch zu backen, was namentlich bei Feldbäckereien von Bedeutung ist.

Die Ersparnis durch Vermeidung der Gärung beträgt nach der sorgfältigen Ermittlung von Bibra etwa 2 % des trocknen Mehles.

Auf einen Mangel unserer heutigen Backverfahren, der nicht unwesentlich ist, wird nur selten Bedacht genommen, nämlich auf die Ungeniessbarkeit eines grossen Theiles der Rinde. Die Rinde macht bei mittleren Broden oft 20 % der Gesamtmasse des Brodes aus. An sich bedingt die Gewinnung der Rinde einen nicht unwesentlichen Eiweissverlust.

Nach Analysen von Prof. Rubner enthalten ²⁾:

100 Theile Rinde . 1,37 % N

100 » Krume . 1,93 % N,

Werte, die mit früher von Bibra angegebenen gut übereinstimmen. Der Unterschied ist aber bei nicht sorgfältiger Back-

1) Dinglers Journal. 159. 175.

2) Lehrbuch der Hygiene. S. 590.

weise z. B. auf dem Lande weit bedeutender. Die theilweise Verkohlung der Bodenrinde lässt dieselbe gerade vollkommen ungeniessbar werden.

Nach einer dritten Richtung erstrebt man eine Verbesserung in der Verwerthung des Kornes. Die Ausbeute an Mehl aus dem Korn und die Menge der Abfälle sind je nach der Art des Ausmahlens und der technischen Vollendung der Einrichtungen höchst ungleich.

Das Korn, wie es nach dem Dreschen erhalten wird, enthält neben Schmutzstoffen aller Art, die es vom Felde mitbringt oder mit denen es bei dem Lagern auf dem Kornboden durchsetzt wird (Mäusekoth, Abgänge der Insekten, Larven etc.), noch Unkrautsamen, wie jenen des Taumellolchs, der Kornrade, die Sporen des Schmierbrandes und Mutterkorn. Man lässt das Korn daher durch Koppcylinder gehen, welche Staub, Erde, Brandsporen, Steine, Stroh etc. entfernen, dann durch den Ventilator, der leichte Partikelchen hinwegbläst, endlich durch den Trieur, welcher die Unkrautsamen beseitigt.

Auch dieses gereinigte Getreide befriedigt für die Mahlzwecke nicht vollkommen; abgesehen von dem dem Korn selbst anhaftenden Schmutze bringt es in den Hülsen eine höchst unwillkommene Beigabe mit. Man hat aber, und so geschieht es in manchen Gegenden Deutschlands heute noch, dieses Korn direct vermahlen (Flachmüllerei) oder doch nur wenige Mehlsorten hergestellt. Einem verfeinerten Geschmack und den Aufgaben der verschiedenen Backweisen ist ein solches unvollkommen zerkleinerte Hülsen enthaltendes Mehl wenig gewachsen, die letzteren sind nach keinem Verfahren genügend fein zu bekommen, um nicht als gesonderte Partikelchen wahrnehmbar zu bleiben, und vermindern in hohem Maasse die Verwerthbarkeit und das gute Aussehen des Mehles.

Die Hochmüllerei hat sich bestrebt, mehr und mehr die Hülsen und Kleie zu beseitigen und unverkennbare Fortschritte erreicht, indem eine grosse Zahl gerade für besondere Aufgaben der Gebäckbereitung sehr werthvoller Mehlsorten erhalten wurden. Man erhält an 12 % feinsten Mehle für bestes Backwerk und

feinstes Weissbrod, 45% Mehl für Küchenzwecke (Nudeln, Mehlspeisenbereitung), 12% des weniger werthvollen Mehles für Saucen u. dgl., 10% für gutes Brod verwerthbares Mehl. 22% sind Rauhfuttermehl und Kleie, 5% Verlust.

Gegen die Hochmüllerei hat sich eine zum Theil sehr unberechtigte Agitation erhoben. Man polemisirte gegen sie, weil bei ihrem Verfahren zu viel an werthvollem Material für die menschliche Ernährung verloren ginge. Gerade die in der Kleie vorhandene Eiweisschicht werde vollkommen verloren. Man hat dabei aber vom rein chemischen Standpunkt aus den Erfolg, der durch die Beibehaltung der Kleberzellen in dem Mehle entsteht, ganz überschätzt.

Dempwolff hat Zahlen über den Stickstoffgehalt des Mehles verschiedener Ausmahlung nach dem Hochmüllereiverfahren mitgetheilt. Aus ihnen berechnet Prof. Rubner, dass der Stickstoffgehalt eines Mehles beträgt:

bei 30% Ausmahlung	2,11% N
» 70% »	2,20% N
» 95% »	2,38% N.

Ähnliche Beziehungen ergaben sich für Mehle, die speciell für Untersuchungen in verschiedener Weise ausgemahlen worden waren ¹⁾.

Die Frage des grösseren Gewinnes für den Menschen durch Rückkehr zur einfachsten Art der Flachmüllerei kann übrigens absolut nicht durch die chemische Analyse allein entschieden werden, sondern Voit und seine Schüler haben dargethan, dass einzig und allein über die Zweckmässigkeit irgend welcher Nahrungsmittel der Versuch über die Resorbirbarkeit der Nahrungsmittel an dem Menschen selbst entscheidet.

Solche Versuche, die man Ausnutzungsversuche nennt, sind in grösster Ausdehnung von Prof. Rubner vorgenommen worden. Er hat speciell die für die Hochmüllerei wichtige Frage der Ausnutzbarkeit des Brodes aus Mehl verschiedener Ausmahlung in Angriff genommen und zum ersten Male durch specielle Versuche

1) Rubner, Zeitschrift für Biologie. Bd. XV.

nachgewiesen, dass die Kleie für den Menschen verwertbare Theile enthält, aber weit schlechter ausgenutzt wird als irgend welche andere Nahrungsmittel. Im Uebrigen zeigte sich, dass die Verwendung von Kleie zu Viehfutter rationeller sein kann, als die Verwendung für den Menschen, der doch weit weniger als die Thiere davon verwethet.

Die Hochmüllerei arbeitet übrigens keineswegs stets mit gleicher Kleieproduction, sondern diese ist von dem Brodpreise abhängig. Steigt der letztere, so wird viel weniger an Kleie producirt und umgekehrt. Die Luxusmehle sind besonders theuer, die anderen bedeutend billiger. Wer also die nicht ganz weissen Mehle kauft, erhält für billiges Geld reichlich brauchbaren Nahrungsstoff. Hochmüllerei und Flachmüllerei brauchen sich nicht zu verdrängen, sondern jede derselben hat ihr bestimmtes Arbeitsgebiet.

Ich muss hier auf die Reinigung zurückgreifen, welcher das Korn vor dem Vermahlen heutzutage meist unterworfen wird.

Wenn man sich die Mühe nimmt, das gereinigte Getreide etwas näher zu betrachten, so wird man finden, dass dieser Process nur euphemistisch den Namen Reinigung erhalten hat; denn das gereinigte Korn enthält noch mancherlei, dessen Herkunft dem Consumenten am besten nicht bekannt ist.

Die bisherigen Methoden der Getreidereinigung, welche mit der Anwendung des Trieurs endigen, befriedigen nicht. Es sind wohl ein Theil der gröberen Beimengungen entfernt, es bleibt aber gar nicht ausgeschlossen, dass das an sich an der Oberfläche beschmutzte Getreide bei dem Lagern auf den Kornböden zum Theil zurückerhält, was man ihm bei der Reinigung entzogen hat.

Dass diese Beschmutzung und Durchschmutzung des Getreides von Bedeutung ist, wird man wohl nicht leugnen können; sei es nun, dass ein wirklicher gesundheitlicher Schaden oder auch nur die Ekelerregung oder Geschmacksverminderung die Folge dieser Beimengungen sei.

Die Getreidereinigung hätte übrigens noch ein weiteres Interesse. Von einer Reinigung etwa dadurch, dass man die Oberhaut des Kornes direct rein macht, kann keine Rede sein. Die Reinigung muss mechanisch tiefer greifen und den anhaftenden Schmutz unter Verletzung der Häute des Getreidekornes abreiben und entfernen.

Das Weizenkorn trägt um den Mehlkern, von den subtileren Differenzirungen abgesehen, die Cellulose führenden Lagen: die Fruchthaut, deren Hauptmasse aus dickwandigen zum Theil rechteckigen Zellen ohne werthvollen Zellinhalt bestehend die »Aussenschicht« bildet, dann die Samenhaut (braune und hyaline Schicht¹⁾, gleichfalls ohne nennenswerthe Bedeutung. Nach Innen folgt dann die Kleberschicht und der Mehlkern.

Es ist bisher nicht bezweifelt worden, dass die Entfernung der Frucht- und Samenhaut ohne Verletzung der Kleberschicht ohne allen schädigenden Einfluss auf den Nährwerth des restirenden Getreidekornes sei; ja im Gegentheil, die Trennung wird unbedingt einen wesentlichen Schritt vorwärts auf dem Wege der Getreide-Reinigung und -Besserung bedeuten.

Die Versuche, Frucht- und Samenhaut von den übrigen Bestandtheilen zu trennen, wurden bereits vielfach gemacht. Das damit sich beschäftigende Verfahren nennt man die Decortication.

Die Entschälung bietet viele Schwierigkeiten. Weiss hat dieselbe versucht, indem er vorher das Getreide mit verdünnter Natronlauge befeuchtete, Giroud-Dargou mit Kalkmilch, Lemoine mit concentrirter Schwefelsäure; doch sind alle diese Verfahren mit einer mehr oder minder grossen Zahl von Unvollkommenheiten behaftet. Besondere Schälmaschinen haben Henkel und Sak, Glas, Nolden construirt.

Im letzten Jahrzehnt hat sich mehr und mehr das Verlangen wieder geltend gemacht, auf diesem Wege der Decortication weiter zu kommen. Das Anbahnen dieser Reform geschah aber wieder nicht durch richtige, erprobte rationelle Ueberlegungen, als vielmehr auf Grund unklarer medicinischer Vorstellung.

1) Möller, Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel. S. 94.

In England hat diese Bewegung einen festen Boden gefasst. Man kämpft gegen das feine Weissbrod; Brod aus Mehl, das durch Vermahlung des ganzen Kornes erhalten wird, soll an seine Stelle treten. Das Weissbrod enthalte zu wenig Kalk für das Kinderwachsthum, es sei zu eiweissarm und zu theuer. Um nun einigermaßen taugliches Brod aus ganzem Korn zu erhalten, hat man die Decortication verwendet.

Ueber den Erfolg, den die Bread reform League in England erzielt, ist nichts bekannt geworden.

Von den angegebenen Gründen ist nur Ausschlag gebend, dass das betreffende Brod billiger hergestellt werden kann, wenn die Kosten der Decortication geringe sind. Prof. Rubner hat die von der Bread reform League hergestellten Mehle verglichen und gefunden, dass von den Kleibestandtheilen, wie solche in diesem Brod sich finden, in der That im menschlichen Darmkanal ein nicht geringer Theil resorbirt werden kann.

Vor einiger Zeit wurde an Prof. Rubner das Ansuchen gerichtet, speciell den Decorticationseffekt eines deutschen Fabricates zu prüfen. Herr D. Uhlhorn jr. zu Grevenbroich in Rheinpreussen hat ein solches Decorticationsverfahren angegeben.

Die Schälung nach dieser neuen Methode geschieht durch Reibung der Körner unter einander. Der Arbeitsgang ist nach Mittheilung genannter Firma folgender: »Der zu schälende Roggen wird zunächst durch die bekannten Maschinen, Sandcylinder, Aspirator und Trieur von verunreinigenden Beimischungen befreit, alsdann gleichmässig mit ca. 3% Wasser angefeuchtet, um die Holzfaserhülle zu erweichen, und passirt hierauf den ersten Schälgang, welcher die Holzfaser fast vollständig ablöst. Sofort nachdem der Roggen den ersten Schälgang verlassen hat, wird er über einen Aspirator geführt, welcher die abgeschälte feuchte Holzfaser ausbläst, passirt hierauf den zweiten Schälgang und einen zweiten Aspirator, um schliesslich noch längere Zeit einem kräftigen Luftstrom ausgesetzt zu werden.« Nach dieser Vorbehandlung wird das ganze Korn vermahlen.

Die übersandten Proben des enthülsten Getreides waren alle ausserordentlich gleichmässig von den Hülsen befreit und nur

in der Narbe sitzen noch kleine Theilchen derselben. Bei der mikroskopischen Beobachtung der mit Kalilauge behandelten Körner erkennt man, dass die letzteren an ihrer Oberfläche im Wesentlichen die Kleberschicht enthalten, nur an wenigen offenbar von der Narbe herrührenden Präparaten waren noch Schlauchzellen als Reste der Oberhaut zu finden.

Diesem Ansehen nach entspricht das Decorticationsverfahren den Wünschen, welche man nach den rein morphologischen Verhältnissen der Hüllsubstanzen der Getreidekörner stellen kann und muss.

Eine Beurtheilung, ob es noch andere Decorticationsverfahren zur Zeit gibt, welche mit den gleich geringen Mitteln dasselbe günstige Resultat erzielen, wie es in dem vorliegenden Falle gegeben, entzieht sich unserer Kenntniss.

Ausserordentlich instruktiv ist es für Jeden, namentlich den Schälabfall zu sehen und wahrzunehmen, wie vielerlei Unrath durch ein solches Verfahren vom Mehle ferngehalten wird. Die Menge der bei der Decortication sich ergebenden Abfälle schwankt zwischen 4 und 5%; der Roggen, an sich weniger hüllenreich, liefert nahezu die gleiche Menge wie der Weizen, weil der stark hervortretende Keimling dabei abgerissen wird. Letzteres ist kein Nachtheil, sondern eher ein Vortheil zu nennen. Somit ist die Ausbeute an verwertbahren Mehlbestandtheilen bei decortirtem Getreide rund 95%. Es stimmt das mit den Angaben, die Prof. Rubner früher von Seiten der Bread reform League erhalten hat¹⁾.

Der Schälabfall hat seiner ganzen Herkunft nach kaum einen Fütterungswerth für Thiere und stellt dem Brod beigebacken sicherlich keinen Nutzen für den Consumenten dar.

Bis jetzt liegen nun keinerlei Versuche vor über die Ausnutzbarkeit von Brod, das aus nicht enthülstem Getreide, und solchem, welches aus enthülstem hergestellt worden ist; und doch haben solche einerseits wissenschaftliche, andererseits grosse

1) Ueber den Werth der Weizenkleie in der Zeitschrift für Biologie. Bd. XIX.

praktische Bedeutung. Sie müssen klarlegen, ob es nicht überhaupt vom hygienischen Standpunkte nothwendig ist, die Hüllsubstanz des Getreides zu entfernen, ob nicht durch dieses Verfahren und die Mehrgewinnung an Brod für grössere Kreise ein Billigerwerden dieses Volksnahrungsmittels zu erzielen ist. Man könnte nun denken, dass die ganze Maassregel der Entschälung auf die Ausnutzung kaum eine Bedeutung haben könne, zumal es sich nur um die Beseitigung von 5% Abfällen handelt oder schlimmsten Falles nur um eine Beseitigung von 5% unverdaulichen Materiales, die der Schrotbrodesser zu seiner übrigen ungünstigen Ausnutzung noch in den Kauf nehmen könne. Wir haben schon öfter erlebt, wie nothwendig die directe Prüfung durch den Versuch ist und wie weit die Schlüsse von den That-sachen sich entfernen dürfen. Die Frage hat übrigens für uns, die wir den Pumpernickelbezirken Deutschlands so nahe sind, noch ein engeres Interesse. Das Schrotbrod resp. der Pumpernickel wird in der Rheinprovinz, in einem Theil von Hannover, in der Provinz Preussen, Schleswig-Holstein, Mecklenburg, Oldenburg, Hamburg, Lübeck, also von einem Theile einer fast 15 Mill. betragenden Bevölkerung gegessen. Das Hauptcentrum bildet das uns benachbarte Westfalen.

Nun ist durch die Untersuchungen von G. Maier bekannt, wie gerade keine Brodsorte, die bisher untersucht wurde, eine solche Menge von Unverdaulichem liefert, als das Schrotbrod und der Pumpernickel. Prof. Rubner hat mich beauftragt, der Frage der Ausnutzungsfähigkeit des Schrotbrodes aus enthülstem und aus nicht enthülstem Roggen näher zu treten, und ich habe diese Versuche an mir selbst durchgeführt.

Ausnutzungsversuche.

Bevor ich die Resultate meiner Untersuchungen mittheile, mögen voraus die von Prof. König in Münster und Dr. Stutzer in Bonn ausgeführten hier Platz finden, die sich aber auf die chemische Analyse des Brodes des aus dem nach der Methode von Uhlhorn entschälten Kornes beschränken, ohne seine Aus-nutzbarkeit im menschlichen Organismus zu berücksichtigen. In

12 Die Decortication des Getreides und ihre hygienische Bedeutung.

dritter Reihe füge ich die von mir gefundenen Werthe in nachstehender Tabelle bei.

100 Theile Trockensubstanz enthalten:

	Eiweiss	Fett	Stärke	Cellulose	Asche
Brod aus geschältem Roggen	14,12 13,49 11,43 ³⁾	1,26 1,95 1,05	79,82 80,52 84,08	2,66 1,52 1,10	2,14 ¹⁾ 2,49 ²⁾ 2,34
Brod aus ungeschältem Roggen	12,68 12,19	1,49 1,23	80,49 82,70	3,19 1,60	2,15 ¹⁾ 2,27
Schälabfall	10,05 ⁴⁾ 10,48 ⁴⁾ 10,31 ⁴⁾	2,46 2,77 1,79	66,86 58,24 73,90	15,68 22,42 8,80	4,95 ¹⁾ 6,07 ²⁾ 5,19

Wie aus dem Vergleich dieser Zahlen ersichtlich ist, differiren die gefundenen analytischen Werthe der einzelnen Untersuchungen etwas unter einander. Diese Differenzen, welche hauptsächlich den Gehalt an N und Cellulose betreffen, finden ihre Erklärung in der Verschiedenheit der benutzten Proben wie auch vielleicht durch die Anwendung ungleicher Methoden in der Cellulosebestimmung.

Vergleicht man die Zahlen etwas näher, so sind abgesehen von dem Gehalt an Cellulose zwischen beiden Brodsorten aus geschältem und ungeschältem Korn wohl keine erheblichen Unterschiede zu verzeichnen.

Der Schälabfall ist etwas reicher an fettartigem Material als das Brod, ausserordentlich cellulosereich, aber keineswegs arm an Stickstoff. Vielleicht werden Manche auch diesen Verlust noch für erheblich und diesen Stickstoff der menschlichen

1) Analyse von König.

2) Analyse von Stutzer.

3) 1,83 N multiplicirt mit 6,25.

4) Es ist nicht unwahrscheinlich, dass ein grosser Theil dieses Stickstoffs gar nicht wahren Eiweissstoffen zugehört.

Ernährung als unrechtmässiger Weise entzogen betrachten. Die mitzutheilenden Versuche werden darüber entscheiden.

Ich stellte dieselben an mir selbst an; es wurde sowohl von dem Mehl aus dem decorticirten wie nicht decorticirten Getreide ein ungegorenes Brod hergestellt. Von jeder dieser Brodsorten ass ich je drei Tage ausschliesslich und an jedem Tage eine genau bestimmte Menge Brod. Dieselbe war so ausgewählt, dass die Versuche mit den von Prof. Rubner ausgeführten Ausnutzungsversuchen direct vergleichbar sind. Als Getränk genoss ich täglich bei I 1 l, bei II 1,3 l Bier; wenn ausserdem sich noch Durst einstellte, trank ich Wasser in beliebiger Quantität. Während der Versuchszeit liess ich keinen Wechsel in meiner gewohnten Beschäftigung eintreten. Mit der Brodaufnahme wurde morgens 10 Uhr begonnen, den Tag über nach Bedürfnis gegessen ohne Innehaltung bestimmter Mahlzeiten und erst gegen 9 Uhr abends der Rest der abgewogenen Brodmenge genossen, so dass ich fast den ganzen Tag mit Essen beschäftigt war. Der Harn wurde für je 24 Stunden gesammelt und auf seinen Gehalt an N, ClNa, Indigo untersucht. Ausserdem wurde seine Acidität festgestellt.

Die Abgrenzung des Versuchskothes wurde in der Weise erreicht, dass jedesmal 24 Stunden vor und nach jeder Versuchsreihe ausschliesslich Milch genossen wurde. Es liess sich so der Brodkoth deutlich nach Farbe und Consistenz vom Milchkoth abgrenzen.

Alle N-bestimmungen führte ich nach der Kjeldahl'schen Methode aus, wobei zu jeder Probe 0,1 ccm Quecksilber zugesetzt wurde. Dadurch trat eine grosse Zeitersparnis ein namentlich bei der Brod- und Kothuntersuchung.

Die Fettbestimmung im Brod und im Koth geschah mittels Aetherextraction im Soxhlet'schen Extractionsapparat. Auf ClNa prüfte ich nach der Mohr'schen Methode mit chromsaurem Kali und Silberlösung.

Bei der Untersuchung der Cellulose verfuhr ich so, dass 8 bis 10 g Brod resp. Koth (Trockensubstanz) mit 300 ccm einer 2½ proc. Schwefelsäure, dann zwei Mal mit destillirtem Wasser,



14 Die Decortication des Getreides und ihre hygienische Bedeutung.

gekocht wurden. Hierauf filtrirte ich durch ein gewogenes schwedisches Filter. Der Rückstand wurde in den Kolben zurückgespült, abermals mit 300 ccm 2½ proc. Natronlauge gekocht, wieder filtrirt, zurückgespült und nach zweimaligem Kochen mit destillirtem Wasser auf dem Filter gesammelt. Nachdem noch mit Alkohol und Aether nachgewaschen war, wurde der Rest getrocknet, gewogen und verascht. Durch Abzug der Asche von dem trocknen Rückstand erhält man die Quantität der Cellulose.

I. Versuch.

Brod aus geschältem Roggen.

(22. bis 24. October 1889.)

Das Mehl, aus welchem dieses Brod gebacken wurde, ist im Allgemeinen gut zermahlen und zeigt nur wenige Beinenungen von zerstückelten Samenhüllen. Die Farbe ist nicht völlig weiss, sondern etwas grau-gelblich. Bei Schütteln in einem Siebe, dessen Maschen Quadratflächen von 1 qmm darstellen, gehen 90 Theile feinen Mehles hindurch, nur 10 Theile bleiben darin zurück. Dieser abgesiebte Rückstand besteht aus nicht zerkleinerten und nicht entfernten Hülsen von gelblicher Farbe, ohne jedoch das Aussehen von eigentlicher Kleie zu bieten.

Bezüglich seines Geruches und Geschmackes zeigt das Brod eine recht gute Beschaffenheit. Es sind keinerlei Verunreinigungen darin zu erkennen, was auch weiter durch die Sterilität von Stückchen, welche in Gelatine versenkt wurden, bewiesen wird. Es war sehr appetitlich und veranlasste ausser leichten Blähungen und Abgang von ziemlich reichlichen Flatus keine weiteren Störungen im Allgemeinbefinden. Dabei bestand fast immer das Gefühl der Sättigung.

Die Trockensubstanz des Brodes bestimmte ich am Beginn und am Schluss eines jeden Versuchstages. Die einzelnen Portionen wurden bei 100° C. bis zum constanten Gewicht getrocknet. In gleicher Weise wurde mit den einzelnen Kothentleerungen verfahren.

Das Resultat des Versuches erhellt aus folgenden Tabellen.

Einnahmen.

Brod		N	Fett	Kohle- hydrate	Asche	Cellulose
frisch	trocken ¹⁾					
965	---	---	---	---	---	---
970	---	---	---	---	---	---
970	---	---	---	---	---	---
Summa 2905	1840,3	33,67	19,18	1547,1	43,06	20,24
im Tag 968,3	613,4	11,22	6,39	515,6	14,35	6,74

Ausgaben.

Koth		N	Fett	Kohle- hydrate	Cellu- lose	Asche	Harn		
frisch	trocken ²⁾						Menge	N	Cl Na
---	---	---	---	---	---	---	1490	9,65	2,75
---	---	---	---	---	---	---	1380	9,73	3,39
---	---	---	---	---	---	---	1280	9,70	3,02
Summa 1018,6	241,3	13,12	22,44	137,1	14,72	17,85		29,09	9,16
im Tag 339,5	80,4	4,37	7,48	45,7	4,91	5,95		9,69	3,05

1) Trockensubstanz des Brodes:

I. Tag: a)	63,6%	} im Mittel 63,35%.
b)	63,6%	
II. Tag: c)	63,1%	
d)	61,8%	
III. Tag: e)	65,5%	
f)	62,5%	

100 g Trockensubstanz enthalten:

1,83 N
1,05 Fett
2,34 Asche
84,08 Kohlehydrate
1,10 Cellulose.

2) Trockensubstanz des Kothes:

1. 23. Oct.	6 Uhr nachm.	250,4	frisch	=	54,6	trocken	=	21,8%	
2. 24. „	5 „	256,2	„	=	61,0	„	=	23,8%	
3. 25. „	12 „	mittags	238,3	„	=	53,7	„	=	22,5%
4. 26. „	$\frac{1}{2}$ 12 „	„	53,4	„	=	15,9	„	=	29,7%
5. 27. „	4 „	nachm.	125,3	„	=	38,7	„	=	27,3%
6. 28. „	11 „	vorm.	95,0	„	=	23,4	„	=	24,6%
			1018,6			241,3			23,7%

100 g Trockensubstanz enthalten:

5,44 N
9,30 Fett
56,82 Kohlehydrate
6,10 Cellulose
7,40 Asche.

Es beträgt also der Verlust in % an:

Trockensubstanz	12,02
Stickstoff	21,76
Fett	(17,05)
Asche	41,45
Gesammtkohlehydraten	9,69
Stärke	8,86
Cellulose	72,70.

Hieraus geht hervor, dass der N-verlust ziemlich gross ist und der mit dem Brod eingeführte N nicht genügt hat, um die Ausfuhr zu decken. Die Bilanz des dritten Tages ergibt:

$$\begin{array}{rcl} \text{als Ausfuhr} & = & 14,075 \text{ N} \\ \text{als Einfuhr} & = & 11,559 \text{ N} \\ \hline \text{folglich eine Differenz von} & & 2,416 \text{ N.} \end{array}$$

Der Brodkoth bildete eine ziemlich gleichmässige, etwas raue Masse von hellbrauner Farbe und saurer Reaction. Er hatte stets dieselbe Consistenz und das gleiche Aussehen. Zum Nachweis der Fettsäure im Koth, speciell der Buttersäure und Essigsäure benutzte ich folgendes Verfahren. 50 g frischen Koths wurden mit 200 ccm destillirten Wassers verrieben und nach Ansäuerung mit verdünnter Schwefelsäure auf dem Sandbad destillirt. Das Destillat wurde, nachdem es mit reinem Barythydrat genau neutralisirt war, auf dem Wasserbad eingedampft, bei 100° C. getrocknet und gewogen. Der Rückstand von 0,3595 g roch weder nach Buttersäure noch nach Essigsäure. Gibt man aber etwas verdünnte Schwefelsäure hinzu, so tritt deutlich ein scharfer Geruch nach Essigsäure und der widerlich ranzige Geruch nach Buttersäure ein. Der durch Schwefelsäurezusatz entstandene BaSO_4 wird abfiltrirt, geglähet und gewogen = 0,290. Aus der gefundenen Menge des BaSO_4 lässt sich weiter der Ba = 0,17055 = 47,4% berechnen.

Der Harn von jedem Tage wurde auf Indigo mit Salzsäure und Eisenchlorid geprüft, jedoch fiel die Reaction stets negativ aus.

II. Versuch.

Brod aus ungeschältem Roggen.

(8. bis 10. März 1890.)

Dieses Mehl weicht in seinem Aussehen und seiner Beschaffenheit erheblich ab von Nr. I. Es bildet eine ganz ungleichmässig zerkleinerte Substanz. Beim Schütteln durch ein Sieb von derselben Maschenweite wie bei I gehen nur 27,3% einigermassen feinen Mehles durch. Der auf dem Sieb verbleibende Rückstand lässt ganze Körner und Theile derselben, untermischt mit Hülsen und anderen Verunreinigungen erkennen und bietet beim Betasten eine recht grobe Beschaffenheit.

Das aus diesem Mehl dargestellte Brod ist bedeutend dunkler als I. Es war beim Versuch acht Tage alt. Sein Genuss war weniger appetitlich und bewirkte besonders am ersten Versuchstage viele Blähungen und Flatus, während am dritten Tage sich Völle im Leibe, zuweilen Aufstossen und Unbehaglichkeitsgefühl einstellten. Da das Kauen wegen nicht genügender Speichelsecretion oft erschwert war, genoss ich Wasser in reichlicherer Menge als bei I, um das Hinabgleiten der Bissen zu erleichtern resp. zu ermöglichen. Ausserdem trank ich täglich 1,6 l Bier.

Die Trockensubstanz wurde ebenso wie bei Versuch I festgestellt.

Der Koth war grob, von grossem Kaliber und stark saurer Reaction, etwas dunkler gefärbt als der bei I. Bei den letzten Entleerungen haftete demselben stellenweise Schleim an. Auch erfolgten die einzelnen Dejectionen in diesem Falle häufiger und massiger als bei I. Der Koth hatte nach dem Trocknen von der Form abgesehen ungefähr das Aussehen wie Kuhkoth.

Die Ausnutzung, welche mit diesem Brod erreicht wurde, veranschaulichen folgende Tabellen.

Einnahmen.

Brod		N	Fett	Kohlehydrate	Cellulose	Asche
frisch	trocken ¹⁾					
970	—	—	—	—	—	—
970	—	—	—	—	—	—
970	—	—	—	—	—	—
Summa 2910	1746	33,05	21,47	1444,8	27,9	39,63
im Tag 970	582	11,02	7,16	481,6	9,3	13,21

Ausgaben.

Koth		N	Fett	Kohlehydrate	Cellulose	Asche	Harn		
frisch	trocken ²⁾						Menge	N	ClNa
—	—	—	—	—	—	—	970	11,18	3,28
—	—	—	—	—	—	—	1300	9,46	3,28
—	—	—	—	—	—	—	1260	9,08	3,26
Summa 1788,2	364,8	14,25	30,75	184,2	25,9	28,82	3530	29,72	9,82
im Tag 596,1	121,6	4,75	10,25	61,4	8,9	9,61		9,91	3,27

1) Trockensubstanz des Brodes:

I. Tag: a) 58,6%	} im Mittel 60,0%.
b) 59,1%	
II. Tag: c) 59,5%	
d) 63,6%	
III. Tag: e) 57,3%	
f) 61,9%	

100 Theile Trockensubstanz enthalten:

1,95 N
1,23 Fett
82,71 Kohlehydrate
2,27 Asche
1,60 Cellulose.

2) Trockensubstanz des Kothes:

1. 8. März 11 Uhr vorm.	169,6	frisch = 34,1	trocken = 20,1%
2. 8. „ 2 „ nachm.	198,4	„ = 39,2	„ = 19,7%
3. 8. „ 7 „ abends	149,5	„ = 29,0	„ = 19,4%
4. 9. „ 9 „ vorm.	380,5	„ = 70,8	„ = 18,6%
5. 9. „ 2 „ nachm.	174,3	„ = 35,0	„ = 20,0%
6. 9. „ 10 „ abends	271,0	„ = 55,8	„ = 20,5%
7. 10. „ 9 „ vorm.	269,0	„ = 55,6	„ = 21,0%
8. 11. „ 12 „ mittags	153,2	„ = 37,7	„ = 24,6%
9. 12. „ 9 „ vorm.	23,7	„ = 6,6	„ = 27,7%
	1788,2	364,8	20,4% im Mittel

Es nehmen demnach am Verlust theil:

die Trockensubstanz mit	20,89%
der N »	33,04%
das Fett »	(43,22%)
die Kohlehydrate . . »	14,27%
die Stärke »	12,75%
die Cellulose »	92,90%
die Asche »	72,72%.

Die Verluste betreffen die einzelnen Nahrungsstoffe nicht in gleicher Weise; es betheiligen sich beim Deficit hauptsächlich die Trockensubstanz, der N und die Kohlehydrate. Die Werthe von Fett und Aschebestandtheilen kommen als zu gering hierbei wenig in Betracht.

Interessant ist auch das Verhalten der Holzfaser beim Durchgang durch den Darm. Während bei decortieirtem Brod von derselben ungefähr der vierte Theil angegriffen und umgewandelt wurde, erlitt sie beim Versuch mit Brod aus ungeschältem Roggen nur eine geringfügige Veränderung. Man muss also entweder annehmen, dass bei Versuch I die nach der Decortication zurückgebliebene Holzfaser in Wirklichkeit eine so feine Vermahlung erfahren hat, dass eine bessere Angreifbarkeit von Seiten der Verdauungssäfte und Ueberführung in resorptionsfähige Substanz ermöglicht wurde, was übrigens nur zum Theil zutreffend sein wird, oder man muss annehmen, dass die Natur der im decortieirten und nicht decortieirten Getreide vorhandenen Holzfaser überhaupt eine verschiedene ist. Es scheint diese letzte Annahme sehr viel Wahrscheinliches für sich zu haben. Wir entfernen mit der Holzfaser, wie sie bei der Decortication abfällt, eine geradezu unverdauliche Beimengung, die sicher keinen Nutzen sondern nur Schaden bringen kann.

100 Theile Trockensubstanz enthalten:

4,11 N
8,43 Fett
50,47 Kohlehydrate
7,10 Cellulose
8,31 Asche.

Dass die Kothentleerungen bei diesem Versuche häufiger und massiger waren als bei I, ist bereits oben mitgetheilt worden. Während bei I eine frische Entleerung im Durchschnitt 169,7 g (= 40,2 g trocken) wog, betrug sie hier 198,6 g (= 44,8 g trocken). Der Koth hatte einen höheren Wassergehalt als der bei I, nur die letzten drei Antheile, welche längere Zeit im Darm verweilen und erst nach den eigentlichen Versuchstagen entleert wurden, waren etwas consistenter.

Mit dem erhöhten Wassergehalt geht einher eine lebhaftere Säurebildung im Koth. Verfährt man zu ihrem Nachweis nach der bei I angegebenen Destillationsmethode, so erhält man als trockenen, neutralisirten Rückstand 1,0605; $\text{BaSO}_4 = 0,6805$, geglühet = 0,4005 = 37,7% Ba^1).

Auf Indigo²⁾ konnte an keinem Tage im Harn eine positive Reaction erhalten werden, ein Beweis, dass durch die intensive Buttersäuregärung die Einwirkung von Fäulnisbakterien auf die Eiweisskörper völlig aufgehoben wurde.

Besprechung der Versuche.

Säurebildung in Koth und Harn.

Was die Säurebildung im Koth anbetrifft, so ist dieselbe bereits oben angegeben worden. Man ersieht, dass sie bei Brod aus decorticirtem Mehl in vermindertem Maasse stattgefunden hat, ohne dass die Differenz eine nennenswerthe und ihr gerade eine allzugrosse Bedeutung zuzuschreiben wäre.

Ebenso wie im Koth konnte bei Brod I auch ein geringerer Uebergang von Säuren in den Harn nachgewiesen werden. Der Grad der Säuerung wurde durch Titration mit Barytwasser mittels Tüpfelung auf Lakmus- und Curcumapapier bis zur Neutralisation festgestellt und die vorhandenen Säuren als SO_4 berechnet und ausgedrückt. Dabei ergab sich für I

am 1. Tage	1,803 SO_4	} im Mittel 1,973 SO_4 = 1,64 SO_3 .
» 2. »	2,090 »	
» 3. »	2,027 »	

1) Vgl. Rubner, Zeitschrift für Biologie. Bd. XIX. S. 85 ff.

2) Desgl.

Im Mittel wurde also täglich 1,973 SO₄ Acidität entsprechend durch den Harn an Säuren ausgeschieden. An den beiden Tagen, an welchen nur Milch genossen wurde, producirte ich nur 0,905 resp. 1,042 SO₄ entsprechend.

Dagegen wurden geliefert bei II

$$\left. \begin{array}{l} \text{am 1. Tage } 2,753 \text{ SO}_4 \\ \text{» 2. » } 3,087 \text{ »} \\ \text{» 3. » } 2,903 \text{ »} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{im Mittel } 2,914 \text{ SO}_4 \\ = 2,60 \text{ SO}_3, \end{array}$$

mithin durchschnittlich im Tag 2,914 SO₄, eine Vermehrung, welche das Quantum bei decortirtem Roggenmehl beträchtlich (um ca. 1,0 g pro die) übertrifft.

Prof. Rubner hat in seinen Ausnutzungsversuchen mit feinem Weizenmehl bei seiner Versuchsperson für den Tag 1,835 g SO₃ entsprechend an Acidität des Harnes gefunden, während die betreffende Person bei gemischter und allerdings dabei nicht brodfreier Kost 1,69 bis 1,94 = 1,81 g SO₃ entsprechend an Acidität aufwies.

Das Anwachsen der Acidität wird bei Brodkost durch verschiedene Umstände bedingt. Rubner hat die Ausnutzung eines feinen und eines kleiehaltigen Brodes verglichen und dabei die Harnsäure genau bestimmt, wobei sich folgende Werthe ergaben:

	Harnmenge	Gesamtstickstoff	Harnsäure
Feines Brod	1091 cem	13,6	0,369
Kleienbrod (Wheat meal flour)	1048 „	13,0	0,613

Der Harnsäuregehalt des Harnes nimmt also bei Kleienbrod um fast 70% zu.

Ausserdem aber gehen aus dem Darne Buttersäure und Essigsäure in den Harn über. Wie Prof. Rubner mir mittheilt, hat er in einem Falle, in welchem die Acidität des Harnes 1,883 g SO₃ für den Tag betrug, 3,168 g SO₃ entsprechend destillirbare organische Säuren aus dem Harn abgeschieden.

Leider war es mir nicht möglich, die wichtige Frage zu prüfen, ob nicht bei dem decorticirten und nicht decorticirten Getreide eine wesentlich verschiedene Harnsäureausscheidung bestehe. Freilich kann ja die Zunahme der Säureausscheidung bei Genuss des nicht decorticirten Brodes auch nur in Buttersäure oder Essigsäure bestanden haben.

Der Schälabfall.

Der durch die Decortication entstehende Schälabfall hat deutlich das Aussehen der äusseren Samenhüllen, die zum Theil fast erhalten, zum Theil weiter zerkleinert sind. Er enthält aber auch, wie man sich bei der Cellulosebestimmung oder Einbringen eines Theiles in Wasser überzeugen konnte, halbe und ganze Körner, die mit dem Abfallproduct verloren gehen. Dies liegt jedoch nach Angabe des Herrn Uhlhorn nur daran, dass der Aspirator zufällig nicht ganz richtig angestellt war und etwas zu stark geblasen hat. Bei mikroskopischer Betrachtung gewahrt man deutlich die Struktur der Samenschalen. Stärkekörnchen waren erst nach reichlichem Zusatz von Jodjodkaliumlösung vereinzelt aufzufinden.

Die chemische Untersuchung der Trockensubstanz ergab in Procent an

N	1,65
Fett	1,79
Kohlehydrate . . .	73,91
Asche	5,19
Cellulose	8,80

Die bei der Schälung abfallenden Hüllen bergen hiernach eine gewisse Menge von Nahrungsstoffen, namentlich N und fettähnliche Bestandtheile, doch lassen dieselben wegen des gleichzeitig sehr hohen Gehaltes an Holzfaser in keiner Weise eine Ausbeute zu Nährzwecken erhoffen, abgesehen davon, dass sie nicht zu Brod zu verbacken sind und auch keinem Menschen munden würden. Selbst für die Fütterung des Viehes, dessen Darm die Cellulose sonst bei Weitem besser verarbeitet und zur Resorption tauglicher macht als der des Menschen, ist bei dem

verholzten Zustande, in dem sich die Cellulose hier befindet, keine Aussicht zu Verwerthung vorhanden. Der Schälabfall wird daher, wie schon Prof. König angibt, nur als Streu- oder Packmaterial oder für die Papierfabrication zu verwenden geeignet sein.

Bedeutung der Decortication.

Unterziehen wir nunmehr das Brod aus decorticirtem Getreide (I) einer Vergleichung mit solchem aus ungeschältem (II), so finden sich bezüglich des Ausnutzungseffektes, der mit den einzelnen Nahrungsstoffen zu erzielen ist, nicht unerhebliche Verschiedenheiten.

Es gingen zu Verlust in Procent:

	I	II
an Trockensubstanz . . .	12,02	20,89
• Eiweiss	21,76	33,04
• Fett	(17,05)	(43,22)
• Gesamtkohlehydraten	9,69	14,29
• Stärke	8,86	12,75
• Cellulose	72,70	92,90
• Asche	41,45	72,72

Die Resultate, welche mit den diesen Untersuchungen zu Grunde liegenden Brodsorten erhalten wurden, lehren also, dass sich die Ausnutzung des decorticirten Roggens in allen seinen Theilen besser gestaltet, bei einer Brodaufnahme, die dem Gewicht nach völlig gleich erachtet werden kann. Trotzdem gehen die Nahrungsstoffe in verschiedenem Grade ungenutzt mit dem Koth verloren. Wie sehr Brod I durch das Decorticalverfahren an Ausnutzungsfähigkeit gewinnt, geht schon aus dem Verhalten der Trockensubstanz hervor. Während II einen Verlust von fast 21% aufweist, gehen bei I nur 12% verloren, d. i. ebenso viel als sich bei dem Versuche Rubners mit dem nach dem englischen Verfahren hergestellten Wheat meal flour ergab. Der hohe Verlust an N bei II macht dieses Brod gleichbedeutend

mit Pumpnickel. Das Eiweiss habe ich bei I etwas besser ausgenutzt (21,7% Verlust) als die Versuchsperson Rubners (30,4% Verlust), was wohl auf die bessere Ausscheidung der Hülspartikel durch das deutsche Verfahren zurückzuführen ist. Am meisten werden die Kohlehydrate mit einem relativ sehr beträchtlichen Verlust betroffen, jedoch bei II ungleich mehr als bei I.

Diese Resultate der Decortication sind in hohem Grade wichtig und von weittragender praktischer Bedeutung. Wir wollen uns deshalb nochmals vergegenwärtigen wie sie wirkt.

100 Theile Korn — von dem unvermeidlichen Verlust sei abgesehen — liefern direct vermahlen etwa 100 Theile Mehl. Das Decorticationsverfahren gibt aber nur 95 Theile Mehl. Wenn nun das ungeschälte Korn in den fünf Theilen Schalen, welche es mehr enthält als das decorticierte Getreide, auch nur Unverdauliches mit sich brächte, so würden zwei Personen, welche je 100 g normales und 95 g decorticiertes Getreide geniessen, die gleiche Menge aus dem Darmkanal resorbiren. Ich stelle diesen Werthen gegenüber die wirklich mit dem nicht decorticierten Getreide erhaltenen Werthe.

Es werden resorbirt:

	Decorticiertes Brod	Nicht decorticiertes Brod		Differenz
		berechnet	Versuch	
Trockensubstanz . . .	83,6	88,0	79,1	— 8,9
Eiweiss	74,3	87,2	67,0	— 20,2
Fett	78,8	83,0	57,0	— 20,0
Stärke	86,5	91,1	87,3	— 3,8

Derjenige also, der nicht decorticiertes Getreide bzw. Brod geniesst, stösst nicht allein die 5 % Kleienabfall und Schalen, die er mehr geniesst als Jemand, der Brod aus entschältem Korn aufnimmt, vollkommen unverwerthet aus dem Darmkanal aus,

sondern er schädigt sich dadurch, dass die mitgenossenen spitzen und unverdaulichen Hülzen auch die Resorption der übrigen Nahrungsstoffe verhindern. Er verliert nicht weniger als 9% an der Resorbirbarkeit aller Theile, über $\frac{1}{2}$ des an sich in den Vegetabilien resorbirbaren Eiweisses, $\frac{1}{4}$ der Fettstoffe und 4% der Stärke.

Während die Kleienbestandtheile, wie sie in einem aus decorticirtem Getreide hergestelltem Brode sich finden, wie Rubner nachgewiesen, zum grossen Theil resorbirbar sind und die Resorption der übrigen Bestandtheile nicht stören, verhält sich die rauhe, harte, völlig unlösliche Masse der Frucht und Samenschale ganz anders. Ihre Beibehaltung ist eine grosse nationalökonomische Schädigung. Man kann rauhes, für manchen Gaumen wohl schmeckendes Schrotbrod herstellen, ohne dass es deshalb so schlecht resorbirbar zu sein braucht wie der heute verzehrte Pumpnickel.

Es war bis jetzt immer schwer begreiflich, wodurch denn gerade der Pumpnickel und das gewöhnliche Schrotbrod so schlecht ausnutzbar ist, obschon in den Versuchen von Rubner für ein gleichfalls kleiehaltiges Brod eine relativ günstige Ausnutzung gefunden war. Ich glaube durch meine Versuche die Erklärung gebracht zu haben; sie beweisen aufs Neue, wie bedeutungsvoll oft geringfügige Aenderungen eines Nahrungsmittels seine Ausnutzbarkeit beeinflussen können.

Die Ausführung der Decortication ist in nationalökonomischer Beziehung entschieden von Vortheil und Bedeutung und sehr zu empfehlen, namentlich für diejenigen Gegenden, in denen herkömmlicher Weise Brod aus ganzem Korn consumirt wird. Die Beibehaltung der Hüllen im Mehl ist trotz ihres Gehaltes an Nährstoffen kein Gewinn, sondern aus früher dargelegten Gründen ein nicht unerheblicher Verlust.

Durch die Decortication werden nicht allein diejenigen Theile, welche das Eindringen der Verdauungssäfte und infolgedessen die Resorption der wichtigsten Nährbestandtheile so sehr beeinträchtigen, fast vollständig entfernt, sondern es erfolgt dadurch auch eine gründliche Reinigung des Getreides, indem anhaftende

Staubtheichen, andere Verunreinigungen, Keime etc. weggenommen und vertilgt werden.

Anderseits fällt der Reiz, welchen die Hülsen auf die Darmwandungen ausüben und dadurch eine schnellere Austossung des Darminhaltes bedingen, weg, und die Ausnutzung gibt weit bessere Resultate.

Ob jedoch während des Schälvorganges jeder Zeit die unter den Hüllen lagernde Eiweisschicht unversehrt bleibt, scheint etwas zweifelhaft zu sein. Hierdurch dürfte sich vielleicht in unserem Falle der geringe Procentgehalt des decorticirten Brodes an Eiweiss erklären gegenüber dem Brod aus ungeschältem Mehl.

Bedeutung des Cellulosegehaltes des Brodes.

Wie sehr die Unterlassung der Decortication schädlich wirkt und wie durch einen verschieden hohen Gehalt des Mehles an Bestandtheilen, welche in Cellulosehüllen eingeschlossen sind, die Ausnutzung ungünstig beeinflusst wird, ist bereits früher von Prof. Rubner dargethan worden. Folgende mir von demselben überlassene Analysen mögen dies noch näher veranschaulichen. Die bei meinen Untersuchungen gefundenen Werthe für Holzfaser sind mit a und b bezeichnet, wobei unter a) Brod aus decorticirtem, b) aus ungeschältem Mehl zu verstehen ist.

Celluloseausnutzung.

	Absolute Zufuhr	Ausfuhr	Ausnutzungsverlust in %	Zufuhr in %	Gesamtausnutzung des Brodes in %
Brod I	0,59	0,30	50,8	0,17	4,0
Brod II	2,04	0,96	47,0	0,34	6,7
Brod III	8,27	7,96	95,9	1,34	12,2
a	6,74	4,91	72,7	1,10	12,0
b	9,30	8,63	92,9	1,60	20,9

Zugleich möge auch folgende Tabelle, welche zeigt, wie mit dem zunehmenden Cellulosegehalt die Ausnutzbarkeit der

Cellulose und vornehmlich der Gesamtschubstanz sinkt, hier Platz finden.

	Procent Cellulose im Brod	Procent Verlust der Cellulose	Verlust des Ganzen in %	Procent Cellulose relativ	Relative Zahlen des Verlustes
I	0,17	50,8	4,0	1,00	1,0
II	0,34	47,0	6,7	2,00	1,6
a	1,10	72,7	12,0	2,47	3,0
III	1,34	95,9	12,2	7,88	3,0
b	1,60	92,9	20,9	9,41	5,2

Kurz zusammengefasst würden die gefundenen Werthe vorliegender Tabellen zu folgenden Schlüssen berechtigen.

1. Die feste äussere Cellulosehülle ist schwerer verdaulich als die innere Hülle; denn nach Entfernung der äusseren Hülle wird die zurückbleibende Cellulose leichter angegriffen und zur Resorption übergeführt.

2. Die äussere Hülle eignet sich überhaupt nicht zur Vermahlung im Mehl. Sie bleibt trotz der besten bis jetzt möglichen Mahlverfahren spitz, eckig und stachlich und reizt durch diese Beschaffenheit die Darmwände, so dass die Fortbewegung und Entleerung des Speisebreies allzu beschleunigt erfolgt.

3. Die Ausnutzung des Brodes ist abhängig von seinem Cellulosegehalt und von der physikalischen Form der eingeführten Holzfaser.

4. Die genügend fein zerkleinerte und vermahlene Cellulose ist zum Theil verdaulich.

5. Die Cellulose bestimmt schon in geringen Mengen den Modus der Ausnutzung des Brodes, doch ist die Ausnutzung nicht direct proportional dem Cellulosegehalt.

Die chemische Zusammensetzung eines Mehles gibt uns also kein Bild seines Nährwerthes und seiner Ausnutzbarkeit ohne Berücksichtigung seines Cellulosegehaltes. Ist dieser bekannt,

28 Die Decortication des Getreides und ihre hygienische Bedeutung.

so können wir den muthmaasslichen Ausnutzungseffekt bei Brod ungefähr nach den dargelegten Werthen schätzen.

Bezüglich der Kleie ist durch die Untersuchungen Rubners bekannt, dass der menschliche Darm bei feiner Vermahlung nicht Unerhebliches aus derselben zu resorbiren vermag.

Es werden aufgenommen

31,3% der Trockensubstanz,

61,3% des Eiweisses,

26,5% der Kohlehydrate (incl. Cellulose).

Dabei ist vorausgesetzt, dass die Kleie fein zerkleinert sein muss. Bei nur grober Vermahlung bleibt das Eiweiss in den Kleberzellen, deren Wandungen von den Verdauungssäften nicht durchdrungen werden, und wird dadurch unaufnehmbar.

Wir schliessen uns vollkommen der Ansicht an, dass dem kleienhaltigen Mehl besonders da, wo sein Consum in mässigen Grenzen bleibt, ein hygienischer Schaden nicht beizumessen ist. Einen ausgedehnten und ausschliesslichen Gebrauch des Mehles aus ganzem Korn zu jeglicher Modification einer Mehlspeise können wir nicht gutheissen. Vielmehr halten wir auf Grund der vorliegenden Untersuchungen daran fest, die Kleie thunlichst zu entfernen und auf diese Weise ein ausnutzbareres Product herzustellen, wie es thatsächlich von allen besseren Mühlen geliefert wird. Die Kleie ist am besten da zu verwenden, wo man eine bessere Aufnahme als im menschlichen Darm voraussetzen kann, zur Fütterung des Viehes. Sie geht dadurch für den Menschen nicht verloren, sondern bringt ihm durch eine bessere Viehzucht indirect wieder Nutzen.

Wir haben oben das Verhalten des Gesamtnährmaterials unter dem Einfluss des geringeren oder grösseren Cellulosegehaltes kennen gelernt. Es erübrigt uns noch die Angabe, in welcher Weise ein wichtiger Bestandtheil der Nahrung, das Eiweiss, sich an diesem Verlust beteiligt. Nachstehende Zahlen geben hierüber genügenden Aufschluss.

Procent Cellulose in der Kost	Procent Verlust an Eiweiss	Absolute Zufuhr an Eiweiss in g pro Tag	Procent Verlust der Cellulose
0,17	20,7	102	50,8
0,34	24,6	132	47,0
1,10	21,8	112	72,7
1,34	30,5	124	95,9
1,60	33,0	110	92,9

Hieraus ist mit Deutlichkeit zu entnehmen, dass ähnlich wie bei den übrigen Factoren auch der Eiweissverlust bei der Ausscheidung gradatim zunimmt mit dem erhöhten Gehalt an Cellulose in der Einfuhr, und dass der grosse N-verlust stets beginnt, sobald nicht genügend zerkleinerte oder verholzte d. h. für die Verdauungssäfte unangreifbare Cellulose in der Nahrung eingeführt wird. Es hängt eben der N-verlust ab von der Feinheit des Mehles und dem Grad der Ausmahlung. So beträgt er bei

feinstem Mehl	20,7%
Mittelmehl	25,0%
Wheat meal flour . . .	22—30,0%
Pumpernickel	33,0%.

Nach dem Dargelegten ist also sicher, dass die Decortication namentlich in jenen ausgedehnten Distrikten Deutschlands, in welchen Brod aus ganzem Korn genossen wird, eine Maassregel von weitragenster Bedeutung ist. Die Beseitigung der äusseren Schalen des Kornes vermehrt die Resorbirbarkeit des Ganzen um über 11%. Wenn man es für der Mühe werth hält, agitatorisch für die Anwendung ungesäuerten Brodes vorzugehen, wobei uns kaum 2% des Brodes mehr zu Gewinn werden, um wie viel mehr wäre es am Platze, Schritte zur allgemeinen Einführung des Decorticationsverfahrens zu thun. Gegenüber diesem Gewinn kommen die Kosten der Decortication nicht in Betracht.

Es ist mir nicht fraglich, dass die allgemein durchgeführte Decortication auch anderweitigen hygienischen Nutzen brächte. Die Verunreinigung des Mehles aus nicht decortieirtem Getreide, kann allerlei Schädliches mit unserem Körper, namentlich dann, wenn das Mehl zu anderen als zu Backzwecken verwendet wird, in Berührung bringen. Bei dem Backen findet freilich eine völlige Sterilisirung des Brodes statt, aber in anderen Fällen der Mehlverwendung ist das keineswegs gewiss. Wenn wir in allen Zweigen der Nahrungsmittelproduction eine höhere Reinlichkeit bei deren Gewinnung aus sanitären Gründen anstreben, so könnten wir dies füglich auch für das tägliche Brod verlangen. Vielleicht müsste man auf die Reinigung und Entschälung des aus dem Auslande bezogenen Getreides ein besonderes Augenmerk lenken.

Inwieweit die Decortication in der Hochmüllerei durchführbar ist, entzieht sich unserer genaueren Beurtheilung. Doch sollte man denken, dass schliesslich durch die Decortication eine zwar quantitativ geringe Menge, aber eine qualitativ bessere Beschaffenheit der Kleie sich erzielen liesse.

Nachdem wir im Einzelnen die Decortication in Vergleich gestellt haben zur Vermahlung des Getreides ohne Schälung, fassen wir zum Schluss noch einmal diejenigen Punkte kurz zusammen, welche die Bedeutung der Decortication klarlegen.

Die Decortication ist eine hygienisch bedeutsame Maassregel, indem sie schlechte, unappetitliche Bestandtheile des Getreides, unter Umständen Pilzkeime entfernt und deren schädlichen Einfluss abwendet. Sie ist gesundheitlich von Vortheil, da sie die überflüssige Anfüllung des Darmes mit dem Ballast der Cellulose verhütet, den massigen und zu häufig erfolgenden Defäcationen sowie event. Gärungsstörungen und sonstigen unangenehmen Empfindungen in der Ertragbarkeit vorbeugt.

Vor allem aber ist sie in nationalökonomischer Hinsicht eine unbedingt nothwendige Reform, da sie eine bessere Ausnutzung des Getreides gestattet und somit einen Gewinn darstellt, der nicht zu unterschätzen ist.

Lebenslauf.

Heinrich Wicke, evangelischer Confession, wurde geboren am 9. März 1864 zu Hilgershausen, Kreis Melsungen, als jüngster Sohn des Gutsbesitzers Johannes Wicke.

Meine Schulbildung genoss ich auf dem Gymnasium zu Cassel, welches ich von Ostern 1880 an besuchte und Ostern 1885 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Nach zweijährigem Studium auf der Hochschule zu Marburg bestand ich die ärztliche Vorprüfung. Hierauf bezog ich im Sommer 1887 für ein Semester die Universität München, kehrte hierher zurück und bestand am 19. Februar 1890 die medicinische Staatsprüfung. Anfangs März unterzog ich mich dem Examen rigorosum.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen resp. Kliniken folgender Herren, denen ich meinen besten Dank ausspreche:

In Marburg: Ahlfeld, Braun, Cramer, Greeff, v. Heusinger, Külz, Lahs, Lieberkühn, Mannkopff, Marchand, Melde, Meyer, W. Roser, K. Roser, Rubner, Rumpf, Schmidt-Rimpler, Strahl, Wagener, Wigand, Zinke.

In München: Angerer, Bauer, Bollinger, Kopp, v. Nussbaum, v. Ziemssen.

1242





20501